DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION OCTUBRE DE 1984.

1. ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO
COORDINADOR DE PRACTICAS DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENERIA
UNAM
MEXICO,D.F.
548 96 69

2. ING. RICARDO FERNANDEZ DEL OLMO
GERENTE DE GEOTECNIA Y SUPERVISION
G H I, S. C.
GRUPO DIRAC
AV. SN. FRANCISCO 1626 -1° PISO
DEL VALLE
MEXICO,D.F.
534 37 90 Y 534 39 88

3. ING. ARTURO MONDRAGON ESQUIVEL
ASESOR TECNICO DE LAS EMPRESAS
DIVISION CONSTRUCCION URBANA DEL
GRUPO ICA
MINERIA 145
MEXICO,D.F.
271 30 19

4. ING. JORGE GONZALEZ MORENO
GERENTE DE PROYECTOS E INFORMATICA
INGENIERIA INTEGRAL, S.A.
ADOLFO PRIETO 430
DEL VALLE
MEXICO,D.F.
536 37 70

5. ING. JORGE H. DE ALBA CASTALLEÑEDA
ICATEC, S.A.
AV. SAN .FERNANDO 469-2° PISO
MEXICO,D.F.
655 01 84

6. ING. MARIO GOMEZ GALVARRIATO
DIRECTOR GENERAL
IMPERQUIMIA, S.A.
SAN PEDRO NO. 24
COL. DEL MORAL
IXTAPALAPA
MEXICO,D.F.
686 26 11

7. ING. JOSE LUIS SANCHEZ MARTINEZ
GERENTE
COLINAS DE BUEN, S.A.
V. M. ALEMAN NO. 190
VERTIZ NARVARTE
MEXICO,D.F.
538 05 44

8. ING. GUILLERMO DELGADO MENESES
GERENTE GENERAL
PRESISA, S.A.
AV. VALLE DE LAS ALAMEDAS NO. 70
SAN FRANCISCO CHILPA
TULTITLAN, EDO. DE MEXICO
565 79 25

9. ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS
GERENTE
GRUAS Y MONTAJES
AV. IND. ELEC. DE MEX. NO.3
COL. VISTAHERMOSA
TLALNEPANTLA, EDO. DE MEX.
398 42 44

10. ING. JOSE MARCOS FARADJI CAPON
DIRECTOR GENERAL
LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.
CALLE 23 # 22 A
SAN PEDRO DE LOS PINOS
MEXICO,D.F.
598 86 55

11. ING. SERGIO HERRERA MUNDO
GERENTE GENERAL
G.H.A. Y ASOCIADOS, S.A.
DAKOTA NO. 423
COL. NAPOLES
MEXICO 18, D.F.
523 04 85

12. ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO
GERENTE DE INGENIERIA
ALMACENES NACIONALES DE DEPOSITO, S.A.
PLAZA DE LA CONSTITUCION NO. 7-8° PISO
MEXICO,D.F.
521 18 71

13. ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
JEFE DEL DEPTO. DE CONST.
DIV. DE ING. CIV. TOPOGRAFICA Y GEODESICA
FAC. DE ING.
UNAM
MEXICO,D.F.
548 96 69

14. ING. RAUL LOPEZ CALVILLO
GERENTE DE SEGURIDAD
CIA. METRO,S.A.
ALTADENA NO. 23-3° PISO
MEXICO,D.F.
787 33 93

15. ARQ. M. ANDRES FUEYO CANOVAS
GERENTE GENERAL
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES ESPECIALIZADOS, S.A.
MARIANO AZUETA NO. 32
MEXICO,D.F.
521 04 88

'edcs.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

15 al 26 de octubre

1984

Fecha	Horario	Tema	Profesor
Oct. 14	18 a 21 h	INTRODUCCION	ING. ERNESTO BERNAL
Oct. 16	18 a 21 h	CIMENTACIONES	ING. RICARDO FERNANDEZ DEL OLMO
Oct. 17	18 a 19:30 h	CIMBRAS	ING. JORGE GONZALEZ MORENO
	19:30 a 21 h	CIMBRAS DESLIZANTES	ING. ARTURO MONDRAGON E.
Oct. 18	18 a 19:30 h	CONTROL DE CALIDAD	ING. MARCOS J. FARADJI C.
	19:30 a 21 h	FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO	ING. JORGE H. DE ALBA
Oct. 19	18 a 21 h	ACERO Y SOLDADURA	ING. JOSE LUIS SANCHEZ
Oct. 22	18 a 19:30 h	TRANSPORTACION Y MONTAJE	ING. GUILLERMO DELGADO
	19:30 a 21 h	CONCRETO PRESFORZADO	ING. ENRIQUE DOMINGUEZ
Oct. 23	18 a 19:30 h	IMPERMEABILIZACION	ING. MARIO GOMEZ G.
	19:30 a 21 h	INSTALACIONES HIDRAULICAS	ING. SERGIO HERRERA MUNDO
Oct. 24	18 a 21 h	INSTALACIONES ELECTRICAS	ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO
Oct. 25	18 a 19:30 h	MOVIMIENTO DE TIERRAS	ING. GABINO GRACIA CAMPILLO
	19:30 a 21 h	SEGURIDAD	ING. RAUL LOPEZ CALVILLO
Oct. 26	18 a 21 h	ACABADOS	ARQ. ANDRES FUEYO

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

1

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

FECHA: DEL 15 AL 26 DE OCTUBRE DE 1984

	CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
1.	ING. ERNESTO BERNAL					
2.	ING. RICARDO FERNANDEZ DEL OLMO					
3.	ING. JORGE GONZALEZ MORENO					
4.	ING. ARTURO MONDRAGON E.					
5.	ING. MARCOS J. FARADJI C.					
6.	ING. JORGE H. DEL ALBA					
7.	ING. JOSE LUIS SANCHEZ					
8.	ING. GUILLERMO DELGADO					
9.	ING. ENRIQUE DOMINGUEZ					
	ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

(2)

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

"RESIDENTES DE CONSTURCCION"

DEL 15 AL 26 DE OCTUBRE DE 1984

TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
INTRODUCCION					
CIMENTACIONES					
CIMBRAS					
CIMBRAS DESLIZANTES					
CONTROL DE CALIDAD					
FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO					
ACERO Y SOLDADURA					
TRANSPORTACION Y MONTAJE					
CONCRETO PRESFORZADO					
IMPERMEABILIZACION					

ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

	TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
	INSTALACIONES HIDRAULICAS					
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
	SEGURIDAD					
	ACABADOS					

ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10

EVALUACION DEL CURSO

	CONCEPTO	EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACIÓN CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACIÓN CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

_____

_____

_____

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

_____

_____

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

_____

_____

10. Otras sugerencias:

_____

_____

_____

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

R E S I D E N T E S D E C O N S T R U C C I O N

1. TRACTORES
2. MOTOESCREPAS
3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES
4. COMPRESORES
5. EQUIPO DE ACARREO
6. MOTOCONFORMADORAS
7. EQUIPO DE COMPACTACION

OCTUBRE, 1984.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

1. TRACTORES

1.1. Definición y Clasificación

1.2. Influencia sobre la potencia del motor

1.2.1. Altitud y temperatura

1.2.2. Resistencia al rodamiento

1.2.3. Pendientes

1.3. Eficiencia a la tracción

1.4. Orugas o zapatas

1.5. Accesorios diversos

1.5.1. Cuchillas

1.5.2. Posición de las cuchillas

1.6. Cálculo del rendimiento de tractores con cuchilla

1.7. Utilización de los «dozers»

1.8. Desgarrador o Escarificador

1.8.1 Punta de los desgarradores

1.8.2. Producción estimada del desgarrador

1. TRACTORES

1.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Son máquinas que convierten la energía del motor en energía de tracción. Su principal objeto es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el volante:
Por su rodamiento:

a) Tractores sobre neumáticos de dos ruedas y de cuatro ruedas

b) Tractores sobre orugas

Por su potencia en el volante:

Esta depende del fabricante, como ejemplo véase la tabla 1.

TABLA 1

CARACTERISTICAS DE LOS TRACTORES

Modelo	Potencia en el Volante	Hojas Topadoras			Peso en Toneladas		
		Tipo	Longitud m.	Altura m.	Tractor sin equipo	Hoja Topadora	Ripper
CAT. D-8	300 H.P.	Recta	3.93	1.52	24.8	5.3	4.8
		Angulable	4.72	1.12		5.3	
CAT. D-7	200 H.P.	Recta	3.65	1.27	15.2	3.2	3.0
		Angulable	4.29	0.96		3.1	
CAT. D-6	140 H.P.	Recta	3.20	1.13	11.8	2.1	1.5
		Angulable	3.86	0.91		2.3	
Komatsu D-155	320 H.P.	Recta	4.13	1.59	27.3	5.7	5.9
		Angulable	4.85	1.14		5.5	
Komatsu D-85	180 H.P.	Recta	3.62	1.28	18.2	3.7	3.6
		Angulable	4.26	1.06		3.6	

Al hablar de potencia, hay que hacer un distingo entre la del motor, la de la polea y la de la barra. Esta última es la más característica o principal, puesto que es la efectiva y de ella se puede disponer. Las diferencias entre ellas se derivan de las pérdidas por el accionamiento de los mecanismos intermedios; de ahí que la potencia real o

efectiva usada en el trabajo de la máquina queda determinada por la siguiente fórmula:

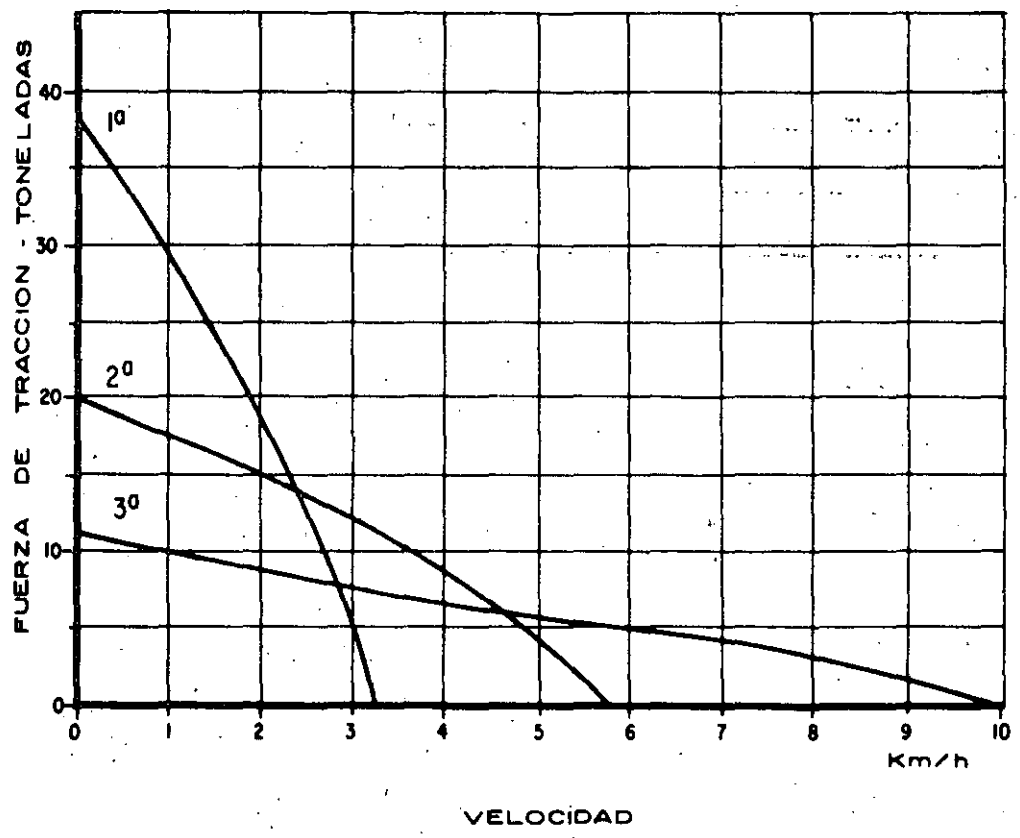
$$FV = 75\,PK \;\therefore\; F = \frac{75\,PK}{V}$$

donde:

F = Fuerza efectiva de trabajo (kg).
P = Potencia en el motor (cv).
V = Velocidad de operación (m/s).
K = Constante o factor de eficiencia.

Si representamos gráficamente la fórmula anterior (Fig. 1), nos damos cuenta, en forma fácil y rápida, que la fuerza de tracción utilizable depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y según las condiciones del suelo.

NOTA: Para esta gráfica se consideró un tractor Komatsu, Tipo D-85A-12.



1.2. INFLUENCIAS SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR

Sobre la potencia del motor influyen los siguientes factores:

— La altitud y la temperatura.

— La resistencia al rodamiento.

— La pendiente.

1.2.1. **Altitud y Temperatura.** Estos factores influyen en el peso específico del aire y, por consiguiente, en la potencia del equipo. En la Tabla No. 2, se listan los porcentajes, en función de la altitud y temperatura del lugar, que modifican la potencia del tractor.

TABLA 2

*Altitud en m.	Temperatura °C						
	42°	32°	21°	15°	10°	4°	–7°
0	95.4	97.1	99.1	100.0	100.8	101.8	103.9
305	92.0	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
915	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79.0	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72.0	72.7	73.4	74.8

* Sobre el nivel medio del mar.

Ejemplo: ¿Cuál será la potencia efectiva de un tractor que trabaja a 2135 m de altura y a una temperatura de 21°C?

Solución: De acuerdo a la Tabla 2, el factor de influencia correctora es de 76.7%, por lo tanto, la potencial real será:

$$P\ real = \frac{P \times 76.7}{100} = 0.767\ P$$

Para determinar la potencial real, pueden seguirse o aplicarse las siguientes reglas prácticas:

1a. A patir de los 16°C y para elevaciones de cinco en cingo grados, deducir 1% de la potencia a nivel del mar.

2a. Para disminuciones de temperatura, por cada 5°C menos, aumentar en 1% la potencia a nivel del mar.

3a. Por cada 100.00 m de altitud, disminuir en 1% la potencia a nivel del mar.

Ejemplo: Supongamos el mismo caso anterior:

Solución: De acuerdo con la regla primera:

$21^\circ - 16^\circ = 5^\circ$, deberá descontarse 1% a la potencia.

Según la regla tercera $\frac{2135\ m}{100\ m} = 21.35\%$ deberá decontarse 21.35%, por tanto, la potencia real será:

$(100\% - 1\% - 21.35\%)\ P = 0.777\ P$

Valor muy próximo al que aparece en la tabla.

Los descuentos anteriores se modifican si se usa turbogenerador, ya que con este mecanismo se inyecta aire a presión, con lo que se compensa la influencia de la altitud. Por ejemplo, en el tractor Carterpillar D7G, con turbogenerador, el porcentaje de la potencia en el volante para diferentes elevaciones significa:

De 0 a 2300 m	100%
De 2300 a 3000 m	92%
De 3000 a 3800 m	85%

Es decir que la reducción de potencia influye arriba de los 2300 m. de altitud.

1.2.2. **Resistencia al Rodamiento.** Esta resistencia se define como la fuerza motriz necesaria para mover una máquina a velocidad pequeña y uniforme, sobre una superficie plana.

Se ha comprobado que, para mover una máquina sobre superficies de condición y naturaleza variable, más importante que el material del piso es su estado físico; es decir, su compacidad y la naturaleza y frecuencia de sus ondulaciones.

Como norma puede establecerse que la resistencia al rodamiento, expresada en kilogramos por tonelada de carga (kg/t), es como se lista en la siguiente tabla:

TABLA 3

Naturaleza del terreno	Resistencia al rodamiento: Orugas	Resistencia al rodamiento: Neumáticos a Baja presión
1. Camino duro, estabilizado, pavimentado, sin penetración bajo la acción de las cargas. Humedecido y conservado	28 kg/t	20 kg/t
2. Camino firme, uniforme, aplanado, afectado ligeramente bajo la acción de las cargas y regularmente conservado	40 kg/t	33 kg/t
3. Camino de tierra, ondulado, que flexiona bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad	70 kg/t	50 kg/t
4. Camino en tierra con surcos y rodadas, mal conservado y sin ninguna estabilización	90 kg/t	75 kg/t
5. Camino lodoso, blando, fangoso, sin mantenimiento	110 kg/t	100 a 200 kg/t

Ejemplo: Supongamos un tractor Caterpillar D7, sobre orugas, equipado con cuchilla regulable, con peso de 18.5 toneladas, que ha de trabajar sobre un suelo de tierra, ondulado, flexionable bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad. ¿Cuál será la fuerza tractiva necesaria para vencer la resistencia al rodamiento?.

Solución: La resistencia al rodamiento en kg. por tonelada, según la tabla es 70 kg/t; por tanto, la resistencia total a vencer, será:

70 kg/t x 18.5t = 1295 kg.

1.2.3. **Pendiente.** La fuerza necesaria "N" (fig. 2) para vencer una pendiente tiene como valor, según la figura:

$$N = Q \operatorname{sen} i$$

EFECTO DE LAS PENDIENTES

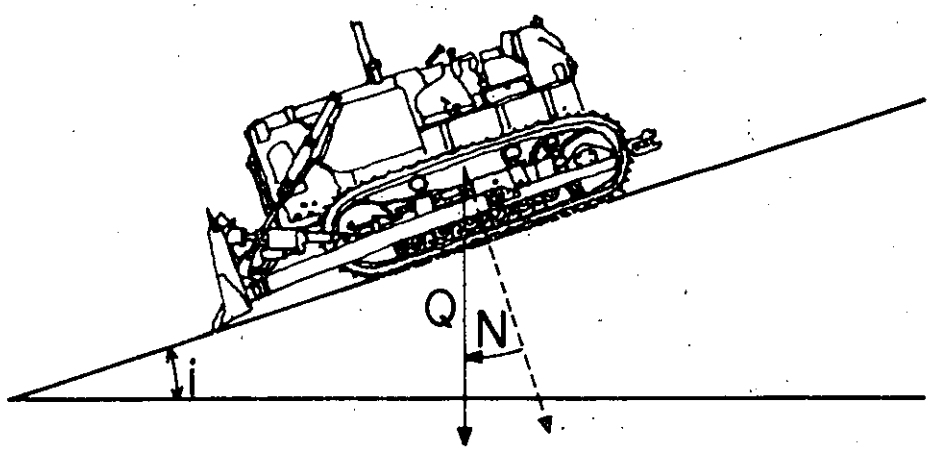


FIG. 2

pero si N se expresa en kilogramos y Q en toneladas, entonces:

$$N = 1000\ Q\ \text{sen}\ i$$

donde:

N = Fuerza necesaria para vencer la pendiente (kg.)

Q = Peso de la máquina (kg) o (t).

i = Angulo en grados o porcentaje.

En la tabla 4, se listan los valores de "N" para distintas pendientes.

TABLA 4

Pendiente expresada en %	Angulo correspondiente	Fuerza necesaria para compensar el efecto de la pendiente en Kg/t
2	1° 08' 7"	20
4	2° 17' 4"	40
6	3° 26'	60
8	4° 34' 4"	80
10	5° 42' 6"	99
15	8° 31' 8"	148
20	11° 18' 6"	196
25	14° 02' 2"	242

Ejemplo: ¿Cuál será la fuerza tractiva necesaria para vencer la resistencia por rampa, cuya pendiente es 15% (8° 31' 8"), si el peso del tractor es 18.5 t?

Solución: Directamente de la tabla No. 4, la resistencia en kg/t es de 148, por tanto

$$= 148 \text{ Kg/t} \times 18.5\text{t} = 2738 \text{ Kg.}$$

$$F_r = 2738 \text{ Kg.}$$

o bien puede calcularse directamente de la fórmula anterior.

1.3. EFICIENCIA A LA TRACCION

Se define como la relación entre la fuerza tractiva generada por el motor en el momento preciso en que las orugas o las ruedas empiezan a patinar y el peso sobre el eje motriz. A esta relación se le designa con el nombre de "Coeficiente de eficiencia a la tracción". Conocido este coeficiente, se puede determinar, para el material que constituye el suelo de rodamiento, si toda la potencia del motor puede ser transmitida a los neumáticos o a las orugas, antes de que se produzca el patinaje.

Para suelos en condiciones normales, los tractores sobre orugas disponen de una fuerza tractiva máxima igual a 85% de su peso; en cambio, los montados sobre neumáticos solamente pueden utilizar, en sus ruedas motrices, una fuerza tractiva (RIMPULL), de aproximadamente el 55% de su peso.

Ejemplo: ¿Cuál es la fuerza tractiva máxima de un tractor de orugas, D-7, si la carga sobre las ruedas motrices es de 18.5t, y su coeficiente de eficiencia a la tracción es 90%?

Solución: $F_{max.} = 0.90 \times 18.5t = 16650$ kg.

$$F_{max.} = 16500 \text{ kg.}$$

Nota.— Un tractor D-7 con fuerza tractiva de 17595 kg, en primera velocidad, puede trabajar en estas condiciones.

Ejemplo: Si un tractor de orugas, con peso 18.5t, opera sobre tierra floja y su coeficiente de eficiencia a la tracción es de 0.60; ¿Cuál es su fuerza tractiva máxima?

Solución: $F_{max} = 0.60 \times 18{,}500 = 11{,}100$ kg.

$$F_{max.} = 11{,}100 \text{ kg.}$$

Si se cuenta con un tractor D-7 cuya fuerza tractiva máxima, en segunda velocidad es de 11750 kg., se deduce que operará sobrado en el primer caso, pero que en tercera velocidad sólo utiliza 7,680 kg., de las 11,100 que representa la fuerza tractiva máxima.

En la tabla 5 se listan los coeficientes de eficiencia a la tracción para diversos tipos de suelos.

TABLA 5

	Coeficiente de eficiencia a la tracción	
Tipo de camino	**Neumáticos**	**Orugas**
Concreto	0.88 – 1.00	0.45
Arcilla seca	0.50 – 0.58	
Arcilla mojada	0.40 – 0.49	
Arena disgregada	0.20 – 0.35	0.30
Grava de cantera	0.60 – 0.70	
Tierra suelta	0.30 – 0.40	0.60
Tierra compacta	0.50 – 0.60	0.90

1.4 ORUGAS O ZAPATAS.

En cuanto al rodamiento, a la oruga se le puede definir como un rail que se iría tendiendo ante la rueda de la máquina a medida que ésta avanza. Por su continuidad se le puede definir también como el rail o zapata que la propia máquina tiende para su avance.

La rodadura del tractor sobre orugas es comparable a la de una locomotora de cremallera; ya que como ésta, el tractor posee una rueda dentada motriz en la parte de atrás que engrana sobre la autovía que va tendiendo.

El ancho de la oruga constituye una verdadera zapata de apoyo; por ello, entre más ancha mayor estabilidad para la máquina, mejor reparto del peso y menos presión sobre el piso de rodamiento.

Se lista a continuación las características de área y presión derivadas del ancho de las zapatas de la oruga, para un tractor Caterpillar D7.

Ancho de la zapata		Area de contacto m^2	Presión (kg/cm^2)
0.508 metros	20 pulgadas	2.76	0.54
0.559 metros	22 pulgadas	3.03	0.50
0.61 metros	24 pulgadas	3.31	0.45

Puede afirmarse, en forma general, que las zapatas anchas son deseables; pero, para condiciones de trabajo en las que el tractor deba pivotear frecuentemente, las garras de la zapata deben ser pequeñas, aunque con ello se obtenga una fuerza tractiva menor.

1.5 ACCESORIOS DIVERSOS.

Generalmente la versatilidad de los tractores se deriva de los distintos accesorios que se le pueden adaptar, en forma rápida, para transformarlo en un equipo mecánico para diversos trabajos específicos.

Entre estos accesorios se señalan primeramente las cuchillas* con lo que el tractor se convierte en "Dozer"; es decir, en tractor con una cuchilla explanadora al frente que lo convierte en una máquina útil de múltiples empleos: para excavar, empujar, verter y extender.

*De los otros accesorios informaremos posteriormente.

1.5.1. **Cuchillas.** Se les denominan también hojas topadoras y se distinguen:

a) Hoja "U", Universal

b) Hoja "S", Recta

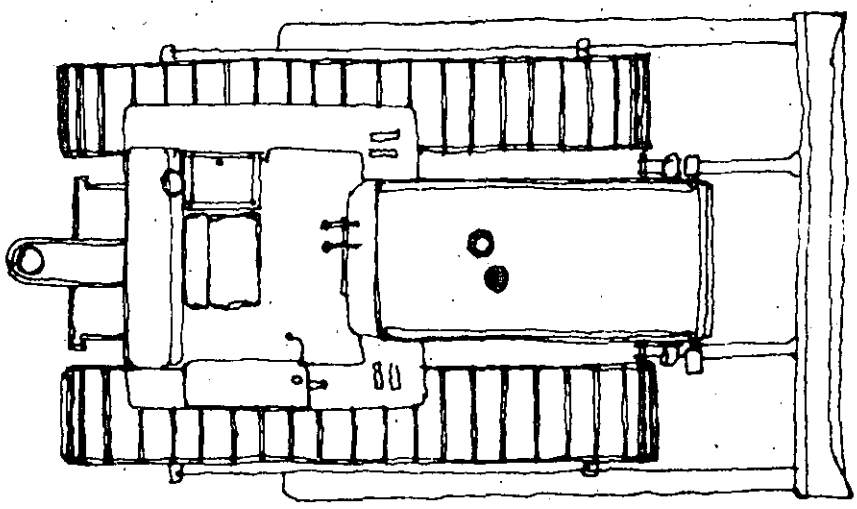
c) Hoja "A", angulable o de giro

a) **Hoja "U" Universal).** Las grandes alas de esta hoja empujadora frontal, que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del tractor, facilitan el empuje de grandes cargas a grandes distancias en todo trabajo de habilitación de tierras, amontonamiento, alimentación de tolvas, etc.

b) **Hoja "S", Recta.** Por su diseño en "U" modificada es muy útil, ya que por ser más pequeña que la hoja "U" es más fácil de maniobrar y puede empujar una gran variedad de materiales. Esta hoja proporciona una relación más alta de "hp" por metro de cuchilla que la hoja "U"; por ello, su penetración es mejor y se obtienen buenas cargas. Por esta mejor relación de hp/m^3, puede mover con facilidad materiales más densos. Como plancha de empuje se usa también para ayudar a las traillas en su carga.

Con la cuchilla "U" o con la "S", el tractor se convierte en la máquina denominada "BULLDOZER" o Empujadora, Ver. Fig. 3.

Fig. 3

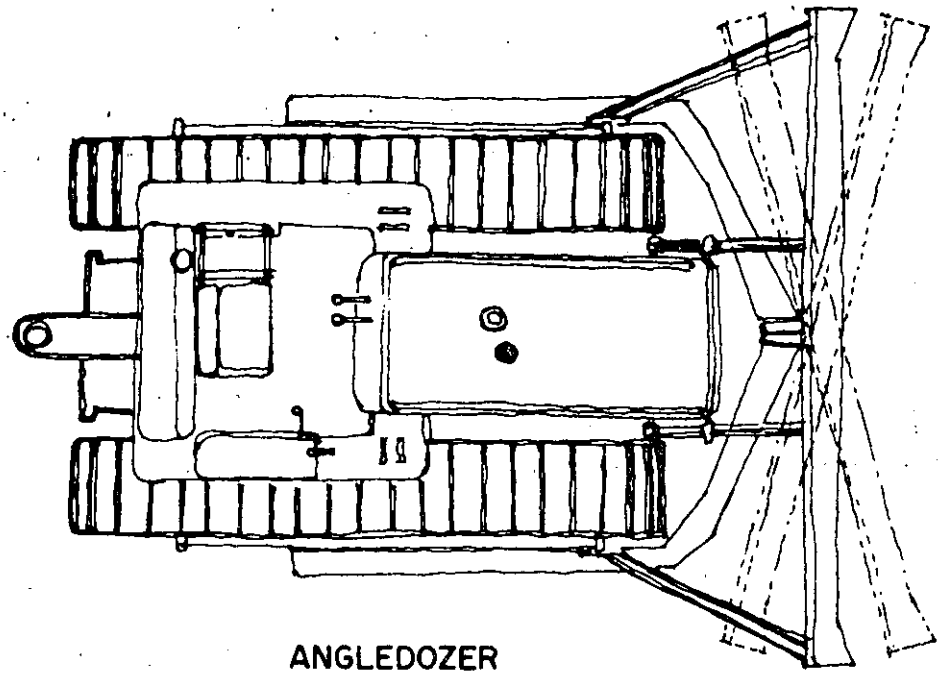


BULLDOZER

Hoja "A" angulable o de giro. Esta hoja puede emplearse en posición recta o puede girar para formar hasta un ángulo de 65° con el eje longitudinal del tractor. Se ha diseñado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, aberturas de zanjas y otras labores similares. (Fig. 4).

Los tres tipos de hojas analizadas, pueden también pivotear e inclinarse con relación al plano horizontal. Este movimiento o acción se denomina "Operación Tiltdozer". (fig. 5a.).

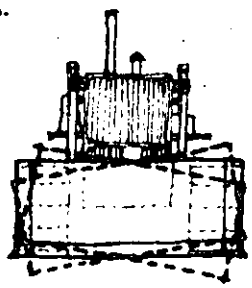
1.5.2. **Posición de las cuchillas.** Tanto las hojas rectas como las "angulables" o de giro, pueden levantarse o bajarse para empuje alto a bajo, y al mismo tiempo inclinarse alrededor de un plano horizontal. Estos movimientos pueden reali-



ANGLEDOZER

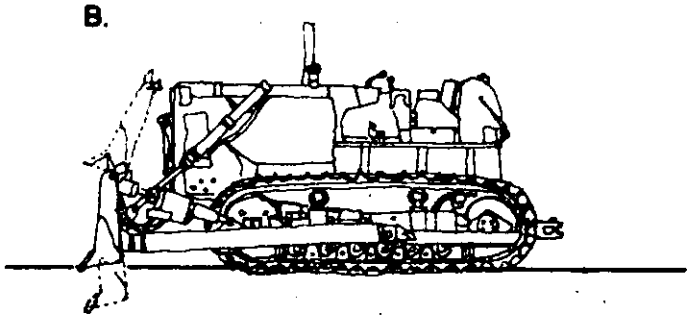
FIG. 4

A.



TILTDOZER

B.



ACCIONAMIENTO VERTICAL DE LA CUCHILLA

FIG. 5

zarse hidráulica o mecánicamente. En la figura 5b se aprecia un accionamiento vertical de la cuchilla en posición de excavar.

1.6. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE TRACTORES CON CUCHILLA

En excavaciones y rellenos se emplea la fórmula que se indica a continuación para calcular el rendimiento en metros cúbicos por hora, pero antes debe seleccionarse la cuchilla más eficaz, según la clase de trabajo por efectuar.

$$V = \frac{C.E.\ 60}{T.F.}$$

Donde:

V = Rendimiento en m^3/hora de suelo compacto.
C = Capacidad de la cuchilla en m^3 suelto.
F = Coeficiente de abundamiento del suelo.
E = Coeficiente de eficacia del "dozer".
T = Duración del ciclo en minutos.
60 = Número de minutos en una hora.

Ejemplo: Dados los siguientes datos, calcular el rendimiento del tractor.

$C = 6\ m^3$; $E = 0.8$; $F = 1.25$

Distancia media de transporte = 50.00 m.

Velocidad de recorrido = 3 km/hr

Velocidad de regreso = 6 km/hr.

Solución: Para calcular el tiempo T, recuérdese que se integra con los tiempos fijos y los variables. Los primeros incluyen los cambios de velocidad, que puede estimarse en 10 segundos. Los tiempos variables dependen de las velocidades; por lo tanto

$$T = \frac{2 \times 10\ s}{60\ s} + \frac{50\ m \times 60\ min}{3000\ m} + \frac{50 \times 60\ min}{6000\ m}$$

$$T = 0.33 + 1.0 + 0.5 = 1.83\ min. \quad \therefore$$

$$V = \frac{6 \times 0.80 \times 60}{1.83 \times 1.25} = 125.9\ m^3/hr.$$

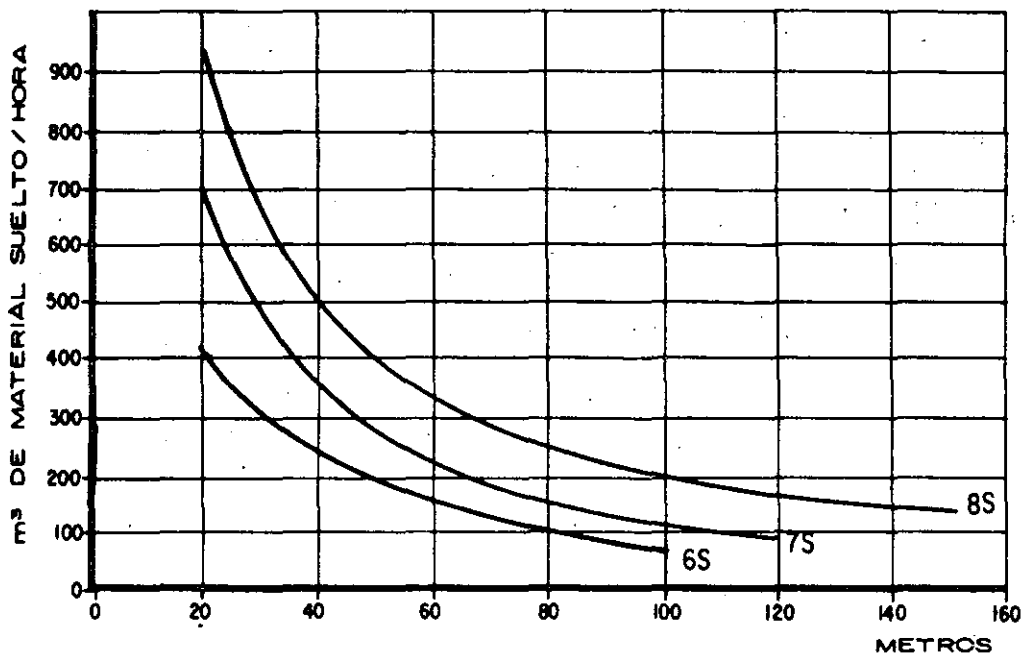
$$V = 125.90\ m^3/hr$$

Parte de este volumen se pierde a través de la distancia de acarreo; por ello conviene colmar la cuchilla para compensar esta pérdida que se calcula en 5% por cada 25 ó 30 m. de recorrido.

Como una norma puede establecerse que una cuchilla empuje 1.30 m^3/m^2 de su propia superficie, en material cuyo peso volumétrico sea 1600 kg/m^3 y con una eficacia de 100% del equipo. Se sobreentiende que el material está suelto y que la operación se lleva a cabo sobre un terreno plano y sólido.

Si el tractor trabaja en rampas, el volumen, comparado con el rendimiento trabajando a nivel, disminuye en 3% por cada grado que aumente la pendiente, o aumenta en 6%por cada grado que disminuya.

La producción estimada para tractores Caterpillar, con hoja recta, se da en la gráfica siguiente (Fig. 6).



DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA RECTA

Esta Gráfica se basa en las siguientes consideraciones:

1. 100% de eficiencia (60 minutos/hora).

2. Tiempos fijos de 0.05 minutos, en máquinas de servo transmisión.

3. Para el rendimiento máximo, la máquina excava en un trayecto de 15.00 m. y llega al borde para arrojar la carga.

4. Densidad del material: 1370 kg/m^3 suelto y 1790 kg/m^3 en banco, con expansión de 30%.
5. Coeficiente de tracción con carriles de 0.5 o más.
6. Se utilizan hojas de control hidráulico.

Los factores de corrección aplicables a la producción estimada en la gráfica, de acuerdo al tipo de operador son:

Operador	Factor de corrección
Excelente	1.00
Bueno	0.75
Deficiente	0-0.60

De acuerdo al tipo de material:

Tipo de material	Factor de corrección
Material suelto amontonado.	1.20
Difícil de cortar, congelado. Con cilindro de inclinación lateral.	0.80
Sin cilindro de inclinación lateral	0.70
Difícil de empujar, se apelmaza (material seco, no cohesivo o material muy pegajoso)	0.80
Roca desgarrada o dinamitada	0.60-0.80
Empuje por método de zanja	1.20
Empuje con dos tractores juntos	1.15-1.2[illegible]
Visibilidad: polvo, lluvia, nieve, niebla u obscuridad	0.80
Eficiencia del trabajo	
50 min./h	0.84
40 min./h	0.67
Transmisión directa (tiempo fijo de 0.1 min.)	0.80
Hoja "angulable" "A"	0.50-0.75

Se puede dar además las siguientes normas:

— A mayor velocidad, menor estabilidad.

— El rendimiento disminuye con la irregularidad de la superficie de rodamiento.

— Las cargas excesivas, disminuyen efectividad.

— Terraplenes o rellenos nuevos pueden ceder con el peso del tractor.

— Superficies rocosas pueden provocar deslizamientos laterales.

1.7. UTILIZACION DE LOS "DOZERS"

En el cuadro siguiente se describe en forma sucinta la utilización de tractores y cuchillas.

UTILIZACION DE DOZERS

DESCRIPCION DEL TRABAJO	SU EMPLEO	VENTAJAS	LIMITACIONES
Caminos de acceso.	Desviaciones y pasos provisionales.		Rocas expuestas no dinamintadas.
Desmonte.	Remoción de pasto, yerbas, arbustos y árboles.		Arboles grandes.
Limpia superficial	Despalme de la capa superficial para almacén o desperdicio.	Rendimiento elevado en cortes ligeros.	Acarreo deficiente en distancias largas.
Trabajos preliminares.	Sistema de drenaje: abierta de cortes, principios de rellenos.	Puede trabajar en áreas restringidas.	Rocas expuestas Acarreo deficiente a distancia larga
Excavaciones con acarreo corto.	Rellenos, zapatas cortes, principio de rellenos en obras de arte.	Movilidad y gran volumen de producción.	Rocas
Excavaciones con acarreo largo.		Sólo como emergencia	
Taludes		Equipo adecuado.	
Extendido	Material en montones provenientes de acarreos de camiones.	Empuje del material en cualquier dirección hacia el lugar de destino.	Inapropiado para el acabado final.
Rellenos.	Reposición de material en zanjas o alrededor de estructuras.	Fácil de maniobrar.	
Compactación	Compactación ligera del material de relleno. Su uso es especificado en materiales no cohesivos.	Gran ayuda obrenida al extender capas delgadas mientras se aplana.	
Acabado	Afinamiento de la rasante	Maniobra rápida, tanto hacia los costados como hacia adelante.	No se puede hacer el acabado final.

1.8 DESGARRADOR O ESCARIFICADOR.

Otro de los accesorios que se acoplan al tractor y le dan versatilidad son los desgarradores que, montados en su parte trasera, han sustituido muy ventajosamente a los arados remolcados. Estos desgarradores pueden ser de uno o varios vástagos, ajustables manual o hidráulicamente, y están destinados principalmente a arrancar raíces, roturar suelos compactos y desarticular rocas en formación o terrenos con rocas y roturar también suelos, antes de ser excavados con traillas o "dozer". El desgarramiento, sustitución de una voladura, puede resultar oneroso; por ello debe tomarse con cautela y analizar, en cada caso, hasta donde puede ser costeable.

Los desgarramientos pesados elevan los costos normales de posesión y operación del tractor; por esta razón, cuando se trata de fragmentación de rocas, debe aumentarse en 30 o 40% el costo obtenido en fragmentaciones normales.

Aunque no hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para estimar la producción con este equipo; para obtener el máximo rendimiento han de observarse las siguientes normas de trabajo:

— Controlar la penetración de los dientes en el terreno, para evitar que el tractor se frene o que se rompan los dientes si éstos tropiezan con un obstáculo importante.

— Si se quiere el máximo rendimiento, es necesario que los dientes del desgarrador o escarificador se utilicen con la máxima penetración, según la dureza del material. Podrá utilizarse el diente central, los laterales o los tres dientes, según lo permita la potencia del motor y la naturaleza del suelo.

— En las vueltas deben levantarse los dientes, pues si no se procede así pueden torcerse.

— Cuando el desgarrador va seguido de una trailla, resulta preferible emplear los dos dientes laterales, en vez de los tres. La experiencia enseña que de esta forma se obtiene un llenado más perfecto de la trailla.

— Para condiciones fáciles de rotura úsense los tres dientes. Cuando se dificulte el cavar debe quitarse el diente o punta central, para reducir así la resistencia de penetración. En condiciones difíciles, sólo deberá usarse el diente central.

1.8.1. **Puntas de los desgarradores.** Estos se fabrican de tres tipos: para condiciones fáciles, para condiciones moderadas y para condiciones extremas; además se ofrecen en dos o tres longitudes para la mejor selección de acuerdo con el trabajo.

La punta o diente corto tiene menos posibilidades de fracturarse pero cuenta con menos material para desgaste. La punta mediana posee gran resistencia al desgaste, y soporta bien las cargas de choque. La punta larga es la que tiene más resistencia al desgaste; pero, por su longitud, tiene mayores posibilidades de fracturarse. Para determinar cuál de las puntas es la más económica para un trabajo determinado, lo mejor es someter a pruebas los diferentes tipos de ellas.

1.8.2. **Producción estimada del desgarrador.** De la gráfica (Fig. 7), se puede obtener la producción de un desgarrador 8D, de un solo vástago o diente, acoplado a un tractor D8K.

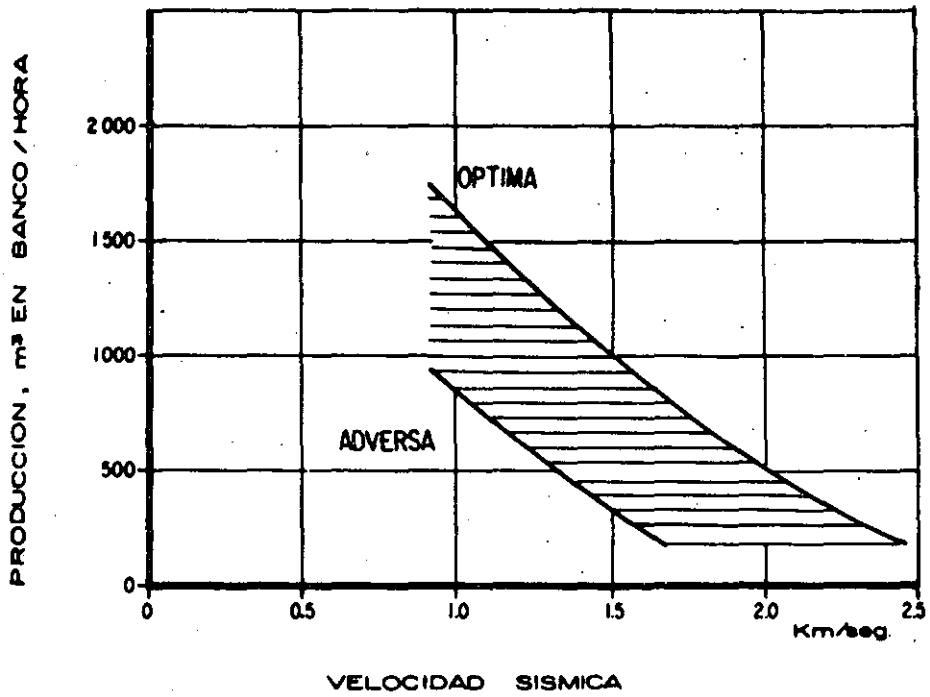


FIG. 7

Los resultados de la fig. se obtuvieron haciendo las siguientes consideraciones:

— La máquina desgarra o trabaja toda la jornada y se utiliza sin hoja topadora.

— El tractor usado es con servotransmisión.

— La eficiencia considerada: 100% (60 minutos por hora).

— En la gráfica está considerado todo tipo de material, clasificado por la velocidad de transmisión de una onda sísmica.

— La curva "óptima", de la gráfica, se refiere a condiciones totalmente favorables. Si se trata de capas laminares gruesas o de tipo vertical, o si existiese cualquier otro factor desfavorable, debe usarse la curva "adversa", o de menor rendimiento.

— Para rocas volcánicas, con velocidad sísmica superiores a 1.83 km/s, debe reducirse en un 25% el valor obtenido de la curva "óptima".

2. MOTOESCREPAS

2.1. Definición

2.2. Operaciones básicas

2.3. Condiciones de carga

2.3.1. Recomendaciones para cargar

2.4. Transporte del material

2.5. Descarga del material

2.6. Capacidad de carga

2.7. Ciclos de la motoescrepa

2.8. Cálculo de la producción

2.8.1. Estimación de la carga útil

2.8.2. Peso de la máquina

2.8.3. Fuerza de tracción utilizable

2.8.4. Pérdida de potencia por altitud

2.8.5. Comparación entre resistencia total y esfuerzo de tracción en el acarreo

2.8.6. Determinación del tiempo del viaje por acarreo

2.8.7. Comparación de la resistencia con la fuerza de tracción en el retorno

2.8.8. Tiempo de retorno

2.8.9. Tiempo total del ciclo

2.8.10. Relación tiempos de tractor y motoescrepa

2. MOTOESCREPAS

2.1. DEFINICION.

Son máquinas motorizadas para movimiento de tierra y pueden realizar excavaciones, carga, transporte, vertido y extendido del material excavado. Pueden considerarse como la combinación del tractor y la escrepa. Su movilidad y su gran rapidez en el desplazamiento se deben a que están montadas sobre neumáticos, lo que las convierte en productoras de grandes rendimientos. Sus velocidades máximas de desplazamiento varía entre 50 y 70 km/h. Estas velocidades entrañan una servidumbre, la de tener la superficie de rodamiento en buenas condiciones.

Debido a su sistema de rodaje, la motoescrepa normal es prácticamente incapaz de autocargarse, por lo que requiere de un empujador.

2.2. OPERACIONES BASICAS.

Estas son:

- Carga.
- Acarreo o transporte
- Extendido.

2.3 CONDICIONES DE CARGA.

Para óptimo rendimiento debe procurarse:

- Cargar a la capacidad máxima tolerable.
- Efectuar la carga en la distancia más corta y en el menor tiempo posible.

Para cumplir con estas condiciones, la profundidad de corte, en tierra común, debe ser de 15 a 20 cm., pues la experiencia demuestra que una profundidad menor aumenta el tiempo de carga y también la distancia para efectuarla, y una profundidad mayor produce atorones, patinamientos y pérdida de eficiencia. A mayor potencia del tractor de empuje mayor incremento en la profundidad de corte.

Cuando el material es duro, conviene ararlo o desgarrarlo previamente para facilitar la carga; tal es el caso de las arcillas duras y compactas.

Para incrementar la velocidad de carga de la motoescrepa, el tractor empujador debe ser de la potencia y peso adecuado.

2.3.1. **Recomendaciones para cargar.** Para mayor facilidad de carga, se recomienda que :

- Se realice hacia abajo, ya que la acción de la gravedad ayuda y se dispone de mayor potencia.

- Cuando se cargue en laderas, el corte debe hacerse en forma tal que permi-

ta el escurrimiento del agua; para ello debe comenzarse el corte en la parte superior del talud, continuando hacia abajo. El corte queda escalonado, y cada escalón debe hacerse de altura tal que vaya fijándose la línea del talud, sobre todo para el caso que se requiera afinar este talud.

– Cuando se trabaja en cortes, debe comenzarse por los lados, dejando el centro del corte más alto. La máquina debe operar del centro hacia el talud.

– Para descargar, en rellenos o terraplenes, el centro deberá quedar más bajo que las orillas y, en este caso, la máquina debe operar de la orilla hacia el centro.

– En los dos casos anteriores, se facilita más la formación de taludes y se evitan deslizamientos perjudiciales; tanto para la máquina como para el afine. En los dibujos del (a) al (h) de la Figura 8a y 8b, se representa gráficamente lo explicado.

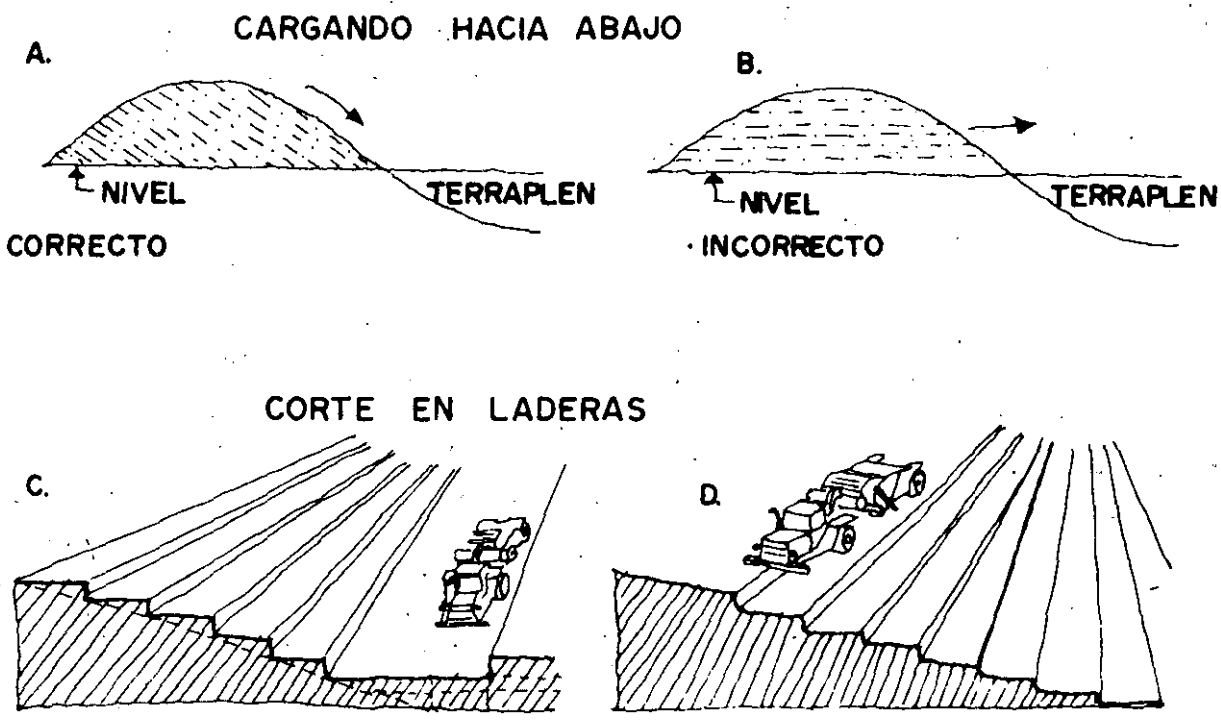


FIG. 8

2.4. TRANSPORTE DEL MATERIAL.

Para que el transporte resulte más fácil y más ágil, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

– El estado del camino permitirá las máximas velocidades; para ello debe arreglarse la superficie de rodamiento.

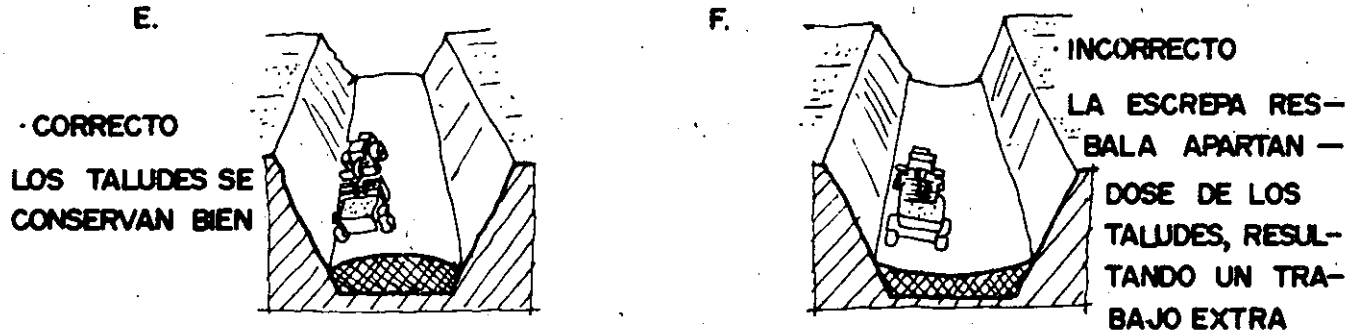
– Emplear la potencia total del motor; pues de existir superficies mal niveladas se incrementa la resistencia al rodamiento, se originan vibraciones y golpes en el

equipo que, además, fatigan al operador. Todo ello disminuye el rendimiento.

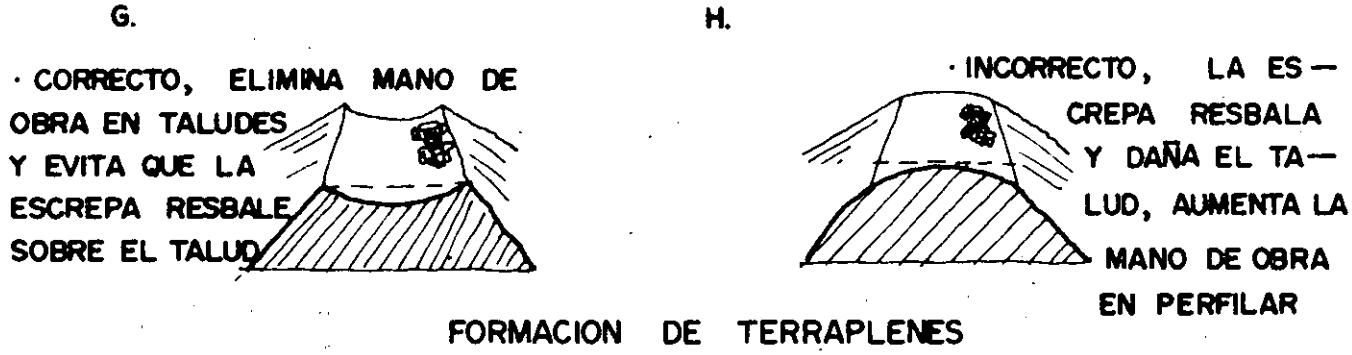
- Las pendientes desfavorables deben, en principio, evitarse, combinando distancias y movimientos.

- Las vueltas deben llevarse a cabo lo más rápido posible y consumiendo mínima distancia.

- Cuide la presión óptima de los neumáticos para que la fuerza de tracción dé su máximo rendimiento; pues cada centímetro de penetración suplementaria de los neumáticos en el suelo, exige un esfuerzo adicional de 9 kg. por tonelada bruta del peso de la escrepa.



CARGA EN CORTES



FORMACION DE TERRAPLENES

2.5 DESCARGA DEL MATERIAL.

Para obtener un rendimiento máximo, debe procurarse:

- Que se haga en capas de igual espesor: de 15 a 20 cm., según el tipo del material y de acuerdo al equipo de compactación de que se disponga.

- Que se efectúe a velocidad máxima posible, empleando mínima distancia, pero para suelos arcillosos mojados, por la resistencia del rodamiento, la descarga debe ser más lenta.

2.6. CAPACIDAD.

Esta se mide en dos formas:

- En metros cúbicos a ras. (Fig. 9 a)

— En metros cúbicos colmada (Fig. 9 b)

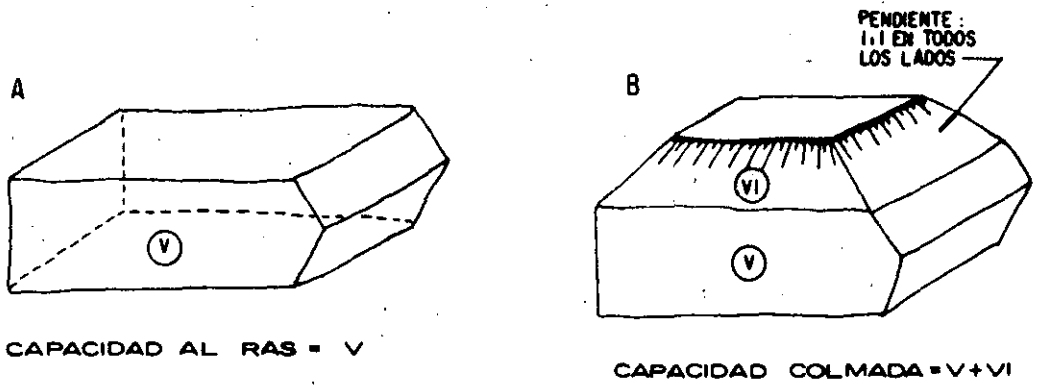


FIG. 9

2.7. CICLO DE LA MOTOESCREPA.

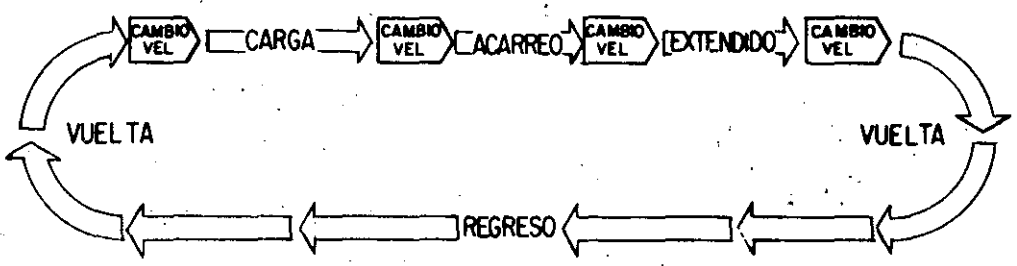


FIG. 10

TABLA 6

Unidad	Máquina utilizada para Cargar	Tiempo de carga en minutos	Maniobras y Esparcimiento o maniobras y descarga en minutos
613	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Un D8K	0.6	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Un D8K	0.6	0.6
627B E. y T.*	Autocargadora	0.8	0.7
613C	Un D9H	0.6	0.7
633C	Autocargadora	0.9	0.7
637	Un D9H	0.6	0.6
637 E. y T.*	Autocargadora	0.9	0.7
641B	Dos D9H	0.6	0.7
651B	Dos D9H	0.6	0.7
657B	Dos D9HH	0.6	0.6
657 E. y T.*	Autocargadora	1.0	0.7
660B	Dos D9H	0.7	0.8
666B	Dos D9H	0.7	0.7

*E. y T. = Empuje y Tiro

De un juicioso análisis del cuadro anterior, se puede concluir que las traillas o motoescrepas se clasifican, por su carga, en tres tipos:

a) Las autocargadoras, cuya capacidad se mide colmada. (No requieren de ayuda). Ejemp. 613, 623B, etc.

b) Las estándar que, para carga eficiente y estar dentro de los tiempos fijados en la tabla, requieren de tractores empujadores. Ejemps. 621B, 627B.

c) Las autocargadoras de empuje y tiro con dos motores. Ejemps. 627B E. y T., 637 E y T., etc.

2.8 **Procedimientos para el cálculo de producción.** Para terminar con motoescrepas, analicemos un problema práctico de producción: Supongamos el modelo 631C que, según la Tabla, requiere de un tractor de empuje D9H.

D a t o s

Material: Arcilla arenosa, en barro natural húmedo.

Densidad del material en banco = 1975 Kg/m^3.

Factor volumétrico de conversión (FVC) = 0.72

Factor de compresibilidad = 0.85

Condiciones de Trabajo:

Factor de tracción = 0.50
Altitud = 2,600.00 m.

Ciclo de trabajo, acarreo y retorno: (Fig. 11).

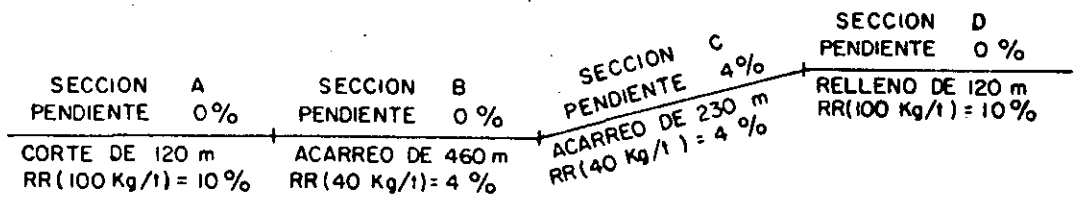


FIG. 11

Los valores de la resistencia al rodamiento, "RR" se toman de la tabla número tres del apartado 1.2.2.

El valor de porcentaje es la relación (kg/kg).

A la suma algebráica de las resistencias al rodamiento con la pendiente, se le llama pendiente total o compensada; así:

Sec. "A": Pendiente total o compensada = 10% + 0% = 10%

Sec. "B": Pendiente total o compensada = 4% + 0% = 4%

Sec. "C": Pendiente total o compensada = 4% + 4% = 8%

Sec. "D": Pendiente total o compensada = 10% + 0% = 10%

2.8.1. **Estimación de la Carga Util.** C.V. La carga útil es igual al número de metros cúbicos por el factor volumétrico de conversión por la densidad del material en banco; así:

C.V. = 23.00 m^3. x 0.72 x 1975 Kg/m^3. = 32,700 Kg.

C.V. = 32,700 Kg.

2.8.2. **Peso De La Máquina:**

Peso de la máquina vacía, dato de catálogo	= 35,200 Kg.
Peso de la carga calculada	= 32,700 Kg.
Peso total "PBT"	= 67,900 Kg.

2.8.3. **Fuerza de tracción utilizable.** Esta depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y de las condiciones del suelo. El peso en las ruedas propulsadas, cuando el vehículo está totalmente cargado es igual al 53% del PBT.

Por lo tanto:

FTU, cargado: Factor de tracción X 0.53 X PBT

= 0.50 X 0.53 X 67900 kg = 17993 kg.

FTU, vacío = 0.50 X 0.68 X 35200 = 11968 kg.

donde: 0.68 es el peso en las ruedas propulsadas para vehículo vacío.

2.8.4. **Pérdida de potencia por altitud.** Por contar con turbocargadores, y de acuerdo a las indicaciones del fabricante, la potencia disponible es de:

100% para la motoescrepa, y de
94% para el tractor D9H.

De acuerdo con estos valores, el tiempo de viaje de la motoescrepa 631C, no cambia; pero el tiempo de carga aumenta en 5%, por ser el porcentaje en que se reduce la potencia del tractor.

2.8.5. Comparación entre la resistencia total y el esfuerzo de tracción en el acarreo.

La resistencia total es la suma de la resistencia en las pendientes "R.P." más la resistencia al rodamiento "RR".

a) **Resistencia en las pendientes "RP"**

R.P. = 10 kg/t X PBT X pérd. adversa en porcentaje.

Sec. "C": 10 kg/t X 67.9 t X 4% = 2716 kg.

b) **Resistencia al rodamiento, "RR":**

RR = kg/t (factor de RR) X t (PBT)

Sec. "A": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

Sec. "B": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "C": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "D": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

c) **Resistencia total:**

Sec. "A" =	6790 kg.
Sec. "B" =	2716 kg.
Sec. "C" = 2716 kg + 2716 kg.	5432 kg.
Sec. "D" =	6790 kg.

La tracción máxima que se requiere para mover el 631C es de 6790 kg y disponemos de una fuerza de tracción útil de 17993 kg.

2.8.6. **Determinación del tiempo de viaje para el acarreo.** Este tema depende de la distancia y de la pendiente compensada. De las gráficas del manual Caterpillar, se obtiene:

Sec. "A": 0.75 min.

Sec. "B": 1.10 min.

Sec. "C": 0.70 min.

Sec. "D": 0.80 min.

3.35 min.

Nota: Tiempo aproximado, ya que no se considera el tiempo de aceleración ni desaceleración.

2.8.7. Comparación de la resistencia total con la fuerza de tracción en el retorno.

Cuando el equipo retorna, la pendiente ayuda; por lo tanto:

Ayuda de pendiente = AP = 10 kg/t X PBT X (–4%)

De ahí que la resistencia al rodamiento para el equipo en viaje vacío, para cada sección, vale:

RR = Factor de RR X peso del vehículo sin carga.

Sec. "D" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Sec. "C" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "B" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "A" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Por tanto la resistencia total:

Sec. "D" =		3520 kg.
Sec. "C" =	1408 – 1408 =	0 kg.
Sec. "B" =		1408 kg.
Sec. "A" =		3520 kg.

La fuerza de tracción que se requiera para mover la motoescrepa 631C, en viaje de regreso, es de 3520 kg. y disponemos, según se ha calculado en el apartado 2.8.3., de una fuerza de tracción utilizable de 11968 kg.

2.8.8. Tiempo de viaje de retorno. De las gráficas del manual Caterpillar, se tiene:

Sec. "D": 0.42 min.

Sec. "C": 0.43 min.

Sec. "B": 0.78 min.

Sec. "A": 0.42 min.

Tiempo total = 2.05 min.

2.8.9. **Tiempo total del ciclo.** Este tiempo será igual a la suma de los tiempos de acarreo y retorno, más los derivados del ajuste por altitud y tiempo de carga y maniobra, es decir:

Tiempo de acarreo =	3.35 min.	
Tiempo de retorno =	2.05 min.	5.40 min.
Ajuste por altitud = 0.06 X 5.40	0.32 min.	
Tiempo de carga =	0.60 min.	(Tabla 6)
Maniobra y esparcimiento =	0.70 min.	(Tabla 6)
Tiempo total del ciclo =	7.02 min.	

Para obtener el número de metros cúbicos en banco, que pueden obtenerse, se procede de la manera siguiente:

Ciclos/hora = 60 min. ÷ 7.02 min. = 8.54 ciclos/hr.

Carga estimada = Cap. colmada X FVC = 23 m^3 X 0.72 = 16.6 m^3 en banco

Rendimiento en banco/hr = 16.6 m^3 X 8.54 ciclos/hr = 141.76 m^3

Rendimiento en banco/hr = 141.76 m^3

2.8.10. **Relación tiempos de tractor y motoescrepa.** Esta relación es importantísima, puesto que nos determina la óptima utilización del tractor para ayudar a otras traillas o motoescrepas.

El tiempo del ciclo del empujador consta de los tiempos parciales de carga, impulso, retorno y maniobras:

Tiempo en el impulso	= 0.10 min.
Tiempo empleado para carga y retorno (140% del tiempo de carga)	= 0.84 min.
Tiempo de maniobra	= 0.15 min.
Tiempo del ciclo del empujador	= 1.09 min.

Por lo tanto, un tractor podrá atender: seis motoescepas, puesto que

$$\frac{7.02 \text{ min.}}{1.09 \text{ min.}} = 6.44$$

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. Definición

3.2. Tipos de excavadoras de «carga estacionaria»

3.3. Orugas vs. neumáticos

3.4. Aditamientos o accesorios de las palas

3.4.1. Equipo de la pala frontal

3.4.2. Usos más comunes de la pala frontal

3.4.3. Usos más comunes del aguilón de la grúa

3.4.4. Cucharón de draga en el aguilón de grúa

3.4.5. La retroexcavadora y su empleo

3.5. Selección de máquinas

3.6. Profundidad óptima para el llenado del cucharón de la pala

3.7. Efectos de la profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las palas

3.8. Profundidad óptima de corte de las dragas de arrastre

3.9. Efectos de profundidd de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las dragas

3.10. Estimación del rendimiento de palas mecánicas

3.10.1. Determinación del valor de «K»

3.11. Producción teórica tabulada

3.12. Retroexcavadora

3.12.1. Definición y descripción

3.13. Cargadores frontales

3.13.1. Definición y características

3.13.2. Ciclo de carga

3.13.3. Producción

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. DEFINICION.

Son máquinas de movimiento de tierra de "carga estacionaria", adecuada para cualquier tipo de terreno. Se dice de "carga estacionaria" para distinguirla de las máquinas de excavación y carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio, la pala excava, carga y deposita los materiales estando parada. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle una cierta movilidad en el lugar de trabajo.

3.2. TIPO DE EXCAVADORAS DE "CARGA ESTACIONARIA".

Vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos. Se distinguen cinco tipos (Fig. 12):

1) La pala normal o pala frontal.

2) La pala retroexcavadora.

3) La pala rastreadora.

4) La draga o excavadora con balde de arrastre.

5) La excavadora con cuchara de almeja o bivalva.

Además se cuenta con la grúa (6) que, en resumen, no es sino una excavadora con cuchara bivalva o una dragalina adaptada a ciertas necesidades particulares, o bien, es una máquina básica a la que se le adapta gran variedad de dispotivos de carga (cable sencillo y gancho de carga); de carga y excavación (cucharones de almeja, de draga); así como bolas rompedoras, hincadoras de pilote de gravedad, martillo de aire para pilotes, etc.

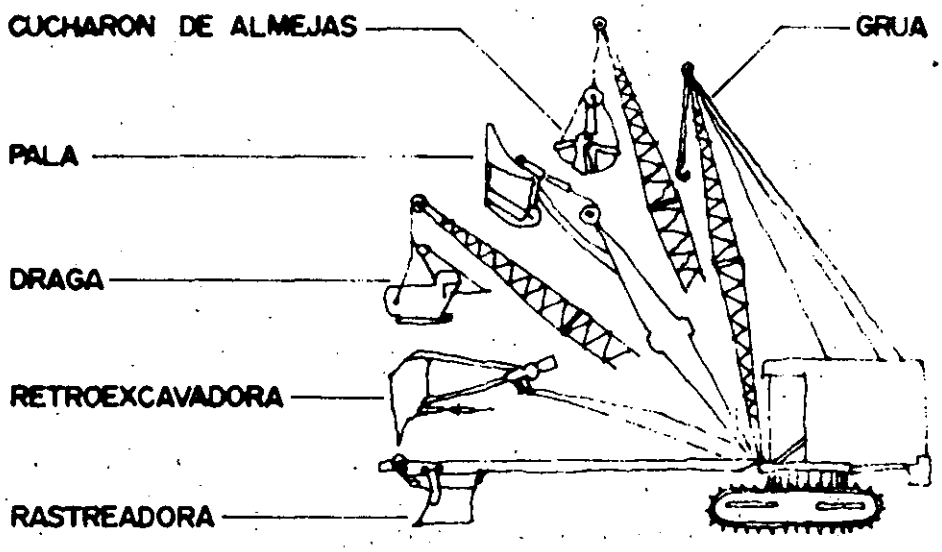


Fig. 12

3.3. ORUGAS VS. NEUMATICOS.

Las que vienen montadas sobre orugas presentan ventajas que pueden aprovecharse para trabajar:

a) En terrenos flojos, puesto que el área de sustentación que proporcionan las orugas asegura un movimiento adecuado y buena estabilidad.

b) En excavaciones pesadas, ya que las orugas dan más estabilidad al equipo y mayor resistencia contra las cargas de impacto de la excavación.

c) En terrenos disparejos o cuando los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.

d) En excavaciones donde no haya necesidad de movimientos frecuentes y rápidos.

Las ventajas del equipo montado sobre neumáticos se obtienen cuando:

a) El transporte rápido sea requisito importante.

b) El terreno presenta superficies firmes y a nivel.

c) El uso de la oruga sea perjudicial al terreno, o por no poderse ajustar a las disposiciones legales.

d) Los materiales abrasivos provoquen desgastes excesivos en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones del trabajo.

3.4. ADITAMENTOS O ACCESORIOS DE LAS PALAS.

De la clasificación señalada en el apartado 3.2. se desprende que las palas mecánicas se diseñan para recibir diversos aditamentos o accesorios, que constituyen sus herramientas de trabajo. Estos a su vez, se clasifican en tres grupos básicos:

Aguilón de pala.

Aguilón de grúa.

Aguilón retroexcavador.

El aguilón de grúa sirve, como ya se dijo, para diferentes usos, no así el de pala y el retroexcavador, cuyos usos se limitan a sus específicas funciones: Pala excavadora frontal y retroexcavadora, respectivamente.

3.4.1. **Equipo de pala frontal.** Es el de mayor aplicación y consta de: pluma o aguilón de la pala, brazo de ataque, cucharón y mecanismo de apertura y de cierre del cucharón. Los movimientos que efectúa son:

a) Elevación del cucharón dentro del material por excavar.

b) Excavación; operación por la cual el cucharón se introduce avanzando en el material.

c) Retirada una vez cargada la cuchara.

d) Giro y descarga.

3.4.2. **Usos más comunes de la pala frontal.**

a) Excavación de bancos o préstamos.

b) Excavación de cortes, resultan convenientes en trabajos de afine.

c) Descargando sobre pilas de desechos.

d) Carga de unidades o vehículos de acarreo.

e) Descarga en tolvas, cribas o bandas.

f) Zanjas poco profundas, no siendo una operación recomendable.

g) Excavación en plano horizontal, para rasante final o despeje de materiales. Esta no es una operación recomendable.

3.4.3. **Usos más comunes del aguilón de grúa.** Con el de almeja, se utiliza para:

a) Excavaciones verticales abajo del nivel del terreno:

— Pozos y excavaciones de cimientos para pilares y muros.

— Zanjas profundas para alcantarillado, canalizaciones, tuberías (cuando la profundidad sobrepasa los límites de trabajo de la retroexcavadora; sobre todo, cuando la excavación es estrecha y lleva una entibación apuntalada).

— Excavaciones sumergidas.

b) Traslado de materiales sueltos de las pilas de almacenaje a tolvas y a transportadores y su aplicación más común es para manejar materiales sueltos: arena, grava, roca triturada,

Nota: La selección del cucharon de almeja debe hacerse tomando en cuenta la penetración y capacidad de carga. La penetración depende del peso del cucharón y la capacidad de carga de la propia máquina.

3.4.4. Cucharón de draga en el aguilón de grúa. Además del aguilón, el dispositivo de trabajo se completa con el cucharón de arrastre, cable de izar y cable de arrastre con su guía. Este conjunto o máquina ha sido proyectado para grandes radios de acción. Por su forma de operar, las fuerzas aplicadas al cucharón se reducen al tiro del cable tractor; por lo que su uso se concreta a excavaciones en materiales blandos o desintegrados ubicados abajo del nivel de asiento de la propia máquina; tales como:

- Dragado de ríos, para extraer grava o arena y formar con ellas pilas.
- Excavación y limpieza de canales y zanjas.
- Para despejar la capa vegetal.
- Alimentación de bandas transportadoras, de tolvas y ocasionalmente cribas.
- Carga de depósitos de arcilla o materiales sueltos.
- Ocasionalmente para cargar camiones, siempre que la capacidad de éstos sea de cinco a seis veces la capacidad del cucharón.

3.4.5. La retroescavadora y su empleo. El aditamento o dispositivo retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un aguilón, brazos y refuerzos para el cucharón. Por su ataque análogo al de la pala, se le selecciona para excavaciones abajo de su nivel de asiento y en materiales más duros que en los que excava la draga; es decir, que esta máquina es propia para:

- Apertura de zanjas y relleno de ellas.
- El perfilado del terreno en plano horizontal.
- Limpieza de cunetas.
- Descarga de material sobre pilas y carga de unidades de acarreo.

3.5. SELECCION DE MAQUINAS.

La selección de una máquina excavadora, en cuanto a su capacidad, debe basarse en:

1. Tipo de materiales	Duros	Máquinas grandes facilitan la excavación.
	Suaves	Máquinas chicas, por representar mayor movilidad.

2. Profundidad del banco	A profundidades grandes.	Máquinas grandes.
	Cortes poco profundos	Máquinas chicas, que tienen avances frecuentes para que el bote pueda llenarse.
3. Movilidad	Sobre orugas	
	Sobre neumáticos	
4. Otras consideraciones	Colocación de la máquina	
	Altura máxima de descarga	

3.6. PROFUNDIDADES OPTIMAS PARA EL LLENADO DEL CUCHARON DE LA PALA.

En la tabla 7 siguiente, se dan los valores óptimos de las profundidades para que el llenado del cucharón de la pala se realice sin esfuerzo escesivo de empuje. La profundidad óptima de corte no está fijada por el alcance máximo de excavación.

TABLA 7

Capacidad en yardas cúbicas	Materiales suaves arena y grava. metros	Materiales corrientes, tierra común. metros	Materiales compactos, arcilla húmeda, pegajosa, dura, pesada. metros
3/8	1.16	1.37	1.83
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1 1/4	1.98	2.59	2.99
1 1/2	2.14	2.80	3.26
1 3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2 1/2	2.56	3.42	4.06

3.7. EFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LAS PALAS

En el cuadro siguiente, Tabla No. 8, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las palas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación o viraje. Para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90° se consideró el rendimiento igual a UNO.

TABLA 8

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.76	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.92	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

3.8. PROFUNDIDAD OPTIMA DE CORTE DE LAS DRAGAS DE ARRASTRE.

Véase el cuadro siguiente, Tabla No. 9.

TABLA 9

Clase de material	TAMAÑO DEL CUCHARON EN YARDAS CUBICAS								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
Lama y arenas húmedas livianas	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Arena y grava	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Tierra común	1.83	2.04	2.26	2.44	2.59	2.74	2.89	3.02	3.20
Arcilla dura compacta	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.37	3.45	3.60	3.75
Arcilla húmeda pegajosa	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75
Longitudes normales de la pluma en pies:									
De:	25	30	35	40	45	50	50	50	60
A :	35	40	50	55	60	70	80	90	100
Longitud máxima aproximada en metros	10.5	12.0	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.5

*Profundidades en metros

3.9. EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS.

En el cuadro siguiente, Tabla 10, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las dragas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación.

TABLA 10

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

3.10. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE PALAS MECANICAS.

Para el cálculo de la producción o rendimiento de palas, dragas y retroexcavadoras puede emplearse la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad horaria o rendimiento} = \frac{3600 \times Q \times E \times K}{Cm \times F}$$ donde:

3600 = Segundos por hora.

Q = Capacidad de cucharón en yardas o metros cúbicos.

F = Factor de abundamiento del material excavado.

E = Relación del volúmen realmente cargado al volúmen nominal del cucharón.

Cm = Tiempo total del ciclo en segundos.

Para la correcta aplicación de la fórmula han de tenerase en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La capacidad del cucharón se debe expresar como la capacidad a ras.

- La capacidad del cucharón se expresa en yardas cúbicas sueltas o metros cúbicos sueltos.

- "E" toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible ya que se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el el operador descansa, etc. En condiciones ideales y con operadores diestros, puede usarse 0.80 para E; pero varía en cada condición de trabajo. El valor usual de "E" es de 0.60.

3.10.1. Determinación del valor de "K". En la Tabla 11, se dan los valores de "K" para palas y dragas, según las condiciones de trabajo y clase de materiales.

TABLA 11

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	95% al 100%	85% al 90%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	95% al 100% Materiales regados, sueltos, flojos, materiales que llenan completamente y con frecuencia proporcionan cargas colmadas. (La sobrecarga compensa el abundamiento del material).	85% al 90% Materiales duros que no requieren voladura, pero que se fragmentan en pedazos grandes que producen vacíos en el cucharón.
EXCAVACION	**MEDIA DIFICIL**	**DIFICIL**
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	70% al 80%	50% al 70%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	65% al 75% Materiales que requieren voladura con bajo consumo de explosivos por M^3, pero voluminosos y algo duros de penetración, lo que produce vacíos en el cucharón. Caliza bien quebrada, roca arenosa y otras rocas bien voladas. Esquisto volado, arcilla pegajosa, mojada y pesada. Grava con piedras grandes Gravas cementadas.	40% al 65% Roca volada, tierra endurecida y otros materiales difíciles de penetrar y producen grandes vacíos en el cucharón. Esquisto duro volados Caliza Arenisca Conglomerado Roca de caliche En grandes pedazos, mezclados con finos y tierra. Arcilla dura que se raspa del banco.

3.11. PRODUCCION TEORICA TABULADA.

En las Tablas 12 y 13, se incluyen los valores de producción estimada en m'/hora, para palas mecánicas y dragas de arrastre.

TABLA 12

PALAS MECANICAS

Tipo de Material	CAPACIDAD DEL CUCHARON M^3 y yd^3						
	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Marga húmeda o arcilla arenosa	126	157	191	218	245	271	310
Arena y grava	119	153	176	206	229	252	298
Tierra común	103	134	161	183	206	229	271
Arcilla dura y de alta cohesión	84	111	138	161	180	203	237
Roca bien dinamitada	73	96	119	138	157	176	210
Excav. común con rocas y raíces	61	80	99	119	138	153	187
Arcilla mojada y pegosa	54	73	92	111	126	141	176
Roca mal dinamitada	38	57	73	88	107	122	149

TABLA 13

DRAGAS DE ARRASTRE

Tipo de Material	CAPACIDAD DEL CUCHARON M^3 y yd^3						
	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Arcilla liviana y humeda o marga	99	122	149	168	187	203	233
Arena o grava	96	119	141	161	180	195	226
Tierra común	80	103	126	145	161	176	203
Arcilla dura, de alta cohesión	69	84	103	122	138	149	176
Arcilla mojada y pegajosa	42	57	73	84	99	111	134

3.12. RETROESCAVADORA.

3.12.1. Definición y descripción. Son máquinas propias para excavar zanjas o trincheras, que retroceden durante el proceso de trabajo. En la figura No. 13, se representa un dibujo esquemático con sus dimensiones de operación, las cuales varían de acuerdo con los modelos.

Dimensiones de Operación:

K = Alcance máximo a ras del suelo.

L = Profundidad máxima.

M = Profundidad de excavación.

N = Profundidad máxima de pared vertical.

O = Espacio libre mínimo para cargar camiones.

P = Espacio libre máximo para cargar camiones.

Q = Altura máxima hasta diente del cucharón.

S = Alcance máximo a pleno ascenso del aguilón.

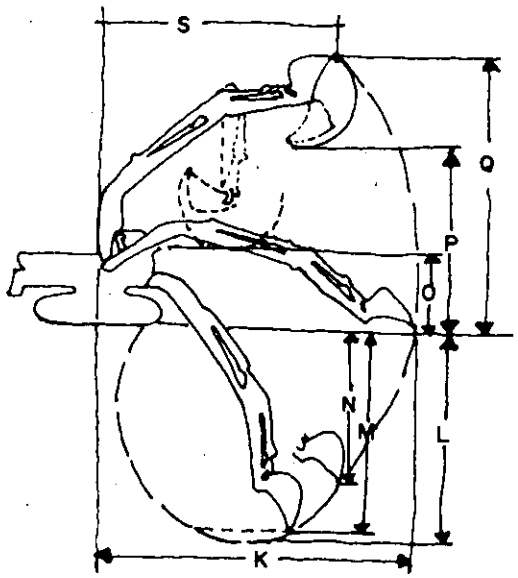


FIG. 13

Los cucharones que emplea esta máquina pueden ser anchos o angostos; anchos para suelos fáciles de atacar y angostos para terrenos duros o difíciles.

La capacidad de estos cucharones se mide a rás o bien colmada, y su carga útil depende de su tamaño y de ciertas características del suelo. En función de ambos —tamaño del cucharón y tipo de suelo— se determina el factor de acarreo (Fa). De ahí que la carga útil "Cu" sea igual al producto de la capacidad colmada "Cc" por el factor de acarreo "Fa", así:

$$C_u = C_c \times F_a$$

En el cuadro siguiente se tabulan los valores de los factores de acarreo o porcentajes de la capacidad colmada del cucharón, en función de la características de los suelos.

TABLA 14

MATERIAL	Factor de Acarreo*
Marga mojada o arcilla arenosa	100 al 110%
Arena y grava	90 al 100%
Arcilla dura y tenaz	75 al 85%
Roca de voladura, bien fragmentada	60 al 75%
Roca de voladura, mal fragmentada	40 al 50%

* Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón.

3.13. CARGADORES FRONTALES

3.13.1. **Definición y características.** Son tractores montados sobre orugas o neumáticos, los cuales llevan en su parte delantera un cucharón accionado por mandos hidráulicos (Fig. 14). Sirven para manipular materiales sueltos, sobre todo para elevar —tomándolos del suelo— y descargar sobre camiones u otros medios de transporte.

CARGADORES FRONTALES

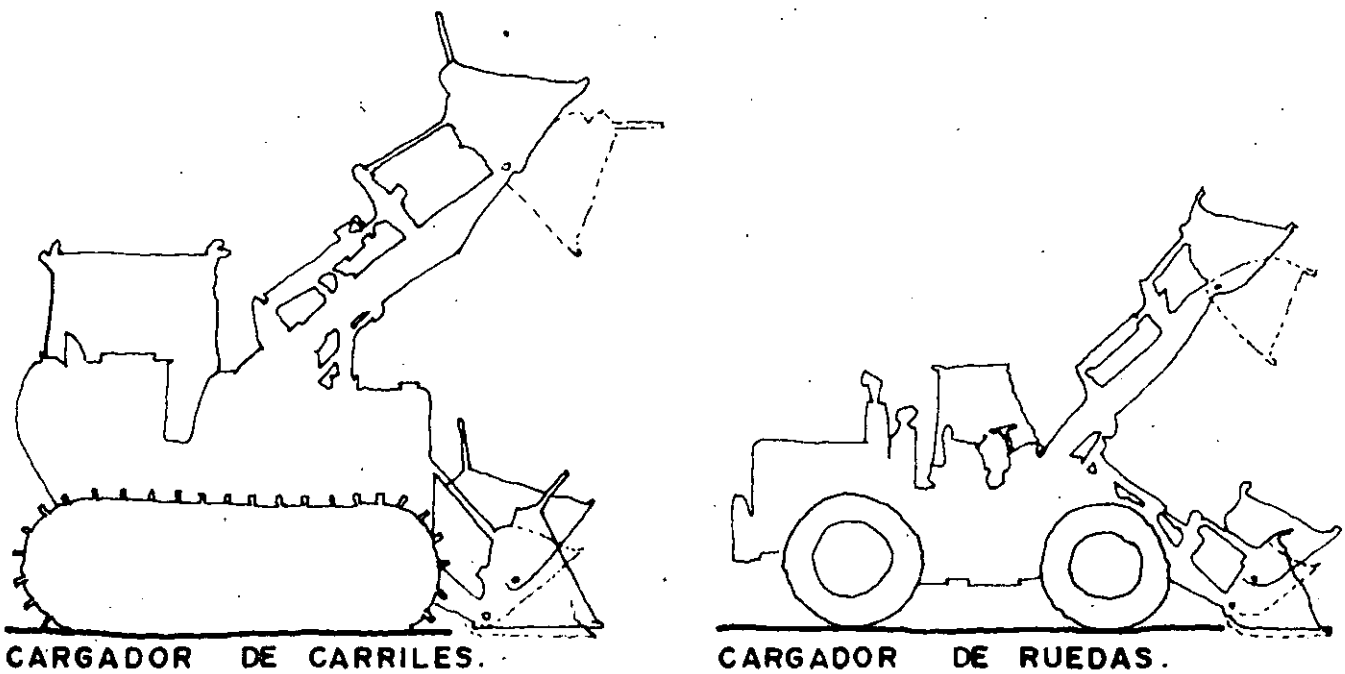


FIG. 14

Para una misma máquina existen cucharones de construcción ligera y de construcción reforzada, los primeros, de mayor capacidad, se seleccionan para materiales ligeros; los segundos, que incluyen dientes para ataque, se seleccionan para materiales pesados.

3.13.2. **Ciclo de carga.** El ciclo de carga incluye los tiempos de carga, de maniobra, de viaje y de descarga. Sus valores medios recomendados se enlistan a continuación.

- **El tiempo de carga.** Varía de 0.03 minutos a 0.20, según el material: desde agregados sueltos hasta cementados.

- **El tiempo de maniobra.** Incluye el tiempo invertido en el recorrido básico, el empleado en los cuatro cambios de sentido de la marcha y el de los virajes. Con un buen operador, se estima en 0.22 minutos.

- **El tiempo de viaje.** Incluye los que se invierten en el acarreo y en el retorno.

- **El tiempo de descarga.** Se estima como normal de 0.04 a 0.07 minutos, y depende del tamaño y resistencia de la caja del volteo o de la tolva en que se descarga.

Como un ejemplo de tiempos estimados de viaje, se incluye una gráfica del modelo 955 L de Caterpillar, Fig. 15.

Distancia de viaje en medio ciclo

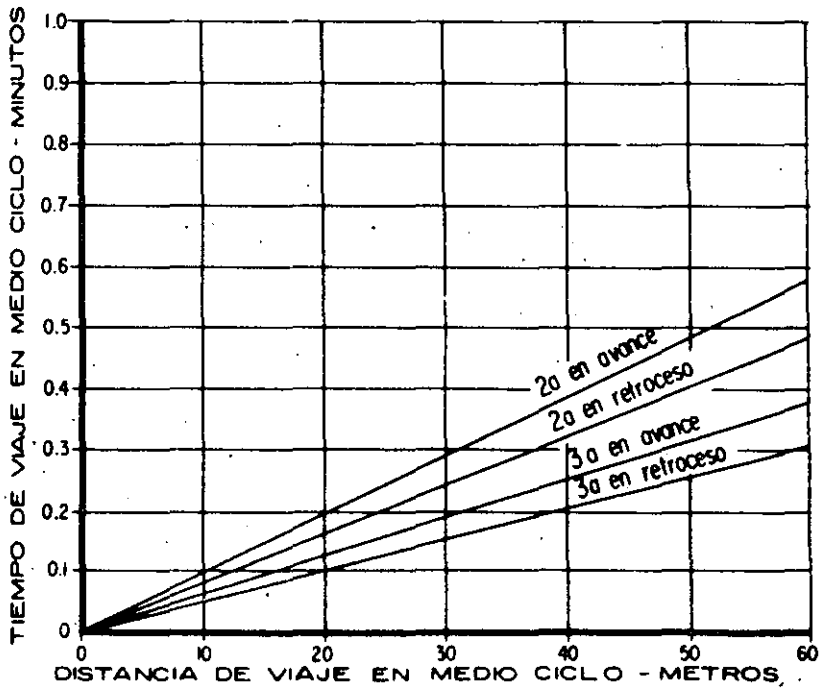


FIG. 15

Condiciones:

- Sin pendientes.
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo en maniobras.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.

3.13.3. **Producción.** Es la capacidad del cucharón por número de cargas/hora.

Para este equipo son también válidas las recomendaciones dadas para las palas, tanto en cuanto a su sistema de sustentación como en su uso.

Para una mayor eficiencia en la carga de los camiones debe tomarse en cuenta que:

a) La distancia de recorrido, del lugar de carga al de descarga —sobre los camiones— debe ser la mínima posible.

b) Las unidades de acarreo deben colocarse en forma tal que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible. Se recomienda que siempre sea menor de 90° ; para ello se recomienda que el frente del banco tenga suficiente amplitud, para que las unidades de acarreo se acomoden, Fig. 16, y se eviten así pérdidas de tiempo por acomodo.

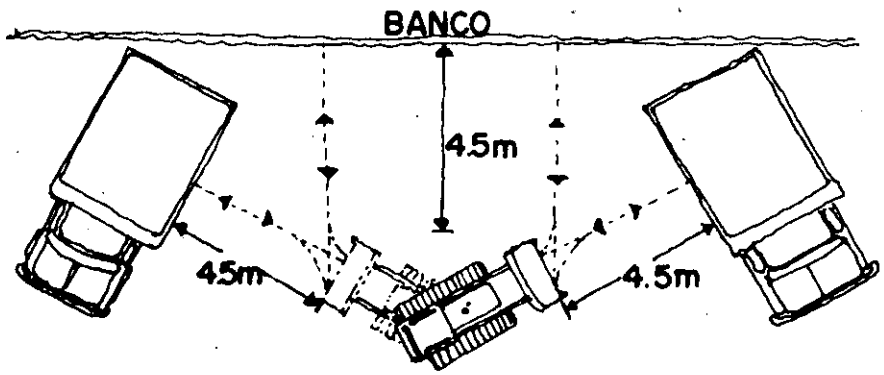


FIG. 16

c) El terreno, sobre el que se mueve, debe ser firme y lo más llano que se pueda, libre de piedras y bordos que resten eficiencia y produzcan balanceos fuertes en el equipo, sobre todo cuando éste lleva el cucharón cargado y en alto.

En el cuadro siguiente se tabula la producción estimada en m^3/hora para los cargadores frontales montados sobre ruedas, operando en material suelto.

TABLA 15

Producción estimada en m^3/h					
		Carga útil estimada de los cucharones en m^3 de material suelto			
Minutos por Ciclo	Ciclos hora	0.75* (1)	1.13* (1.5)	1.53* (2)	1.87* (2.5)
0.4	150	115	172	229	286
0.45	133	102	153	205	253
0.5	120	92	137	183	229
0.55	109	83	125	166	208
0.6	100	77	114	153	191
0.65	92	70	105	140	175

* Capacidad nominal del cucharón en yd^3

-/ hora de 60 minutos.

TABLA 16

Eficiencia del trabajo min/hr.	Factor de eficiencia %	Factor Volumétrico de conversión
60	100	Volúmen cucharón x 1.00
55	91	Volúmen cucharón x 0.95
50	83	Volúmen cucharón x 0.90
45	75	Volúmen cucharón x 0.85
40	69	Volúmen cucharón x 0.80
		Volúmen cucharón x 0.75

4. COMPRESORES

4.1. Definición y descripción

4.2. Pérdidas de presión

4.3. Capacidad del compresor

4.4. Herramientas

4.4.1. Perforadoras

4.4.2. Rompedoras

4.4.3. Apisonadoras

4.4.4. Wagon – drills y track-drills

4.5. Aceros de perforación

4. COMPRESORES

4.1. DEFINICION Y DESCRIPCION

Son máquinas de gran empleo en obras diversas de construcción que comprimen y almacenan aire para alimentar herramientas neumáticas; tales como: *perforadoras, rompedoras, apisonadoras,* etc. Sus partes esenciales son: el motor, el compresor y el tanque o receptor del aire, que sirve para regularizar la descarga.

Además de estas partes esenciales pueden considerarse como elementos necesarios: el regulador o gobernador, que incrementa, disminuye o para la fase de compresión; la válvula de seguridad, que evita presiones peligrosas en el tanque; y los manómetros para el control de las presiones en las herramientas de trabajo. Asimismo, en el tanque se ubica la válvula de salida a la que se conecta la tubería de conducción que alimenta las herramientas.

4.2. PERDIDAS DE PRESION

Se deben a la fricción, a la longitud de tubería, a los cambios de dirección y estrechamientos; por ello, para que las pérdidas sean mínimas y el rendimiento, máximo, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Nivelar el compresor lo mejor posible.

b) Seleccionar adecuadamente el diámetro de la tubería de distribución ya que a mayor diámetro menos fricción.

c) Colocar el compresor lo más cerca posible de las herramientas, a fin de acortar la longitud de las tuberías.

d) El tendido de la tubería debe ser lo más recto posible, evitando quiebres muy agudos.

e) No sobrecargarlos nunca con demasiadas herramientas. El compresor estará sobrecargado, cuando el total del aire necesario para todas las herramientas acopladas exceda de su capacidad normal; pues los compresores sobrecargados se calientan y no rinden lo que deben.

f) Extraer del compresor el agua condensada y conservar todas las válvulas perfectamente ajustadas.

Como ejemplo, puede citarse la pérdida de 9.3 libras por pulgada cuadrada que sufre una tubería de 3" de diámetro y longitud de 1000 piés, conduciendo 1000 piés cúbicos de aire por minuto.

Los mismos principios asentados rigen para las mangueras de conducción. Como ejemplo, una manguera de 50 piés de longitud que opera a una presión de 80 lb/pulg.2, conduciendo 100 piés cúbicos de aire por minuto, tendrá las pérdidas que se listan.

Diám. de la manguera en pulgadas	Pérdida de presión en libras/pulg.^{2}
3/4	5.8
1	1.4
1 1/4	0.4

Lo que comprueba que a menor diámetro, mayor pérdida de presión.

4.3. CAPACIDAD DEL COMPRESOR

Los compresores utilizan aire comprimido a 100 libras por pulgada cuadrada (7 kg/cm^2), y se clasifican por el volumen de aire que, a la presión señalada, producen en un minuto en piés cúbicos/min o m^3/min. Su capacidad deberá estar acorde con el número de herramientas que ha de alimentar.

4.4. HERRAMIENTAS

4.4.1. Perforadoras. Se utilizan en las excavaciones en roca y en los trabajos de canteras para hacer los barrenos destinados a las cargas explosivas.

4.4.1.1. Clasificación y uso de las perforadoras.

Se clasifican por su peso, en: pesadas, medianas y ligeras. Las pesadas se seleccionan para rocas semiduras y terrenos cementados duros; y las medianas, para bancos de conglomerados, brechas suaves y en terrenos tepetatosos.

Dada la función que desempeñan en cuanto a su peso; la cantidad de aire a presión en pies cúbicos/min. requerida, será mayor en las de mayor peso y menor en las ligeras. Este tipo de herramienta se emplea básicamente en la barrenación vertical; y por su forma de operar, se recomienda para barrenaciones de profundidad no mayor de 3.00 m.

Para su máxima eficiencia se recomienda:

a) Conservar la barrena bien afilada. No tratar de afilar la barrena en la obra, sino remitirla para tal fin al taller.

b) No utilizar nunca puntas desgastadas.

c) Conservar las uniones y los empalmes de las tuberías bien ajustadas.

d) Procurar siempre la verticalidad en la perforación, pues así se aprovecha el peso del martillo y el de la barrena.

e) Cuando el aire que pasa a través de la barrena no basta para conservar limpio el orificio, utilizar una tubería con aire para soplar ésta antes de que se obture.

4.4.2. **Rompedoras.** Se seleccionan, específicamente para romper pavimentos de asfalto y de concreto, bloques de concreto; piedras estratificadas; así como rocas suaves y medianas, evitándose el uso de explosivos, etc. Su máximo rendimiento se obtiene si se observan las siguientes recomendaciones:

a) Utilizar siempre puntas de tamaño adecuado y conservarlas bien afiladas.

b) Emplear simultáneamente varias herramientas rompedoras; así se mejora la acción.

c) Actuar sobre trozos pequeños.

d) Conservar todas las uniones bien ajustadas y comprobar frecuentemente la tubería del aire hasta el empalme del martillo, a fin de asegurarse de que no existe ninguna fuga.

e) Asegurarse de que los operarios sólo guién las herramientas; pues no deben accionarla hacia abajo ni apoyarse en ellas.

4.4.3. **Apisonadoras.** Como su nombre lo indica, se usan para apisonar y compactar terrenos no accesibles para otro tipo de equipo o maquinaria; es decir, en zanjas, en perímetros de obras de fábrica, etc.; y para asentar materiales de bacheo en las reparaciones de pavimento. Su máximo rendimiento se obtiene, observando las recomendaciones siguientes:

a) Conservar todas las uniones y empalmes de la tubería bien apretados.

b) Cuando se apisiona tierra floja, recubrir con una arpillera (tela tejida gruesa) la cabeza del pisón.

c) Cuando se apisona grava, utilizar la cabeza del pisón sin recubrimiento alguno.

d) Desplazar el pisón por el relleno, no conservarlo nunca apisonando sobre el mismo sitio.

e) Cuando se apisona alrededor de una obra de fábrica, apisonar por capas, sin permitir nunca que el pisón choque contra el muro de la obra.

f) El espesor de la capa por apisonar debe ser función del material mismo.

4.4.4. **Wagon-drills y Track-drills.** Son dispositivos móviles, en los cuales se montan las perforadoras. (Fig. 17). Además de su movimiento de avance, cuentan con mecanismos, orientadores de las perforaciones en la dirección deseada, vertical, horizontal o inclinada, lo que garantiza siempre el alineamiento. Con los Wagondrills pueden realizarse perforaciones hasta de 7.00 m. de profundidad, y con los Track-drills, puede perforarse hasta 12.00 m.

Estos equipos requieren más consumo de aire por minuto que las perforado-

ras que se guían o soportan manualmente. Por ejemplo: un compresor de 600 piés cúbicos/min., podrá alimentar a las siguientes herramientas:

Perforadoras	medianas: de 8 a 12 unidades pesadas: de 4 a 6 unidades
Wagon-drills:	pesados: 2
Track-drills:	1

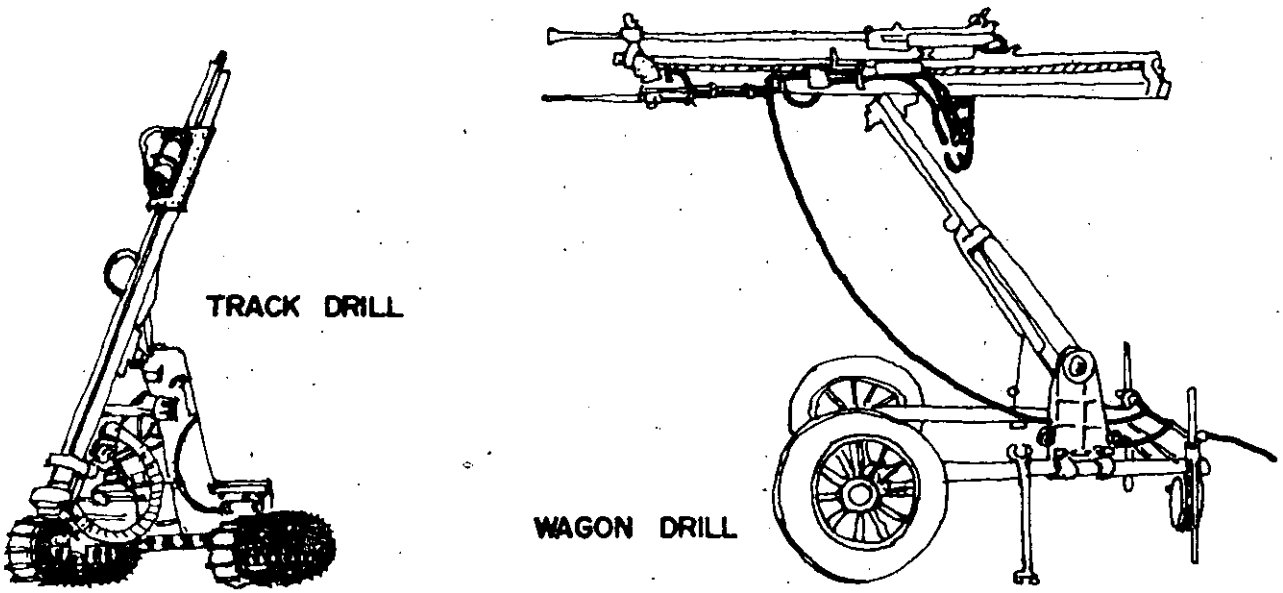


FIG. 17

4.5. ACERO DE PERFORACION

Son barras de acero al bajo carbón, huecas para permitir el paso del aire, de sección, generalmente exagonal. Se componen de tres partes esenciales: zanco, barra y rosca.

Para la rotura de la roca, el acero de perforación requiere de brocas. Estas son insertos de tungsteno que se fijan a la barra o se enroscan a ella. (Fig. 18).

Cabe señalar que a mayor diámetro de la broca o del inserto, mayor superficie por barrenar y, por consiguiente, más tarda la perforación.

Los promedios de barrenación varían según:

a) Características del material.

b) Tipo de equipo.

c) Manejo y aprovechamiento de equipo.

En la tabla 17, se incluye información relativa, según el material; y en la tabla 18, según las presiones y para dos tipos de materiales.

INSERTOS DE TUNGSTENO

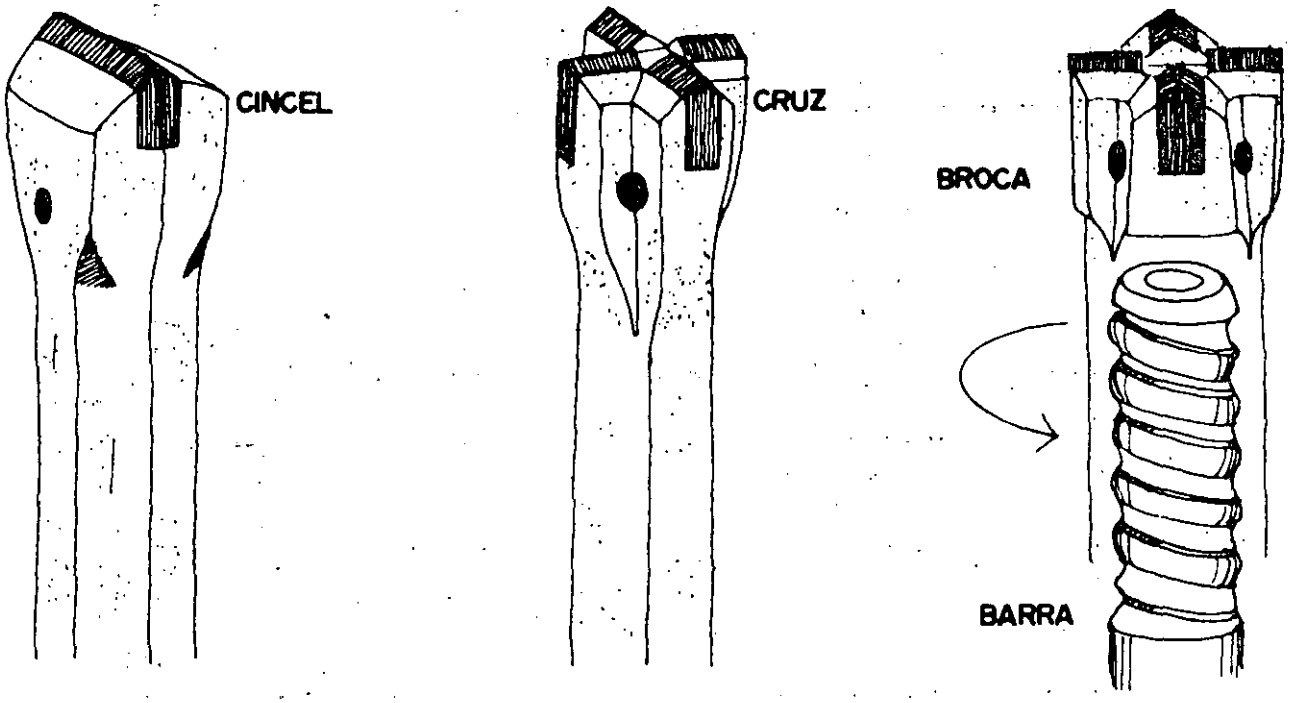


FIG. 18

TABLA 17

	Areniscas, Choy suave pizarras, granito desintegrado	Granito · Basalto	Calizas duras y estratificadas con dureza uniforme	Caliza Estratificadas con fracturas y arcilla
Metros efectivos barrenados por hora.	4.25	4.55	4.75	3.50
Metros por barrenar sin pérdidas de tiempo o cambio.	11.00	8.85	7.35	6.45

Nota: Se consideran pérdidas de tiempo: Cambio de barras; limpieza y soplado de barrenos; roturas y atascamiento de la barra; cambios de lugar para iniciar otro barreno; fallas mecánicas, habilidad de perforista; y, otras.

TABLA 18

Presión de Trabajo en la Perforadora en libras/pulgada^2		Avance de la Barrenación sin Considerar tiempos perdidos m/hr
para caliza dura con estratos horizontales		
56		3.35
60 a 70		4.25
70 a 80		6.95
Más de 80		8.85
Para granito duro		
45		0.45
50		1.50
60 a 70		4.25
75 a 87		6.65

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. Definición y clasificación

5.2. Rendimiento del equipo

5.3. Selección del equipo

5.4. El transporte en la construcción

5.5. Determinación del número de unidades

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Independientemente de las motoescrepas, se define como equipo de acarreo a la máquina o combinación de máquinas que, contando con un sistema adecuado de carga y con un dispositivo de descarga, se utilizan para transportar materiales de un lugar a otro. Dentro de estos materiales y para nuestro objetivo debemos considerar sólo dos tipos: los sólidos, como tierras, arenas, rocas, etc., y líquidos, como agua y asfaltos.

Por sus sistema de rodamiento el transporte puede realizarse sobre orugas, sobre neumáticos y sobre rieles. También existen otros medios de transportación: los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

En cuanto a su descarga, las unidades de acarreo pueden ser:

— Con descarga por el fondo.

— Con descarga trasera.

— Con descarga lateral.

— Con descarga frontal.

En cuanto a su desplazamiento, pueden ser:

— De autopropulsión.

— De remolque.

5.2. RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSPORTE

En las tablas siguientes, se tabulan las características o variables que deben tenerse presente para el rendimiento de los equipos de acarreo.

TABLA 19

TIPO DEL EQUIPO	CONDICIONES FISICAS DEL TRABAJO	MATERIALES POR TRANSPORTARSE	LIMITACIONES EN LA MAQUINA	METODO DE OPERACION
Motoescrepas, camiones, tractores, etc.	Longitud de recorrido. Tipo de superficie: lodoso, duro, suave, arenoso, rocoso, escabroso. Pendientes de recorrido. Condiciones climatéricas. Proximidad y abastecimiento de combustibles y refacciones.	Tipo del material: arena, grava, roca, arcilla. Tamaño del material. Peso volumétrico. Abundamiento del material. Pegajoso o fácil en la descarga.	Capacidad de carga. Velocidad. Maniobrabilidad en diferentes caminos y condiciones del tiempo. Potencia del motor. Tipo de transmisión. Tipo del mecanismo de descarga. Impacto de la carga.	Número de unidades. Sistema de carga. Capacidad de equipo de carga. Velocidad de carga. Sistema de descarga. Desperdicio, terraplén. Descarga en montones o en capas. Localización de accesos rampas y caminos.

En cuanto al uso del equipo de acarreo, deben tenerse presente las recomendaciones que se tabulan en el cuadro siguiente:

TABLA 20

TIPO	VENTAJAS	TIEMPO	LIMITACIONES	CAMINO
Camiones	Su fácil movilidad. Su adaptación a varios tipos de caminos. Altas velocidades. Facilidad en las reversas.	Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.	Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.	Requiere superficies con mantenimiento. Pendientes adecuadas.
Tractores sobre neumáticos y remolques.	Movilidad eficiente. Velocidad media de recorrido. Descargas lateral, trasera, o por el fondo. Operación en tándem para recorridos largos. Radio de vuelta reducido.	Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.	Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.	Requiere superficies con mantenimiento para mejorar eficiencia. Pendientes adecuadas.

5.3. SELECCION DEL EQUIPO

Esto puede establecerse reuniendo los requisitos de las diferentes variables; pero la idea primordial al escoger los diferentes equipos de acarreo es que éstos estén relacionados, tanto en la eficiencia combinada como en los costos, con el equipo de ataque y carga disponible. El ciclo de los equipos de acarreo está integrado con:

Tiempos fijos	carga descarga vueltas
Tiempos variables	recorrido lleno recorrido vacío velocidades correspondientes

5.4. EL TRANSPORTE EN LA CONSTRUCCION

Este renglón importantísimo en la construcción, es difícil de operar dentro de bases verdaderamente eficientes. Se debe ésto a que en ocasiones se peca por exceso y en otras por deficiencia en el número de unidades de acarreo seleccionadas; en ambos casos se originan pérdidas, que el constructor debe reducir al mínimo.

En los trabajos de caminos, el contínuo cambio de distancias de acarreo obliga a la correspondiente variación en el número de unidades; causa primaria provocadora del desequilibrio entre las unidades de acarreo y el equipo de carga. Aquí, el constructor alivia su inversión y encuentra un coadyuvante a la solución parcial del problema mediante la renta de camiones; forma común generalizada en los trabajos de acarreo de materiales.

Otros varios factores son los que afectan al problema de la selección del número de camiones; entre ellos mencionamos:

a) El tamaño económico del camión, que puede variar según las características y condiciones de trabajo.

b) La pendiente del camino.

c) La condición del camino.

d) El gasto de mantenimiento de la superficie de rodamiento.

El meollo del problema es mantener constantemente equilibrado el número de unidades de acarreo con el del equipo de carga. Este es un problema difícil que se motiva por el número reducido de vehículos de transporte o por operaciones impropias de ellos. Se infiere, por tanto, que un equipo de carga podrá rendir el máximo de producción si se cuenta con un número suficiente de unidades de acarreo.

5.5. DETERMINACION DEL NUMERO DE UNIDADES DE ACARREO

Para el balanceo o equilibrio entre las unidades de acarreo y los equipos de carga, ha de tenerse presente:

a) El número de unidades de acarreo varía en forma casi directa, con las distancias de acarreo. Como éstas sufren grandes variaciones, resulta muy difícil alcanzar un equilibrio perfecto.

b) Para llegar al punto económico del equilibrio, es necesario contar con la facilidad de poder conseguir o retirar los vehículos de acarreo, según las necesidades de trabajo.

c) Como regla práctica puede aceptarse que: "El número de unidades o camiones de transporte debe ser aquél que motive en ellos, de cuando en cuando, pérdidas de tiempo igual a las que, por espera, pueda perder el cargador".

Para determinar el número de camiones, basta relacionar los ciclos del cargador con el de los camiones. Por ejemplo, si consideramos un cargador de 1 1/2 yd^3, o sea 1.14 m^3, con un ciclo de carga de 36 segundos, para llenar un camión de 6.00 m^3, se requieren:

$$\frac{6\ m^3}{1.14\ m^3} = 5.3 \text{ ciclos} = 6 \text{ ciclos}$$

El tiempo total de llenado será: 36 s X 6 ciclos = 216 s. Si la eficiencia horaria es de 50 min/hora, se necesitarán $\frac{216\ s}{0.83} = 260$ s; o sean 4.5 minutos aproximadamente por carga de camión. Si el acarreo se efectúa a una distancia de 500 m, con una velocidad promedio, de ida y regreso, de 20 km/h., se tendrá:

Ciclo del camión: Tiempo de carga = 4.5 min.

Descarga = 1.0 min.

Acomodo y vuelta = 2.0 min.

$$\text{Recorrido} = \frac{1h \times 60\ min./h}{20\ km/h} = \frac{3.0\ min.}{10.5\ min.}$$

$$\text{Camiones necesarios} = \frac{10.5\ min \times 60s}{260\ seg} = 2.4 \text{ camiones.}$$

Si se considera una eficiencia del 66% en los camiones, el número de éstos, será:

$$\frac{2.4}{0.66} = 3.6 \text{ camiones; es decir}$$

cuatro camiones. Número que equilibran las pérdidas que ocasionaría el cargador, si se considera 34% del ciclo para la carga del camión, como tiempo perdido.

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. Definición

6.2. Dispositivo principal

6.3. Dispositivos auxiliares

6.4. Cómo aprovecharla

6.5. Velocidades de trabajo

6.6. Cálculo de rendimiento

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. DEFINICION

Son máquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar y afinar suelos; utilizadas en la construcción y en la conservación de caminos.

6.2. DISPOSITIVO PRINCIPAL.

La importancia de estas máquinas se debe tanto a su potencia como al dispositivo para mover la cuchilla o principal elemento. Esta hoja o cuchilla de perfil curvo (Fig. 19), cuya longitud determina el modelo y potencia de la máquina, está localizado abajo del chasis. El dispositivo especial de movimiento permite a la cuchilla girar y moverse en todos los sentidos. Es decir:

a) Puede regular su altura con relación al plano del suelo.

b) En el plano horizontal puede quedar fija, formando un ángulo cualquiera con el eje horizontal de la máquina.

c) Puede también inclinarse con relación al plano horizontal, llegando, incluso, a quedar en posición vertical, fuera del chasis.

6.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES.

Esta máquina es específica para:

a) Desyerbar y remover vegetación ligera.

b) Limpiar bancos.

c) Construir canales y formar terraplenes.

d) Extender materiales.

e) Mezclar y revolver materiales con objeto de uniformarlos.

f) Terminar y afinar taludes.

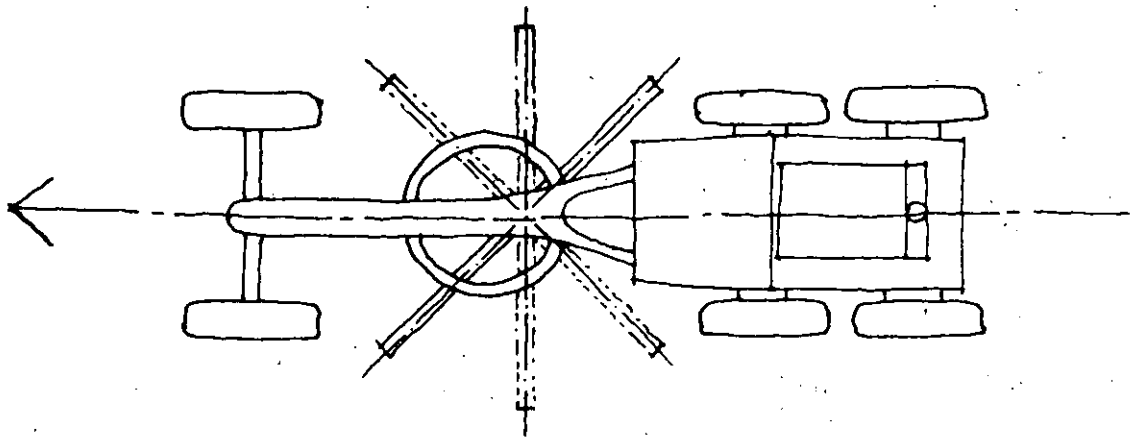
g) Mantener y conservar caminos.

Sin embargo, se le adaptan otros dispositivos auxiliares para trabajos diversos; por ejemplo:

a) Escarificadores para arar o remover el terreno, como trabajo preliminar a la acción de la cuchilla.

b) Hoja frontal de empuje para ejercer la acción de "Bulldozer" o empujador.

c) Cargadores de materiales que le permiten, en forma simultánea, excavar y descargar sobre las unidades de acarreo.



MOTOCONFORMADORA.

FIG. 19

6.4. COMO APROVECHARLA.

Como toda máquina, para su máximo rendimiento es necesario aprovechar correctamente su potencia, por ejemplo:

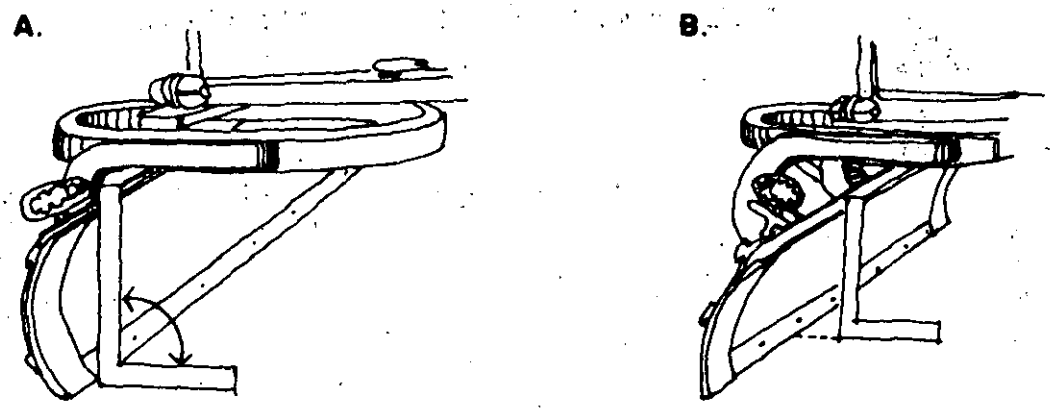
a) El ajuste de la cuchilla a las condiciones de trabajo, es indispensable para que los trabajos de cortar, de rastrear y de mezclar se realicen en óptimas condiciones.

b) Dado el diseño cóncavo de la cuchilla, su posición frontal más efectiva para cortar o revolver es cuando los filos o aristas de ella quedan en un mismo plano vertical (Fig. 20).

Este ajuste vertical se usa para emparejar superficies y dar formas definitivas.

c) Para trabajos de conservación de caminos, la parte superior se inclina hacia adelante (Fig. 20b), hasta lograr una inclinación frontal conveniente para el rastreo o raspamiento.

d) Con relación al eje longitudinal de la máquina, la posición de la cuchilla debe formar un ángulo tal que permita al material correr libremente hacia el extremo de la cuchilla (Fig. 21). Para el rastreo, el ángulo aconsejable debe estar entre 60° y 70°

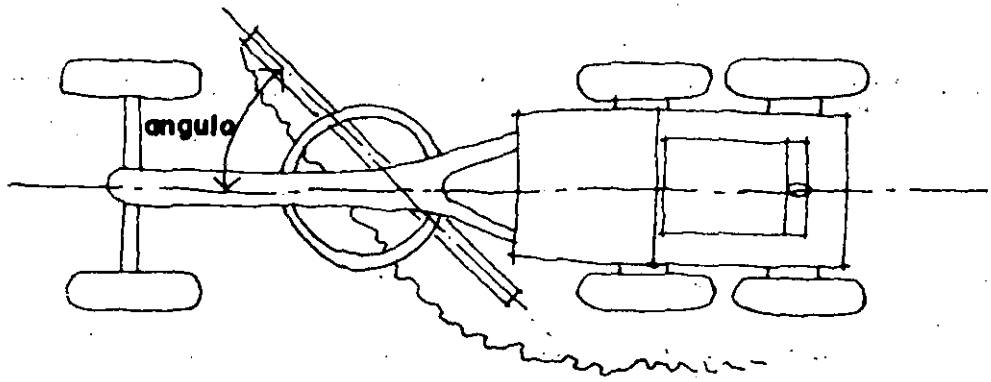


POSICION FRONTAL DE LA CUCHILLA PARA CORTAR O REVOLVER

POSICION DE LA CUCHILLA PARA RASTREOS

FIG. 20

e) Cuidar la inclinación de las ruedas delanteras. La posición de éstas es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar su parte delantera hacia un lado. Para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deben inclinarse hacia la dirección en que se desliza o corre la tierra sobre la hoja. (Fig. 22).



ANGULO DE LA CUCHILLA CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL

FIG. 21

f) Además de la posición de la cuchilla debe cuidarse que su regreso lo realice en un tramo no menor de 300 m., pues en distancias menores conviene utilizar la reversa.

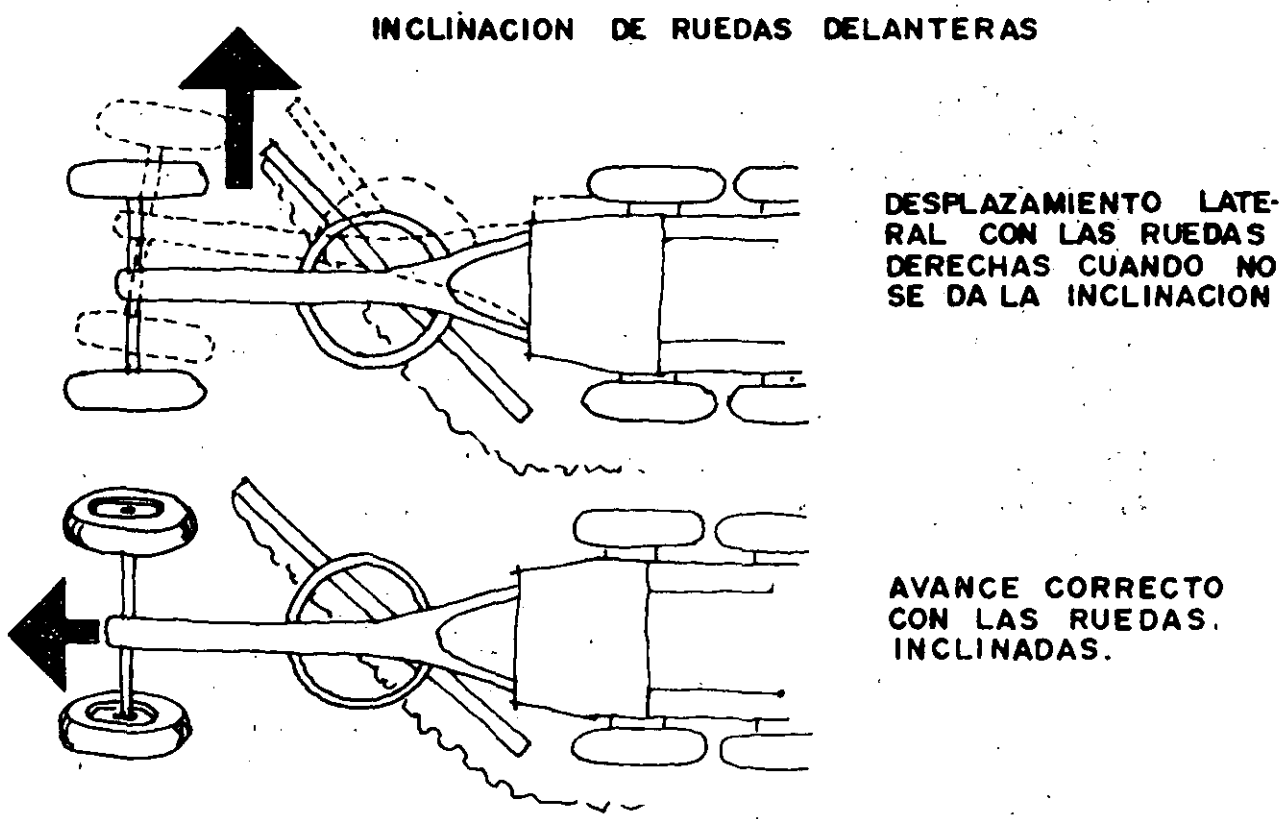


FIG. 22

6.5. VELOCIDADES DE TRABAJO.

En la tabla siguiente se especifican las velocidades en la transmisión, recomendables para varios trabajos.

TABLA 21

Tipo de trabajo	Velocidades en la transmisión recomendables
Conservación de caminos	3a. a 5a.
Extendido de materiales	2a. a 4a.
Mezcla de materiales	4a. a 6a.
Afinamiento de Taludes	1a.
Desyerbes	1a. a 2a.
Acabados finales	2a. a 4a.

6.6. CALCULO DEL RENDIMIENTO.

Puede establecerse que el rendimiento de una motoconformadora es inversamente proporcional al número de pasadas efectuadas en un mismo tramo. Por ejemplo, con una buena organización se requieren cinco pasadas para un tramo de 10 km. Si éstas aumentan a siete y la velocidad de trabajo o recorrido es de 2.5 km/h., la pérdida de tiempo es:

$$\frac{7 \text{ pasadas X } 10}{2.5 \text{ km/h.}} - \frac{5 \text{ pasadas X } 10}{2.5 \text{ km/h.}} = 28 - 20 = 8 \text{ horas}$$

Para el cálculo del rendimiento de una motoconformadora puede aplicarse la fórmula siguiente:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times E} + \frac{N \times L}{V_2 \times E} + \frac{N \times L}{V_3 \times E}$$

En donde:

T = Tiempo en horas utilizado

N = Número de pasadas.

L = Longitud recorrida en km. en cada pasada.

E = Factor de eficiencia.

V_1, V_2, V_3 = Velocidad en km/h. en cada pasada.

Recomendaciones:

L, debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo,

N, debe ser estimado de acuerdo con la clase de trabajo,

E, varía con las diferentes condiciones trabajo.

Ejemplo: Se necesita rastrear y nivelar 8 kilómetros de carretera mediante una motoconformadora de 3.60 m de longitud de cuchilla.

Se precisan seis pasadas para completar la operación de rastreo y nivelado.

La clase del material permite efectuar las pasadas primera y segunda a 4.5 km/hr las pasadas tercera y cuarta a 5.4 km/hr y las pasadas quinta y sexta a 8.6 km/hr, el factor de eficiencia "E", es de 0.6.

Sustituyendo en la fórmula del rendimiento, se obtiene:

$$T = \frac{2 \times 8}{4.5 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{5.4 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{8.6 \times 0.6} = 6.0 + 4.9 + 3.1 = 14 \text{ h.}$$

$$T = 14.00 \text{ h.}$$

Como en todas las máquinas:

La velocidad de la transmisión de la motoconformadora queda definida por la pendiente del terreno; y la eficiencia, por la rugosidad del terreno, por su compasidad, por su peso volumétrico y por el tamaño del material por trabajarse.

En tramos de poca longitud, en que las motocomformadoras deben voltear frecuentemente, al calcular los ciclos deben tomarse en cuenta los tiempos empleados en cambiar el sentido, así como los tiempos de espera cuando al realizar las vueltas una máquina tenga que esperar la salida de otras.

7. EQUIPO DE COMPACTACION

7.1. Definición

7.1.1. Generalidades sobre compactación

7.1.2. Clasificación

7.1.3. Zona de utilización de compactadores

7.2. Breve descripción de los compactadores

7.2.1. Rodillo de «pata de cabra»

7.2.2. Rodillo de reja

7.2.3. Tambores de acero liso o aplanadoras

7.2.4. Compactadores de neumáticos

7.2.5. Compactadores de pisones

7.2.6. Compactadores autopropulsados

7.3. Recomendaciones

7.4. Rendimientos de los compactadores

7. EQUIPO DE COMPACTACION

7.1. DEFINICION.

Lo constituye el conjunto de máquinas que, en la construcción de terraplenes, sub-bases y bases, sirven para consolidar los suelos, de acuerdo al grado de compactación especificado.

7.1.1. **Generalidades sobre compactación.** Por medio de la compactación aumenta el peso volumétrico del material séco, los suelos retienen el mínimo de humedad, presentan menor permeabilidad y sus asentamientos son reducidos; es decir, que la compactación se traduce en un mayor valor de soporte, mayor resistencia al corte y mínima variación volumétrica por cambios de humedad.

El éxito de toda compactación depende de los métodos usados, del equipo seleccionado, del tamaño del área cargada, de la presión ejercida sobre ella y del espesor de la capa del suelo. Este espesor es importantísimo, pues cuando es mayor al que puede compactar el equipo, sobreviene el fracaso; este espesor depende del tipo de suelo y de la máquina de compactación que se utilice.

Es importante considerar también la granulometría del material, el contenido de humedad y el esfuerzo de compactación; ya que con una correcta granulometría, las partículas pequeñas llenan los espacios vacíos que dejan las partículas grandes y se aumenta, por compactación la densidad del material; con el justo contenido de humedad se reduce la fricción entre las partículas, se facilita el deslizamiento de ellas, se aumenta la densidad y se mejora la ligazón de las partículas de arcilla, que son las que proporcionan la característica pegajosa a los materiales cohesivos. Conviene precisar que para obtener máxima compacidad, hay que dar al suelo el grado óptimo de humedad que le corresponde, pues agua en exceso o defecto dificulta y a veces hace imposible la compactación. El esfuerzo de compactación o sea la energía que se transmite al suelo, según la máquina y el método empleado en el proceso de compactación, puede lograrse mediante:

— Peso estático o presión.

— Amasado o manipuleo.

— Impacto o golpes violentos.

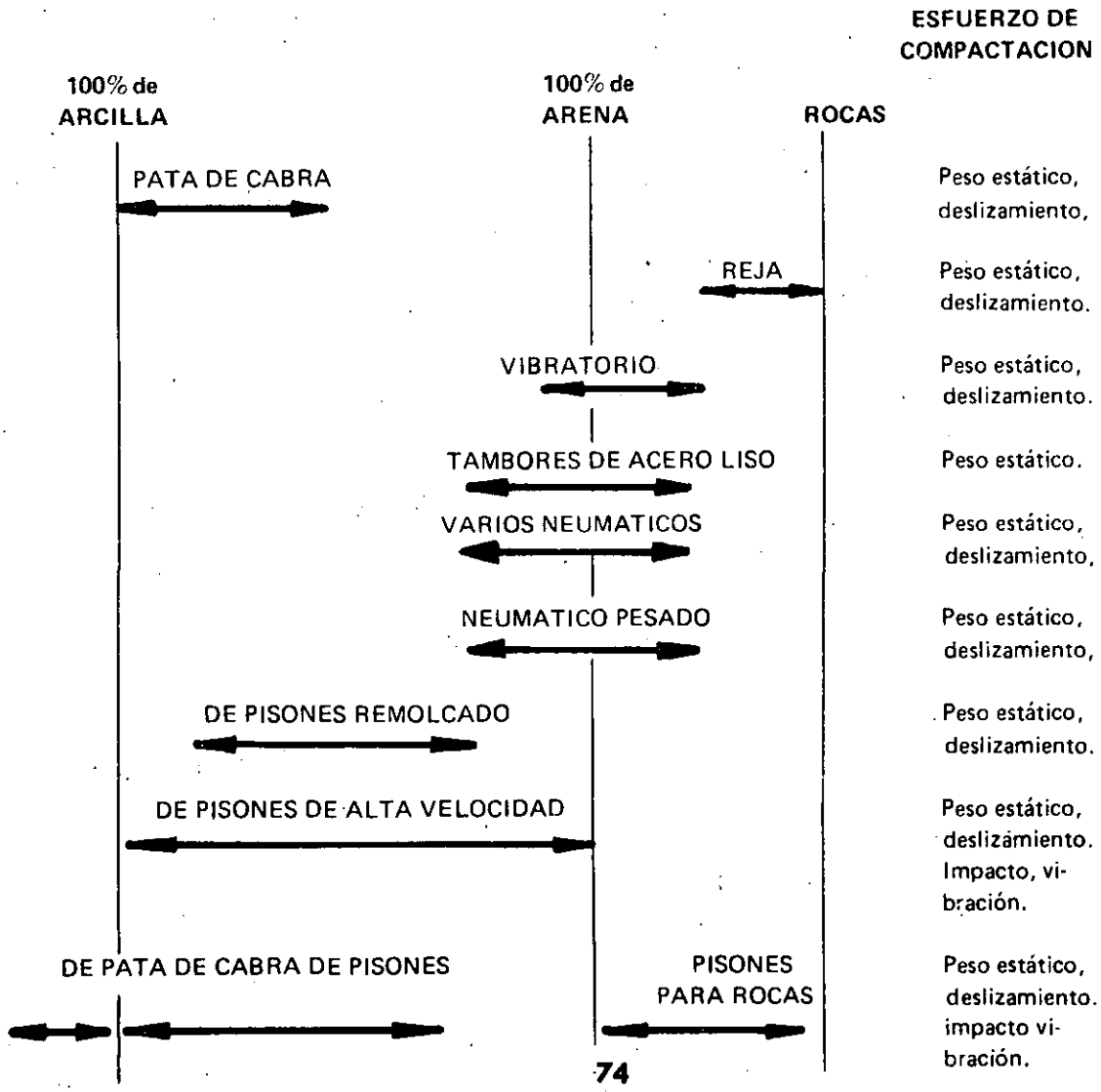
— Vibración o sacudimiento.

7.1.2. **Clasificación.** El equipo se clasifica en:

- Pata de cabra.
- Rejilla o malla.
- Vibratorio.
- Tambor de acero liso.
- De neumáticos.
- De pisones remolcados.
- De pisones de alta velocidad.
- Combinaciones tales como: tambor vibratorio de acero liso, neumáticos y tambor de acero liso.

7.1.3. **Zonas de utilización de compactadores.** En la tabla 21 siguiente se representan las zonas de utilización de los compactadores con indicación del esfuerzo transmitido al suelo y el método seguido.

Zonas de Utilización de Compactadores



7.2. BREVE DESCRIPCION DE LOS COMPACTADORES

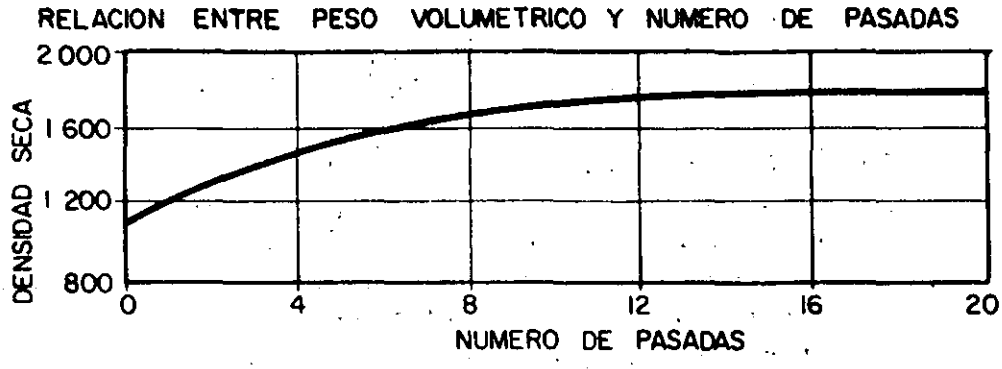
Con el objeto de que el lector o estudiante tenga una idea somera, pero clara de las diversas máquinas o dispositivos que se utilizan en la compactación de de terracerías, haremos a continuación una breve descripción de ellos.

7.2.1. Rodillo de "Pata de cabra". Está constituido por un cilindro o rodillo giratorio montado en el interior de un bastidor o chasis. En su superficie periférica, el cilindro está provisto de salientes radiales llamadas "patas de cabra", destinadas a penetrar en el suelo, durante el proceso del trabajo. Son útiles para compactar suelos que contengan suficientes cantidades de finos, como arcillas y limos.

Cuando la ocasión lo exige o lo permite, en vez de un solo rodillo puede utilizarse una unidad más compleja, compuesta de dos, de tres o de cuatro cilindros montados en un bastidor común, con sus correspondientes ejes de rodadura. Este dispositivo —unitario o compuesto— es arrastrado por un tractor de orugas.

La longitud y la forma de los salientes apisonadores, varían con el tipo de rodillo. La longitud fluctúa entre 18 y 23 cm., y su forma puede ser de tronco, de cono, tronco de pirámide o "pata de cabra". Se busca así que los salientes radiales o apisonadores, al salir del terreno no lo aflojen. Para un buen resultado, el espesor de las capas por compactar nunca deben exceder en 20% de la longitud de la pata; aunque lo recomendable es que sea sensiblemente igual a la medida o longitud de la pata.

Para mayor garantía en la compactación, al usar los rodillos de "pata de cabra", se deben aplicar las siguientes reglas, indicadas al pie de la gráfica y dibujos. (Fig. 23)



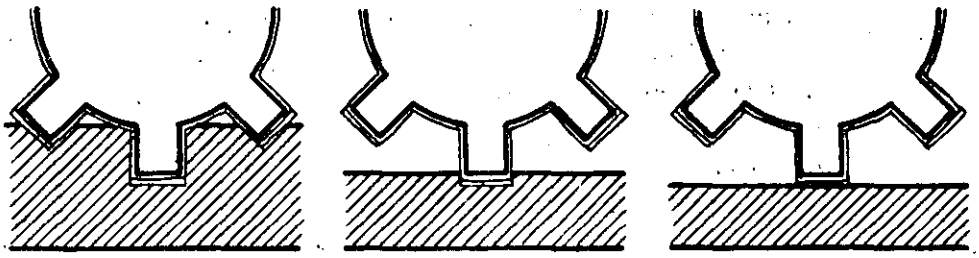


FIG. 23

1. El material es extendido en capas especificadas. En el primer paso la pata penetra totalmente.

2. Cada pase sucesivo sobre el material compacta la sub-base hasta que. . .

3. Las patas del rodillo quedan sin penetrar, indicando la solidificación. El pisonado posterior no aumenta la compactación.

Para mejores resultados, debe haber un traslape de 30 cms. entre pasada y pasada.

7.2.2. **Rodillo de reja.** Este rodillo funciona como un rodillo "pata de cabra" remolcado, excepto que las patas se sustituyen con una rejilla cuadrada.

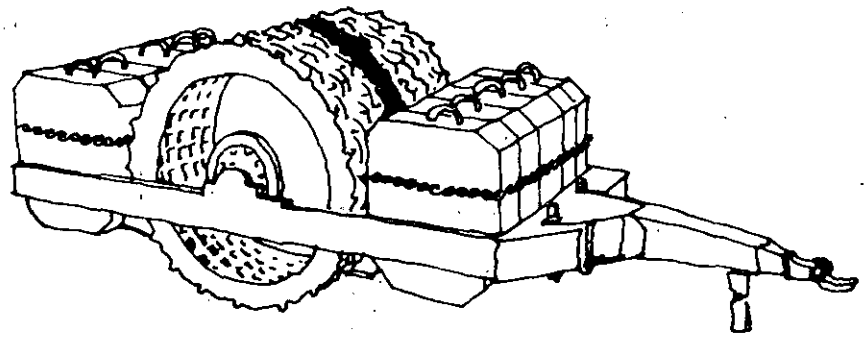
Pueden lastrarse y producir presiones de más 300 libras/pulgada de la generatriz del rodillo. Su peso lastrado es del orden de 14 toneladas. Su uso en terracerías se limita al acomodo de capas constituidas por fragmentos de rocas, o al disgregado de materiales, para reducir sus tamaños. (Fig. 24)

7.2.3. **Tambores de acero liso o aplanadoras.** Son máquinas o aplanadoras de dos o tres cilindros lisos que se emplean en la compactación de sub-bases, bases, subrasantes y carpetas. Las de tres cilindros se usan para compactar sub-bases y bases, y las de tipo tándem, de dos o tres ruedas, para la compactación de subrasantes, bases y carpetas. Las de tres ruedas se fabrican en gran variedad de tamaños y de pesos. Dentro de esta gama existen aplanadoras cuyos cilindros pueden lastrarse para aumentar su eficiencia.

Los mismos principios que regulan la relación entre la presión de contacto y la compactación se emplean tanto para los rodillos de pata de cabra como para las aplanadoras.

Con las unidades de 10 a 12 toneladas se compactan capas hasta 25 cm. de espesor; especialmente en suelos granulados de grano fino. La compactación, a más de cubrir toda el área relativa, debe iniciarse a baja velocidad. En cada pasada deben traslaparse las rodadas de los rodillos traseros, de modo que:

FIG. 24



APLANADORA DE RUEDAS DE ACERO TIPO REJILLA

Primera pasada.— A rueda entera.

Segunda pasada.— A media rueda.

Tercera pasada.— A cuarto de rueda.

Estas aplanadoras dan buenos resultados en cualquier tipo de suelos, exepto en arenas limpias y no plásticas; sobre todo, son efectivas y seguras en gravas y suelos arcillosos. Cuando el material o suelo es arcilloso debe cuidarse mucho el espesor de las capas para evitar que sólo se endurezca la costra superficial, tal como sucede a veces.

En bases y por el bombeo, las pasadas de las aplanadoras deben iniciarse en el extremo o zona de nivel más bajo hasta llegar al punto más alto; así se evitan los desplazamientos del material. Esta operación debe repetirse en la misma forma, hasta alcanzarse la compactación final.

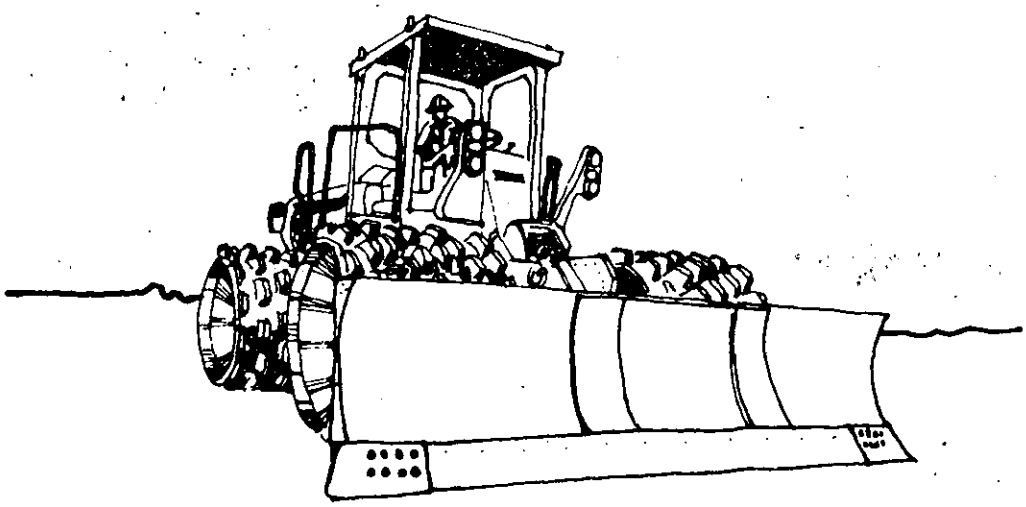
7.2.4. **Compactadores de neumáticos.** Estas máquinas apisonadoras o compactadoras, están integradas por trenes de 7 o más neumáticos montados en un chasis, cuya forma de artesa permite cargarse para aumentar su peso. También los hay de cuatro neumáticos gigantes. Todas estas máquinas pueden ser remolcadas o automotrices.

La eficacia de este compactador depende del área y de la presión de contacto esta última, igual a la presión de inflado más la presión debida a la rigidez de las paredes laterales del neumático, del número de pasadas y del espesor de la capa de suelo. Esta no debe ser mayor de 20 cms., si el peso del equipo varía entre 10 y 20 toneladas, pero puede incrementarse a 50 cm., si el equipo es

de 50 toneladas. Para una buena compactación juega también importante papel el tiempo de aplicación de la carga, así como la velocidad de desplazamiento pues ésta debe disminuir al aumento de la carga.

7.2.5. **Compactadores de pisones.** Similares a los rodillos "pata de cabra", en los cuales las "patas" son sustituidas por pisones. Este cilindro puede lastrarse y es remolcado por un tractor. Su uso está indicado en la compactación de terracería, donde las capas tengan un espesor máximo entre 25 y 30 cm.

7.2.6. **Compactadores autopropulsados.** Son máquinas de diversos tipos. El integrado por cuatro tambores a los que se les agregan "patas de cabra", o pisones (Fig. 25).



COMPACTADOR AUTOPROPULSADO DE 4 RUEDAS

FIG. 25

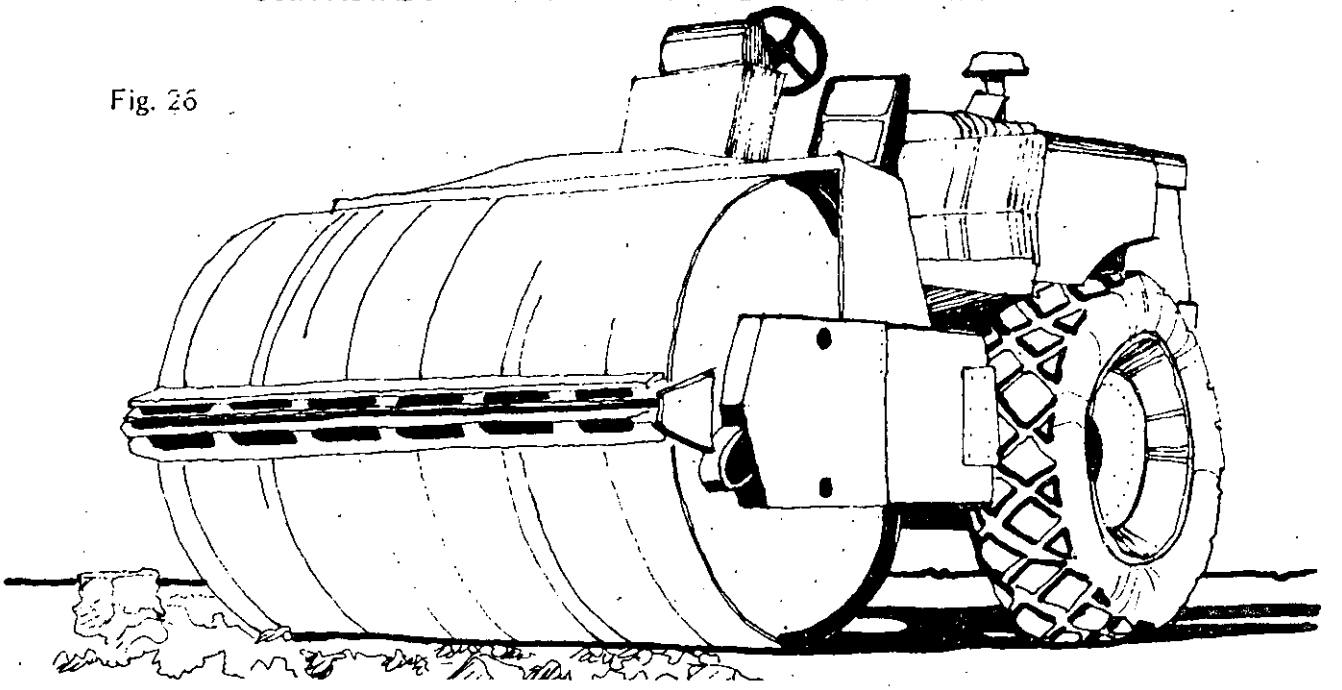
El que se compone de dos ruedas neumáticas propulsoras y de un tambor delantero. (Fig. 26)

El tipo primero —los hay en modelos especiales cuando se usan sobre fragmentos de rocas—, viene equipado con hojas esparcidoras de rellenos y puede servir como empujador de motoescrepas. Su peso de operación varía de 17 a 30 ton., y alcanza velocidades hasta de 30 km/hr, ya hacia adelante o en reversa. Los anchos de los tambores varían de acuerdo al modelo: 95 cm. para el Caterpillar 815 y 113 cm para el modelo 825 B.

El tipo segundo puede traer liso el tambor delantero, o bien con adición de "patas de cabra" para ser empleados en trabajos de terracerías. También se les agrega vibración, cuya frecuencia puede ser variable en algunos modelos.

COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLO LISO

Fig. 26



Mediante esta vibración se agrega a la acción estática otra acción dinámica que reacomoda las partículas de suelo.

7.3. RECOMENDACIONES.

Para cualquier tipo de máquina compactadora se recomienda:

— Que las capas por compactar estén sensiblemente horizontales.

— Que estas capas deben homogeneizarse, tanto por la composición del suelo como por su humedad.

— Que se hagan pruebas preliminares para establecer, de acuerdo al equipo disponible, el espesor de la capa por compactar y el número de pasadas del compactador.

7.4. RENDIMIENTOS DE LOS COMPACTADORES.

El rendimiento de cualquier compactador se expresa en metros cúbicos/hora, asi:

$$\text{Rendimiento} = \frac{Vc\ (m^3)}{h\ (\text{hora})} = m^3/h$$

Donde:

$Vc = L \times A \times C$

L — Longitud tramo compactado

A — Ancho tramo compactado

C — Espesor capa compactada

Ancho (A) y un espesor uniforme de la capa (C), resulta:

$$V = L \times A \times C.$$

El rendimiento de cualquier máquina compactadora quedará influenciado por el ancho del rodillo compactador, por el número de pasadas —variable según la composición y humedad del suelo—, y por la velocidad media que se aplique. De aquí que la fórmula general será:

$$\text{Rend.} = m^3/hr = \frac{A \times C \times V \times 1000}{P}$$

En donde:

A = Ancho del rodillo en metros.

C = Espesor de la capa en metros.

V = Velocidad en Km/hr.

P = Número de pasadas en una hora.

Ejemplo: Se trata de un compactador caterpillar 825B, cuyas características son:

A = Dos unidades x 1.13m/unidad = 2 x 1.13 = 2.26m.

V = 8 millas/h = 8 x 1.609 km/hr = 12.87 km/hr

C = 8 pulgadas = 8 x 0.024m = 0.203m.

P = 4 pasadas por hora.

Solución:

$$\frac{2.26m \times 0.203m \times 12.87\ km/h}{4} \times 1000 \therefore$$

Rendimiento = 1476.12 m^3/hr.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

ING. JORGE HUMBERTO DE ALBA C.

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

FABRICACION DE CONCRETO

INTRODUCCION

1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

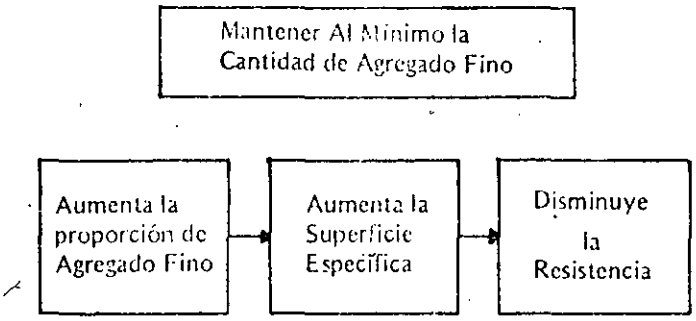
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

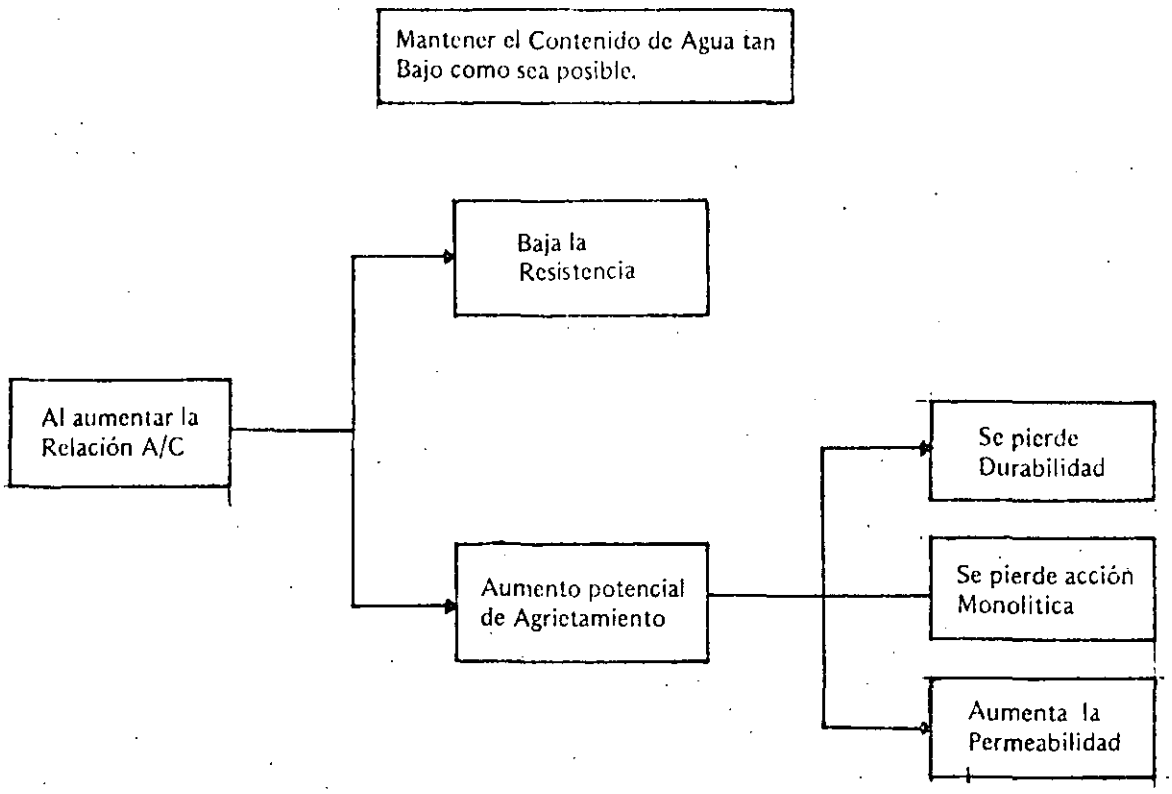
Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseable, por ejemplo: Su acción monolítica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adversamente. A medida que la cimbra se llena

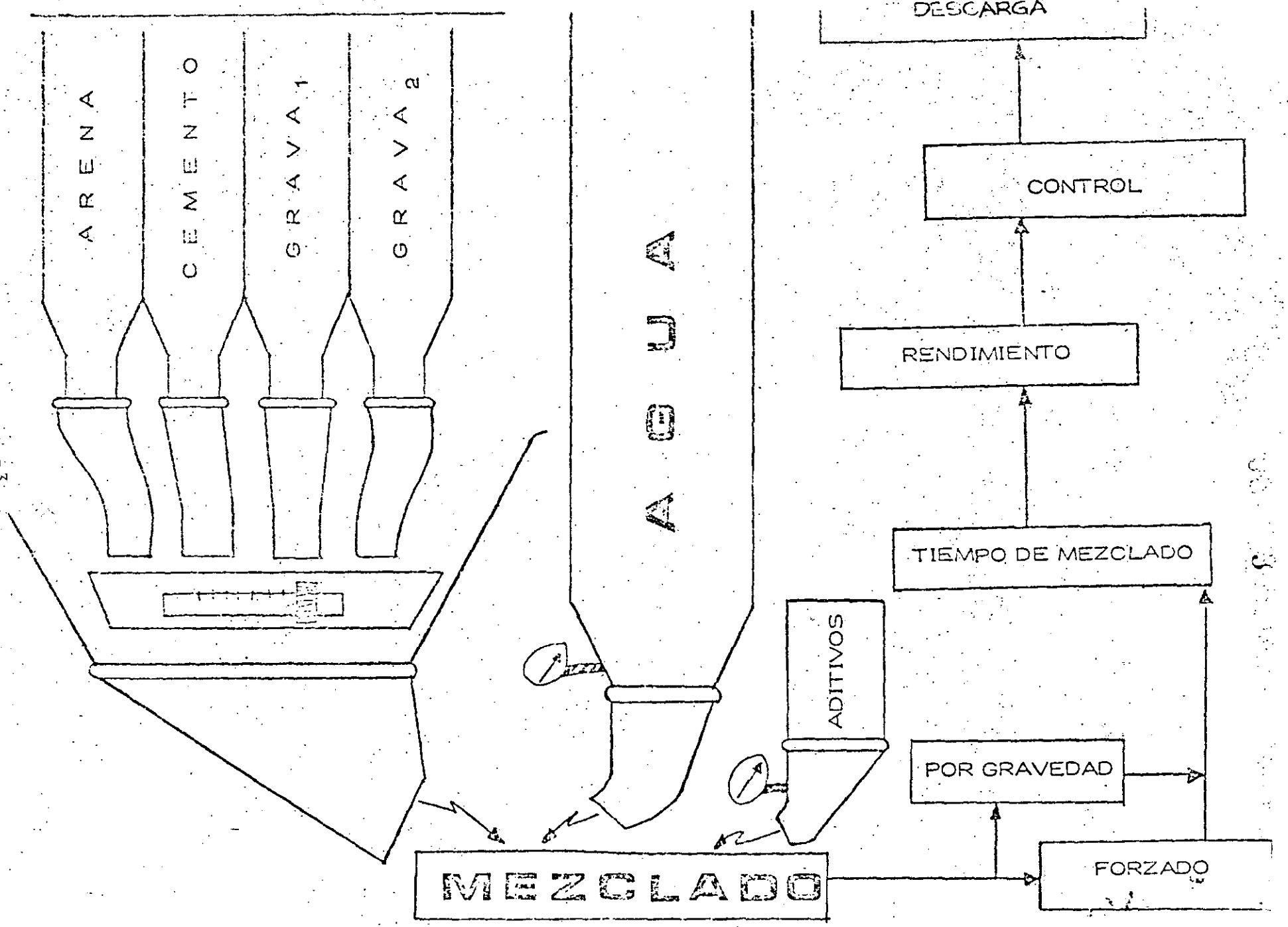
con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua-cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Unicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

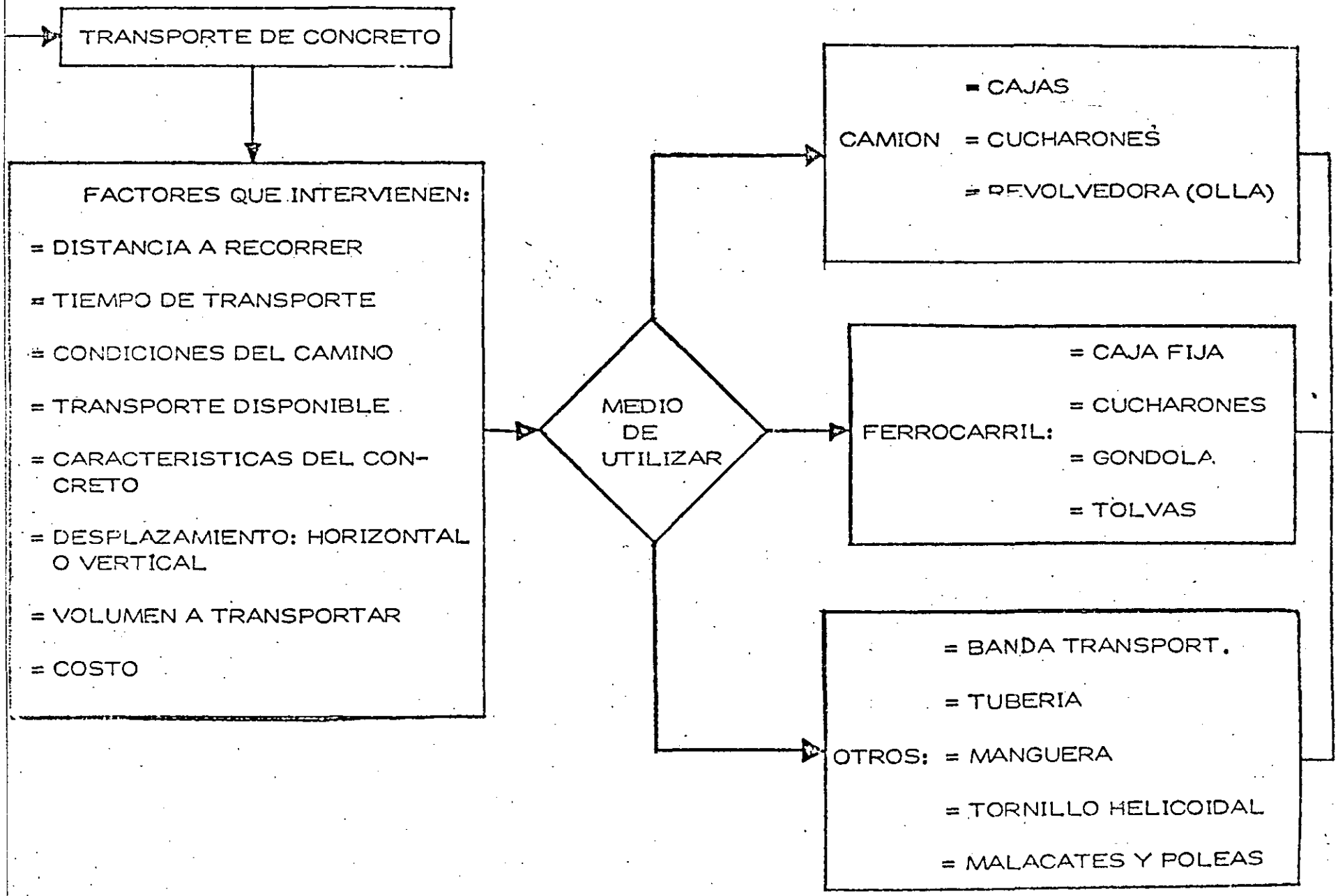
RECOMENDACION

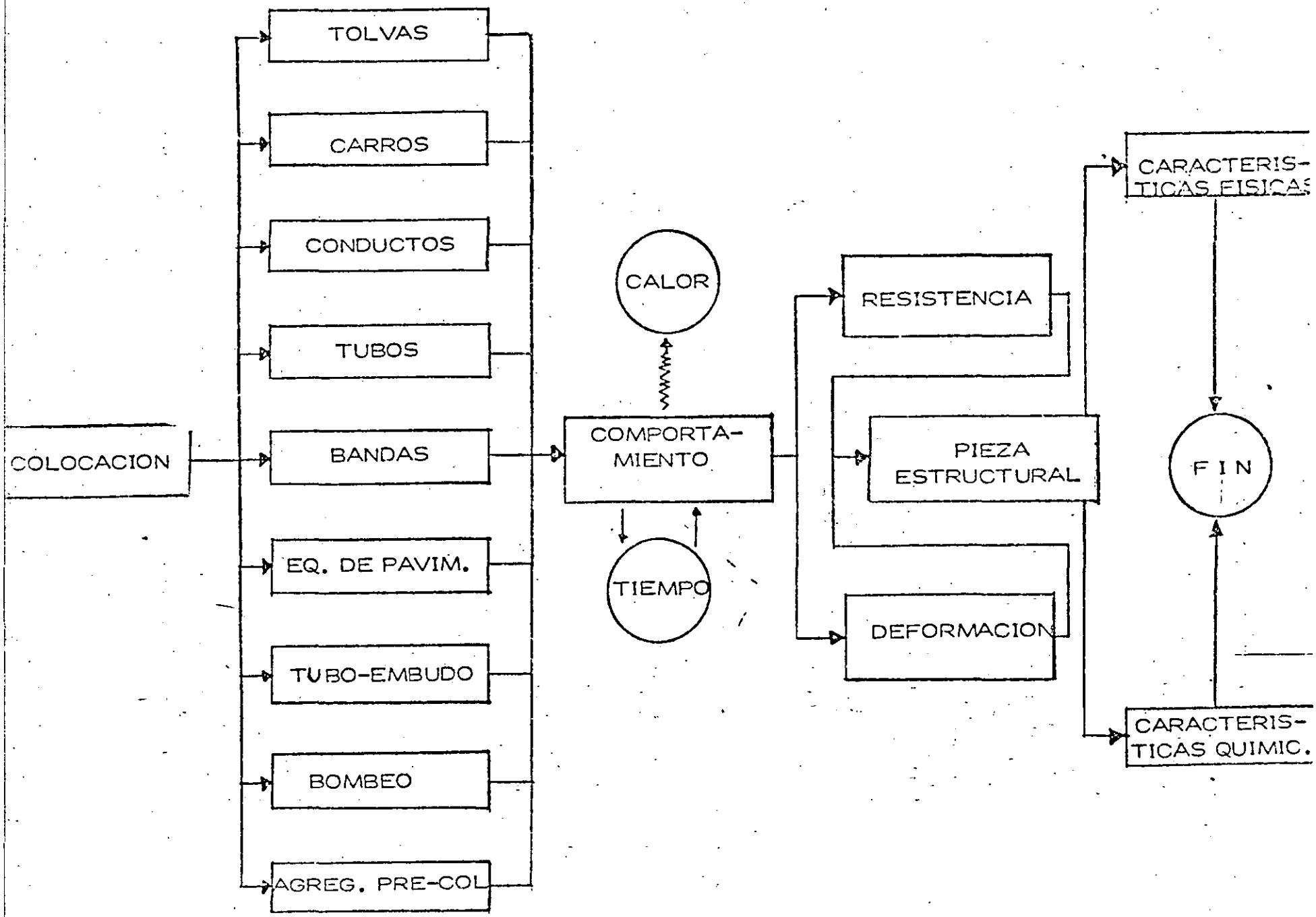


RECOMENDACION




ARENA
CEMENTO
GRAVA 1
GRAVA 2
AGUA
ADITIVOS
MEZCLADO
POR GRAVEDAD
FORZADO
TIEMPO DE MEZCLADO
RENDIMIENTO
CONTROL
DESCARGA


TRANSPORTE DE CONCRETO
FACTORES QUE INTERVIENEN:
= DISTANCIA A RECORRER
= TIEMPO DE TRANSPORTE
= CONDICIONES DEL CAMINO
= TRANSPORTE DISPONIBLE
= CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
= DESPLAZAMIENTO: HORIZONTAL O VERTICAL
= VOLUMEN A TRANSPORTAR
= COSTO
MEDIO DE UTILIZAR
CAMION
= CAJAS
= CUCHARONES
= REVOLVEDORA (OLLA)
FERROCARRIL:
= CAJA FIJA
= CUCHARONES
= GONDOLA
= TOLVAS
OTROS:
= BANDA TRANSPORT.
= TUBERIA
= MANGUERA
= TORNILLO HELICOIDAL
= MALACATES Y POLEAS


COLOCACION
TOLVAS
CARROS
CONDUCTOS
TUBOS
BANDAS
EQ. DE PAVIM.
TUBO-EMBUDO
BOMBEO
AGREG. PRE-COL
CALOR
COMPORTA-
MIENTO
TIEMPO
RESISTENCIA
PIEZA
ESTRUCTURAL
DEFORMACION
CARACTERIS-
TICAS FISICAS
CARACTERIS-
TICAS QUIMIC.
F I N

CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

2.1.1 Agregado grueso.

2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agregados son las siguientes:

EJEMPLO 1.

4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)
20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1–1/2 pulgada)
40 hasta 75 mm (1–1/2 hasta 3 de pulgadas)
75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

EJEMPLO 2.

4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)
25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)
50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolvedora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

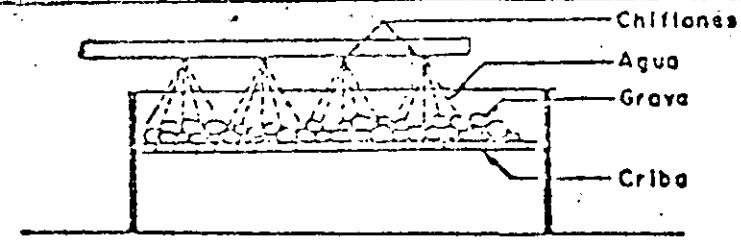
2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

2.1.3 Almacenamiento.

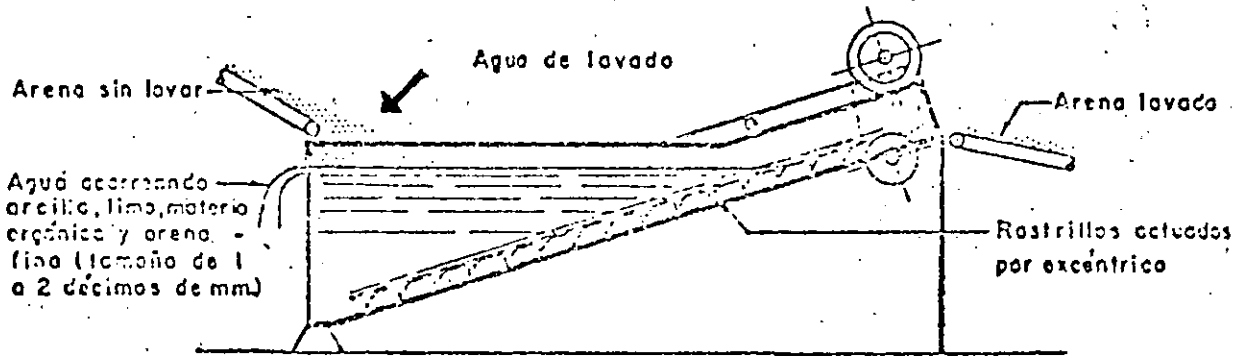
El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pués aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el res-

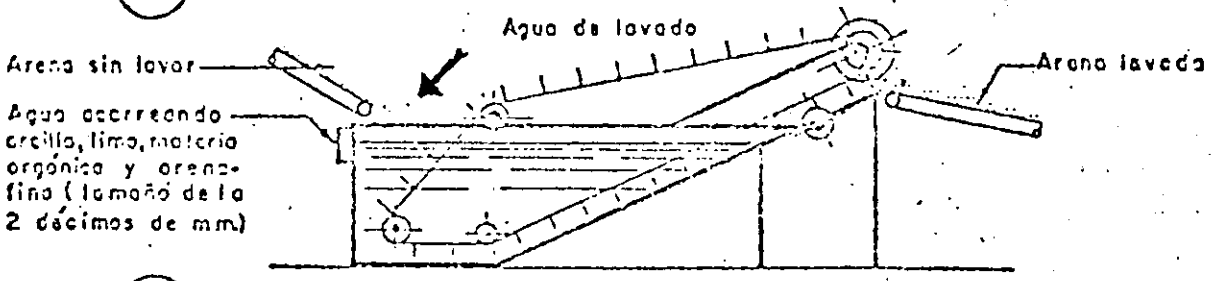


1 LAVADO DE GRAVA

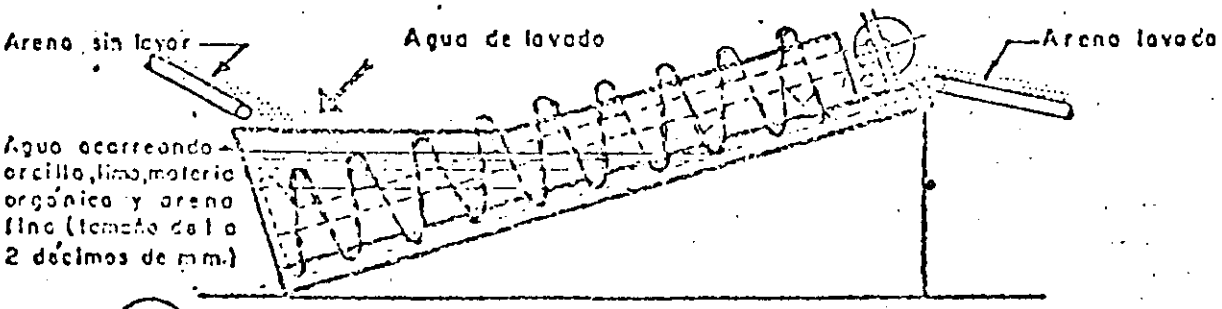
Se hará durante el cribado de la misma aplicándole chorros de agua a alta velocidad (chiflones) los cuales removerán la arena y polvo adheridos a la grava.



2 RASTRILLOS ACTUADOS POR EXCENTRICO



3 RASTRILLOS EN ESLABON O EN BANDA



4 ELEVADOR DE GUSANO

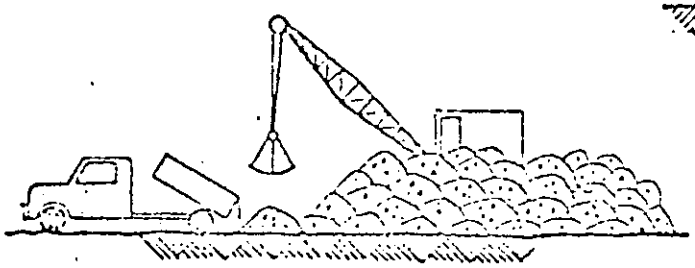
LAVADO DE ARENA

Se hará con chiflones y dispositivos de agitación similares a los mostrados en las figuras 2, 3 y 4.

Se deberá recuperar la arena fina por medio de un ciclón porque es útil para ocupar los espacios comprendidos entre los granos de la arena gruesa y grava, además provee mayor plasticidad y trabajabilidad en las revolturas.

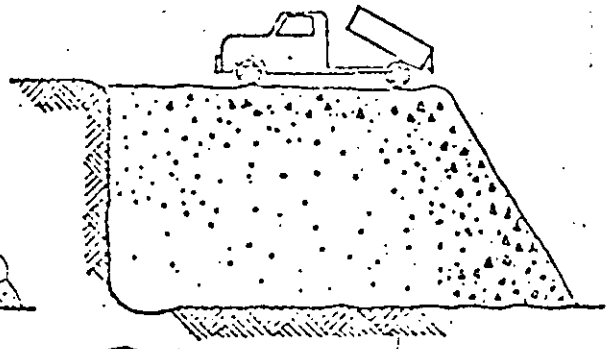
TITULO

LAVADO DE AGREGADOS



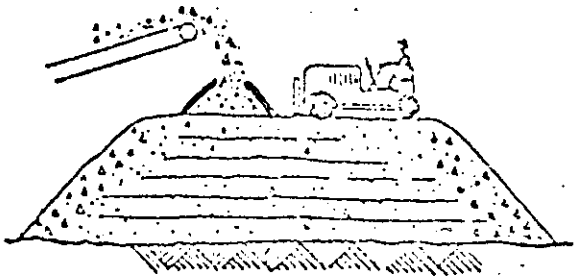
1 PREFERIBLE

El uso de grúas u otros medios para colocar material en pila, en unidades no mayores que una carga de camión la cual permanece donde se coloca sin rodar por la pendiente.



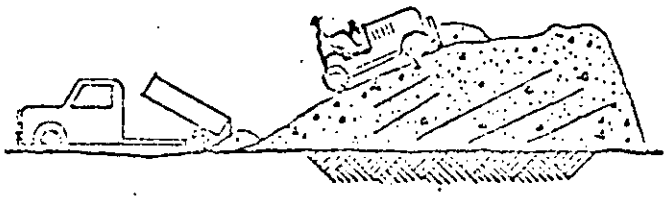
2 OBJETABLE

Emplear métodos que permitan al agregado rodar por las pendientes a medida que se agrega a la pila. Permitir al equipo de acarreo operar sobre el mismo nivel repetidamente.



3 ACEPTABILIDAD LIMITADA

Apilar radialmente en capas horizontales por medio de un bulldozer desde los materiales conforme caen de la banda transportadora. Un acceso de roca puede ser requerido en este arreglo.



4 GENERALMENTE OBJETABLE

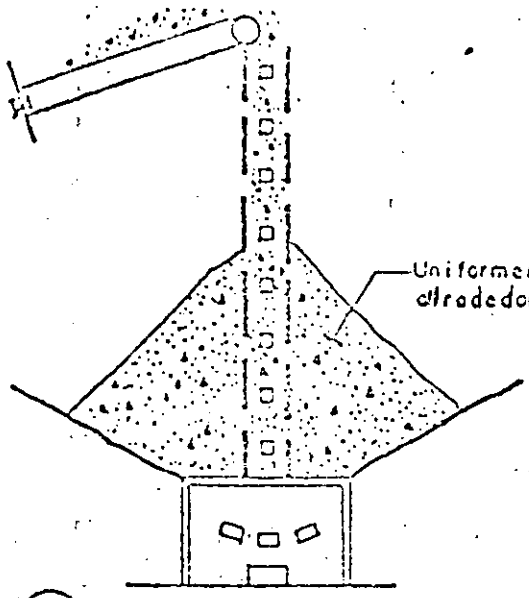
Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

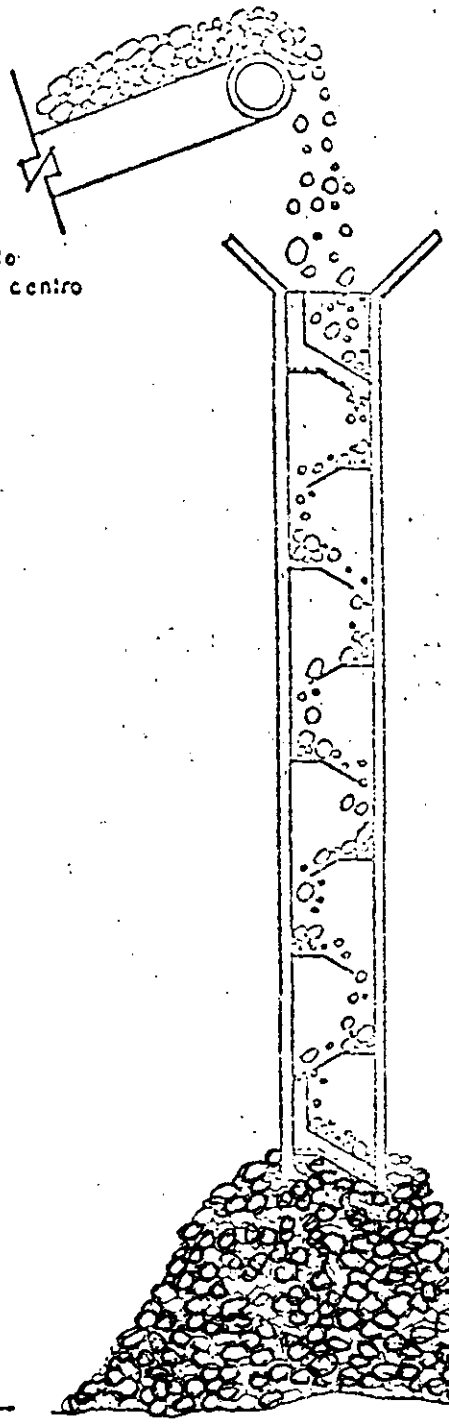
METODOS INCORRECTOS DE APILAR AGREGADOS CAUSANDO SEGREGACION Y RUPTURA

Nota:
Se permitirá el apilamiento de agregado grueso cuando en la planta dosificadora se cribe al mismo.

TITULO

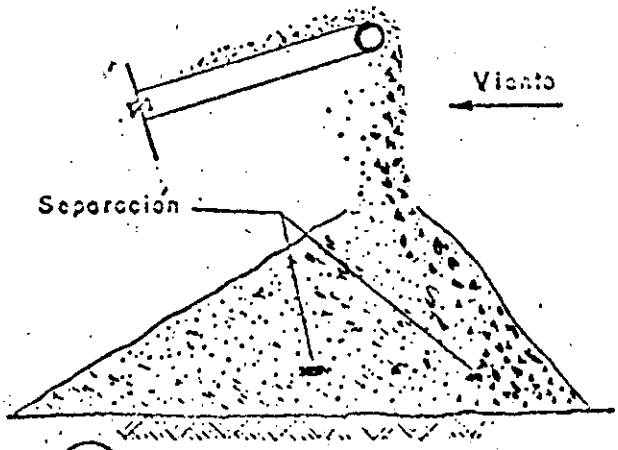
MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS





(1) CORRECTO

Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento.
Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.



(2) INCORRECTO

Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS FINOS O SIN TERMINAR (SECOS).

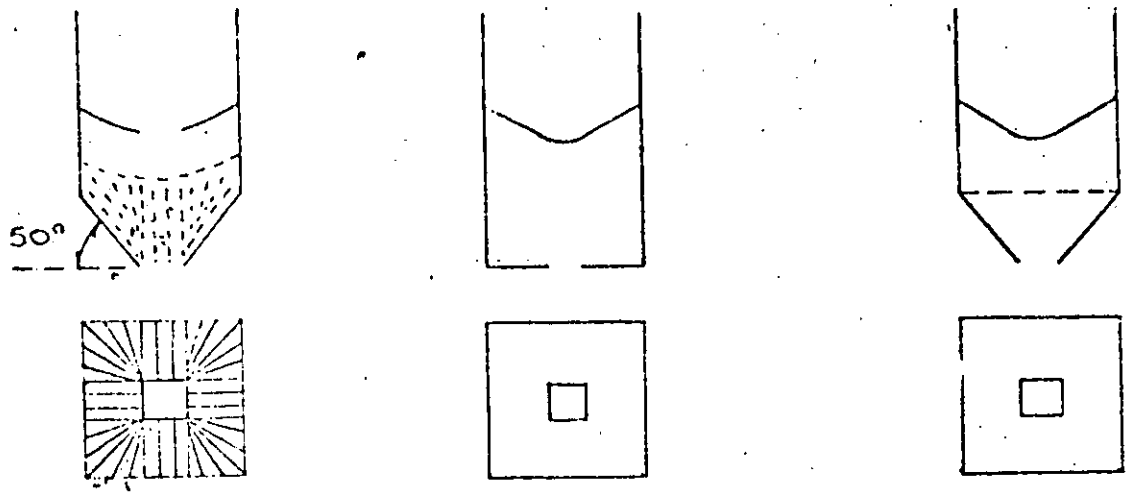
(3)

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS TERMINADOS

TITULO MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS

a



CORRECTO

FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS HACIA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA REDONDEADOS DE MODO QUE TODO EL MATERIAL SE DESLICE HACIA LA SALIDA

INCORRECTO

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DEPENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O AREAS OCASIONANDO QUE NO TODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA

INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS

b

CORRECTO

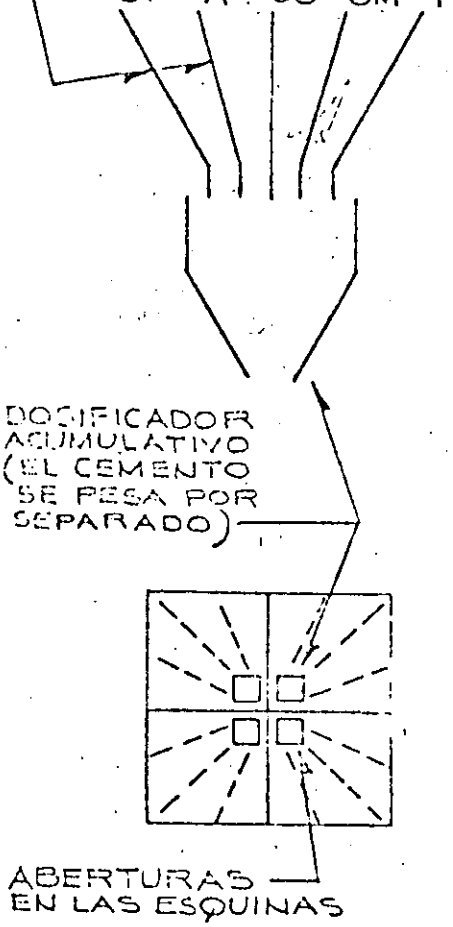
EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA. DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME

INCORRECTO

CAIDA DEL MATERIAL DENTRO DE LA TOLVA EN ANGULO. EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO

LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

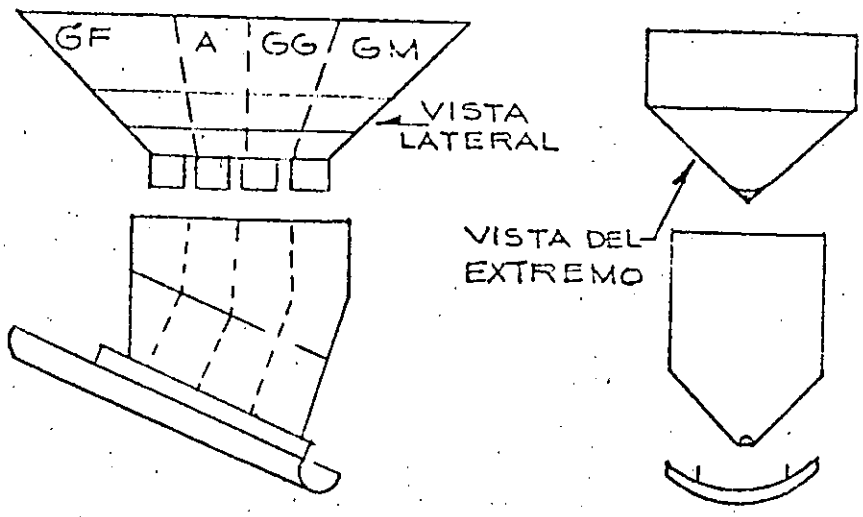
d



ACOMODOS POCO CONVENIENTES

CUALESQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCAN SEGREGACION Y DETERIORO EN LA UNIFORMIDAD.

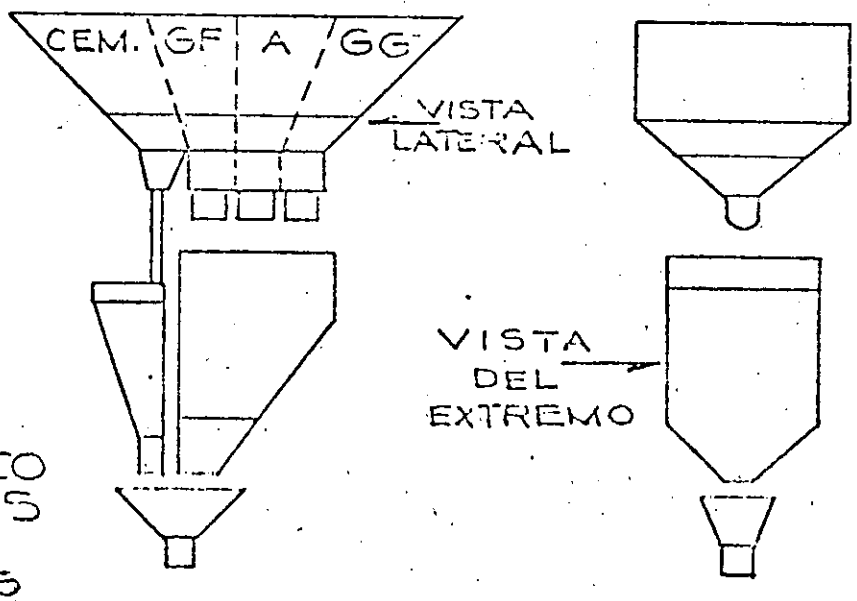
e



DISPOSICION PREFERIBLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZCLADORA POR BANDA TRANSPORTADORA. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

f



DISPOSICION ACEPTABLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

quebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silo y directamente sobre el orificio de salida.

2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarse a los silos de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser lizo, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a intervalos, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 pies (aproximadamente 0.2 – 0.4 Kgf/cm^2.), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

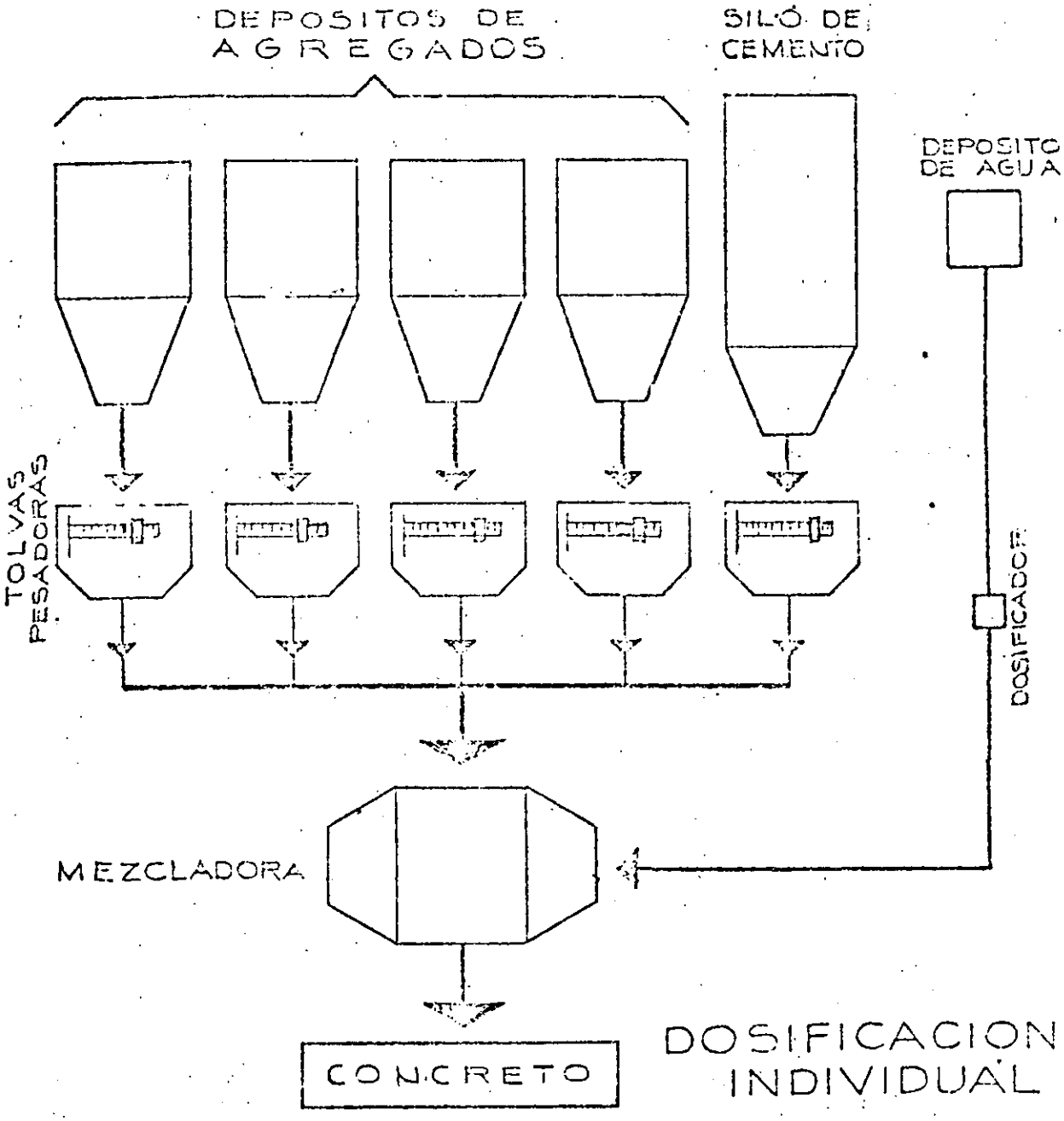
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

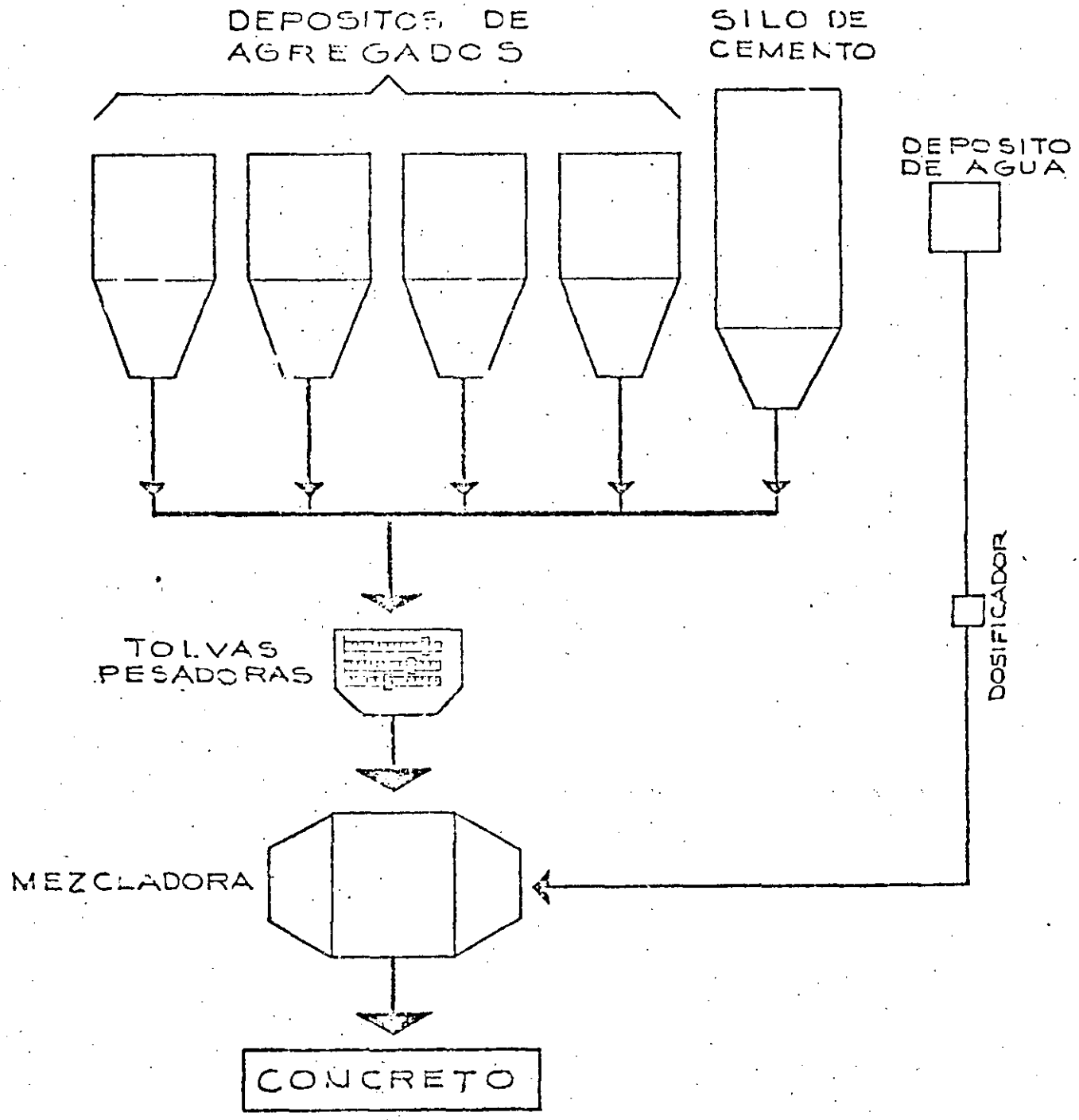
MEDICION

3.1 Requisitos generales.

3.1.1 Objetivos.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.





DOSIFICACION ACUMULADA

3.1.2 Tolerancias.

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

TOLERANCIAS TIPICAS DE MEZCLADO

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula el que mayor sea	
Agua (por volúmen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volúmen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

3.2 Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.

Los silos de la planta dosificadora tendrá el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimientos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipados con motor y con un apropiado control de "goteo" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

3.3 Tipo de planta.

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerida; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sis-

temas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.
El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

3.3.1 Dosificación manual.
Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de 4,000 m^3,, a razón de 15 m3./hr., pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

3.3.2 Dosificación semiautomática.
En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para carga las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revolvedora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.
3.3.3 Dosificación automática.
En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a $\pm$ 0.3% del cero, ó cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.
Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

3.3.3.1 El ciclo de carga.
El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de descarga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, o interruptores digitales.

3.3.3.2 Dosificación individual automática.
Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la revoltura.
El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente.

3.4 **Materiales cementantes.**

3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.
Para una alta producción que requiera una dosificación rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

3.4.2 Descarga de materiales cementantes.
Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples,

las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha.
Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

3.5 Medición del agua.

3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiere una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.
El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la revolvedora, y el agua libre en los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de $\pm 3\%$. Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de ± 0.02.

3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la mezcla.
Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslape de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

MEZCLADO

4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladora son las de tambor, de tiro vertical y el de aspas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de aspas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezclado-

ra de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motríz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.
Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

4.3 Carga de la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.
El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicialmente del tiempo de mezclado.

4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 1 minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo incial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momenmento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

MANEJO Y TRANSPORTE

1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de este.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial.

El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijas con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsecuentes.

2 MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO.

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de 1y1/2 horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el

tambor y hasta que termina la descarga. También se prevée una reducción del tiempo máximo de espera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de retemplado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado, debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora. Hay disponible gran variedad, y deben ser recomendados y utilizados en todas las unidades de camión de tambor giratorio.

Concreto Mezclado en Camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre tiempo adicional después del mezclado y antes de descargas, la velocidad del tambor se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamientos, cerca ya a la descarga. El volúmen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio no debe exceder el 63% de la capacidad del tambor.

Concreto Mezclado Parcialmente en Planta Fija y Terminado en Tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concretos son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

Concreto Dosificado en Seco.

Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volúmen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo que en el caso del mezclado en camión normal.

3 TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

Tambor Giratorio

Por este método, la mezcladora de camión ya descrita sirve como unidad agitadora de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volúmen transportado puede aumentarse hasta el 80 % de la capacidad del tambor.

Camión de Caja Fija con o sin Agitador.

Las unidades empleadas en esta forma de transporte constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general, está diseñada para descargar el concreto desde atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.
El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante el mal tiempo, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto, y caminos de transporte llanos contribuyen significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura puedan o requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

Recipientes para Concreto Montados en Camiones o Carros de Ferrocarril.
Este es un método común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación. Una grúa entonces levante el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cables transportadores. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

Otros Métodos.
El transporte de concreto mediante banda transportadora y por métodos de bombeo se discutirá en la parte correspondiente a bombas para concreto y colocación del concreto.
Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos compartimientos para transportar revolturas de concreto no mezclado a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimento exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se proveen anillos para el izado y la descarga. El pre-dosificado y transporte de esta manera proporcionan un medio de control de calidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograrse.

4. OBJETIVO FINAL.

El método de transporte que se utilice debe entregarse eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y otros. Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U N A M

CURSO DE RESIDENTES DE CONSTRUCCION

TEMAS :
- COLOCACION DEL CONCRETO
- SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION
- ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

PROFESOR : JORGE HUMBERTO DE ALBA CASTAÑEDA

COLOCACION DEL CONCRETO

1. INTRODUCCION.

El uso del concreto hidráulico está muy extendido entre todas las ramas de la construcción, dado que su manejo y adaptabilidad es relativamente sencillo, sin embargo, se abusa en los procedimientos de colocación, no cumpliéndose en muchas ocasiones con los requisitos que señalan las especificaciones en demérito de la calidad y durabilidad del concreto.

Si se observan las normas que establecen las especificaciones y se aplican métodos de colocación adecuados a los volúmenes de obras por ejecutar, lo más seguro es que se obtengan resultados satisfactorios a corto y largo plazo, tanto en calidad como en el aspecto más importante de la ingeniería civil, que es el económico.

La importancia que tienen la colocación del concreto en todo tipo de obras se puede deducir del hecho de que la calidad de una obra, no solamente es función de la elección de buenos materiales y del adecuado diseño estructural, sino también y muy importantemente, de todas las actividades que es necesario realizar, tanto antes como durante la colocación del concreto, tales como: planeación, programación, selección y supervisión del equipo, selección del personal, supervisión durante la colocación, etc.

En forma breve trataremos de establecer métodos adecuados de colocación del concreto hidráulico para grandes obras para obtener resultados óptimos de calidad, costo y una duración máxima.

2. DESCRIPCION Y SELECCION DEL EQUIPO

El equipo necesario para la colocación del concreto hidráulico, puede dividirse en:

A) Equipo para transporte de concreto fresco.

B) Equipo para colocación.

   a) Colado continuo.

   b) Colado discontinuo.

C) Equipo de terminación final.

D) Equipo auxiliar

A) EQUIPO PARA TRANSPORTE

Para llevar el concreto al sitio de colado es necesario hacer uso del equipo que garantice que el concreto sea depositado con la calidad especificada, sin segregación y sin pérdida de humedad. Esto quiere decir que el equipo a utilizar estará en función de la distancia existente entre la planta elaboradora del concreto y el lugar donde se depositará el mismo.

Para distancias hasta de tres kilómetros y en caminos en buenas condiciones es posible usar camiones de volteo de 5 a 6 m3 que tenga caja en buen estado y selle perfectamente la puerta de descargas; siendo conveniente cubrir la caja con una lona que ayude a evitar la evaporación del agua del concreto.

Para distancias mayores conviene usar equipos especializados en el acarreo del concreto, tales como camiones con cajas en forma de media pera, que pueden o no estar equipadas con un agitador dentro de la caja (Dumperete) o los camiones con ollas revolvedoras que son los que con más frecuencia se usan.

Podemos considerar también como equipo de transporte a las bandas y a las bombas.

B) EQUIPO PARA COLOCACION

a) Colado continuo

Lo que podríamos considerar ideal en todo colado de concreto es tener un flujo continuo de material, el mismo que podemos lograr con el uso de cimbras deslizantes; aunque se requiere tener especial cuidado en varios aspectos del trabajo para tener buenos resultados.

Su principal uso se recomienda en la construcción de silos, pilas para puentes, pavimentos, recubrimiento de canales, túneles, etc., teniendo este equipo importantes variantes de acuerdo al trabajo de que se trate.

La operación del equipo con cimbras deslizantes es más económico que aquel de cimbra fija removible, ya que se ahorra obra de mano y puede trabajarse en zonas más reducidas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, pudiendo además, reducir muy importantemente los tiempos de duracion de los colados.

Una desventaja para la utilización de equipo de colado muy especializado es que se hace necesario contar con personal y técnicos de operación altamente entrenados que muchas veces es difícil encontrar.

Las carretillas, los bogues, las bombas y las bandas transportadoras constituyen un importante auxiliar en los trabajos de colados continuos.

b) Colado discontinuo.

Existen una gran cantidad de equipos para colados de concreto hidráulico que utilizan cimbras de formas estacionarias Así, por ejemplo, podemos mencionar a las carretillas que son uno de los inventos más útiles para la transportación del concreto dentro de la obra y su correspondiente depósito en la cimbra.

Los bogues con ruedas neumáticas, de mayor capacidad que las carretillas, son usados también con mucha frecuencia y, cuando necesitamos transportar mayores volúmenes podemos hacer uso de los bogues motorizados, cuyas capacidades (0.168 m3 – 0.280 m3) y radio de acción (300 m) son mayores.

El incremento en el abastecimiento del concreto ha originado que los bogues comiencen a ser cada vez mayores hasta convertirse en los conocidos como volquetes cuyas capacidades varían de 0.50 m3 a 1 m3.

Los cubos son otro medio para transportar y colocar concreto, aunque siempre nos tendremos que auxiliar de algún otro medio para manejar los adecuadamente, como por ejemplo, grúas, montacargas, camiones, cablevía y en algunas ocasiones helicópteros, cuando las condiciones lo requieran.

Actualmente se está utilizando con mucha frecuencia el sistema de bombeo para la colocación del concreto, siendo las bombas neumáticas las de mayor uso, las mismas que pueden encontrarse con capacidades que varían de 15 m3 por hora a 16 m3 por hora. También existen las bombas de pistón y las de retacado. Se anexan diagramas.

Las bandas transportadoras son sin lugar a dudas, otro importante auxiliar en la colocación del

concreto, siempre y cuando se utilicen en las condiciones adecuadas y que su diseño permita su fácil manejo en la obra.

Para evitar problemas de segregación, se hace necesaria la utilización de los canalones y de las llamadas "trompas de elefante" en la descarga de la banda, así como para llevar el concreto fresco de un nivel superior a otro inferior.

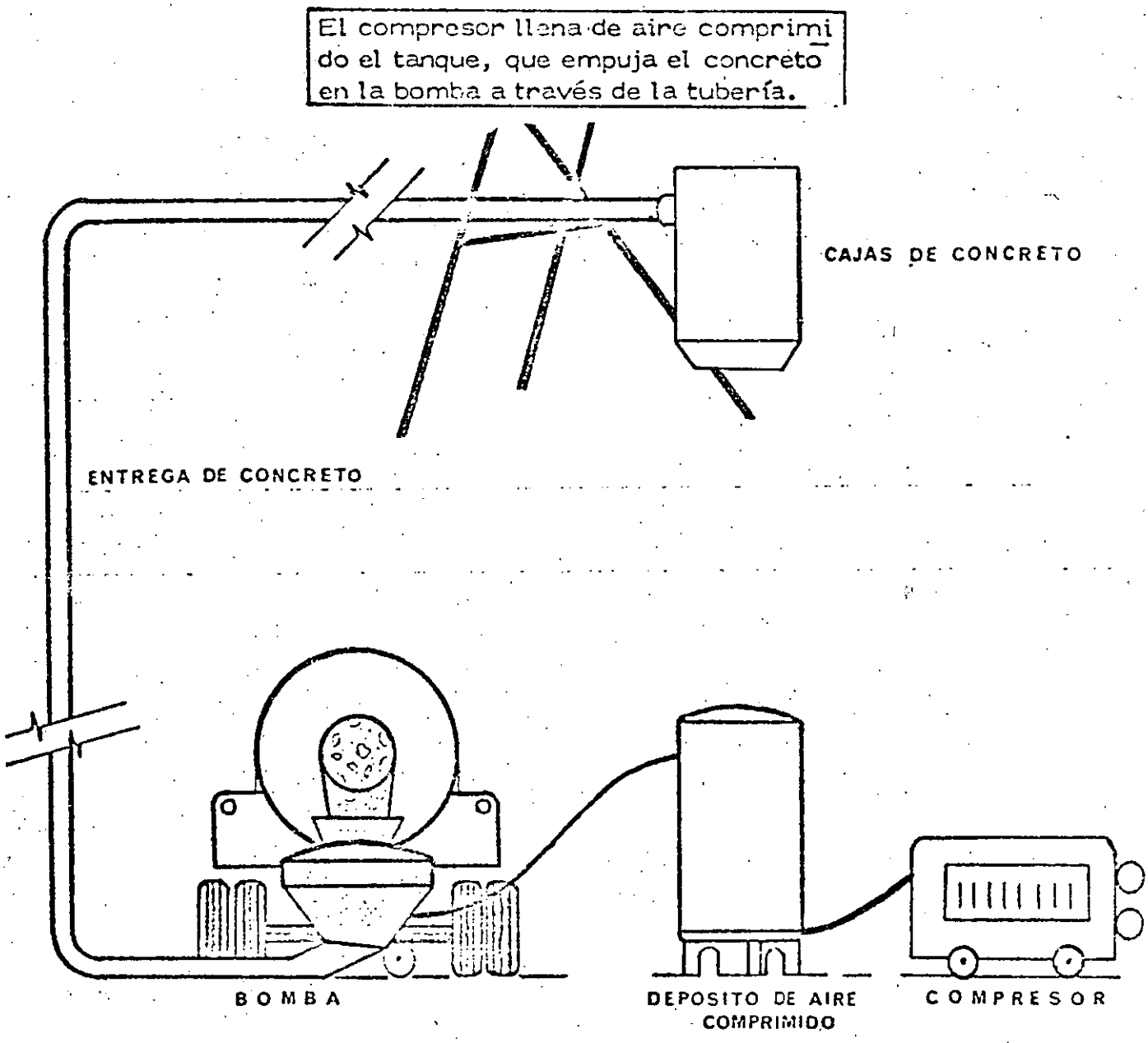
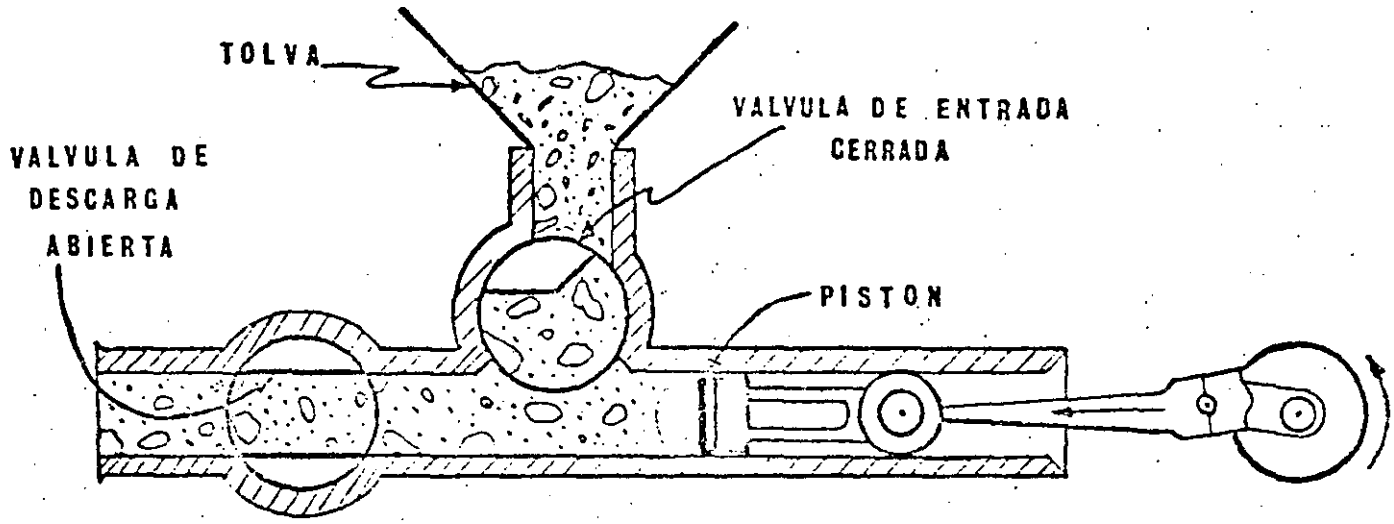
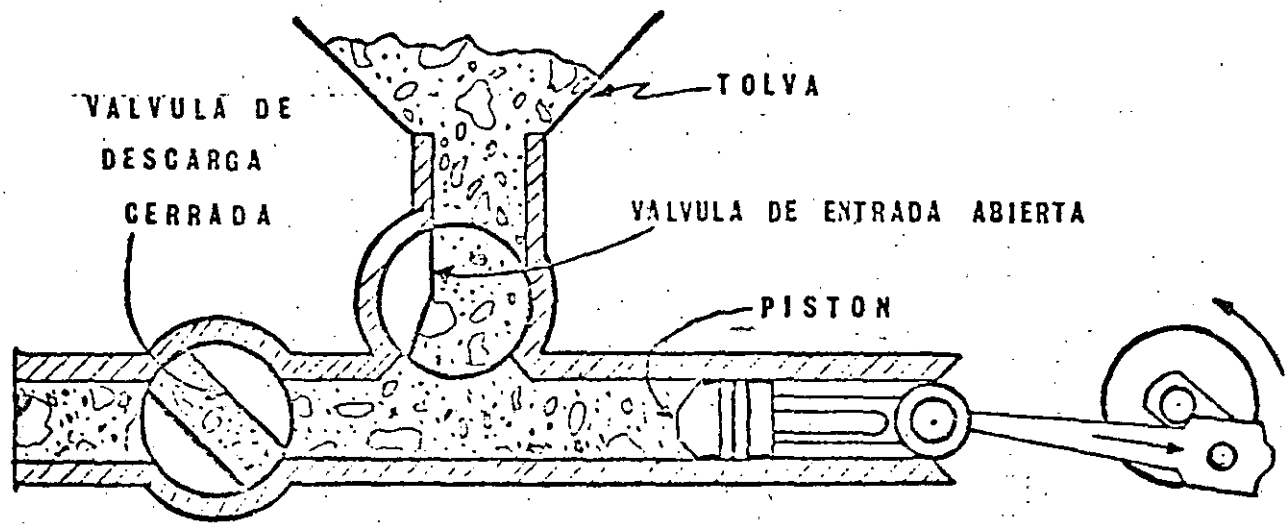


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO DE PISTON





La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cimbra.

Los tubos tremie, son elementos necesarios para realizar muros colados "in situ", dentro de lodo bentonítico o agua.

C) EQUIPO DE TERMINACION FINAL

Con alguna frecuencia es necesario dar a las superficies de concreto un acabado especial, como por ejemplo en pavimentos de concreto hidráulico o también en los recubrimientos de canales, por solo mencionar dos casos.

Como un equipo de terminación final es conveniente utilizar, alguno que permita dar un acabado de la superficie sin alternarla, tendiente a dar las características señaladas por las especificaciones, no solo en cuanto al aspecto formal sino también por lo que respecta a color y textura.

D) EQUIPO AUXILIAR

a) Alumbrado

Deberá tenerse en obra un equipo de alumbrado que garantice el trabajo nocturno, con suficientes lámparas para cubrir toda el área de trabajo.

b) Humedecido

Con muchísima frecuencia se hace necesario humedecer la superficie en donde se depositará el concreto, por lo que es recomendable dotar de tanques con agua, en los lugares estratégicos.

c) Protección Contra Lluvia y Viento

Para poder proteger al concreto fresco ya colocado, contra los efectos de lluvias inesperadas que puedan dañarlo, se recomienda tener en obra techos con estructuras ligeras en cantidad suficiente; y por lo que respecta a la protección contra los efectos del viento se debe disponer de mamparas lastrables que sirvan de pantallas protectoras.

E) SELECCION DEL EQUIPO

Para la selección del equipo adecuado deberán analizarse los diferentes factores que intervienen en la realización de la obra, como pueden ser:

a) Volúmen de obra por ejecutar.

b) Programa de obra.

c) Disponibilidad de todos los materiales necesarios.

d) Factores climatológicos.

e) Turnos de trabajo.

Una forma de proceder podría ser la siguiente: conocido el volúmen de obra a ejecutarse y el tiempo de entrega, se revisan las disponibilidades de materiales; modificándose el plazo de entrega en caso de que alguno de dichos materiales no esté disponible en la medida requerida. Suponiendo que se tienen los materiales para cumplir con el programa de obra, se analizan las condiciones climatológicas para evaluar el tiempo posible de trabajo que pueda tenerse dentro del programa de obra. Por último, se determinan los turnos de trabajo, permitiéndonos esto conocer el volúmen de obra que tenemos que ejecutar por hora, lo cual nos permite decidir el equipo que se ajuste a las necesidades. Se seleccionará el equipo, con base primeramente, al trabajo específico de que se trate, para en seguida de un determinado grupo, escoger el que más se ajuste al programa estudiado.

vigilando que esté balanceado entre sus diferentes elementos.

3. PROBLEMA DE TRANSPORTE

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijos con o sin agitadores, por góndolas de ferrocarriles, por conductos o mangueras o por bandas transportadoras, etc.

El tema a tratar en esta parte del curso, es sin embargo, el de colocación de concreto; pero vale la pena aclarar hasta qué punto un sistema es de transporte o de colocación; por ejemplo, nosotros podemos transportar el concreto por medio de bandas transportadoras y colocarlos directamente de las bandas a la cimbra bien, en este caso el sistema es de transporte y a la vez de colocación. Lo mismo podemos decir cuando se transporta concreto por métodos de bombeo y quizás también si se transporta por medio de bogues equipados con motor.

Por las razones antes expuestas trataremos de enfocar el problema de transporte dentro de la obra sin desligarlo de la colocación, es decir, distinguiendo únicamente que en la obra tenemos transporte vertical y transporte horizontal y su correspondiente colocación.

El problema de transporte del concreto de la planta al sitio de colocación, se trató en anterior sesión.

4. METODOS DE COLOCACION DE CONCRETO

A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Una especificación es fundamentalmente un documento del contrato que relaciona los materiales y la obra de mano con un cierto grado y calidad. Esto puede hacerse citando normas, citando marcas específicas o indicando métodos o procedimientos. Las especificaciones deben estar acordes al "Estado del Arte en Ingeniería" y deben corresponder al tipo de equipo que se usa en la actualidad. Si la especificación como dijimos al principio está ligada a la calidad, debe hacerse un estudio cuidadoso del conjunto de especificaciones para definir en detalle el control de calidad necesaria.

En general las especificaciones están organizadas por tipos de trabajo. Este se indica como título, posteriormente se describe en detalle el trabajo a ejecutar y más adelante en una serie de párrafos se dan las características del trabajo, relacionado con su calidad, dimensiones, grado de exactitud en medidas y colocación tipo de material a usar y, algunas veces indicaciones sobre el procedimiento constructivo que debe elegirse.

Por último se termina con el procedimiento para la medición y el pago del trabajo ejecutado.

Aunque al redactar las especificaciones se procuran que éstas sean claras y equilibradas, es bastante frecuente que el contratista se encuentre con casos en los que hay que interpretar una parte o el total de la especificación. Cuando en las especificaciones se encuentran casos como: "De acuerdo con las mejores prácticas de la Ingeniería", "Obra de mano de primera calidad", "deshonesto", se pueden prever dificultades en la interpretación de dichas especificaciones. En estos casos es conveniente traducir las frases en tolerancias definidas ó datos específicos que permitan proyectar el subsistema de control de calidad de una manera racional, evitando discusiones, pérdidas de tiempo y serios daños económicos.

También es recomendable que la especificación omita el procedimiento de construcción, aunque no siempre esto es posible, pero en este último caso pueden dársele al constructor, más que un procedimiento de construcción detallado, ciertas restricciones que deberá tomar en cuenta, por ejemplo, en un colado de concreto se le podrá indicar que debe tomar precauciones contra tempe-

raturas abajo de cero.

Al final de este capítulo se anexa un ejemplo de especificación de concreto lanzado para su análisis.

B. COLADO CONTINUO

Anteriormente ya se ha hablado en forma muy somera del equipo de colocación, tanto para colado continuo como para colado discontinuo. En esta parte enlistaremos los diferentes métodos de colocación describiendo en forma general algunos de ellos.

a) Colocación en cimbras deslizantes.

Casi siempre que se habla de cimbras deslizantes, se piensa en la construcción de estructuras verticales de concreto reforzado y más específicamente de silos de almacenamiento y en menor escala de tanques elevados y pilas de puentes.

Sin embargo, no son estos los únicos ejemplos de grandes obras en los que se puede utilizar la cimbra deslizante, según podemos observar en la siguiente lista, en la cual incluimos los casos tradicionales ya apuntados:

- Colado de silos de almacenamiento.
- Colado de muros en edificios.
- Colado de pilas de puentes.
- Puentes en doble voladizo.
- Colocación de concreto en túneles inclinados.
- Erección de la estructura de concreto de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones en edificios.
- Revestimiento de las paredes inclinadas en vertedores.
- Erección de estructuras en obras de toma.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizante tradicional, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento, sin que esto quiera decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de iniciar el deslizamiento.

La condicion principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura o en su caso la de conservar el ángulo correcto con respecto a la horizontal.

La colocación del concreto en las formas, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra nos ayuda, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la

cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es necesario para lograr su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por lo que se recomienda que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto no afecta las características de resistencia del concreto, si se manifiesta en la apariencia exterior.

Mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento, calidad y tamaño de los agregados, etc., es un aspecto primordial, el cual implica contar con una perfecta organización en todos los aspectos de la obra: suministro adecuado del material y del equipo, personal de producción capacitado y perfecta sincronización en el transporte, elevación, y colocación del concreto en la cimbra.

b) Colocacion en cimbras continuas

Para tener el ideal abastecimiento de concreto en forma continua, no solamente contamos con las cimbras deslizantes mencionadas anteriormente, sino que también se pueden realizar colados en forma ininterrumpida en los casos que a continuación se indican:

- Recubrimiento de concreto en túneles.
- Pavimentos de concreto hidráulico.
- Colocación de concreto en taludes y plantilla de canales.
- Colados de concreto en grandes losas.

La colocación de concreto hidráulico en pavimentos, tanto en carreteras como en aeropuertos, así como también en el revestimiento de canales, utilizando pavimentadoras, lo podemos considerar como un colado en cimbras continuas ya que lo que propiamente constituye la cimbra continua es la superficie que va a quedar en contacto con el concreto, aunque el equipo de colocación es deslizante.

La operación de este equipo es más económica que aquel de cimbra fija removible, se ahorra obra de mano y en equipos adicionales, se trabaja en zonas más compactas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, y se tiene la gran ventaja de que se puede ajustar a todas las dimensiones. Se han realizado construcciones de losas de concreto en pavimentos de espesores variables desde 15 cm hasta 30 cm y anchos desde 3 m hasta 15 m; losas con refuerzo o sin él.

Una ventaja no menos importante que representa el uso de este tipo de equipo es el factor inversión. En producciones masivas es más económico este equipo, en comparación al de cimbra fija incluyendo en cada caso todo lo necesario. Al utilizar menos personal para operar este tipo de máquinas, se obtienen ventajas en costos y se reducen problemas de personal, en cuanto a su control y atención se refiere.

En la utilización de este equipo se pueden señalar los siguientes problemas: es necesario tener personal y técnicos de operación altamente entrenados; deberán usarse métodos de tendido automáticos, es decir, máquinas que por medio de sensores electrónicos pueden ir guiándose apoyados en alambres previamente alineados y nivelados; por último, la atención y mantenimiento del equipo de pavimentación requiere de mecánicos y personal altamente calificado, inclusive asistencia del fabricante, ante todo para darle atención a los componentes y equipos eléctricos.

En cuanto a la cimbra para túneles su funcionamiento es diferente; es básicamente una cimbra continua compuesta de módulos en la cual se va colando de atrás hacia adelante; se cuela primero el módulo posterior y una vez que el concreto que se encuentra en contacto con este módulo tiene la resistencia adecuada, este se cierra y se desliza sobre unos rieles por el interior de la cimbra (parte interior de los demás módulos) hasta llegar a la parte de enfrente en donde se vuelve a armar. La operación se repite cuantas veces sea necesario. Este tipo de trabajos son muy especializados y en nuestro medio se realizaron en el Sistema de Drenaje Profundo con bastante éxito.

Por lo que toca a los colados contínuos de grandes losas con sistemas tradicionales, consideramos que no es necesario hacer mayor explicación.

C. COLADO DISCONTINUO

Este tipo de trabajo se hace en un altísimo porcentaje de grandes obras y la diferencia básica entre una y otra obra, en cuanto a la colocación de concreto se refiere, consiste en el equipo de colocación que se utilice. Así por ejemplo, podemos distinguir los siguientes métodos:

a) Cubos y tolvas

El empleo de cubos con descarga por la parte interior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces de el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

b) Carros manuales y motorizados.

Es importante que las vías por donde transiten estos carros sean lo suficientemente lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el trayecto y también es necesario ser cuidadoso de la forma de depositar el material sobre la cimbra, aspecto que se trata en la parte correspondiente a la supervisión durante el colado.

c) Canalones y trompas de colado

Se emplean con frecuencia para trasladar concreto de un nivel superior a la cimbra directamente, a tolvas o a bandas transportadoras, que se encuentran en un nivel inferior. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. Los canalones demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento.

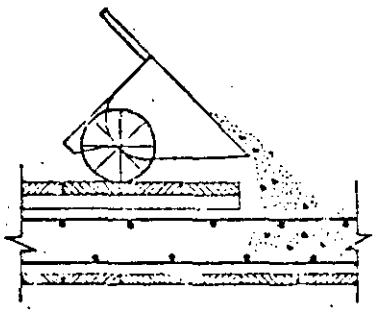
d) Tubo tremie (tubo embudo)

Este elemento es imprescindible en los trabajos de muros colados "in situs", o sea en los trabajos de muros subterráneos colados en el lugar. El procedimiento es como sigue:

1o. Se construye un brocal de guía

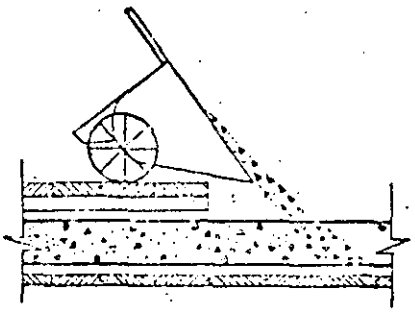
2o. Excavación mediante equipo especial.

Se excava mediante equipo especial (puede ser cucharón de almeja): se efectúa la excava-



(1) CORRECTO

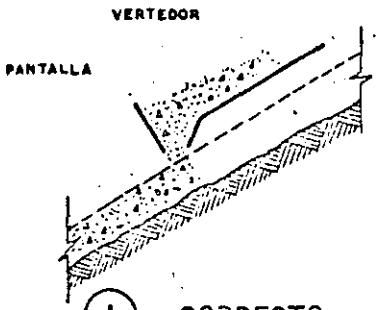
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA DEL CONCRETO COLADO



(2) INCORRECTO

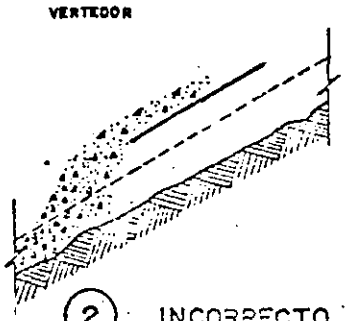
VERTER EL CONCRETO ALEJANDOSE DE LA CARA DEL CONCRETO COLADO

COLADO DE LOSAS DE CONCRETO DESDE BUGGIES



(1) CORRECTO

COLOCAR UNA PANTALLA Y COLAR EN EL EXTREMO DEL VERTEDOR; DE TAL MANERA SE PREVIENE LA SEPARACION Y EL CONCRETO PERMANECE EN LA PENDIENTE.



(2) INCORRECTO

COLAR EL CONCRETO DESDE UN EXTREMO LIBRE DEL VERTEDOR SOBRE UNA PENDIENTE QUE VA A SER PAVIMENTADA, LA GRAVA SE SEPARA Y VA A LA PARTE INFERIOR DE LA PENDIENTE. LA VELOCIDAD TIENDE A DESLIZAR EL EL CONCRETO HACIA ABAJO.

COLADO DE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

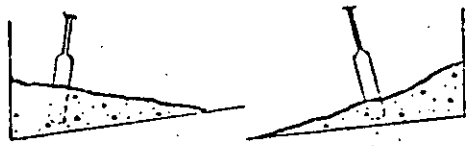
	COLADOS DE CONCRETO	NORMA	REV
		HOJA DE	

CORRECTO

Se empieza la colocacion en el fondo de la pendiente de tal manera que se aumente la compactacion por el peso del concreto nuevo que se agrega. La vibracion cuelide.

INCORRECTO

Se empieza la colocacion en la parte superior de la pendiente. El concreto de arriba tiende a segregarse, sobre todo cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibracion inicia el flujo, y anula el apoyo del concreto de arriba



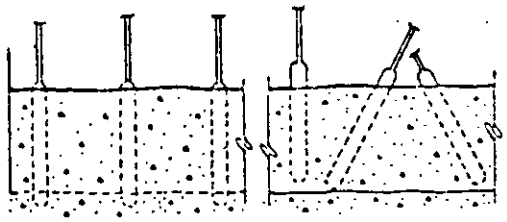
CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES

CORRECTO

Penetracion vertical del vibrador algunos centimetros dentro de la capa colada anteriormente (la cual todavia debe estar en estado plastico) A intervalos regulares sistematicos se ha encontrado que da una adecuada consolidacion.

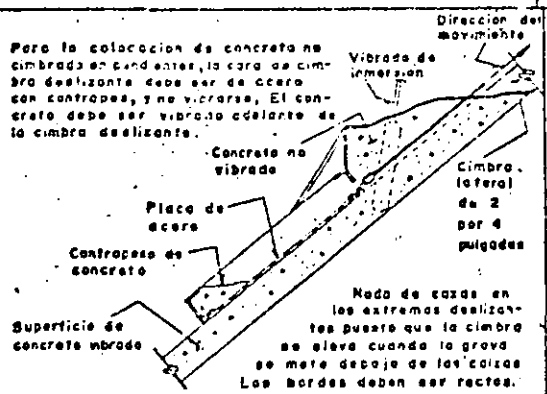
INCORRECTO

Penetracion al azar del vibrador en todos los angulos y sin una suficiente profundidad para asegurar la combinacion monolitica de las dos capas.



LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA

Para la colocacion de concreto no cimbrado en pendientes, la cara de cimbra deslizante debe ser de acero con contrapesa, y no vibrarse. El concreto debe ser vibrado adelante de la cimbra deslizante.



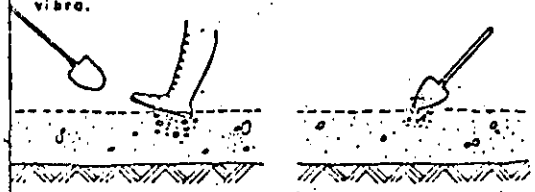
COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

CORRECTO

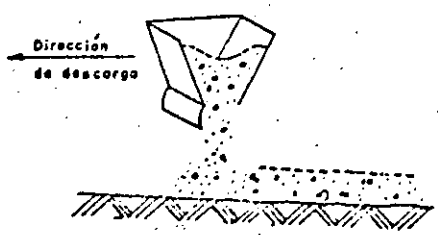
Con una pala se pasa la grava a las bolsas de piedras a otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida a vibra.

INCORRECTO

Tratar de corregir la bolsa de piedra traspalando mortero y concreto fresco en la zona

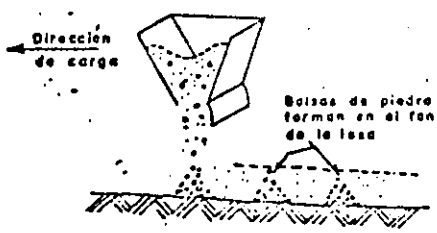


EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO



CORREC

Gires el cubo para que la grava segregada caiga en el concreto de tal manera que pueda combinarse dentro de la masa.



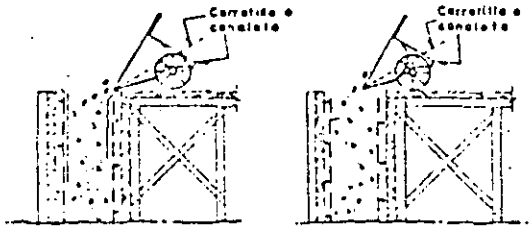
INCORRECTO

Descargar de manera que la roca libre se resbale y acumule sobre cimbras o sub-base

SI LA SEGREGACION NO HA SIDO ELIMINADA AL LLENAR LOS CUBOS
Un remedio temporal hasta que se haga la correccion

	COLOCACION DEL CONCRETO	NORMA 8303	REV.
		HOJA DE	

EL CONCRETO SE SEGREGARA SERIAMENTE A MENOS QUE SE DEPOSITE DENTRO DE LAS CIMBRAS ADECUADAMENTE



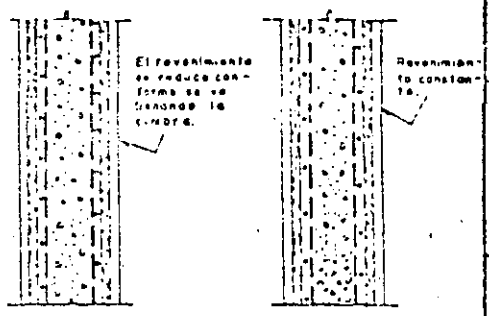
CORRECTO

Descargase el concreto en un colector con una manguera ligera y flexible. Esto evita la segregacion. La cimbra y el acero estaran limpios hasta que los cubra el concreto.

INCORRECTO

Permite que el concreto del camion o la carretilla se golpeen contra la cimbra y rebotan en las varillas y la cimbra causando segregacion y huecos en el fondo.

COLOCANDO CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS



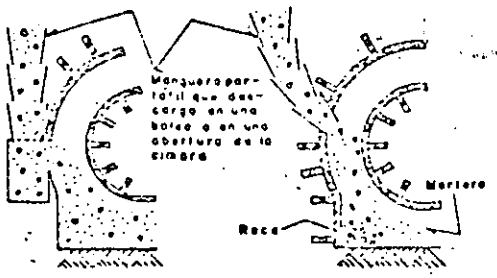
CORRECTO

Necesariamente el concreto es mas humedo en el fondo de cimbras estrechas y profundas y se hace mas seco conforme se alcanza la parte superior. El cemento de agua tiende a igualar la calidad del concreto. La contraccion por asentamiento es minima

INCORRECTO

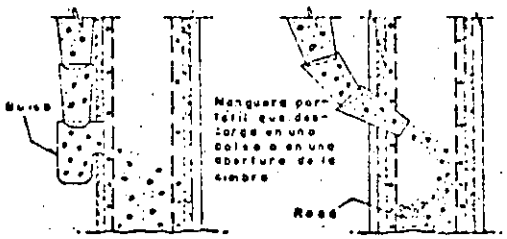
Usar el mismo revenimiento en la parte superior como se requiere en el fondo [illegible] el colado un alto revenimiento en la parte superior produce un exceso de agua y de colocacion, perdida de calidad y durabilidad en la capa superior

CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS



CORRECTO

INCORRECTO



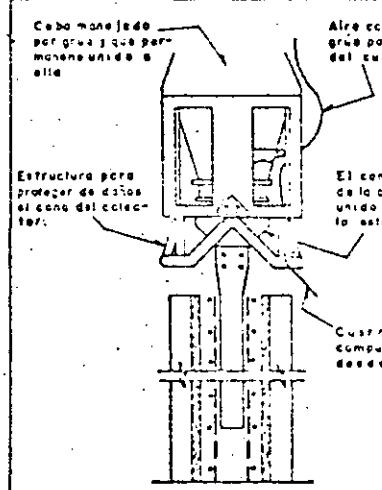
CORRECTO

Caida vertical del concreto en bolsas exteriores debajo de cada abertura de la cimbra, permitiendo que el concreto se detenga y fluya facilmente a la cimbra, sin segregacion

INCORRECTO

Permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras, o que forme un angulo con la vertical. Esto invariablemente resulta en segregacion

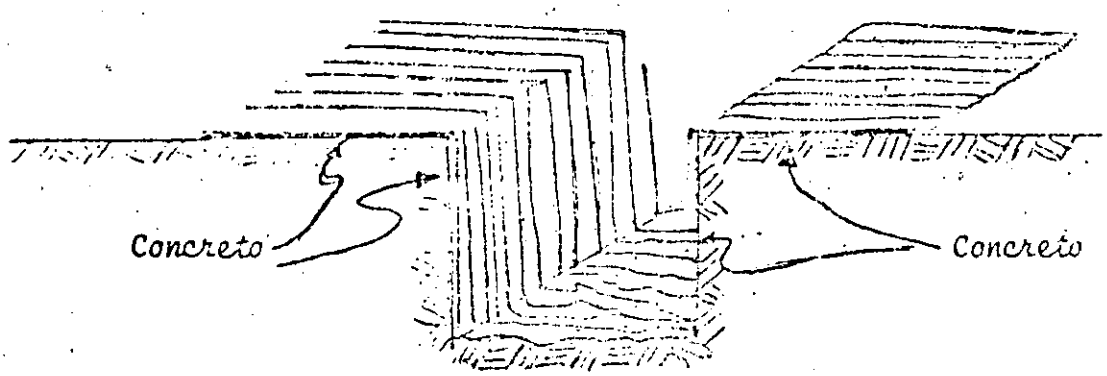
COLOCACION EN PAREDES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA



Conducto de caida flexible conectado al cono colector. El conducto se cuelga en plano cuando no esta cayendo lleno de concreto permitiendo que se le emplee para el menor tamaño de agregado agomas de ser lo suficientemente grande para el mayor

COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS

	COLOCACION DEL CONCRETO	NORMA 04	REV
		HOJA 01	



ción en zanja de ancho y largo determinado y a medida que se va haciendo la excavación se va introduciendo lodo bentonítico. La bentonita, en virtud de su elevado peso específico, ejerce una fuerte presión sobre las paredes de las excavaciones y penetra en el terreno alrededor de él haciéndolo impermeable; mientras que por lo que se refiere a su acción contra los derrumbes, puede considerarse que dicha bentonita encerrada en la excavación debe resistir a la presión del suelo y, si hay presencia de una falda de agua, resistir también a su empuje; o sea que dicho lodo sustituye perfectamente bien cualquier forma de adenie.

3o. Limpieza del fondo

Terminada la excavación hasta la cota determinada y con el ancho y largo establecido, se debe proceder a la limpieza del fondo, la misma que se ejecuta mediante bombas especiales sumergidas que hacen circular el lodo a través de un ciclón y un separador, volviendo a recircular la bentonita limpia.

4o. Colocación del acero de refuerzo

Sucesivamente y si es necesario según el cálculo, se puede proceder a introducir en la zanja, siempre en presencia del mismo lodo, una parrilla de acero de refuerzo.

5o. Colado del concreto

El paso a seguir es el colado del concreto que se efectúa de abajo hacia arriba mediante un tubo de colado (tubo "tremie"). Un factor muy importante es que la parte inferior de dicho tubo tiene que quedar siempre sumergido en el concreto, por lo menos un metro o más.

En la hoja siguiente se puede observar en forma gráfica este proceso.

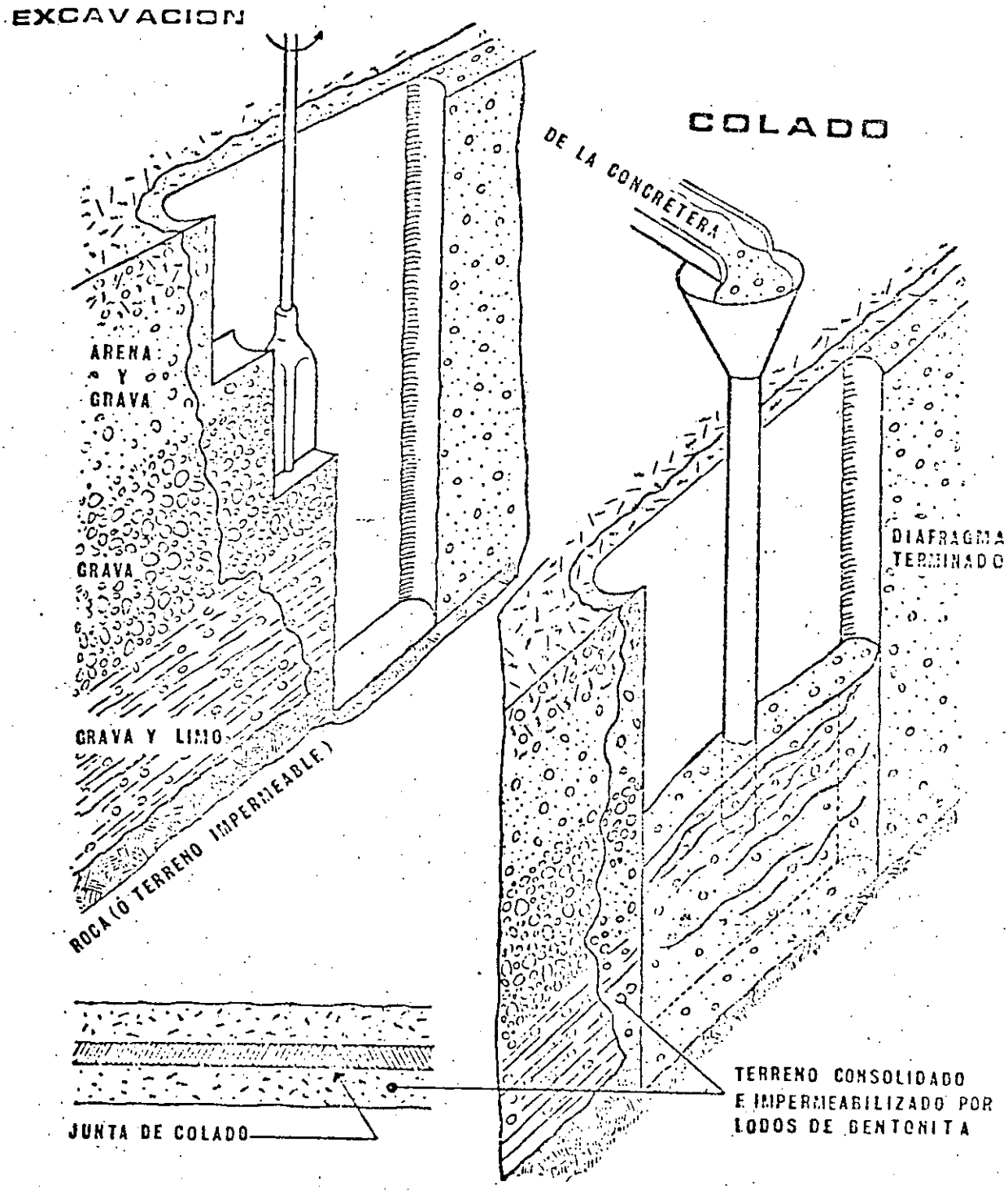
e) Bombeo

Podemos definir al concreto bombeado como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. En general, su uso ha tenido buen éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc. Ultimamente ha tomado bastante auge en trabajos de edificación.

El sistema de bombeo, puede ser útil en la mayor parte de las construcciones de concreto; pero más especialmente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad. De acuerdo

EJECUCION DE MURO COLADO "IN SITU"



con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m3 por hora. El alcance efectivo variará de 90 a 300 m horizontalmente y de 30 a 90 m verticalmente. Ha habido casos en los que se ha logrado bombear concreto en distancias horizontales hasta de 600 m y en verticales hasta 500 m.

f) **Bandas transportadoras**

Este es también un método de colocación utilizado con cierta frecuencia en las grandes obras.

Las principales ventajas de las bandas transportadoras son el flujo uniforme y el volúmen que desplazan. Su desventaja mayor es la tendencia a la segregación del concreto en el extremo de descarga, por lo que se hace conveniente instalar algún dispositivo en el extremo de descarga que asegure la caida vertical del concreto.

Por lo general es necesario instalar un limpiador de banda en el extremo de descarga para evitar que una porción del concreto se adhiera a la banda.

g) **Cablevías**

En algunas grandes obras, como es el caso de presas de concreto, se ha utilizado este sistema de colocación con magníficos resultados. Su funcionamiento es aparentemente simple y consiste en lo siguiente: Se tiende un cable a manera de un puente colgante y sobre él se desliza un mecanismo por medio de poleas y del cual pende un bote que en su interior contiene concreto y que se depositará en el lugar del colado. El accionamiento del sistema se realiza desde una caseta que se encuentra en alguno de los extremos en donde se encuentran sujetos el cablevía. Su utilización como método de colocación de concreto es relativamente escaso ya que requiere de condiciones especiales.

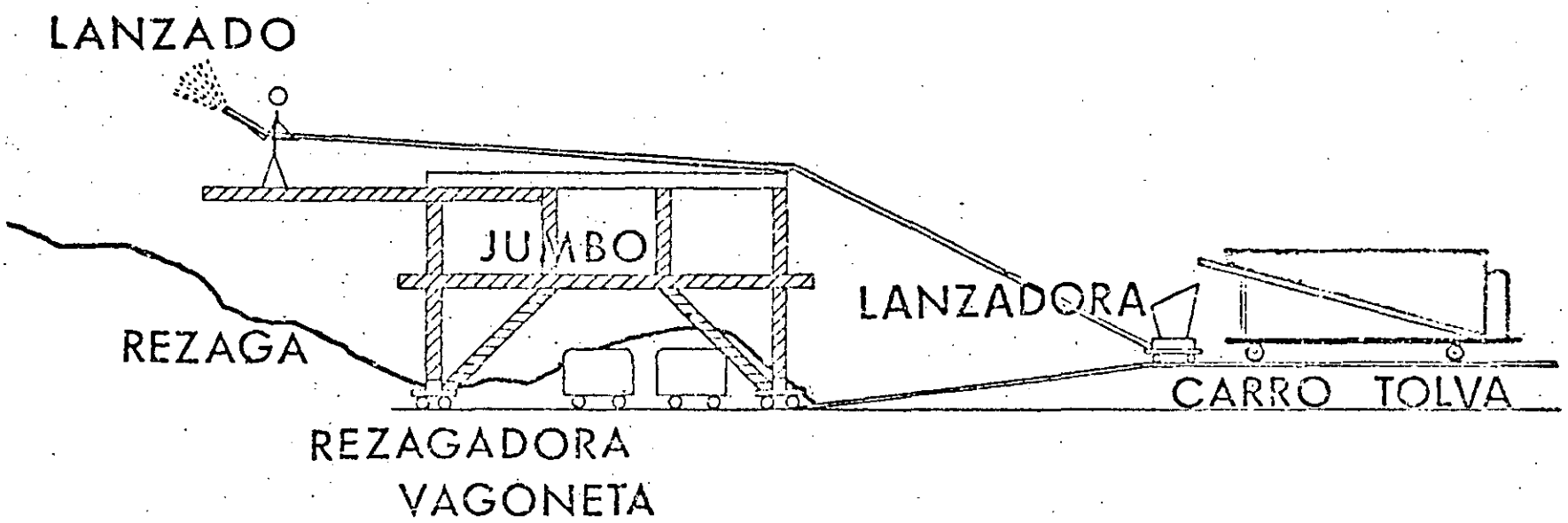
h) **Concreto lanzado**

Este es el nombre que se da a un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad, sobre una determinada superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades de un concreto colocado convencionalmente, de proporciones similares; es el método de colocación el que confiere al concreto lanzado sus significativas ventajas en numerosos usos. Al mismo tiempo, se requiere considerable habilidad y experiencia en la aplicación del concreto lanzado, así que su calidad depende en gran parte del trabajo de los operadores, especialmente en la colocación con la boquilla de expulsion.

El contenido de cemento en el concreto lanzado es alto. Además, el equipo necesario y la forma de colocación son más caros que en el caso de concreto convencional. Por estas razones, el concreto lanzado se usa principalmente en ciertos tipos de construcciones: secciones delgadas y ligeramente reforzadas (en algunos casos), como techos, cascarones, recubrimiento de túneles y tanques presforzados. Se usa también para reparar concreto deteriorado, estabilizar taludes, recubrir acero para protección contra incendios, y como sobrecapa ligera de concreto, mampostería o acero. Si el concreto lanzado se aplica en una superficie cubierta por agua corriente, es necesario usar un acelerante que produzca fraguado instantáneo; pero con la consiguiente reducción en la resistencia, aunque hace posible el trabajo de reparación. Generalmente, se aplica el concreto lanzado en un espesor hasta de 10 cm.

En la hoja que sigue se ilustra gráficamente el sistema.


LANZADO
JUMBO
LANZADORA
REZAGA
CARRO TOLVA
REZAGADORA
VAGONETA

COMPARACION ENTRE PROCEDIMIENTOS DE COLOCACION DE CONCRETO

PROCEDIMIENTO	CUBETAS	BUGUI	BANDAS	BOMBAS
Restricciones de Mezcado	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muchas (de acuerdo al tipo de bomba)
Accesibilidad	No debe haber obstáculos superiores	Requiere espacio para rodamiento, rampas o malacates	No supera obstáculos altos verticales pero pueden utilizarse ventanas, etc.	Ninguna
Restricciones en desplazamiento vertical	Lo permitido por la grúa	La pendiente cuesta arriba máxima es 5:1 en términos generales	La pendiente máxima es 2:1 en ambos sentidos, en general	50 a 450 pies con una cifra record de 576 pies.
Restricciones en desplazamiento horizontal	El ángulo de la pluma limita la operación de carga de la cubeta; dar el ángulo necesario toma su tiempo.	Manuales: límite práctico 200 pies máx. Motor: 1000 pies	2 000 pies o más	250 a 2 500 pies dependiendo de la bomba y del diámetro de la tubería
Yardas/hora	Con cubeta de 1 yarda, y vel. de 240 p.p.m. 73 yd/hora a 50 pies de elevación 36 yd/hora a 200 pies de elevación	Manuales: 200 pies, 3 a 5 yd/hora Motor: 600 pies 15 a 20 yd/hora	100 a 360 yd/hora	5 a 160 yd/hora dependiendo de la bomba y del tipo de trabajo
Utilización malacate/grúa	El ciclo completo de colado requiere grúa o malacates	Ninguno, a menos que el nivel de colado sea superior al nivel de la rampa	Si se utilizan unidades pesadas, sólo durante el tendido	Ninguno
Tiempo para instalación	Ninguno, a menos que existan obstáculos para el acceso	Instalación de rampas y rodamiento-posible necesidad de apuntalamiento	Se requiere un mínimo de 5 hombres en 2 horas para 200 pies de recorrido	Colocación de la línea (No si se utiliza bomba montada en camión)
Costo inicial	Descarga inferior 1.5 yd: $1 000 U.S.	$ 1 750 US - $ 2 500 US	Ancho 16", sistema de 200': $ 40 000 US (7 bandas)	Bomba: $ 15 000 US - $ 40 000 US Pluma: $ 20 000 US - $ 40 000 US
Renta promedio/mes	1 yd descarga inferior: $ 105 US 1 yd "recostada": $ 103 US	Manual 10-12 pies: $ 42.75 US. Motor 10-14 pies $ 204.00 US.	Ancho 16",32-34 pies: $ 413 US Ancho 16",50 pies: $ 594 US	No disponible

EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES

PROYECTO PAUTE – ETAPA I
LICITACION No. PA/1

PARTE IV

SECCION: 8 HORMIGON LANZADO

8.1 Alcance de los Trabajos.– Esta Sección abarca el suministro y aplicación de hormigón lanzado, mediante equipo neumático, en el techo de la Casa de Máquina, en túneles, en pozos, en el recubrimiento de taludes y en otros sitios que la Fiscalización lo apruebe o lo ordene.

El hormigón lanzado se colocará según las instrucciones de los planos, con o sin armadura o pernos de anclaje, pero también podrá ser utilizado como capa sellante, para impedir los escurrimientos de agua de filtración hacia las obras en construcción, o como relleno de irregularidades en las excavaciones.

8.2 Generalidades.– El hormigón estará constituído por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos que será lanzado a alta presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente, sin rebotar, a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos. Su espesor, extensión y resistencia guardarán conformidad con los requerimientos de los planos y/o con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá instalar clavos o algún otros dispositivos aprobado, como guía para la obtención de los espesores especificados.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas Especificaciones y con las recomendaciones del ACT 506, así como la práctica moderna más eficiente de ejecución, con personal especializado. Se observará, además, las especificaciones pertinentes de la Sección: 7 Hormigón.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método y del equipo que se propone usar.

8.3 Materiales.– El cemento a utilizarse será tipo portland, que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM – C 150, Tipo II.

Los agregados pueden consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de los dos y gravilla y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes con un diámetro máximo de 1 cm.

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.5 y 3.0

Los aditivos, serán tan sólo acelerantes del fraguado. Su uso se condicionará a la aprobación de la Fiscalización.

El agua para la mezcla deberá cumplir con los requisitos ya indicados en el numeral: 7.5., de agua para hormigones.

Al disponer **mallas de alambre,** como refuerzo, éstas cumplirán con los requisitos especificados en la Sección. 10.

8.4 Dosificación

8.4.1 Ensayos Previos.– Los ensayos previos de la dosificación propuesta deberán realizarse con una anticipación mínima de 20 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en por lo menos dos paneles, de 1 m2, con o sin malla en la cuarta parte o en la mitad de su superficie (según la aprobación de la Fiscalización). El espesor requerido, no menor de 5 cm. será aplicado de acuerdo al método a emplearse, sobre un panel colocado en posición vertical: y el otro,

horizontal, en la bóveda.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión, que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará, además la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado, y los tiempos necesarios de revoltura.

8.4.2 Dosificación.- El diseño de la dosificación será hecho por la Fiscalización. Al aceptarlo el Contratista, la asume completamente como suya, para la ejecución. La resistencia a alcanzarse de 175 Kg/cm2 a los 7 días.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de 1o/o. El equipo de pesaje permitirá obtener pesadas con errores inferiores a 0.5o/o. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente, por el tiempo mínimo de 1 1/2 minutos, en forma completa y uniforme, y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. El contenido de humedad de los agregados antes de la revoltura será entre el 3 y 5o/o

Toda mezcla que no haya sido utilizada hasta 45 minutos después de iniciado su mezclado deberá ser rechazada a expensas del Contratista.

8.5 Colocación

8.5.1 Limpieza.— Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados del aire y agua a presión. Se alejará de ellas todo material suelto, residuos, o fragmentos de roca, lodos, agua de escurrimiento, etc.

No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas éstas, una vez limpias, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir deberían ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado.

Si se utiliza mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

8.5.2 Agua de Hidratación.-- La dosificación de agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo posible de rebote, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos, debidos a exceso de agua.

La presión del agua en el mezclador deberá ser mayor, en mínimo 1 Kg/cm2, que aquella del aire comprimido; y mantenido constantemente, uniforme y adecuada, para garantizar su eficiente mezcla con el cemento y agregados.

8.5.3 Aplicación.— El hormigón, lanzado se aplicará de modo contínuo, no intermitente, en los espesores establecidos en los planos y/o según lo indique la Fiscalización. En las zonas en que sea necesario más de una carga, la siguiente se aplicará luego de por lo menos 8 horas después de la primera.

La boquilla se mantendrá en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1 y 1.5 m. El chorro deberá ser de forma cónica; caso contrario, la boquilla será reparada o cambiada. Todo el material de rebote será desechado, a expensas del Contratista.

Para la longitud de mangueras de menos 30 m, la presión del aire en la lanzadora no será inferior a 3 kg/cm. de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, según lo indicado en 8.5.1 antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

8.6 Curado.— El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días, después de colocado, por uno de los siguientes metodos:

a) Cubriendo la superficie con cáñamos, arenas o paja, y manteniéndose continuamente húmedos.

b) Rociándolo contínuamente con agua o cubriéndolo con agua;

c) Cubriendolo con una capa de material sellante, aprobado que mantenga por lo menos el 90o/o del agua original de la mezcla, de acuerdo al método de la especificación ASTM–C 156.71.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado fuere de 90o/o, durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de precauciones especiales de curado.

8.7 Control de Calidad.– El Contratista prestará, sin cargo alguno, todas las facilidades necesarias para que la Fiscalización efectúe el control de calidad cuando y donde creyere conveniente. Especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerá testigos de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Mínimo se erectuará un panel de ensayo por cada tres días de aplicación.

Todo hormigón lanzado que no cumpliere con los requisitos especificados en esta Sección, o que sufriere daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido según lo indique y apruebe la Fiscalización, a expensas del Contratista.

8.8 Medición y Forma de Pago.– El hormigón lanzado a pagarse será medido en base al peso, en toneladas métricas, del cemento usado. Este precio incluirá el costo de suministros de todos los materiales (excepto cemento), equipos, herramientas y mano de obra necesarios para realizar la preparación mezcla y colocación del hormigón, así como, para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario por tonelada métrica estipulado en la Tabla de Cantidades y precios.

La medida y forma de pago para la malla de alambre soldada, usada como refuerzo se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral: 10.7.

El cemento se medirá y pagará de acuerdo a lo establecido en el numeral 7.30.14.

5. CONSTRUCCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

A fin de reducir los esfuerzos de tensión, compresión y flexión, según el caso, se hace necesario construir juntas en los colados de concreto hidráulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

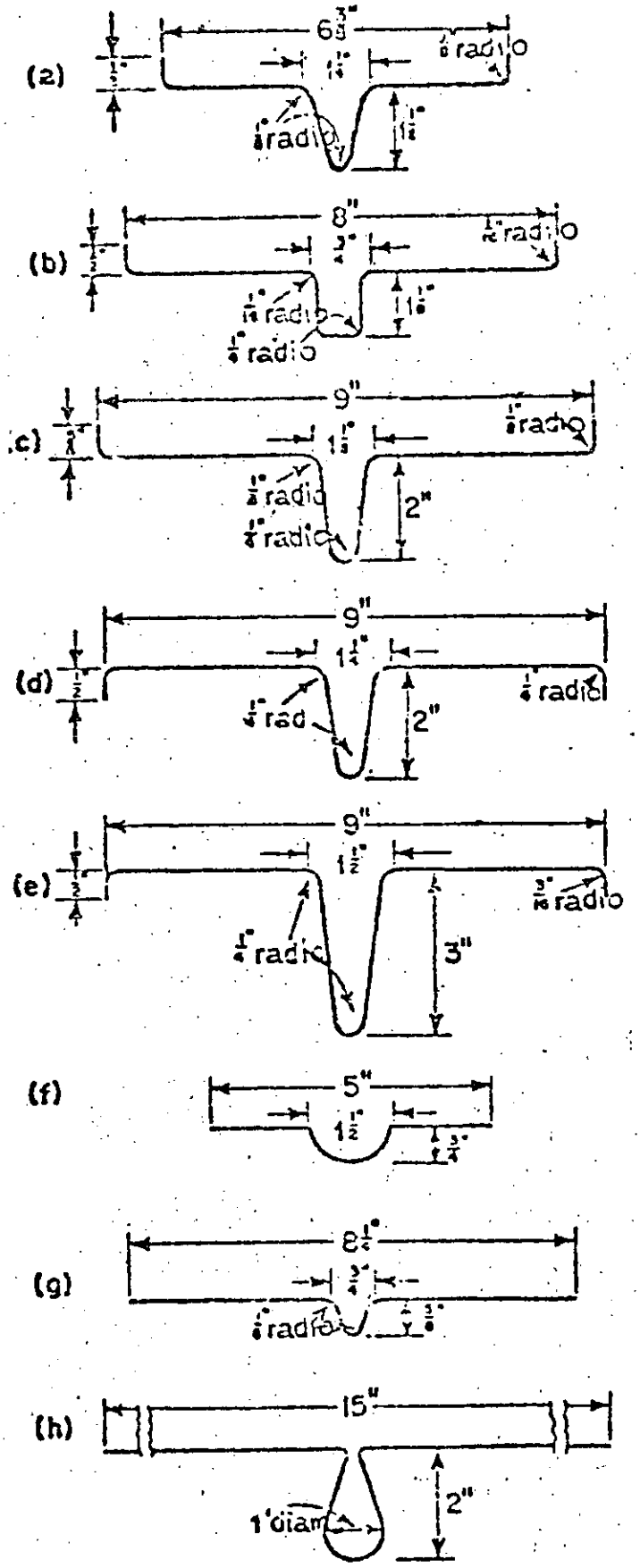
A. JUNTAS DE EXPANSION

Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como muros de contención, edificios, ductos, etc.

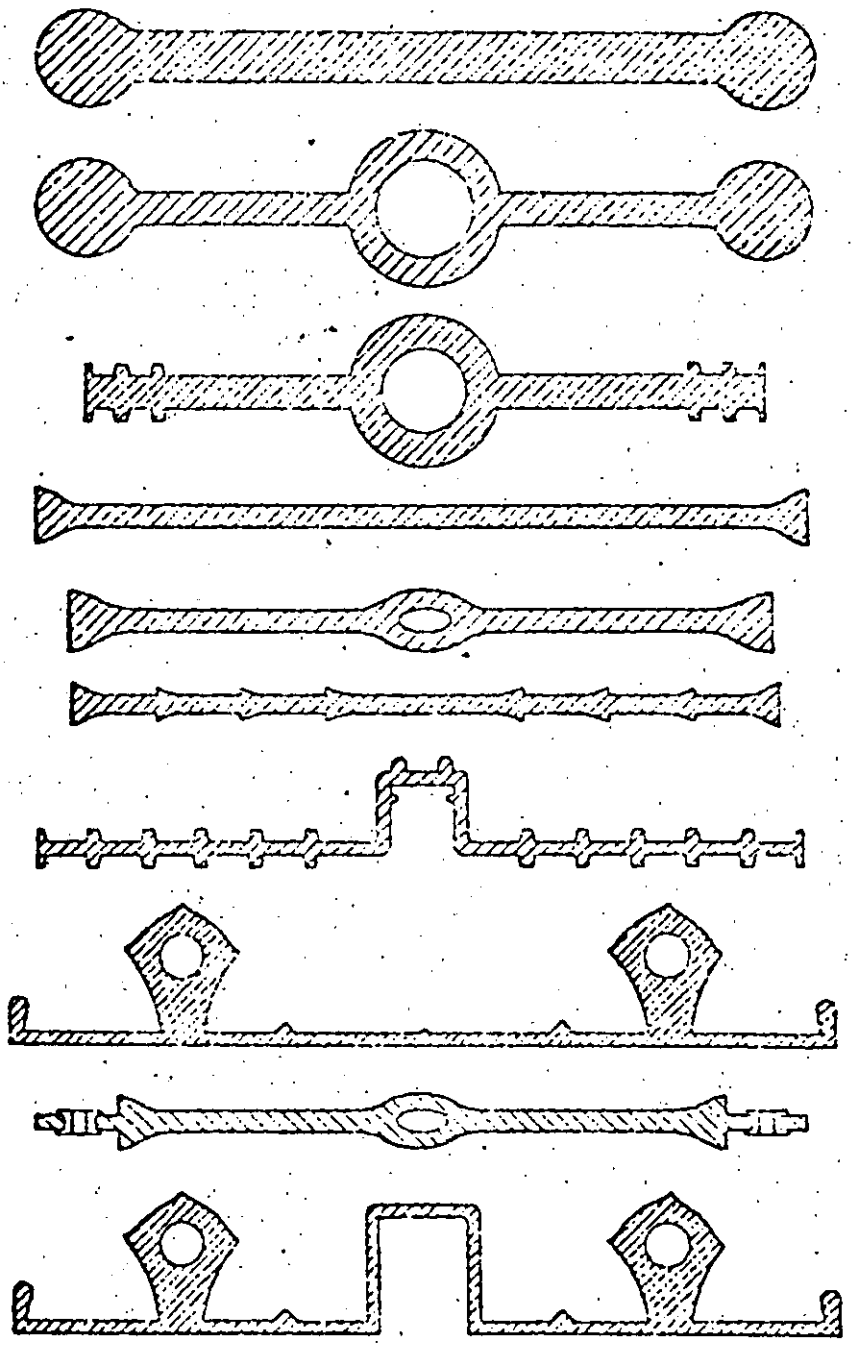
Se recomienda que estas juntas sean colocadas cada 30 m en el caso de muros de contención y de edificios. Es también conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambios de dirección, tal y como sucede en los edificios en forma de T ó L.

Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.
En las dos siguientes páginas se anexan croquis de juntas de expansión de cobre y distintos tipos de bandas flexibles para el sellado de juntas.

JUNTAS DE EXPANSION DE COBRE



DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS



B. JUNTAS DE CONTRACCION

Tienen por objeto limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Esta junta debe estar en libertad de abrirse y básicamente existen dos tipos : juntas de ranura, juntas de tiras metálicas. Las primeras se construyen formando una ranura en la superficie del elemento utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos.

a) Introduciendo temporalmente en el concreto una tira metálica.

b) Instalando una tira de material premoldeado de relleno para juntas a la profundidad requerida.

c) Aserrando el pavimento después que el concreto haya endurecido.

Las segundas, se usan en pavimentos de concreto y se construyen colocando una tira separadora o de partición sobre la sub-base. Este separador consiste en una placa metálica o alguna hoja delgada de algún material rígido e incomprensible; sirve para interrumpir la continuidad del pavimento. Se forma una ranura en el concreto inmediatamente encima del separador.

C. JUNTAS DE ALABEO O DE ARTICULACION.

Se refiere a cualquier tipo de juntas que permitan un cierto giro sin una separación considerable entre las losas adjuntas. Su función principal es absorber los esfuerzos por alabeos. A diferencia de la junta de expansión o contracción se colocan barras a través de la junta para prevenir separación considerable. En efecto, una junta de este tipo actúa simplemente como una articulación, permitiendo que los elementos en unión puedan sufrir un cierto desplazamiento angular.

D. JUNTAS DE CONSTRUCCION

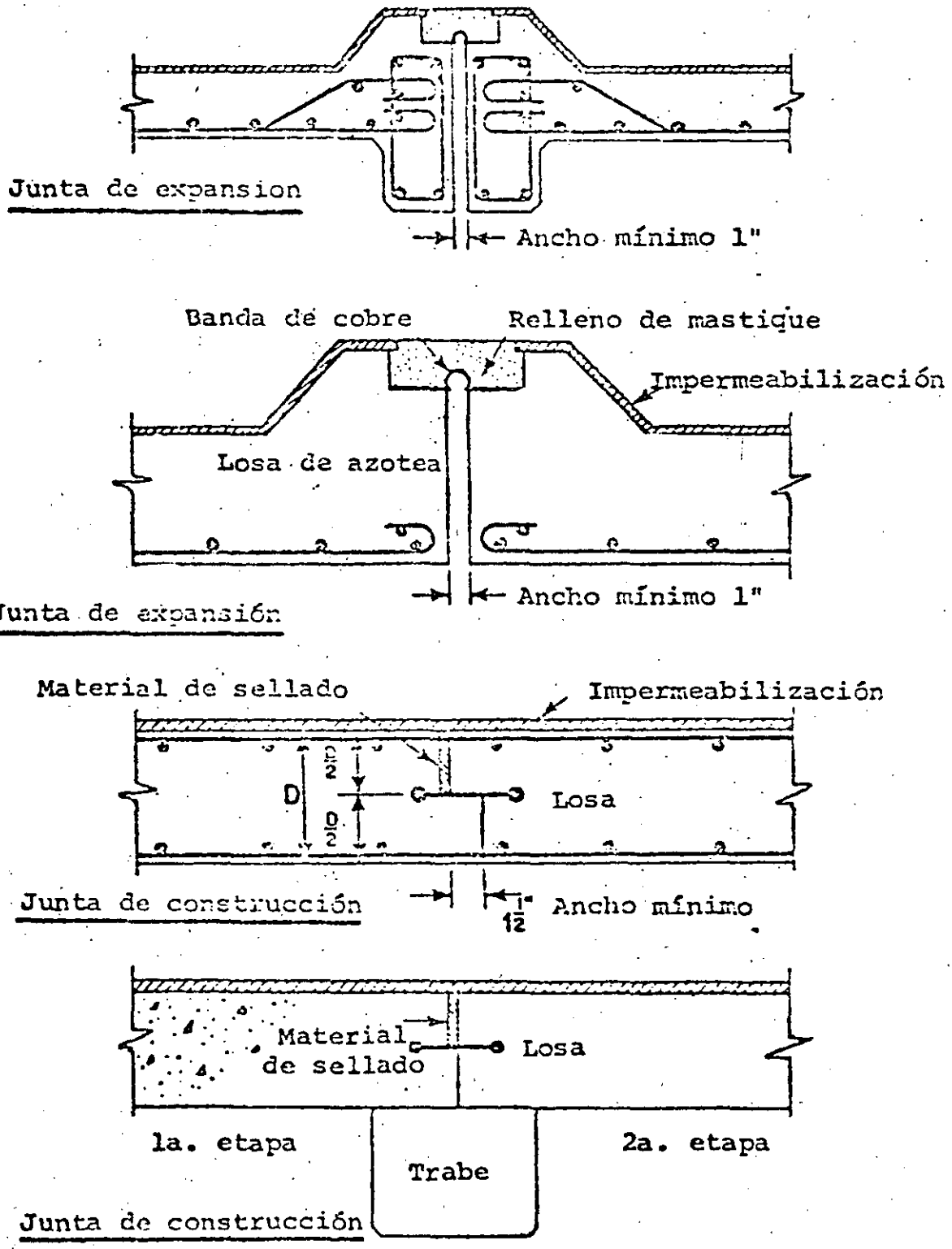
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posición que se indica en el croquis.

Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan libertad de movimiento horizontal. Para lograr tener las barras pasajuntas en su posición correcta se construye una estructura de alambrón que se clava en la subase y sobre esta se distribuyen las barras pasajuntas amarrándolas ligeramente para permitir el movimiento horizontal sin perder su alineamiento longitudinal.

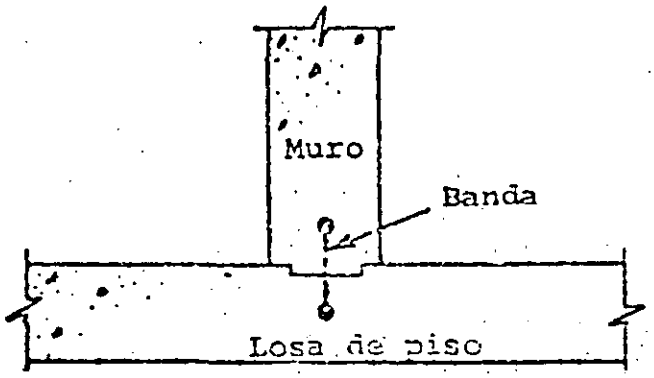
En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

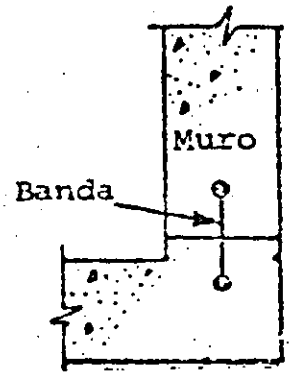
DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

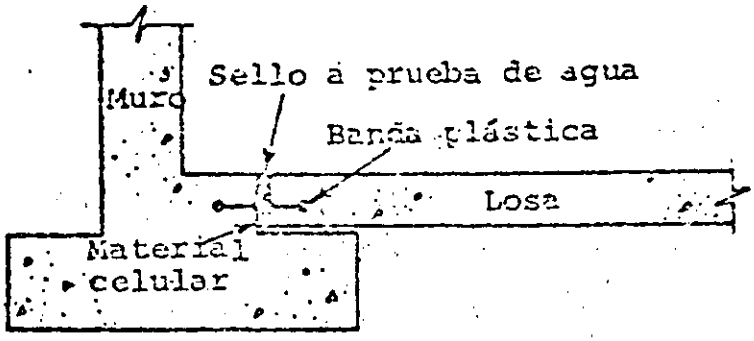


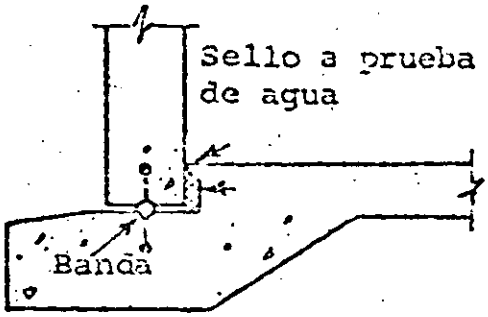
EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN

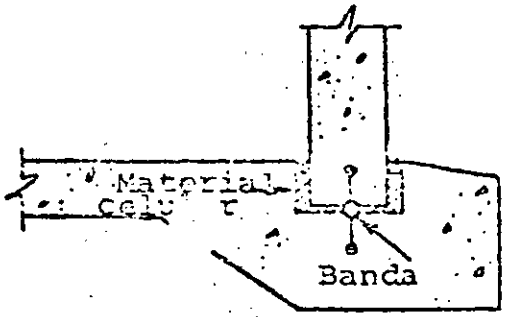
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION





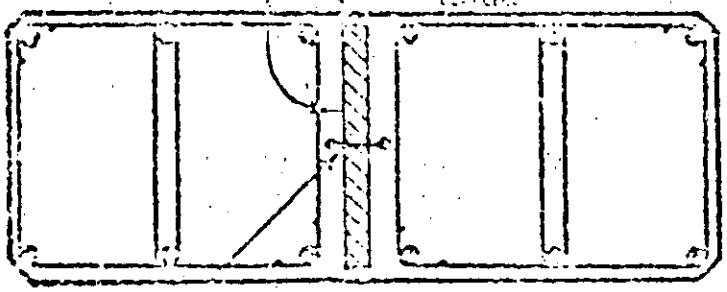




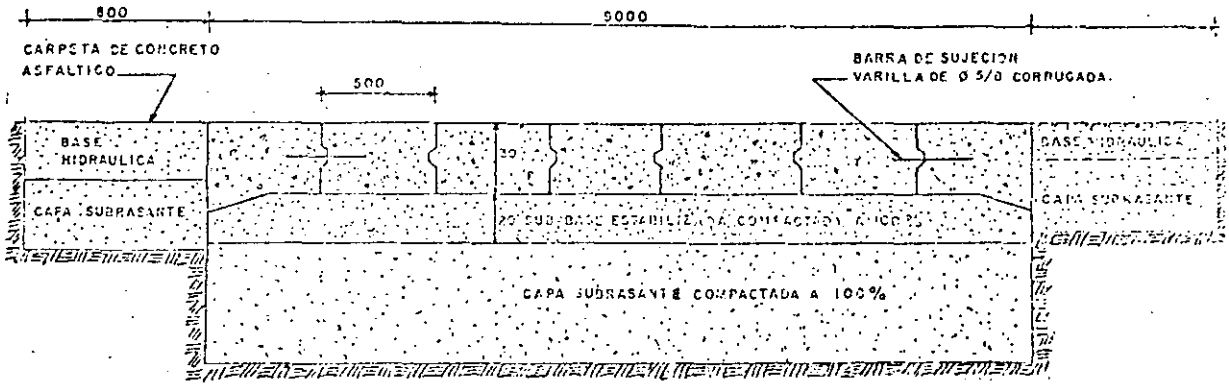


JUNTA DE CONSTRUCCION

ENTRE DOS COLUMNAS



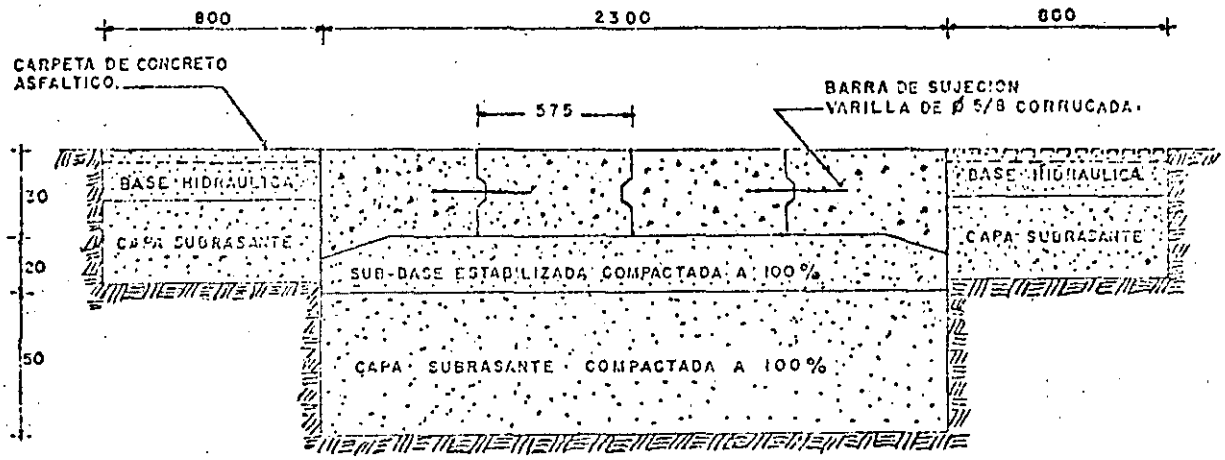
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION PLATAFORMA DE OPERACIONES

ACOTACIONES EN CM.

JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.

SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION

A. ASPECTOS GENERALES

Al desarrollarse el proyecto de una estructura cualquiera, se presentan tres etapas o pasos que pueden definirse como:

a) Planeación

En esta etapa se analizan las diversas alternativas en un nivel muy general, relacionando insumos y productos.

b) Diseño

Es el siguiente paso y en él se detalla la estructura, se dan dimensiones, se fijan calidades de los materiales y acabados y se representa mediante planos y especificaciones.

c) Construccion

En esta etapa se aplican los insumos en forma física a fin de realizar la obra que el diseñador representó en planos y especificaciones.

Es evidente que el papel del contratista está relacionado con la etapa c, siendo muy conveniente que tenga una idea completa de las etapas anteriores que se mencionan, y aún de las etapas posteriores, que son Operación y Mantenimiento de la estructura.

Podría pensarse que lo más económico es que el propietario de la estructura se abocara por sí mismo a la realizacion de todas las etapas para la consecución de un proyecto, puesto que aparentemente le reportaría economías. Sin embargo, la ejecución de una obra implica, para que sea económica, una concentracion de equipo especializado y experiencia previa. Es en la construcción, cuando se realiza el mayor gasto derivado del proyecto; los ahorros que pudieran realizarse en esta etapa son significativos para la bondad económica del mismo.

Una organizacion especializada, que cuente con los medios adecuados para la realización de la cons-

truccion, es, por lo tanto, una necesidad, que aunado a un sistema bien diseñado de otorgamiento de obras por concurso, puede dar la respuesta a la necesidad de muchos propietarios que desean construir una gran diversidad de estructuras.

En nuestro medio es prácticamente común que las obras las realicen físicamente los contratistas; pero siempre bajo el estricto control de la parte contratante, quien verificará que lo que marcan los planos y las especificaciones se cumpla.

Queda entonces claro que el contratista, tiene la obligación de contar con un adecuado sistema de control que le permita realizar la obra con la calidad especificada. Dicho sistema de control debe ser planeado, definiéndose en esta etapa, el tipo de muestra y la frecuencia con la que esta debe ser obtenida. Para tal efecto, el contratista deberá contar con un laboratorio con cierto tipo de elementos, que permita realizar las pruebas planeadas. Se necesita también una organización que realice dichas pruebas; y de acuerdo con la complejidad de las mismas, tendrá una definición del tipo de personas requeridas para manejar el laboratorio.

Es frecuente que, independientemente del sistema de control de constructor, exista un sistema de control proveído por el cliente. A este sistema de control es al que se le conoce con el nombre de supervisión, sin embargo, en estas notas al emplear los términos "supervisión" o "supervisor", se entenderá indistintamente y por conveniencia, que se puede tratar de la supervisión proveída por el cliente o bien de todo el sistema de control de calidad que realiza el constructor.

Dicho lo anterior, vale la pena también aclarar, que dentro del aspecto "control durante la colocación del concreto" no solamente se debe vigilar que se realicen las pruebas adecuadas o que se obtengan los especímenes necesarios; sino que también existe una serie de actividades que es necesario llevar a cabo de acuerdo con ciertas normas.

Trataremos de ser más claros haciendo la siguiente lista de lo que el supervisor debe controlar durante la colocación del concreto.

- Trabajabilidad y consistencia.
- Calidad del concreto.
- Forma de colocación en los moldes.
- Compactación del concreto.
- Verificación de la temperatura ambiente.
- Curado del concreto.

B. TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad, y compactibilidad. Esta trabajabilidad está afectada por la graduación de los agregados, por la forma de las partículas, por las proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos (si se usan) y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. También nos determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado.

Puede decirse que aun no existe una medida absoluta para la consistencia y para la trabajabilidad,

sin embargo, la prueba de revenimiento, que es la que se usa con mayor frecuencia en las obras, puede ser muy útil como una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad. Esta prueba de revenimiento, es ampliamente utilizada para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas se recomienda la prueba Ve Be.

C. CALIDAD DEL CONCRETO

La medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto es la resistencia a la compresión.

La función del supervisor en este aspecto, se limita a controlar que de cada determinado volúmen de concreto, se elaboren los cilindros de prueba especificados vigilando que estén debidamente identificados. Estos cilindros de prueba pueden elaborarse en la forma tradicional, o bien, en moldes en los cuales se vierte el concreto para después cerrarse herméticamente; bien se trate de la prueba normal a los 28 días o de la prueba acelerada a los 28 1/2 horas, respectivamente.

D. FORMA DE COLOCACION EN LOS MOLDES

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que debe conservar la calidad del concreto en lo que se refiere a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal manera que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración.

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías mientras se coloca. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa anterior todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir su unión entre sí mediante una vibración adecuada.

Las figuras de las tres páginas siguientes muestran cómo pueden evitarse muchas de las causas comunes de la segregación en la colocación del concreto.

E. COMPACTACION DEL CONCRETO

El proceso de compactación del concreto consiste esencialmente en la eliminación del aire atrapado. Para lograr la compactación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

Debe seleccionarse un método de compactación que sea adecuado para la revoltura de concreto y las condiciones de colado. Hay disponible una amplia variedad de métodos manuales y mecánicos.

a) Metodos manuales

Los métodos manuales más antiguos, consistían en apisonar o consolidar la superficie del concreto a fin de desalojar el aire y forzar a las partículas a una configuración más estrecha. De hecho a causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se deposita el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesario muy poca compactación adicional, como por ejemplo un ligero varillado. Sin embargo tiene la desventaja de gran contenido de agua, que como se sabe reduce la resistencia mecánica.

Las revolturas plásticas pueden consolidarse con un varillado (empujando una varilla consolidadora u otra herramienta adecuada en el concreto), o por medio de una apisonado. El paleado es algunas veces empleado para mejorar las superficies en contacto con la cimbra; una herramienta plana en forma de pala es repetidamente metida y sacada en el lugar adyacente a la cimbra. Esto obliga a las partículas gruesas a alejarse de la cimbra y ayudar a las burbujas de aire en su ascenso hacia la superficie superior. Aunque es una operación laboriosa, el resultado vale la pena algunas veces.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada capa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

b) Métodos mecánicos

El método más comunmente usado hoy en día es el de vibración, la cual se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa.

Otro método es el de barras apisonadoras operadas mecánicamente y son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precolados, incluyendo los bloques de concreto.

Un equipo que aplique altas presiones estáticas en la superficie superior puede utilizarse para consolidar losas delgadas de concreto de consistencia plástica o fluida. Aquí el concreto es prácticamente exprimido en la cimbra, expulsando el aire atrapado y parte del agua de la revoltura.

La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricacion de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Las mesas de impacto (utilizadas en el proceso Schokbeton), algunas veces llamadas mesas de golpeteo, son adecuadas para consolidar concreto de bajo revenimiento. El concreto se deposita en capas delgadas en moldes resistentes. Tan pronto como se llena el molde, se levanta alternativamente una corta distancia y se deja caer en una base sólida. Siendo que el molde y el concreto son repentinamente detenidos en caída libre, el impacto origina que el concreto se "compacte" en una masa densa. Las frecuencias varían en el rango de 150 a 250 golpes por minuto, y la caída libre es de 0.3 a 1.3 cm (1/8" a 1/2").

El proceso de vacío es un método que mejora la calidad del concreto cerca de su superficie y consiste en quitar parte del agua de la revoltura después que el concreto ha sido colado; sin embargo, esto implica algunas reconsolidación. Su principal aplicación está en la construcción de losas. En este caso, se aplican unas lonas a la superficie, después que se ha terminado la consolidación normal, y se conectan a las bombas de vacío. La succión ejercida por las bombas y la presión atomosférica del aire (una fuerza de consolidación), actúan simultáneamente en las lonas removiendo el agua y el aire atrapado en la región cercana a la superficie, cerrando los espacios ocupados previamente por el agua.

c) Combinación de métodos

Bajo ciertas condiciones, el combinar dos o más métodos de consolidación puede dar muy buenos resultados. Por ejemplo, la vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosa-

mente en los precolados y en algunas ocasiones en concreto colado en el lugar. En algunos casos se pueden utilizar vibradores de cimbra para consolidación rutinaria y vibradores internos en puntos críticos, como pueden ser ciertas secciones altamente reforzadas en donde se tienden a crear vacíos y una mala adherencia entre el concreto y refuerzo. Inversamente en secciones donde la consolidación principal se hace con vibradores internos, la vibración de la cimbra puede aplicarse también para alcanzar la apariencia deseada en la superficie.

La vibración puede aplicarse simultáneamente a la cimbra y a la superficie expuesta. Este procedimiento se usa frecuentemente en la fabricación de unidades que utilizan mesas vibratorias. Mientras que el molde es vibrado, una placa o rejilla vibratoria aplicada a la superficie expuesta ejerce un impulso vibratorio y una presión adicionales.

La vibracion del molde es algunas veces combinada con presión estática aplicada a la superficie expuesta. Esta "vibración bajo presión" es particularmente útil en muchas máquinas para fabricar bloques de concreto, donde las revolturas muy rígidas no responden favorablemente a la vibración sola.

Centrifugado (girado), vibración y rolado se combinan frecuentemente en la producción de tuberías de concreto de alta calidad y otras secciones huecas.

d) Vibrado

La vibración consiste en someter al concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales reducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en estas condiciones, el concreto se asienta por acción de la gravedad (algunas veces auxiliado por otras fuerzas) Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Vibradores como el que se muestra en la figura de la página siguiente, son muy usados para compactar el concreto.

Los vibradores internos, llamados a menudo vibradores de corto alcance o hurgadores, tienen una cabeza o caja vibradora. La cabeza se sumerge y actúa directamente contra el concreto. En la mayoría de los casos para evitar el sobre-calentamiento los vibradores internos dependen del efecto de enfriamiento del concreto que los rodea.

Todos los vibradores internos actualmente en uso son del tipo rotatorio. Los impulsos vibratorios emanan en ángulo recto de la cabeza del vibrador.

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se trasmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

Los vibradores rotatorios siguen una trayectoria orbital que generalmente se alcanza al rotar un peso desbalanceado o excéntrico dentro de la caja del vibrador.

Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador de 3 a 10 cm. y el radio de acción de 30 a 60 cm.

Resumiendo, podemos decir que para lograr buenos resultados en la vibración, es importante observar los siguientes aspectos.

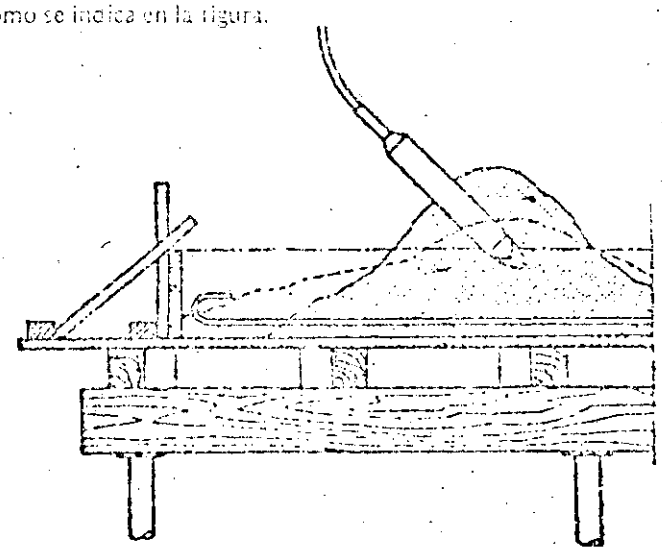
1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.

2o. Se recomienda no vibrar un concreto con demasiado contenido de agua porque se segrega fácilmente favoreciendo la formación de bolsas de grava.

3o. Debe sumergirse el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión en determinadas revolturas puede producir segregación.

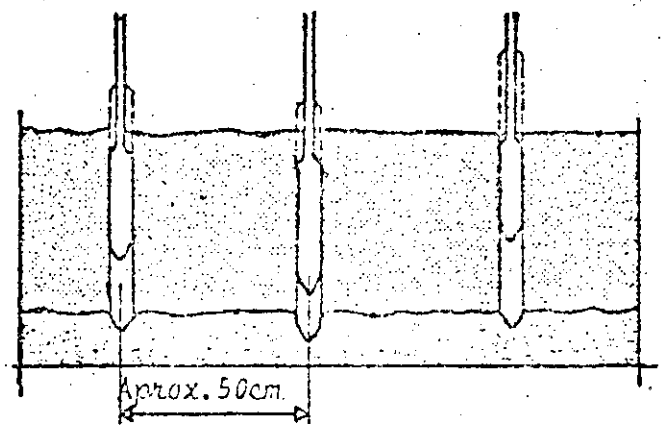
4o. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.

5o. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de accion de cada posición se cubra parcialmente la de las inmersiones anteriores. No se debe permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador, tal como se indica en la figura.



6o. En losas nervadas hay que seleccionar un cabezal con un diámetro que permita su penetracion en las nervaduras.

7o. Cuando se esta colando concreto masivo, se recomienda que las descargas formen capas de aproximadamente 50 cm. de espesor, profundidad a la que debe penetrar el cabezal más una pequeña parte adicional dentro de la capa inferior, tal como se indica en la figura.



Por último, diremos únicamente que una de las funciones del supervisor es también la de verificar el buen funcionamiento del equipo, comprobando que la frecuencia sea la especificada por el fabricante.

e) **Revibrado**

Es normal que el vibrado se haga inmediatamente después de la colocación del concreto, de modo que la compactación se complete antes de que el concreto se haya endurecido.

El revibrado es el proceso de volver a vibrar el concreto que ha sido vibrado anteriormente. Por ejemplo, para asegurar la buena unión entre capas, la parte superior de la capa inferior debe ser revibrada, siempre y cuando la capa inferior se encuentre aun en estado plástico; es así como pueden eliminarse grietas de asentamiento y efectos internos de sangrado.

De esta exitosa aplicación del revibrado surge la idea del uso general del revibrado. En base a resultados experimentales, se ve que el concreto puede revibrarse exitosamente después de 4 horas del tiempo de mezclado. Si se revibra 1 ó 2 horas después de la colocación, puede incrementarse la resistencia a la compresión a los 28 días. La comparación se basa en el mismo período total de vibración, aplicado inmediatamente después de la colocación o parcialmente en ese momento y parcialmente después de un tiempo especificado. Se han observado incrementos en resistencia de aproximadamente el 14o/o; pero los valores reales pueden depender de la trabajabilidad de la mezcla y los detalles de procedimiento. En general, el mejoramiento en la resistencia es más pronunciado en edades tempranas, y es mayor en concretos propensos a sangrado fuerte ya que el agua atrapada se expele con la vibración. Por la misma razón, el revibrado mejora grandemente la unión entre el concreto y el refuerzo. Probablemente también, en parte, el aumento en resistencia se deba al relajamiento de los esfuerzos de contracción plástica alrededor de las partículas del agregado.

A pesar de todas las ventajas ya expuestas, el revibrado en nuestro medio es poco usual, debiéndose esto a que implica un paso adicional en el proceso de colado y, consecuentemente, un incremento en el costo. Además, se debe tener un cuidado especial en no aplicar el revibrado demasiado tarde ya que puede dañar el concreto.

F. VERIFICACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Las temperaturas tienen un efecto muy importante en la velocidad de endurecimiento del concreto. Cuando la colocación del concreto se realiza en climas extremosos, esta se debe planear con todo cuidado para poder contrarrestar los efectos negativos que sobre el concreto, sobre todo a edades tempranas, se puedan tener.

a) Colocación en clima frío

En nuestro país es muy raro encontrar climas extremadamente fríos, si acaso, en determinadas épocas del año en el norte y eso no comparables con los extremos de los Estados Unidos.

Por la razón antes indicada, únicamente mencionaremos la siguiente recomendación: en climas fríos cuya temperatura promedio es superior a los 4.5°C (diario), solo se necesita proteger al concreto del congelamiento las primeras 24 horas, debiéndose procurar, por indeseable, no realizar colados con temperaturas abajo de los 4.5°C. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5°C. Para quienes estén interesados en profundizar sobre este tema, se recomienda consultar la "Práctica Recomendada para la Colocación del Concreto en Clima Frío" (ACI 306-66).

b) Colocacion de concreto en clima cálido

Los climas calurosos sí son frecuentes en la República Mexicana, siendo por ello que sobre el estudio de este aspecto, se ha profundizado más.

Hay algunos problemas especiales en la colocación del concreto en clima cálido, causados tanto por la alta temperatura del concreto como por la mayor evaporación en la mezcla fresca. Estos problemas son relativos al mezclado, la colocación y el colado del concreto.

Una mayor temperatura en el concreto fresco produce una hidratación más rápida, conduciendo, consecuentemente, a un fraguado acelerado y una resistencia más baja del concreto endurecido.

Una evaporación rápida puede causar contracción plástica y agrietamiento superficial y el enfriado posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.

Otras complicaciones adicionales son las siguientes: la inclusión de aire es más difícil, aun cuando puede inmediarse con grandes cantidades de un agente inclusor el agua de curado tiende a evaporarse rápidamente.

Hay varias medidas correctivas que pueden tomarse. En primer lugar, el contenido de cemento debe mantenerse tan bajo como sea posible, a fin de que el calor de la hidratacion no agrave indebidamente los efectos de la alta temperatura ambiente. La temperatura del concreto fresco puede bajarse al enfriar previamente uno o varios de los ingredientes de la mezcla. Por ejemplo, puede usarse hielo en vez de una parte del agua de la mezcla, pero es esencial que el hielo se haya derretido completamente antes de que el mezclado se complete. Es más difícil enfriar el agregado y, debido al bajo calor específico de la piedra, resulta menos efectivo. Todos los materiales que se usen deben protegerse de los rayos solares. También puede colarse de noche, y en algunas ocasiones se recomienda no usar cemento de resistencia rápida.

La temperatura del concreto entregado en la obra, debe ser tan baja como sea posible; se especifica con frecuencia un límite superior de 29°C.

Todas las superficies de contacto se deben humedecer antes que el concreto sea colocado, compactado, terminado y curado.

Para reducir la evaporación, el concreto deberá ser protegido del aire a elevadas temperaturas y del secado por viento, mediante un curado apropiado.

Se debe dar el acabado correspondiente lo más rápidamente posible, y cuando el concreto está listo para el acabado final, se descubre solamente la pequeña sección que queda inmediatamente adelante de los operarios que hacen el terminado y se cubre de inmediato una vez realizado, procurando que la cubierta se encuentre húmeda.

G. CURADO

A fin de obtener un buen curado, la colocacion de la mezcla, apropiada, debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento.

El nombre de curado se le dá al proceso para promover la hidratación del cemento, y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia adentro y afuera del concreto.

La necesidad de curado procede de que la hidratación del cemento solamente puede tener lugar en capilares llenos de agua. Por esta razón debe prevenirse la pérdida de agua capilar por evaporación. Mas aún, el agua que se pierde internamente por desecación propia debe ser reemplazada por agua del exterior, o sea, que debe hacerse posible el ingreso de agua en el concreto.

En lo que sigue haremos tan solo una lista de los diferentes medios de curado, ya que los procedimientos reales que se usan varían ampliamente y dependen de las condiciones de la obra y del tamaño, la forma y la posición del elemento por curar.

Puede decirse que existen dos procedimientos básicos para mantener la humedad del concreto, a saber:

a) Evitar la evaporacion aplicando un material impermeable sobre la superficie.

b) Reponer el agua evaporada mediante aplicación adicional.

Para el curado de superficies horizontales se puede recurrir a los siguientes medios:

1o. Mantener en las mismas condiciones el material o producto empleado en el curado inicial durante el tiempo especificado para el curado final. Se entiende por curado inicial al que se realiza inmediatamente después del acabado, recubriendo la superficie con un material que impida la evaporación, de preferencia una tela o papel absorbente que se mantenga saturado de un día para otro o un compuesto líquido que forme una membrana impermeable.

2o. Aplicar una capa de 5 cm. de arena o tierra, manteniéndola saturada.

3o. Aplicar una capa de 7.5 cm. de heno, pasta o paja, manteniéndola saturada.

4o. Colocar láminas impermeables de plástico o papel de color claro.

5o. Recubrir con un compuesto líquido de calidad aprobada que forme una membrana impermeable. Si la superficie está expuesta al sol, el compuesto debe ser de color blanco.

Algunas especificaciones recomiendan que para concretos fabricados con cemento tipo I, II y V se mantenga la humedad por lo menos 7 días; mientras que para los concretos elaborados con cemento tipo IV o una combinación de cemento y puzolanas, se mantenga por lo menos 14 días.

BIBLIOGRAFIA

1. ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Depto. de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM

2. INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Depto. de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM
1977

3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Tomo I
A.M. Neville
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
1977

4. SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO

Arq. Jorge García Bernardini
Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1976

5 ADVANCED BUILDING CONSTRUCTIONS SISTEMS

Slip Form Construction of Building
Charles J. Pan Kow

6 PRACTICA RECOMENDADA PARA LA MEDICION, MEZCLADO, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO

Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1974

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA CONCRETO REFORZADO EN LOSA DE 15 CM. DE ESPESOR, CON UNA F'C = 240 KG/CM² Y ACERO DE ALTA RESISTENCIA F_s = 2000 KG/CM_2, POR METRO CUBICO DE CONCRETO.

DATOS BASICOS:

El concreto se fabricará a pie de obra utilizando una revolvedora 6S. La obra se ejecutará en el Distrito Federal, sin condiciones severas de temperatura.

Se aceptará unicamente un 20% de valores de resistencia abajo de la de proyecto.

El espesor de la losa es de 15 cm. y sus dimensiones son de 8 x 6 m.

Se utilizarán 7.5 Kg. de acero por metro cuadrado de losa.

La distancia libre entre varillas es de 5.3 Cm.

El colado se hará en un segundo nivel a 5 M. de altura sobre el piso de la calle.— La altura de la cimbra será de 2.50 M.

Las condiciones de mezclado y colocación del concreto, consistirán en el pesado de todos los materiales control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y en la arena y en la cantidad de agua. La supervisión será continua.

De las pruebas de laboratorio se encontraron los siguientes valores en los materiales que intervienen:

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	PESO VOL. COMPACTO	HUMEDAD TOTAL%	ABSORCION %	MF.
Cemento	3. 13	1540	———	———	———
Grava	2. 38	1590	2.5	1.5	———
Arena	2. 45	1600	3.5	2.0	2.6

El cemento usado será tipo III (R. R.)

El análisis lo vamos a hacer considerando los recursos que intervienen en cada uno de estos tres aspectos:

a).— Concreto (Proporcionamiento, costo de materiales, costo de mano de obra y equipo de mezclado y colocación, vibrado y herramientas).

b).— Acero (costo material, obra de mano en habilitado y armado, herramienta).

c).— Cimbra (Costo materiales, obra de mano y herramienta).

a).- CONCRETO.

a- 1).- Proporcionamiento

Volumen de concreto por colar:

8 x 6 x 0.15 = 7.2 M3., que es el concreto por colar. Sabiendo que las dimensiones de la losa son de 8 x 6 M. y el espesor es de 0.15 M.

Se tomarán 2 muestras de concreto. De la tabla 3.3 y de acuerdo con la condiciones indicadas:

V = 7 a 8% Consideremos 8%

De la tabla 4, para 2 muestras y probabilidad de 2 en 10

T = 1.376

$$f_{cr} = \frac{f'c}{1 - tV} = \frac{240}{1 - (1.376 \times 0.08)}$$

$$f_{cr} = \frac{240}{1-0.11} = \frac{240}{0.89} = 269.66$$

Consideramos $f_{cr} = 270$ Kg/Cm^2.

PASO I.– Determinación del revenimiento

De la tabla 1: De 2 a 8 Cm.

PASO II.– Determinación del tamaño máximo del agregado.

Por especificación 0.75 d = 0.75 x 5.3 = 3.975 Cm.
Consideramos; 40 mm.

(I) REVENIMIENTO Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.– Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendadas para el revenimiento y el tamaño máximo del agregado. Como se ha dicho, deben usarse mezclas con la consistencia más seca que pueda colocarse eficientemente. Siempre deben évitarse las mezclas aguadas; son difíciles de colocar sin segregación y casi siempre producen concreto débil y falto de durabilidad.

Dentro de los límites de la economía, debe usarse el máximo del tamaño de agregado permisible, ya que el uso del mayor tamaño de agregado permite una reducción en las cantidades de agua y de cemento. Sin embargo, el tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de la cimbra ni mayor que las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo. Pueden usarse tamaños menores por razones económicos o cuando no se disponga de otros mayores.

PASO III.– Cantidad de agua de la mezcla.

Se usará concreto sin inclusor de aire
De la tabla 2; A = 175 Kg. A = Cantidad de agua en Kg.
Contenido de aire 1%

(2) ESTIMACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE AGUA.– La cantidad de agua requerida por unidad de volúmen de concreto para producir una mezcla de la consistencia deseada depende del tamaño máximo, la forma de la partícula y la granulometría de los agregados, y de la cantidad de aire incluído. Es relativamente independiente de la cantidad de cemento. Pueden encontrarse indicaciones sobre las granulometrías aceptables en las recomendaciones de organizaciones tales como: American Society for Testing and Materials (AS TM), American Association of State Highway Officials, Federal, Specifications Board, y en los requisitos de organismos locales tales como departamento de carreteras estatales, municipales y citadinos.

PASO IV.– Relación agua - cemento vs resistencia.

De la tabla 3 (a)

Para 250 Kg/Cm^2	+0.62
Para 300 " "	-0.55
	0.07 Para 50 Kg.

Para 10 Kg/Cm^2 $= \frac{0.07}{5} = 0.014$

Para 250 Kg/Cm^2 $= 0.620$

Pero como 20Kg/Cm^2 $= 0.014 \times 2 = 0.028$

Para 270 Kg/Cm^2 $= 0.592$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

A = Cantidad de agua en Kg.
C = Cemento en Kg.

(3) SELECCION DE LA RELACION AGUA–CEMENTO.– Los requisitos de calidad del concreto, pueden establecerse en términos de durabilidad y resistencia mínimas,o, frecuentemente, de un mínimo de consumo de cemento. Puesto que la durabilidad del concreto depende de muchas variables que incluyen el mezclado, colocación, curado, calidad de los ingredientes, etc., debe seleccionarse el proporcionamiento que permita obtener una pasta del cemento de calidad adecuada para resistir las condiciones de exposición previstas. Entonces, el control adecuado de los otros factores asegura un concreto durable.

Como se mencionó antes, la inclusión de aire es de gran ayuda para lograr un concreto durable y debe usarse siempre que se esperen condiciones severas de exposición al medio ambiente. Cuando el concreto vaya a quedar expuesto a la acción de los sulfatos, se debe usar cemento resistente a los sulfatos (preferiblemente tipo V o, en su defecto, tipo II).

PASO V.– Consumo de cemento.

A = 175 L. = 175 Kg. de agua

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

$$C = \frac{175}{0.592} = 295.6 \text{ Kg/M3}$$

Consideramos 296 Kg/M3

PASO VI.– Cantidad de grava.

De la tabla 4: Volúmen unitario = 0.73

Sabiendo que el módulo de finura de la arena es de 2.60 y su peso volumétrico es de 1.590 Kg/M3

Por lo tanto:

$$0.73 \times 1.590 = 1.160.7 \text{ Kg/M3} = 1.161 \text{ Kg/M3}$$

PASO VII.– Determinación del peso de la arena.

Agua – Vol. $= \frac{175}{1000} = 0.175$ m^3 volúmen abs.

Cemento = Vol. $= \frac{296}{3.13 \times 1000} = 0.095$ M^3 volúmen abs.

(3.13 = Peso específico del cemento)

Grava – Vol. $= \frac{1161}{2.38 \times 1000} = 0.488$ M^3 volúmen abs.

(2.38 = P.E. de la grava)

Aire atrapado = 1% 0.010 M^3 volúmen abs.

SUMA 0.768 M^3

Vol. abs. de arena = 1.000 – 0.768 = 0.232 M^3

Peso requerido de arena seca = Vol. abs. de arena x P.E. arena x 1000
Peso requerido de arena seca = 0.232 M^3 x 2.45 x 1000 = 568.4 Kg
Consideramos 568 Kg.

PROPORCIONAMIENTO	VOL. ABSOLUTO	PESO
Agua.	0. 175	175 Kg
Cemento	0. 095	296 Kg
Grava (seca)	0. 488	1161 Kg
Arena (seca)	0. 232	568 Kg
Aire atrapado.	0. 010	– – –
SUMA =	1. 000	2,200 Kg.

PASO VIII.– Correcciones por humedad y absorción:

Por humedad:

Grava (Húmeda) = 1161 x 1.025 = 1190.025 = 1190 Kg
Arena (húmeda) = 568 x 1.035 = 587.88 = 587.9 Kg

Agua superficial contiene agregado grueso: 2.5 – 1.5 = 1%
Agua superficial contiene agregado fino: 3.5 – 2.0 = 1.5%

NOTA: De la tabla de la primera hoja:

2. 5% = humedad total de la grava
3. 5 % = humedad total de la arena
1.5 % = absorción de la grava
2. 0 % = absorción de la arena.

Agua necesaria:

1161 Kg = Peso de la grava seca
568 Kg = Peso de la arena seca
175L. = Cantidad de agua sin corrección.

Agua necesaria = 175 – (0.01 x 1161 + 0.015 x 568)
= 175 – (11.61 + 8.52).
= 175 – (20.13) = 154.67 L.

Consideramos 155 Lt.

Proporcionamiento final: (en peso)

Agua = 155 Kg
Cemento = 296 Kg
Grava = 1190 Kg
Arena = 587.9 Kg
2228.9 Kg

a–2) COSTO MATERIALES QUE INTERVIENEN EN EL CONCRETO

Cemento Tipo III (R.R.)
Ver análisis pag. 16 Factores de Consistencia
Costo = $ 680 . 00 /Ton.
Grava y Arena:
Costo de material

—Incluyendo flete en el D.F.	$ 140.00/m^3
Desperdicio 6%	$ 8.40/m^3
	$ 148.40/m^3

Suponemos que en este caso no nos cuesta el agua.

Costo cemento por m^3 concreto:
$ 680.00 /Ton x 0.296 Ton. /m^3 = $201.28
Costo grava por m^3 concreto:
($ 148.90/m^3 ÷ 1.59 Ton/m^3) x 1190.0 kg. =
= $ 93.33 Ton x 1.190 Ton = $ 111.06
Costo arena por m^3 concreto:
($ 148.40/m^3 ÷ 1.6 Ton./m^3) x 587.9 kg. =
= $ 92.75 Ton x 0.5879 Ton. = $ 54.52
Costo materiales por m^3 de concreto = $ 366.86/m^3

a–3) COSTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO

Revolvedora 6S
Analizamos su costo horario y nos dá: $ 63.75/hora
incluyendo operador.
La producción horaria de esta mezcladora es:
Capacidad: 6 x (0.305)^3 = 0.170 m^3

$$R = \frac{V \times 60 \times fef}{t}$$

Consideramos un factor de eficiencia de 0.75 y un tiempo de mezclado de 2 minutos.

$$R = \frac{0.170\ m^3 \times 60 \times 0.75}{2} = 3.83\ m^3/hora.$$

El volúmen de la losa se colaría en un poco más de una hora, así que necesitamos una sola revolvedora.

$$\frac{7.2}{3.83} = 1.88 \text{ hora} = 1 \text{ hora } 53 \text{ minutos}$$

Costo equipo revoltura: $63.75 /hora ÷ 3.83 m^3/hora = $14.03/m^3

a–4) MANO DE OBRA EN FABRICACION, MEZCLADO Y COLOCACION DE CONCRETO

Considerando transporte del concreto con malacate y canaletas por éstar en un segundo piso, el personal necesario es:

Peones:	3.83	m^3/	hora	x	2.30	=	8.8 personas
Cabos:	3.83	m^3/	hora	x	0.22	=	0.8 personas
Operador de Malacate :	3.83	m^3/	hora	x	0.22	=	0.8 personas
							10.4 personas

Consideramos 11 personas:
9 peones, 1 cabo y un operador de malacate.
Los distribuimos en la forma siguiente:

Peón acarreando agua y cemento a la rev.	=2
Peones acarreando grava y arena	=3
Peones cargando botes abajo	=2
Peones distribuyendo y nivelando el concreto	=2

Para el D.F. consideramos peones a $ 106.40 } (1977)
Cabo y operador malacate a $ 118.10 }

Total por día trabajado: (factor: 1.53 para salario mínimo y 1.48 para salarios mayores que el mínimo)

Peón: $162.79
Cabo y Op: $174. 79
Costo mano de obra:

9 peones x $ 162.79 = $ 1,465.11
2 (cabo y op) x $ 174.79 = $ 349.58
$ 1,814.69/Turno

Considerando un rendimiento del personal del 75% en turno de 8 horas.

8 x 0.75 = 6 horas efectivas por turno.

Mezclado y colocación por m^3

$$\frac{\$1,814.69/\text{Turno}}{6 \text{ horas / Turno} \times 3.83\ m^3/\text{hora}} = \$\ 78.97/m^3$$

Costo mano de obra mezclado y colocación concreto: $78.97/$m^3$

a–5)

HERRAMIENTA

Consideramos un 10% de la obra de mano (varía de 5 a 20%).

78.97 x 0.10 = $7.90/$m^3$
Costo herramienta = $7.90/$m^3$

a–6)

VIBRADO DE CONCRETO

Costo horario del vibrador incluyendo operación = $36.15/hora.
Rendimiento igual al del colado.

$$\text{Costo Vibrado.} = \frac{\$36.15/\text{hora}}{3.83\ m^3/\text{hora}} = \$9.43/m^3$$

a–7)

CURADO DEL CONCRETO

Costo curacreto: $10.00/litro
Rendimiento por litro incluyendo desperdicios = 5.00 m^2/1.
(varía entre 4 y 6 m^2).
Para 15 cm. de espesor:

5.00 m^2 x 0.15 m = 0.75
Costo curado por m^3 = $ 10.00/1. ÷ 0.75 m^3/1.
= $ 13.33/m^3

Costo del curado = $ 13.33/m^3

RESUMEN DEL COSTO DE CONCRETO

a–2 Materiales	$ 366.86/M^3
a–3 Equipo	$ 14.03 "
1–4 Mano de obra	$ 78.97 "
a–5 Herramienta	$ 7.90 "
a–6 Vibrado	$ 9.43 "
a–7 Curado	$ 13.33 "
a) COSTO CONCRETO HECHO EN OBRA:	$ 490.52/M^3

b) A C E R O

b–1) Material

Del ejemplo No. 1 (Factores de consistencia), actualizado a Enero 1977.

Costo material puesto en obra por ton. = $7.180.00/Ton.

Cantidad de acero necesario por M^2 de losa = 7.50 Kg

Material por M^2 de losa = 7.50 Kg/M^2 x $ 7.18/Kg. = $53.85/$M^2$

b–2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación)

Costo obra de mano por tonelada = $1,754.92/ton. acero

Ejemplo No. 7

Obra de mano por M^2 de losa = $1.75/Kg. x 7.50 Kg/$M^2$ = $13.12/$M^2$

b–3) Herramienta

Se representa como un porcentaje de la obra de mano, varía entre 5% y 10% ; usaremos 8%

Herramienta por m^2 losa = 0.08 x 13.12 = $ 1.05/m^2

RESUMEN ACERO POR M2 DE LOSA

b–1) Material	$ 53.85
b–2) Obra de Mano	$ 13.12
b–3) Herramienta	$ 1.05
SUMA	$ 68.02/M^2

Para 15 cm. de espesor: $ 68.02/0.15 = $ 453.47/M^3.

COSTO ACERO = $ 453.47/M^3 DE CONCRETO

c) C I M B R A

c–1 Materiales

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite o diesel, necesarios por M^2 de losa, sin incluir trabes.

Madera (Núm. de pies tablón necesario). Por metro cuadrado de losa.

Duela 1 " Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P. T.

Polín 3 " x 4 " Largueros (madrinas a cada 80 cm) =

3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10 "

Polín 4" x 4" Pies derechos a cada 1.25 mts.

4" x 4" x 8–1/4' x 1.00 = 11.00 "

Contraventeo pies derechos: 10%

0.10 x 11.00 P. T. = 1.10 "

Calzas, uniones, etc. estimado: = 1.00 "

SUMA = 27.96 P. T.

Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80

Suma por M^2 inc. desperdicios = 30.76 P. T.

No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)

No. de pies tablón por uso = 30.76/6 = 5.13 P. T./uso

Costo P. T. en el D. F. = $ 9.50 (enero 1977)

Madera por M^2 de losa = 5.13 X $ 9.50 $ 48.73

(NOTA: En este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas, andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano para fabricarlos).

Clavo:

Cantidad clavo necesaria/M^2 losa = 0.50 Kg.
(varía entre : 0.2 y 0.8 Kg/M^2)
Costo clavo por kilo = $ 30.00 (enero 1977)
(varía según longitud)
Clavo por M^2 de losa = $ 30.00 x 0.50 = $ 15.00

Aceite quemado:

Se emplea para la protección de la madera
Costo por litro = $1.50
No. de litros por M^2 de losa = 1.0 lt.
(Varía entre: 0.50 y 2.00 lts.)
Aceite quemado por M^2 losa = 1.0 x $1.50 = $ 1.50
Suma c–1) Materiales por M^2 de losa $ 65.23

c–2) Obra de mano

Costo cimbrado y descimbrado/M^2 = $50.52 (Ejemplo No. 8)
Por M^2 de losa = 1.00 x $50.52 = $ 50.52

c–3) Herramienta

Porcentaje de la obra de mano.
Varía entre el 1% y 5%, usaremos 2%
Herramienta por M^2 de losa = 0.02 x $50.52 = $ 1.01

Resúmen cimbra por M^2 de losa.

c–1) Materiales	$ 65.23
c–2) Obra de Mano	$ 50.52
c–3) Herramienta	$ 1.01
S U M A.....	$ 116.76

Para 15 cm. de espesor: $116.76/0.15 = $778.40

COSTO CIMBRA = $ 778.40

COSTO DIRECTO DEL METRO CUBICO DE CONCRETO HECHO EN OBRA

a) CONCRETO	:	$ 490.52/M^3
b) ACERO	:	$ 453.47/M^3
c) CIMBRA	:	$ 778.40/M^3
		$ 1,722.39/M^3

COSTO DIRECTO	$ 1,722.39/M^3
INDIRECTOS (30% C. D.)	$ 516.72/M^3
COSTO UNITARIO	$ 2,239.11/M^3
UTILIDAD (15 % C.U.)	$ 335.87/M^3
PRECIO UNITARIO	$ 2,574.98/M^3

TABLAS PARA PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

TABLA 1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones

Tipo de construcción	Revenimiento, cm Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas, cajones y muros de sub-estructura no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas de edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto en masa	5	2

*Se puede incrementar en 2 cm cuando se utilicen métodos de consolidación diferentes de la vibración.

TABLA 2 Requisitos aproximados de agua de la mezcla y contenidos de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado*

Revenimiento cm	Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicados						
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	75 mm
Concreto sin aire incluido							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Contenido de aire, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
Concreto con aire incluido							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5

*Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para revolturas de prueba. Son los máximos para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

Los valores del revenimiento para concreto con agregado mayor de 40 mm se basaron en pruebas de revenimiento hechas después de retirar las partículas mayores de 40 mm por cribado.

TABLA 3. (a) Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a la compresión

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm²*	Relación agua/cemento, en peso: Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Las cifras indican resistencias promedio estimadas para concretos que contienen aire en porcentajes no mayores que los mostrados en la Tabla 5.2.3. Para una relación agua/cemento constante la resistencia del concreto se reduce a medida que el contenido de aire se incrementa.

La resistencia está basada en cilindros de 15×30 cm, sometidos a curado húmedo durante 28 días ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la norma ASTM C31, "Fabricación y Curado en el Campo de Especímenes de Concreto para Ensayes a Compresión y Flexión". La resistencia en cubos es aproximadamente un 20% más alta. Las relaciones suponen un tamaño máximo de agregado de 20 a 25 mm para agregados de una procedencia determinada. La resistencia producida por una relación agua/cemento dada debe aumentarse cuando disminuya el tamaño máximo; véanse las Secciones 3.4 y 5.2.2.

TABLA 4 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso*, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura** de la arena: 2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

*Los volúmenes están basados en agregados en condición "seco y compactado con varilla" como se describe en ASTM C29, "Peso Unitario de Agregados".

Esos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que producen concretos con grados de manejabilidad convenientes para la construcción reforzada usual. Para concretos menos manejables, tales como los que se requieren en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar en un 10%. Para concretos más manejables, como los que se requieren cuando la colocación se va a realizar con bombeo, reducirse en un 10%.

TABLA 17-4 MANO DE OBRA EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO (+)

MEZCLADORA MODELO	METODO DE MANEJO DE INGREDIENTES Y CONCRETO	TRABAJO DE PEONES	CABOS	OPERADOR DE MEZCLADORA	OPERADOR DE MALACATE	OPERADOR DE GRUA	CARPINTERO
COLADOS DE GRANDES MASAS DE CONCRETO (CIMENTACIONES, PRESAS, PILASTRAS, ETC.)							
16S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	1.2	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
28S	Cucharón de almeja, grúa y bote.	0.85	0.085	0.071	0.071	0.071	0.71
COLADOS EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES Y SIMILARES							
Ninguna	A mano	4.25	0.43				
6S	Carretillas de mano	2.95	0.22				
6S	Malacate y canaletas	2.30	0.22		0.22		
14S	Carretillas de mano	2.60	0.16	0.16	—	—	0.16
14S	Malacate y canaletas	2.30	0.16	0.16	0.16	—	0.16
14S	Carretillas de mano	2.60	0.13	0.13	—	—	0.13
14S	Malacate y canaletas	2.30	0.13	0.13	0.13	—	0.13
16S	Carretillas de mano	2.60	0.13	0.13	—	—	0.13
16S	Carretilla concretera (Vague)	2.50	0.13	0.13	—	—	0.13
16S	Cucharón de almeja malacate y "vague"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
28S	Cucharón de almeja malacate y "vague"	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(+) Estos valores deberán considerarse como índices, y para convertirlos a datos prácticos, deberán afectarse de los correspondientes factores de rendimiento de trabajo, y los derivados del criterio de calificación racional de la mano de obra, de acuerdo con lo consignado en la Sexta Parte de este Manual.

TABLA 17-7 LABOR EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA HACER 100 GANCHOS O DOBLECES EN FIERRO DE REFUERZO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA EN PULGADAS	TRABAJO A MANO		TRABAJO CON MAQUINA	
	doblez	gancho	doblez	gancho
1/2" o menor	3	4.5	1.2	1.9
de 5/8" a 7/8"	3.8	6	1.5	2.3
de 1" a 1 1/8"	4.5	7.5	1.9	3.0
1 1/4" a 1 1/2"	5.5	9	2.3	3.75

(+) El trabajo de cortado usualmente requiere un promedio de 2 horas por cada 100 cortes efectuados.

TABLA 17-8 LABOR REQUERIDA, EN HORAS-HOMBRE, PARA LA COLOCACION Y ARMADO DE 100 VARILLAS DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA	LONGITUD DE LA VARILLA		
	Igual o menor a 3.0 m.	de 3 a 6 m.	de 6 a 9 m.
1/2" o menor	4.8	6	7
de 5/8" a 7/8"	5.8	7.3	8.3
de 1" a 1 1/8"	6.8	8.5	10
1 1/4" a 1 1/2"	7.8	10	12

(+) El trabajo de colocación incluye silletas, espaciadores, colocación y amarre con alambrón.

$$f_{cr} = \frac{f'_c}{(1 - tV)} \qquad (7)$$

donde:

f_{cr} = resistencia promedio requerida.

f'_c = resistencia de proyecto especificada.

t = constante que depende de la proporción de resultados inferiores a f'_c y del número de muestras empleadas para calcular el coeficiente de variación V. (Véase la Tabla 4.)

V = coeficiente de variación expresado como fracción.

TABLA 4.—VALORES DE t*

Número de muestras menos 1**	Porcentaje de ensayes que caen dentro de los límites $\bar{X} \pm t\,\sigma$							
	50	60	70	80	90	95	98	99
	Probabilidades de caer debajo del límite inferior							
	2.5 en 10	2 en 10	1.5 en 10	1 en 10	1 en 20	1 en 40	1 en 100	1 en 200
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

TABLA 3.2 Resistencia de cilindros de concreto
(Resistencia a los 28 días de cilindros de 15 × 30 cm)

No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²	No.	Resistencia kg/cm²
1	247	26	265	51	236	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	308	54	261	79	208
5	252	30	293	55	243	80	198
6	252	31	253	56	243	81	277
7	241	32	239	57	249	82	253
8	197	33	246	58	251	83	253
9	304	34	268	59	261	84	251
10	276	35	300	60	247	85	224
11	249	36	266	61	233	86	208
12	322	37	261	62	249	87	271
13	348	38	288	63	249	88	216
14	241	39	277	64	267	89	216
15	249	40	268	65	211	90	251
16	194	41	267	66	238	91	203
17	236	42	257	67	253	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	208	44	227	69	246	94	227
20	231	45	236	70	246	95	193
21	261	46	257	71	253	96	204
22	304	47	273	72	211	97	193
23	268	48	268	73	217	98	204
24	308	49	257	74	213	99	187
25	281	50	270	75	224	100	193

TABLA 3.3 Coeficientes de variación del concreto correspondientes a distintos grados de control en la fabricación

Condiciones de mezclado y colocación	Control	Coeficiente de variación, V por ciento
Agregados secos, granulometría precisa, relación exacta agua/cemento, y temperatura controlada de curado. Supervisión continua.	De laboratorio	5 — 6
Pesado de todos los materiales, control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y la arena y en la cantidad de agua. Supervisión continua.	Excelente	7 — 8
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Bueno	10 — 12
Pesado de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy bueno	13 — 15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Bueno	16 — 18
Proporcionamiento por volumen, considerando el cambio en volumen de la arena por la humedad. Cemento pesado. Contenido de agua verificado en la mezcla. Supervisión intermitente.	Regular	20
Proporcionamiento por volumen de todos los materiales. Poca o ninguna supervisión.	Pobre	25

Promedio $\bar{X} = 247$ kg/cm²

Desviación estándar $\sigma = 32.7$ kg/cm²

Coeficiente de variación $V = 32.7/247 = 13.2\,\%$

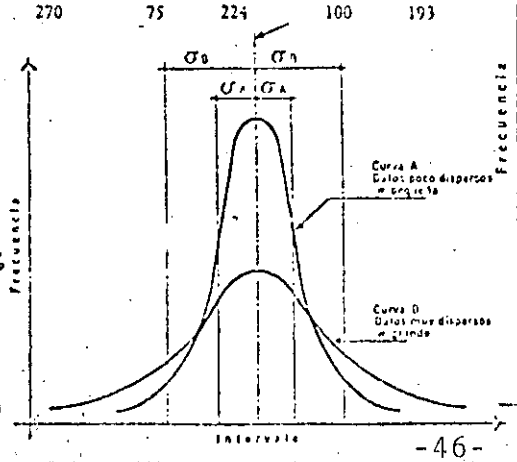


Figura 3.2 Distribuciones simétricas

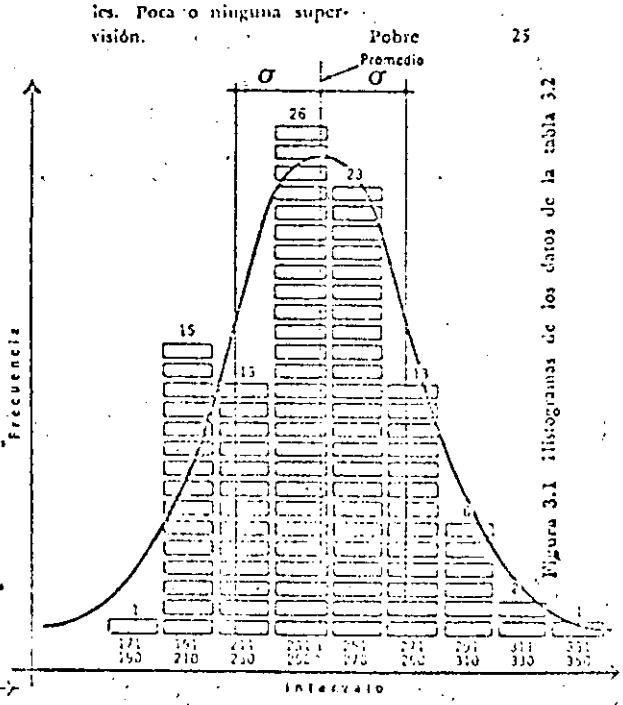


Figura 3.1 Histogramas de los datos de la tabla 3.2

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMENTACIONES

ING. RICARDO FERNÁNDEZ DEL OLMO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

I N D I C E

1. INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en contacto con el suelo, trasmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

Cimentaciones superficiales	Cimentaciones profundas
. zapatas aisladas	. cajones profundos
. zapatas corridas	. pilotes { fricción / punta
. retícula de zapatas	. pilas
. losas	. cajones + pilotes (mixta)
. cajones superficiales	. cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasificadas aquí, que a final de cuentas encuadrarían en alguna de ellas, i.e. los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la capacidad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y el valor de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y localizada en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente puediera cimentarse con zapatas aisladas, quizá ligadas con trabes entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en este caso) debería pensarse en aumentar el área de contacto para dis

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bién a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilotes (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Ustedes como constructores saben que otro aspecto importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo.

Por ejemplo me ha tocado trabajar con algunos estructuristas que de antemano se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, despues de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las características del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se trata de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal se podrían auxiliar con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para imaginar el tipo de suelo que podriamos encontrar. En caso de no tener ninguna información será preciso visitar el sitio y tratar de imaginar, geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y profundidad de exploración será función de la importancia de la obra, en cuanto a trasmisión de esfuerzos y en cuanto a inversión.

Determinadas las características estratigráficas y los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

---

(1) El Subsuelo de la Ciudad de México

(2) Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos

(3) Publicación nueva de la Ciudad de México.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando désde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es que si una solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c\ N_c}{F\ S} + \gamma D_f\ N_q + 1/2\ \gamma\ B\ N_\gamma$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c\ N_c}{F\ S} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan los mismo:

q_a = presión de contacto admisible

c = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla

N_c, N_q y N_γ = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna (ø), ver figuras 1 y 2

γ = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado al D_f sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B, el del material afectado por abajo del cimiento).

D_f = profundidad de desplante

B = ancho del cimiento

FS = factor de seguridad

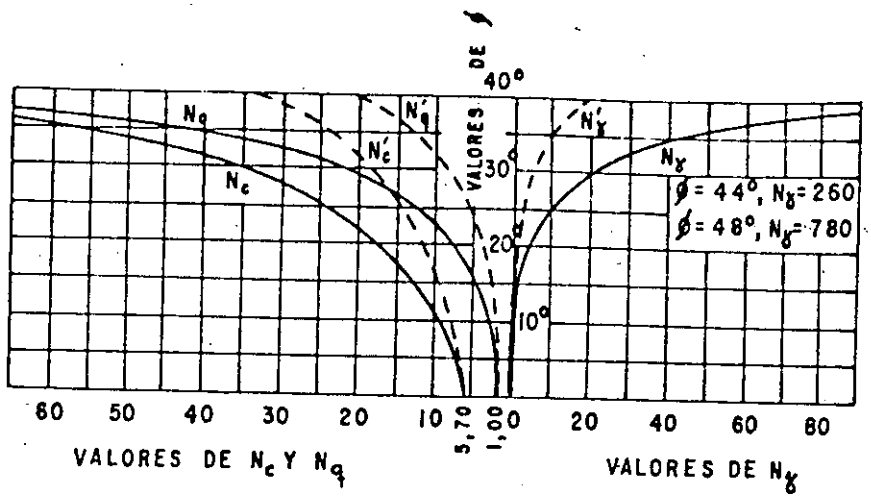
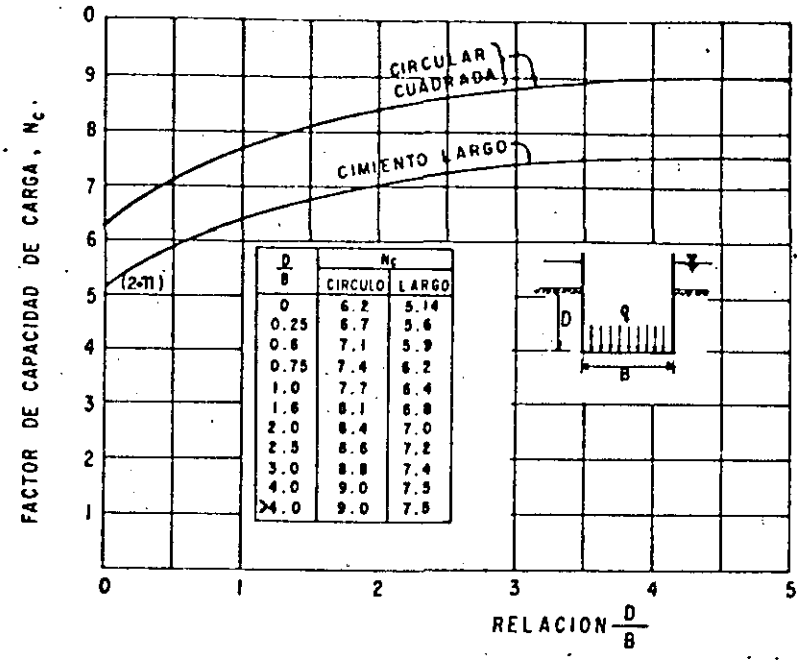


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.



$\frac{D}{B}$	N_c CIRCULO	N_c LARGO
0	6.2	5.14
0.25	6.7	5.6
0.6	7.1	5.9
0.75	7.4	6.2
1.0	7.7	6.4
1.6	8.1	6.8
2.0	8.4	7.0
2.5	8.6	7.2
3.0	8.8	7.4
4.0	9.0	7.5
>4.0	9.0	7.5

Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_a = \frac{c\ Nc + \gamma D_f\ N_q}{F\ S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

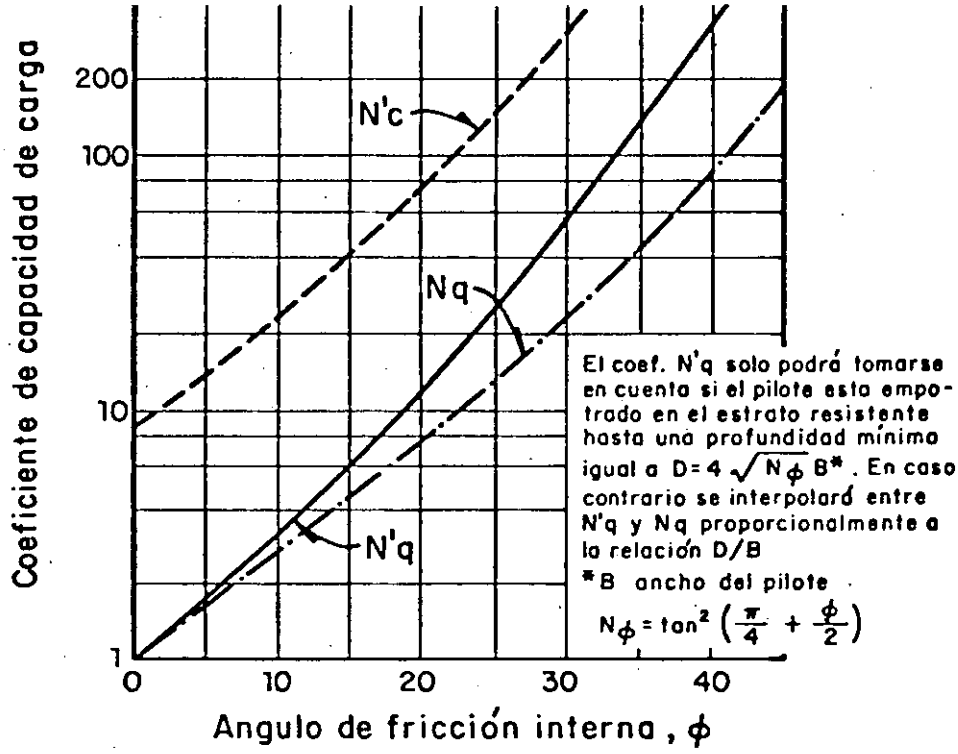


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de N_q es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra D dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N\phi}\ B \qquad y$$

$$N\phi = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

En caso de no lograr empotramiento total podrá interpolarse entre los valores máximo y mínimo, proporcionalmente a la relación D/B.

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arcilla la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \text{perim} \times \text{long.} \times \text{cohesión}$$

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arena la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{1}{2} K_o \gamma H \tan \delta \; A_f \qquad \text{(carga directa)}$$

donde:

K_o = coeficiente de empuje en reposo
γH = presión efectiva en la punta del pilote
δ = 2/3 ϕ (ϕ = ángulo de fricción interna)
A_f = área del fuste del pilote

En el caso de pilotes o pilas apoyadas de punta embebidos en materiales cohesivos donde exista el fenómeno de consolidación regional habrá de considerarse, en disminución de la capacidad por punta, la capacidad por fricción.

2.2 Hundimientos

El problema del cálculo de hundimientos es un poco más complicado que el de capacidad de carga porque intervienen factores

a determinar como la distribución de esfuerzos* bajo el área de cimentación (debidos a la presión de contacto recomendada) y los tiempos para diferentes porcentajes de consolidación (que en un momento dado pudieran interesarnos).

Suponiendo que se tiene una masa de suelo saturado como la que se muestra en la figura 4,

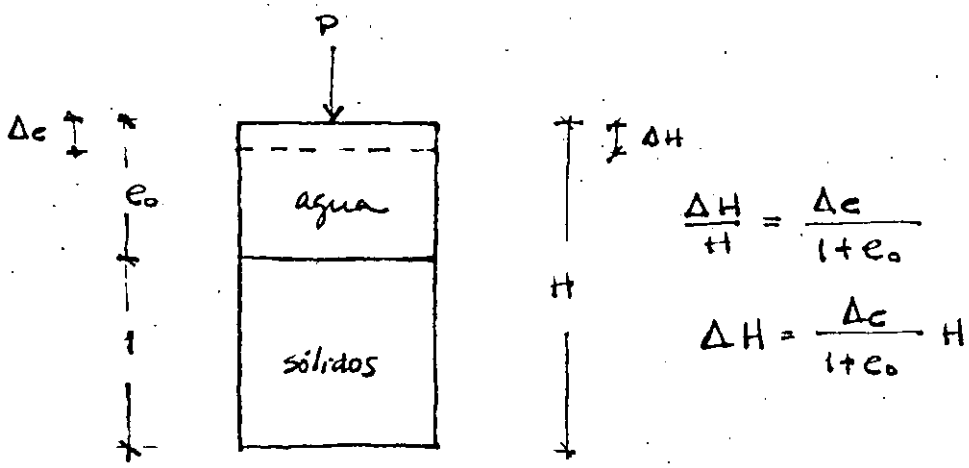


Figura 4

Croquis representativo de la masa del suelo

---

* La distribución de esfuerzos puede obtenerse con la teoría de Boussinesq. Para obtener valores prácticos de dicha distribución VS la profundidad podrán suponerse las siguientes reglas prácticas para el caso del cálculo bajo el centro de áreas uniformemente cargadas:

- áreas pequeñas (zapatas): distribución a 45°
- áreas grandes (cajones o losas): distribución a 30°
- áreas muy grandes (cajones o losas de más de 25 x 25m): distribución vertical

al aplicarle la carga P (σ = P/A) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos (Δe) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

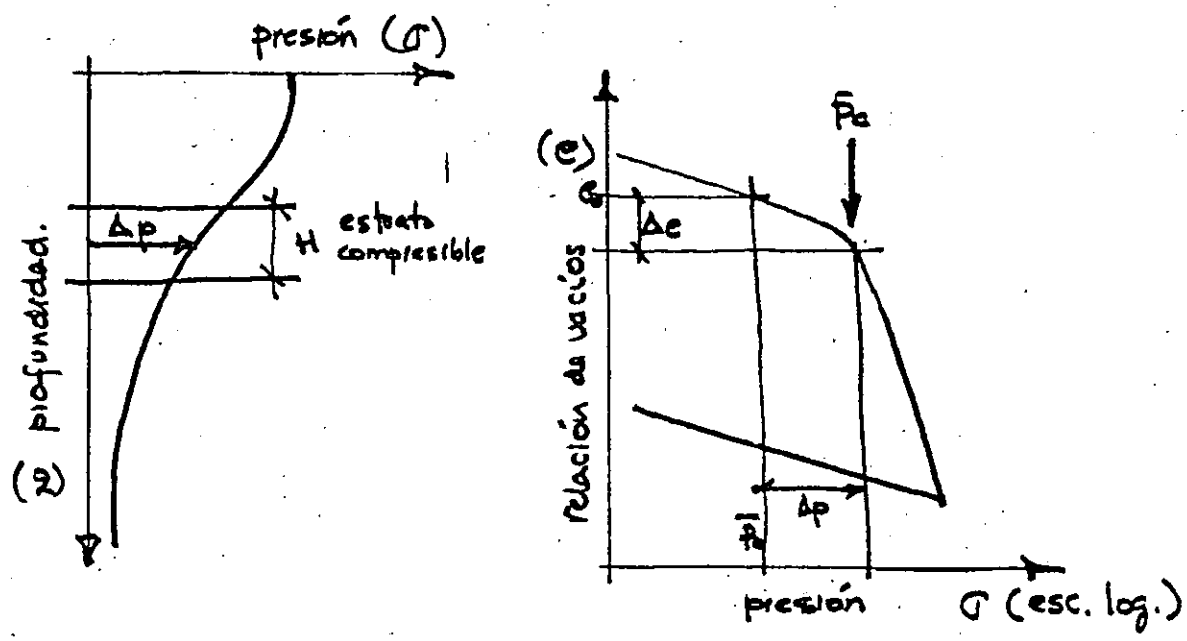


Figura 5

a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto que nos interese conocer los hundimientos.

El incremento de presión (Δp) habrá de aplicarse a partir del P_o (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos désde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y son función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecanicista de suelos) con objeto de prever los daños que puedan causarse a vecinos.

3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavarse por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier -

---

* Solución aproximada propuesta por Peck., considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.

tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplantados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troquelando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de colindancia con cajones profundos o cimentaciones piloteadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espere estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima H_p:

$$H_p = \frac{2\,c}{\gamma}$$

dónde H_p es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m2 para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m3 para su peso volumétrico (γ) por lo que H_p, para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales arcillosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando al suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga piezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c\ Nc}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de q que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

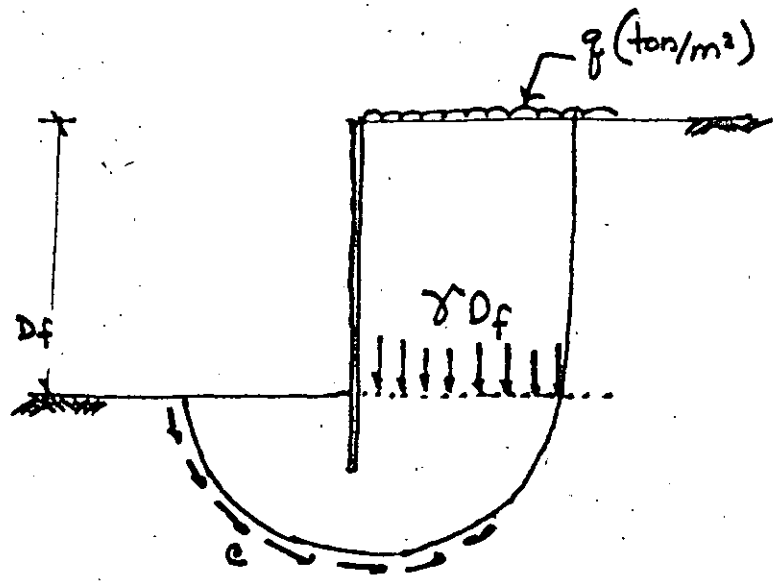


Figura 6
Mecanismo para la falla de fondo

4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hinca de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hinca de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permisi

bles, necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilo - tes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atoramiento para en su caso efectuar perforaciones previas, ademadas con lodo, con ademe metálico, en seco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedemos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMENTACIONES

ING. RICARDO FERNÁNDEZ DEL OLMO

NOVIEMBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

1

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

CURSO PARA RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMENTACIONES
RICARDO FERNANDEZ DEL OLMO
NOVIEMBRE 10 DE 1983.

I N D I C E

1. INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en contacto con el suelo, trasmitiendo sus cargas a éste.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

Cimentaciones superficiales	Cimentaciones profundas
• zapatas aisladas	• cajones profundos
• zapatas corridas	• pilotes { fricción / punta
• retícula de zapatas	• pilas
• losas	• cajones + pilotes (mixta)
• cajones superficiales	• cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasificadas aquí, que finalmente encuadrarían en alguna de ellas, como los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la capacidad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y la magnitud de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y localizada en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente pudiera cimentarse con zapatas aisladas, quizá ligadas con trabes entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en este caso) debería pensarse en aumentar el área de contacto para dis

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bién a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilotes (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Para el constructor o dueño el aspecto mas importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo. Por ejemplo algunos estructuristas se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, despues de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las ca

racterísticas del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se tratara de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal podrían obtenerse características generales con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para tener idea del tipo de suelo que pudieramos encontrar. En caso de no tener ninguna información sería necesario visitar el sitio y tratar de "imaginar", geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y la profundidad de exploración serán función de la importancia de la obra, en cuanto a trasmisión de esfuerzos y en cuanto al monto de la inversión.

Determinadas las características estratigráficas y conocidos los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

---

(1) Marsal, R. J., y Mazari, M., "El Subsuelo de la Ciudad de México", UNAM, 1959.

(2) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, "Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos", México, D. F., 1970.

(3) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, "El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Area Urbana del Valle de México"., Simposio, México, 1978.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando desde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es el siguiente; si la solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c\ N_c}{F\ S} + \gamma D_f N_q + 1/2\ \gamma B N_\gamma$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c\ N_c}{F\ S} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan lo mismo :

q_a = presión de contacto admisible

c = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla

N_c, N_q y N_γ = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna (ϕ), ver figuras 1 y 2

γ = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado al D_f sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B, el del material afectado por abajo del cimiento).

D_f = profundidad de desplante

B = ancho del cimiento

FS = factor de seguridad

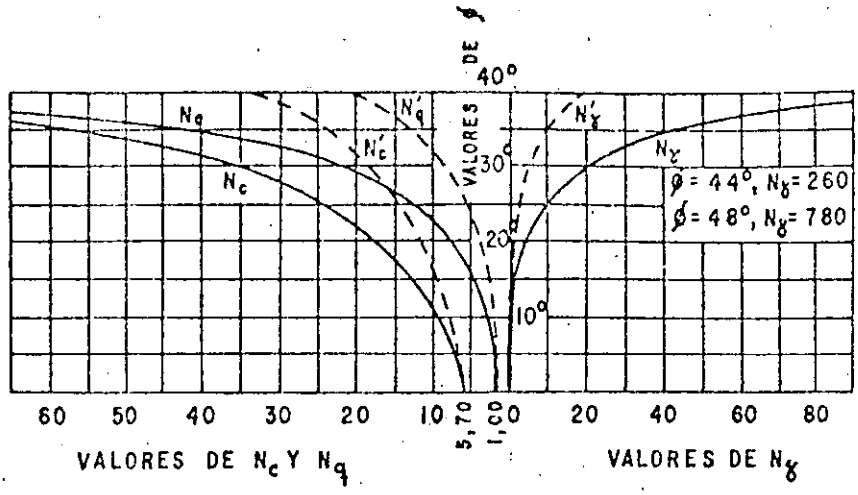
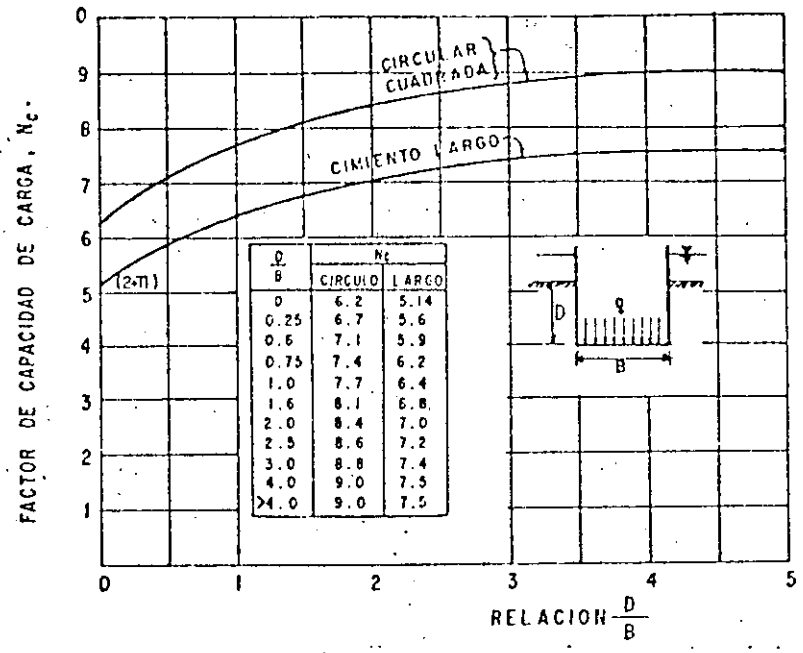


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.



$\frac{D}{B}$	N_c CIRCULO	N_c LARGO
0	6.2	5.14
0.25	6.7	5.6
0.6	7.1	5.9
0.75	7.4	6.2
1.0	7.7	6.4
1.6	8.1	6.8
2.0	8.4	7.0
2.5	8.6	7.2
3.0	8.8	7.4
4.0	9.0	7.5
>4.0	9.0	7.5

Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_a = \frac{c\ Nc + \gamma D_f\ N_q}{F\ S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

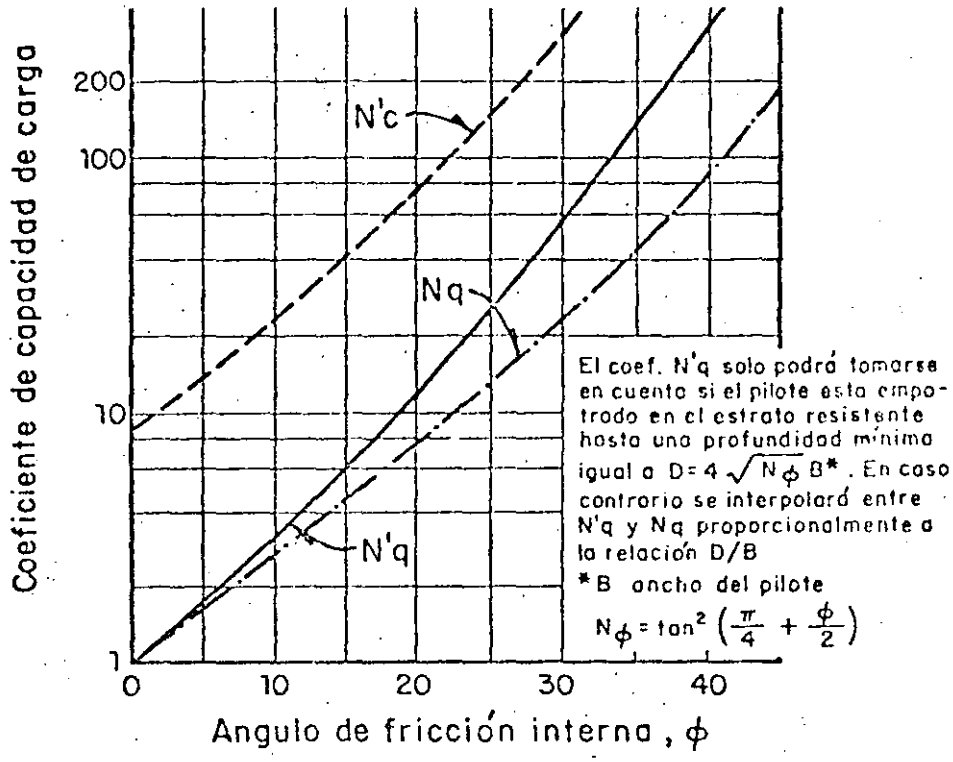


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de N_q es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra D dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N\phi}\ B \qquad y$$

$$N\phi = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

En caso de no lograr empotramiento total podrá interpolarse entre los valores máximo y mínimo, proporcionalmente a la relación D/B.

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arcilla la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \text{perim} \times \text{long} \times \text{cohesión}$$

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arena la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{1}{2} K_o \gamma H \tan \delta \; A_f \quad \text{(carga directa)}$$

donde:

K_o = coeficiente de empuje en reposo
γH = presión efectiva en la punta del pilote
δ = $2/3\,\phi$ (ϕ = ángulo de fricción interna)
A_f = área del fuste del pilote

En el caso de pilotes o pilas apoyadas de punta embebidos en materiales cohesivos donde exista el fenómeno de consolidación regional habrá de considerarse, en disminución de la capacidad por punta, la capacidad por fricción.

2.2 Hundimientos

El problema del cálculo de hundimientos es un poco más complicado que el de capacidad de carga porque intervienen factores

a determinar como la distribución de esfuerzos* bajo el área de cimentación (debidos a la presión de contacto recomendada) y los tiempos para diferentes porcentajes de consolidación (que en un momento dado pudieran interesarnos).

Suponiendo que se tiene una masa de suelo saturado como la que se muestra en la figura 4,

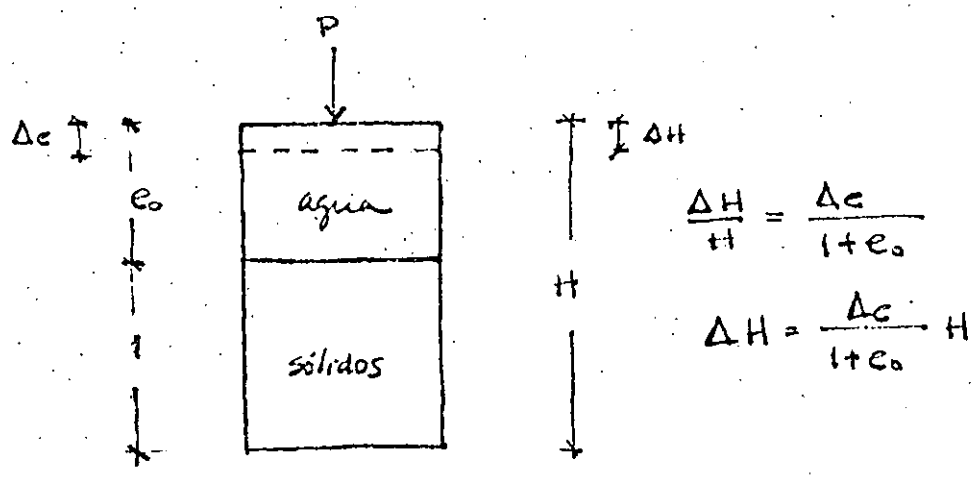


Figura 4

Croquis representativo de la masa del suelo

---

* La distribución de esfuerzos puede obtenerse con la teoría de Boussinesq. Para obtener valores prácticos de dicha distribución VS la profundidad podrán suponerse las siguientes reglas prácticas para el caso del cálculo bajo el centro de áreas uniformemente cargadas:

- áreas pequeñas (zapatas): distribución a 45°
- áreas grandes (cajones o losas): distribución a 30°
- áreas muy grandes (cajones o losas de más de 25 x 25m): distribución vertical

al aplicarle la carga P (σ = P/A) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos (Δe) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

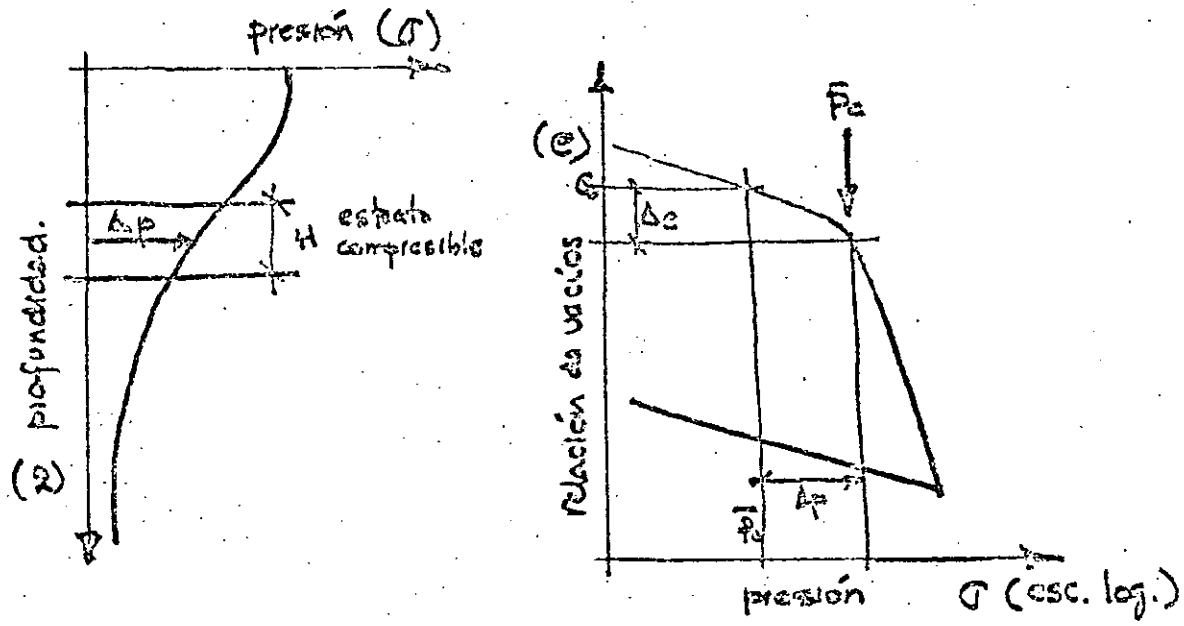


Figura 5

a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto en que nos interese conocer los hundimientos.

El incremento de presión (Δp) habrá de aplicarse a partir del p_o (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos desde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y serán función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecanicista de suelos) con objeto de prever los daños que puedan causarse a vecinos.

3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavarse por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier -

---

* Solución aproximada propuesta por Peck., considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.

tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplantados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troquelando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de colindancia con cajones profundos o cimentaciones piloteadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espere estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima H_p:

$$H_p = \frac{2\,c}{\gamma}$$

dónde H_p es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m2 para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m3 para su peso volumétrico (γ) por lo que H_p, para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales arcillosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando al suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga piezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c\ Nc}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de q que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

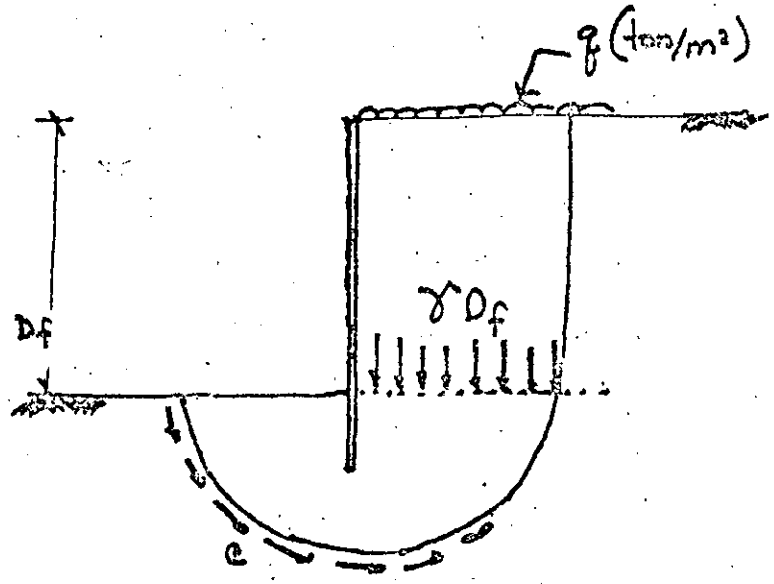


Figura 6
Mecanismo para la falla de fondo

4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hinca de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hinca de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permisi

bles, necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilo - tes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atoramiento para en su caso efectuar perforaciones previas, ademadas con lodo, con ademe metálico, en seco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedemos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

S O L D A D U R A

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

SOLDADURAS

I.- Procesos de soldadura.-

a) MANUAL (Al arco eléctrico con electrodo recubierto).

b) DE ARCO SUMERGIDO (Soldadura al arco electrico con electrodo sumergido).

c) SEMIAUTOMATICA DE ELECTRODO TUBULAR FLEXIBLE (Soldadura al arco eléctrico y electrodo con núcleo de fundente).

d) SEMIAUTOMATICA DE ARCO PROTEGIDO CON GAS.

e) ELECTRO SLAG O ELECTROGAS.

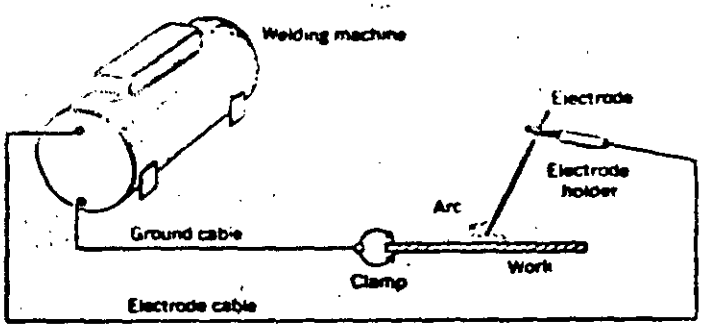


Fig. 14.1 The welding circuit.

001

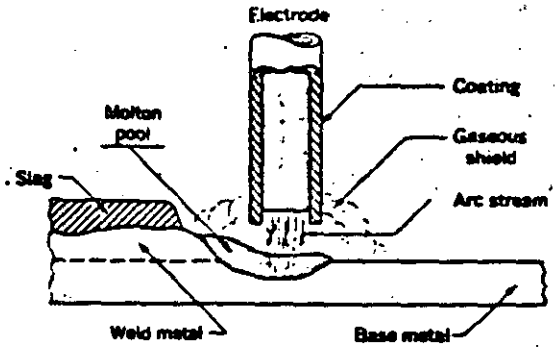


Fig. 14.3 Shielded arc-welding process.

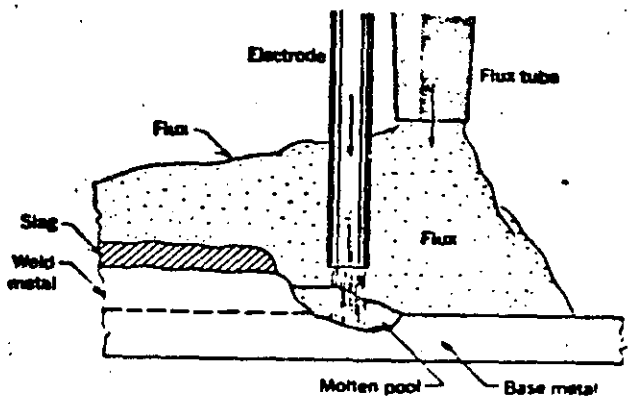


Fig. 14.6 Submerged arc-welding process.

The Self-Shielded Flux-Cored Process

The self-shielded flux-cored arc-welding process is an outgrowth of shielded metal-arc welding. The versatility and maneuverability of stick electrodes in manual welding stimulated efforts to mechanize the shielded metal-arc process. The thought was that if some way could be found for putting an electrode with self-shielding characteristics in coil form and feeding it mechanically to the arc, welding time lost in changing electrodes and the material loss as electrode stubs would be eliminated. The result of these efforts was the development of the semiautomatic and full-automatic processes for welding with continuous flux-cored tubular electrode "wires." Such fabricated wires (Fig. 5-5) contain in their cores the ingredients for fluxing and deoxidizing molten metal and for generating shielding gases and vapors and slag coverings.

In essence, semiautomatic welding with flux-cored electrodes is manual shielded metal-arc welding with an electrode many feet long instead of just a few inches long. By the press of the trigger completing the welding circuit, the operator activates the mechanism that feeds the electrode to the arc (Fig. 5-6). He uses a gun instead of an electrode holder, but it is similarly light in weight and easy to maneuver. The only other major difference is that the weld metal of the electrode surrounds the shielding and fluxing chemicals, rather than being surrounded by them.

Full-automatic welding with self-shielded flux-cored electrodes is one step further in mechanization — the removal of direct manual manipulation in the utilization of the open-arc process.

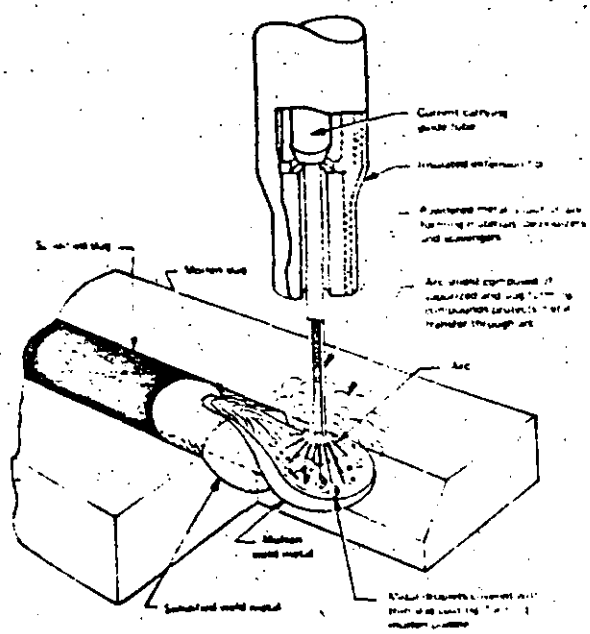


Fig. 5-5. Principles of the self-shielded flux-cored arc-welding process. The electrode may be viewed as an "inside-out" construction of the stick electrode used in shielded metal-arc welding. Putting the shield-generating materials inside the electrode allows the coiling of long, continuous lengths of electrode and gives an outside conductive sheath for carrying the welding current from a point close to the arc.

Fig. 5-6. The operator activates electrode feed when he pulls the trigger completing the welding circuit. With the semiautomatic gun he can reach into areas that are inaccessible to the semiautomatic equipment of other processes.

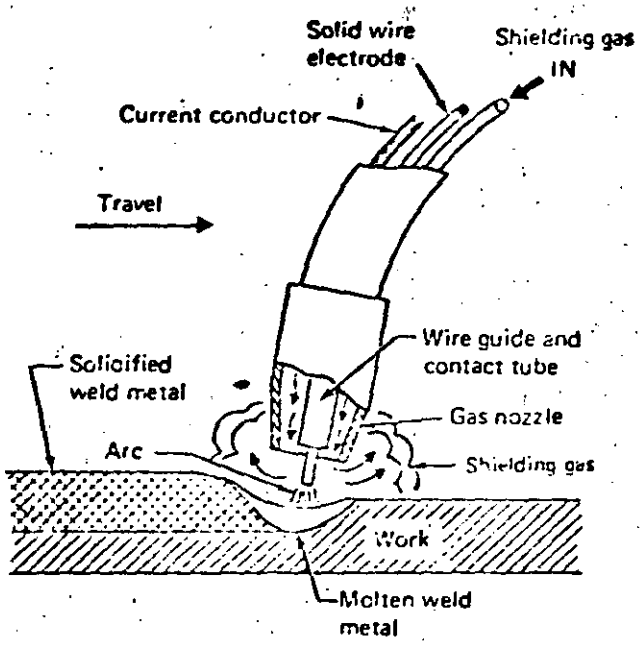


Fig. 5-13. Principle of the gas metal-arc process. Continuous solid-wire electrode is fed to the gas shielded arc.

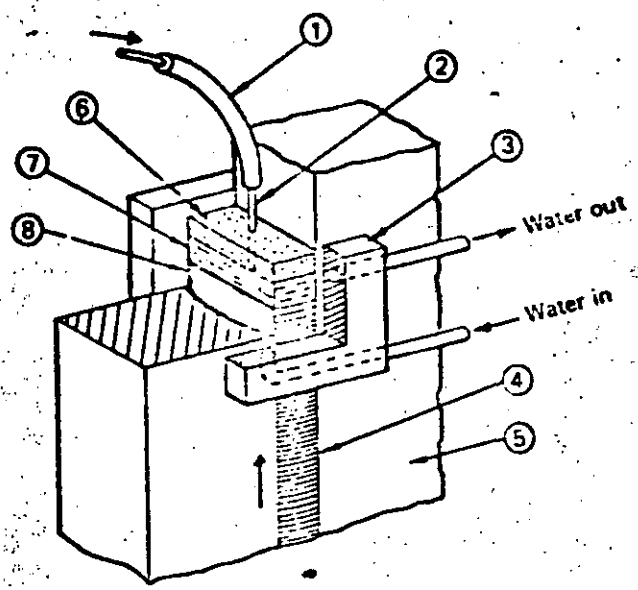


Fig. 5-21. Schematic sketch of electroslag welding. (1) electrode guide tube, (2) electrode, (3) water-cooled copper shoes, (4) finished weld, (5) base metal, (6) molten slag, (7) molten weld metal, (8) solidified weld metal.

II.- Tipos de Juntas .-

a) A tope

b) Traslapada

c) En T

d) De esquina

e) De borde.

III.- Tipos de soldaduras

a) Soldadura de filete.

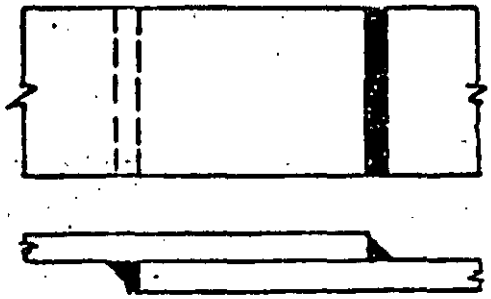
b) Soldadura de penetración.

b 1) Penetración completa.

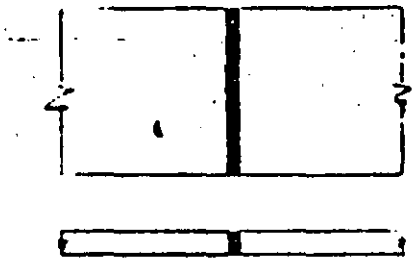
b 2) Penetración incompleta.

c) Soldadura de tapón.

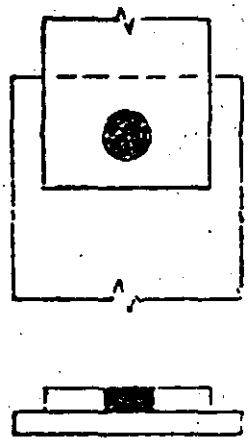
d) Soldadura de ranura.



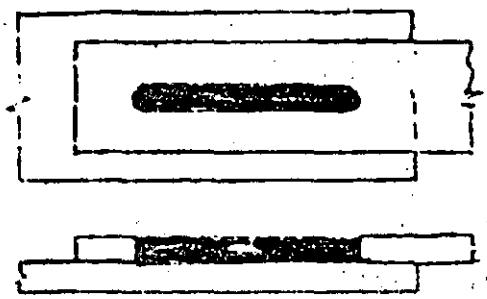
SOLDADURA DE FILETE



SOLDADURA DE PENETRACIÓN



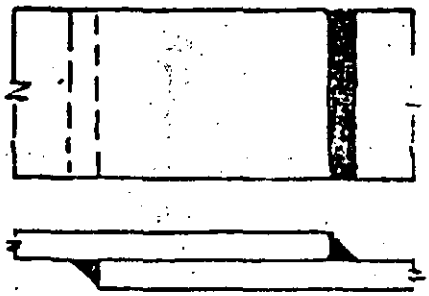
SOLDADURA DE TAPÓN



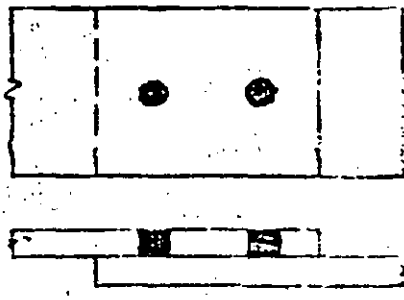
a1. SOLDADURAS DE FILETE

a2. SOLDADURAS DE PENETRACIÓN

a. JUNTAS A TOPE

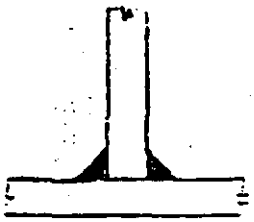


b1. SOLDADURAS DE FILETE

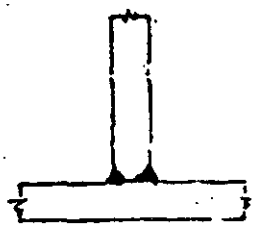


b2. SOLDADURAS DE TAPÓN

b. JUNTAS TRASLAPADAS

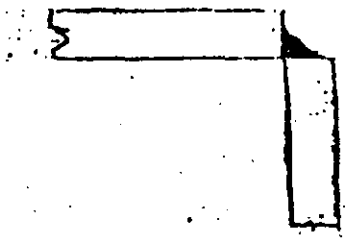


c1. SOLDADURAS DE FILETE

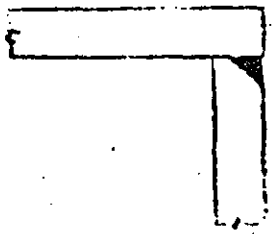


c2. SOLDADURAS DE PENETRACIÓN

c. JUNTAS EN TE



d1. SOLDADURA DE FILETE



d2. SOLDADURA DE PENETRACIÓN

IV.- Posiciones de las soldaduras

a) Plana

b) Horizontal

c) Vertical

d) Sobre cabeza.

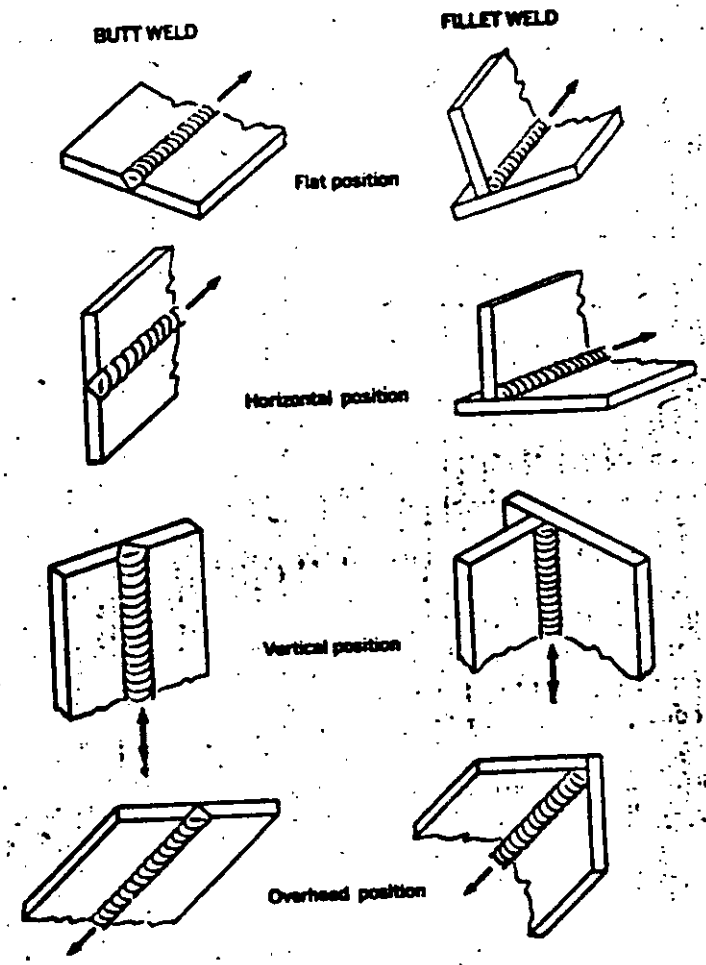
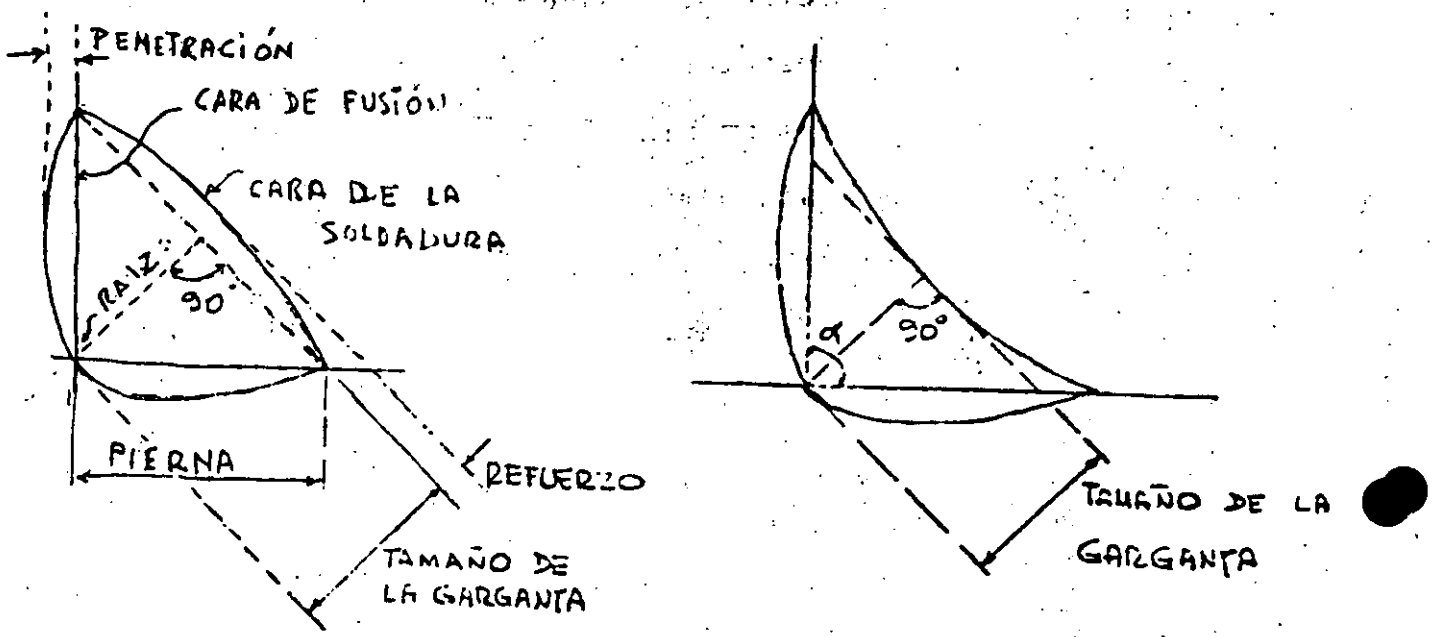


Fig. 14.11 Positions of welding for fillet and butt welds. (Courtesy of American Welding Society.)



SOLDADURAS DE FILETE ($60° \leq \alpha \leq 90°$)

6

V. SOLDADURAS DE FILETE

a) secciones transversales

a¹) características

a²) secciones aceptables

a³) secciones inaceptables

b) defectos

c) tamaño mínimo de filetes

d) tamaño máximo de soldaduras de filete

e) longitud de soldaduras de filete

f) juntas traslapadas

g) retorno en extremos de filetes

h) filetes en agujeros y ranuras

i) resistencia de soldaduras de filete

65a

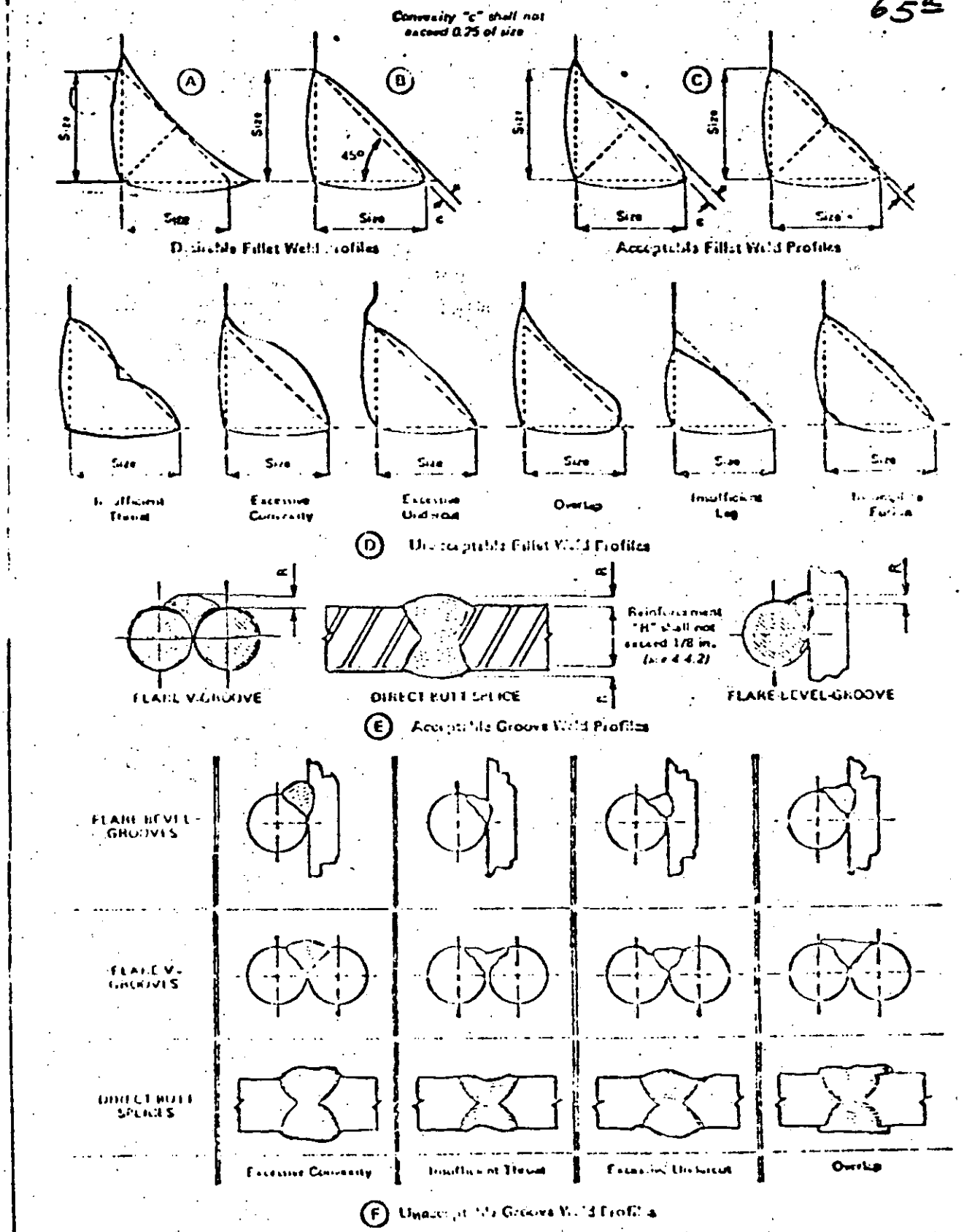


Fig. 44 – Acceptable and unacceptable weld profiles

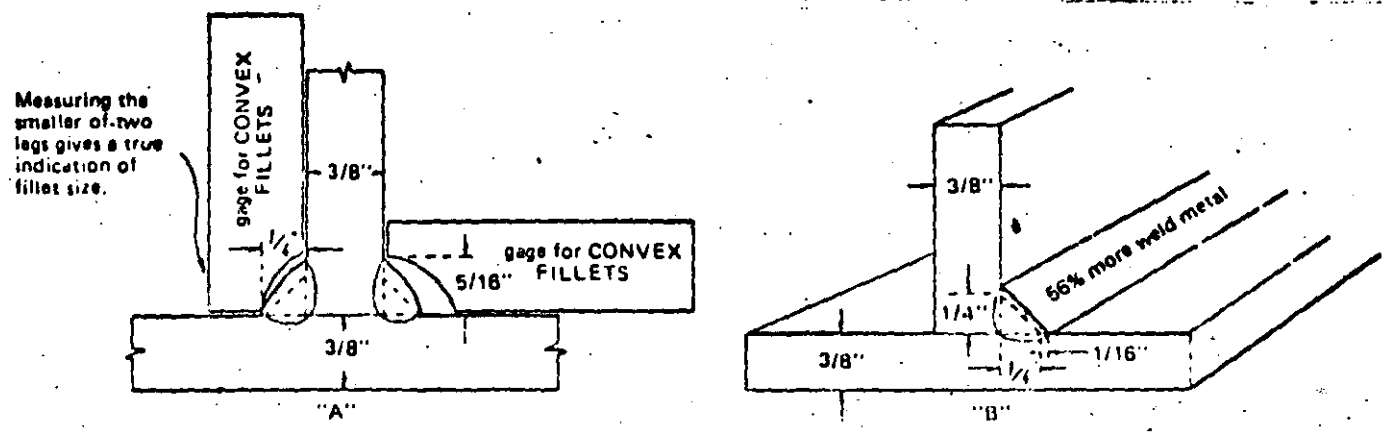
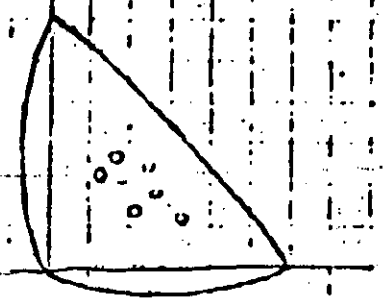
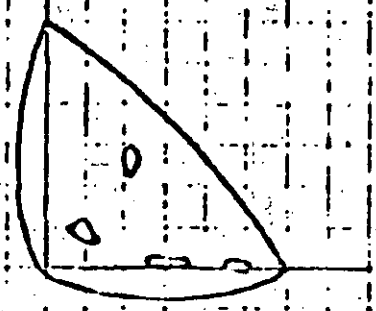


Fig. 11-12. Underwelding is a violation of specifications and cannot be tolerated, whereas overwelding is costly and serves no useful purpose. If 5/16-in. fillet welds were specified in "A", these welds would be undersize. If 1/4-in. fillet welds were specified, these welds would be overwelded. If 1/16-in were added to both legs, as in "B", the weld volume would increase 56% and increase the cost of welding.

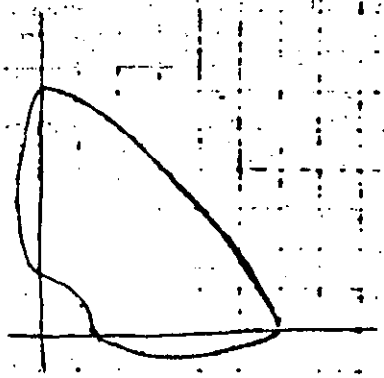


POROSIDAD

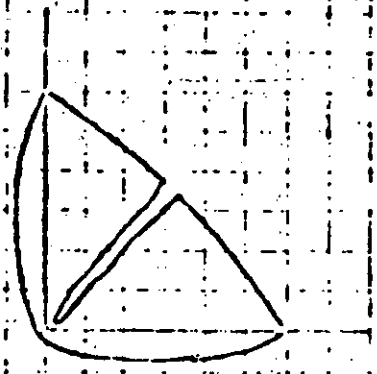


INCLUSIONES DE ESCORIA

FUSIÓN INCOMPLETA

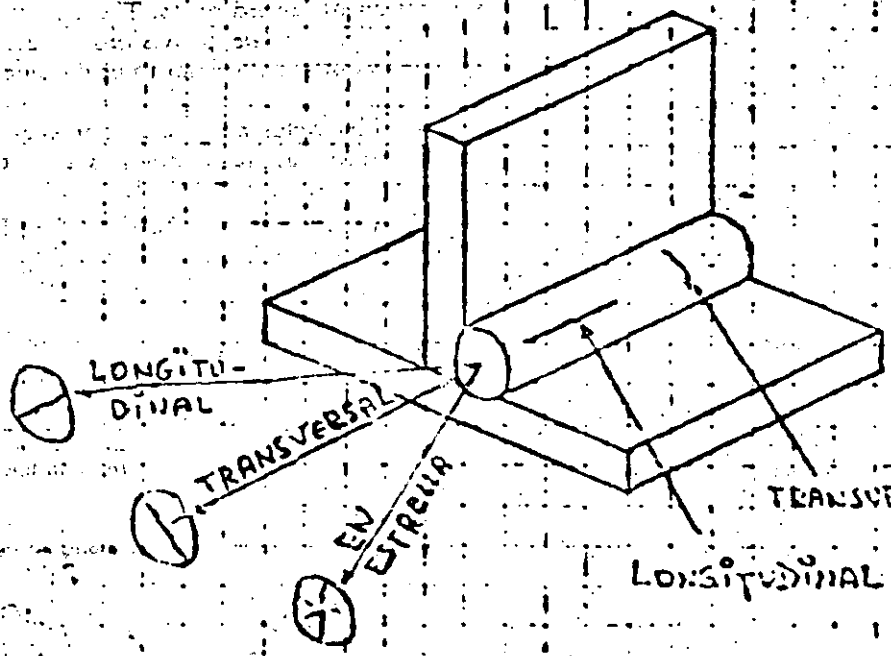


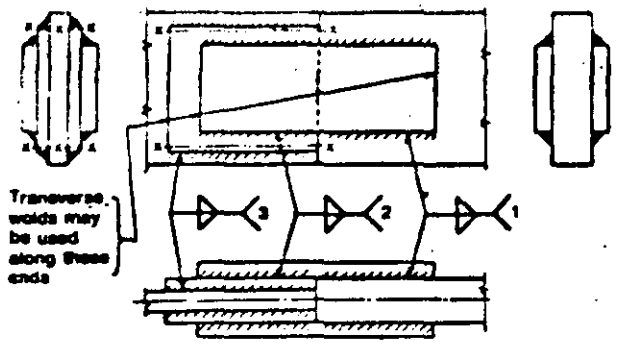
FALTA DE PENETRACIÓN



GRIETA LONGITUDINAL

GRIETA EN EL METAL BASE





Effective area of weld 2 shall equal that of weld 1. The length of weld 2 shall be sufficient to avoid overstressing the filler in shear along planes x-x.

Effective area of weld 3 shall at least equal that of weld 1 and there shall be no overstress of the ends of weld 3 resulting from the eccentricity of the forces acting on the filler.

Fig. 2.4.3—Fillers 1/4 in. or thicker.

Part C Details of Welded Joints

2.6 Joint Qualification

2.6.1 Joints meeting the following requirements are designated as prequalified:

(1) Conformance with the details specified in 2.7 through 2.14 and 10.13.

(2) Use of one of the following welding processes in accordance with the requirements of Sections 3, 4, and 10 as applicable: shielded metal arc, submerged arc, gas metal arc (except short circuiting transfer) or flux cored arc welding.

Joints meeting these requirements may be used without performing the joint welding procedure qualification tests prescribed in 5.2.

2.6.1.1 The joint welding procedure for all joints welded by short circuiting transfer gas metal arc welding (see Appendix D) shall be qualified by tests prescribed in 5.2.

2.6.2 Joint details may depart from the details prescribed in 2.9 through 2.14 and in 10.13 only if the contractor submits to the Engineer his proposed joints and joint welding procedures and at his own expense demonstrates their adequacy in accordance with the requirements of 5.2 of this code and their conformance with applicable provisions of Sections 3 and 4.

2.7 Details of Fillet Welds

2.7.1 The details of fillet welds made by shielded metal arc, submerged arc, gas metal arc or flux cored arc welding to be used without joint welding procedure qualification are listed in 2.7.1.1 through 2.7.1.5 and detailed in Figs. 2.7.1 and 10.13.1.3.

2.7.1.1 The minimum fillet weld size, except for fillet welds used to reinforce groove welds, shall be as shown in the following table:

Table 2.7—Minimum fillet weld size

Base Metal Thickness of Thicker Part Joined (T)		Minimum Size of Fillet Weld*		
in.	mm	in.	mm	
T≤1/4	T≤ 6.4	1/8**	3	single pass welds must be used
1/4<T≤1/2	6.4<T≤12.7	3/16	5	
1/2<T≤3/4	12.7<T≤19.0	1/4	6	
3/4<T	19.0<T	5/16	8	

*Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined. For this exception particular care should be taken to provide sufficient preheat to ensure weld soundness.
**Minimum size for bridge application 3/16 in.

2.7.1.2 The maximum fillet weld size permitted along edges of material shall be:

(1) The thickness of the base metal, for metal less than 1/4 in. (6.4 mm) thick (see Fig. 2.7.1, detail A).

(2) 1/16 in. (1.6 mm) less than the thickness of base metal, for metal 1/4 in. (6.4 mm) or more in thickness (see Fig. 2.7.1, detail B), unless the weld is designated on the drawing to be built out to obtain full throat thickness.

2.7.1.3 Fillet welds in holes, or slots in lap joints, may be used to transfer shear or to prevent buckling or separation of lapped parts. These fillet welds may overlap, subject to the provisions of 2.3.2.2. Fillet welds in holes or slots are not to be considered as plug or slot welds.

2.7.1.4 Fillet welds may be used in skew joints that have an included angle of not less than 60 degrees. (See Fig. 2.7.1, details C and D).

2.7.1.5 The minimum length of an intermittent fillet weld shall be 1-1/2 in. (38.1 mm).

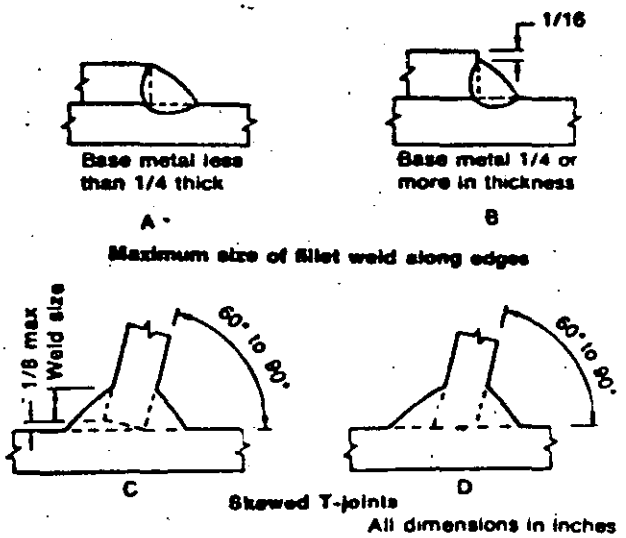
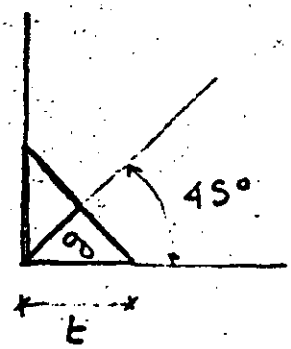


Fig. 2.7.1—Details for fillet welds.

Resistencia de soldaduras de filete:

Fillet Welds		
Shear on effective area v	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 × yield stress of base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld*	Same as base metal	

AISC



$g = t \cos 45° =$ garganta efectiva

$P_{ad} = v \cdot 1 \cdot g$

$P_{ad} = 0.707\, t\, v$

Resistencia $= P_{ad} \cdot L$

L = longitud incluyendo retornos

En soldaduras de arco sumergido se puede considerar como garganta efectiva el tamaño, para soldaduras menos de 3/8". Para soldaduras de más de 3/8 puede usar la garganta teórica + 0.11".-

VI.- Soldaduras de penetración

a) Características generales.

b) Secciones aceptables e inaceptables.

c) Precalificación

d) Soldaduras de penetración completa.

e) Soldaduras de penetración incompleta.

f) Tamaño mínimo en soldaduras de penetración parcial.

g) Resistencia de soldaduras de penetración.

FIGURE 1

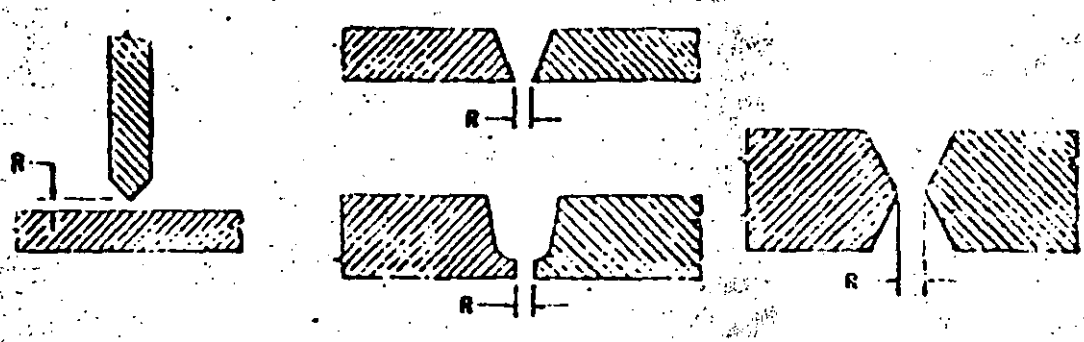
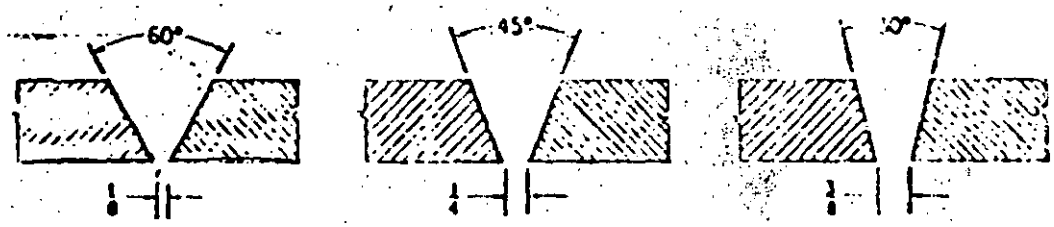


FIGURE 2



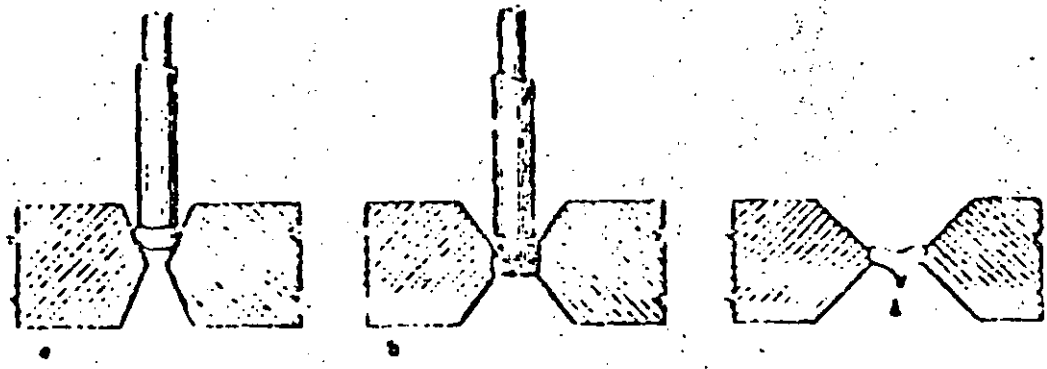


FIGURE 3

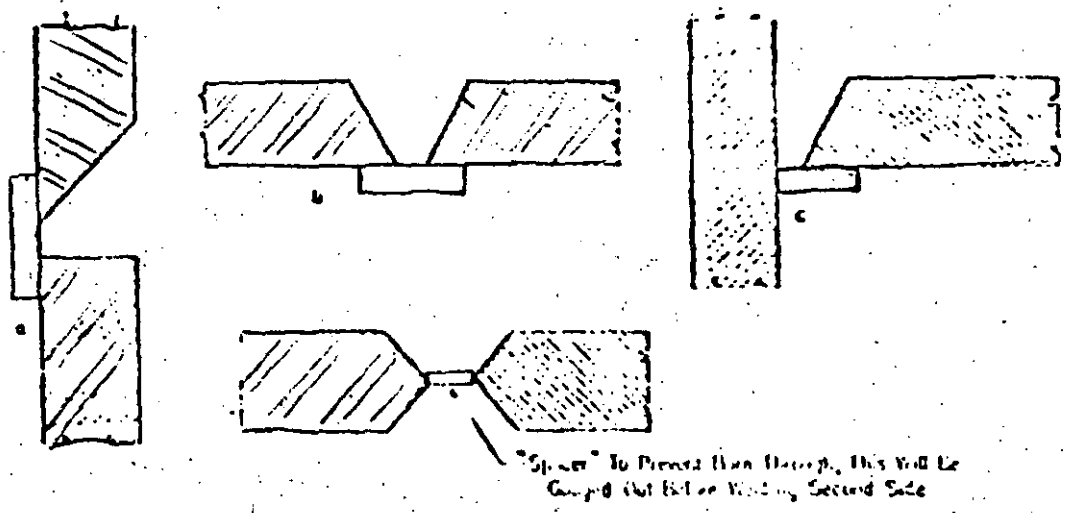
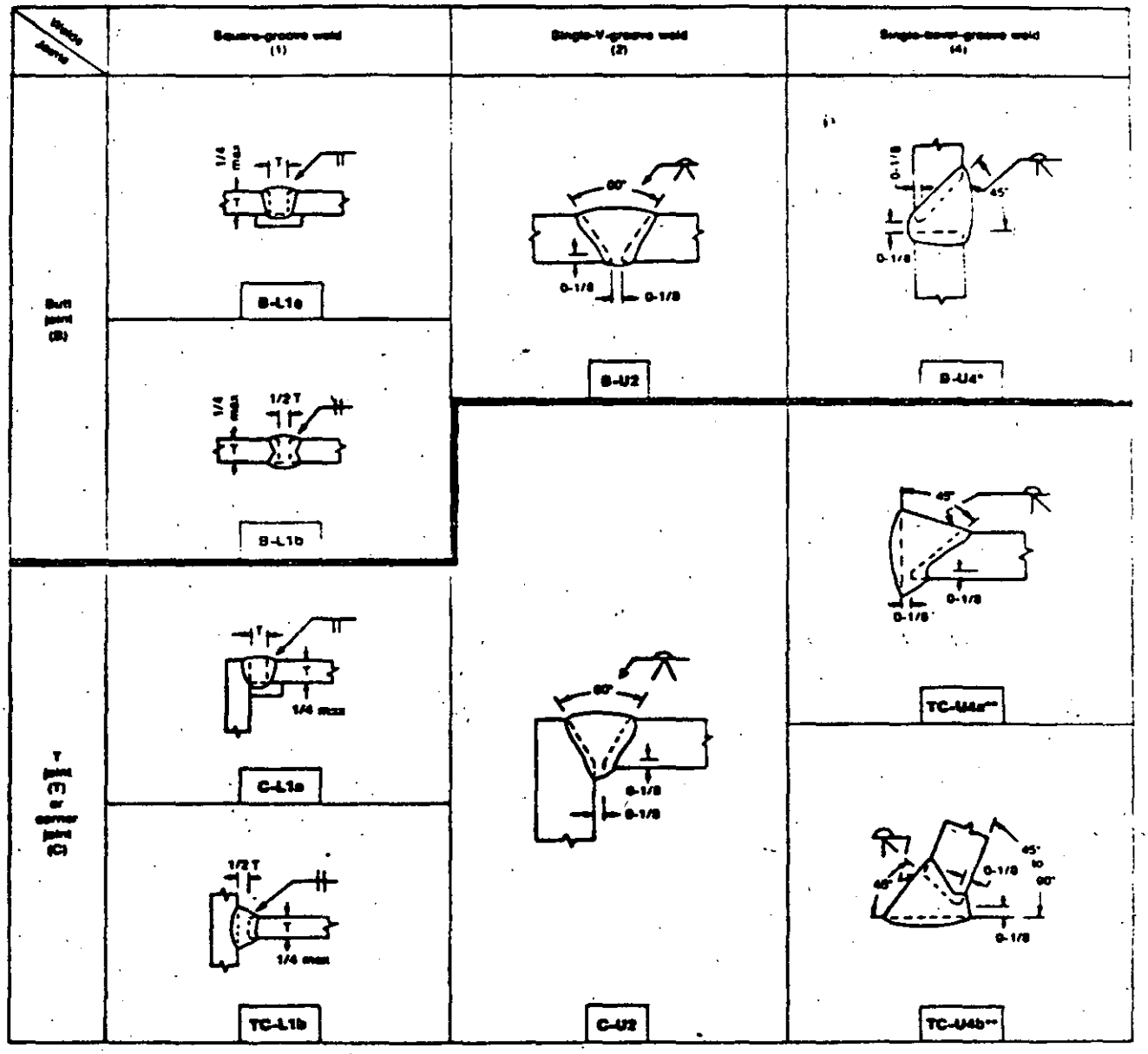


FIGURE 4



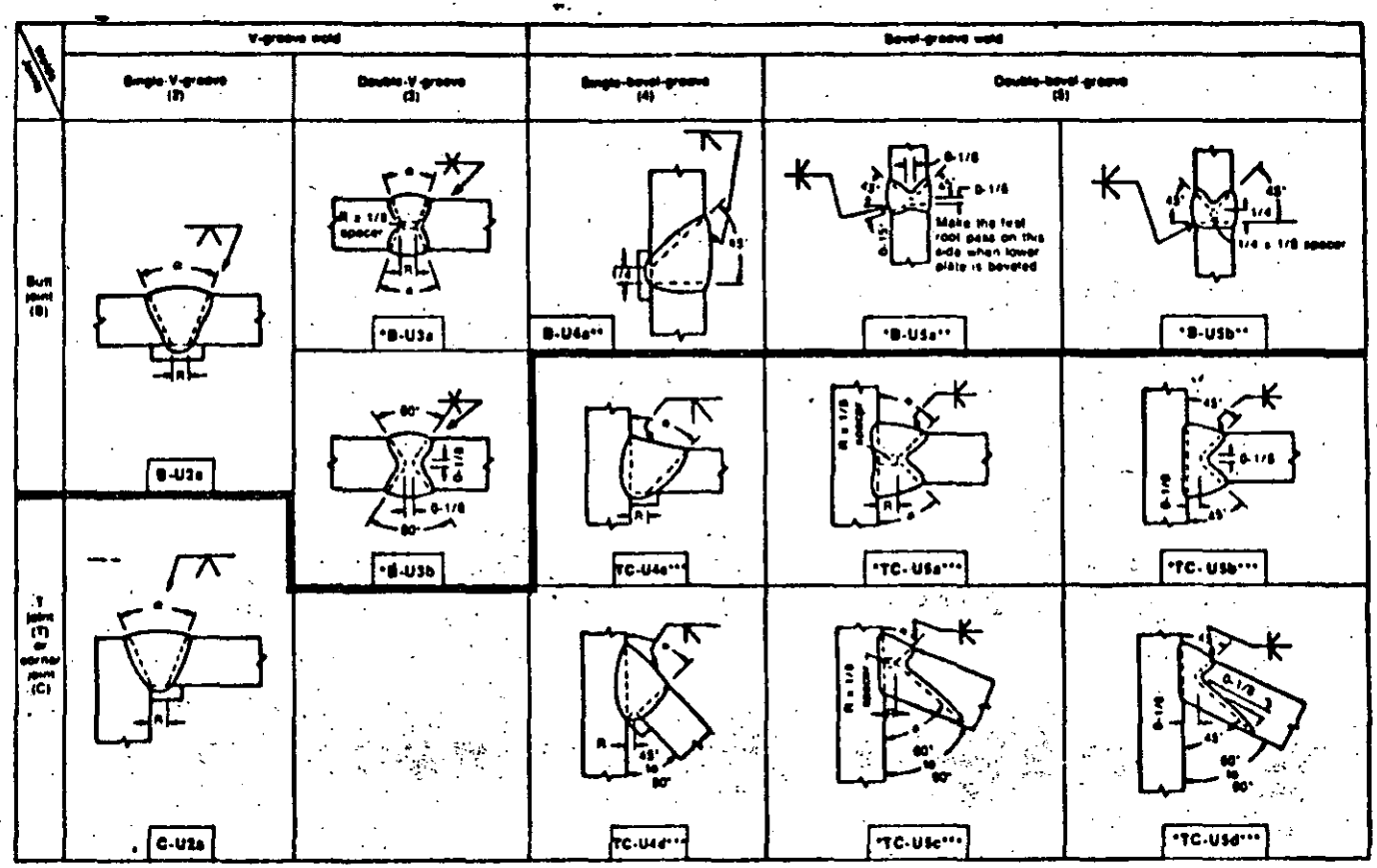
All dimensions in inches.

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side (see 4.10.8).
2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to T/4 but not more than 3/8 in. T is the thickness of the groove weld.

*Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).

**For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operation without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of limited thickness (L) and unlimited thickness (U).



Limitations for joints B-U2a, B-U3a and C-U2a

α	R	Permitted welding positions
45°	1/4	All positions
30°	3/8	Flat and overhead only
20°	1/2	Flat and overhead only

Limitations for joints TC-U4c, TC-U4d, TC-U5a and TC-U5c

α	R	Permitted welding positions
45°	1/4	All positions
30°	3/8	Flat and overhead only

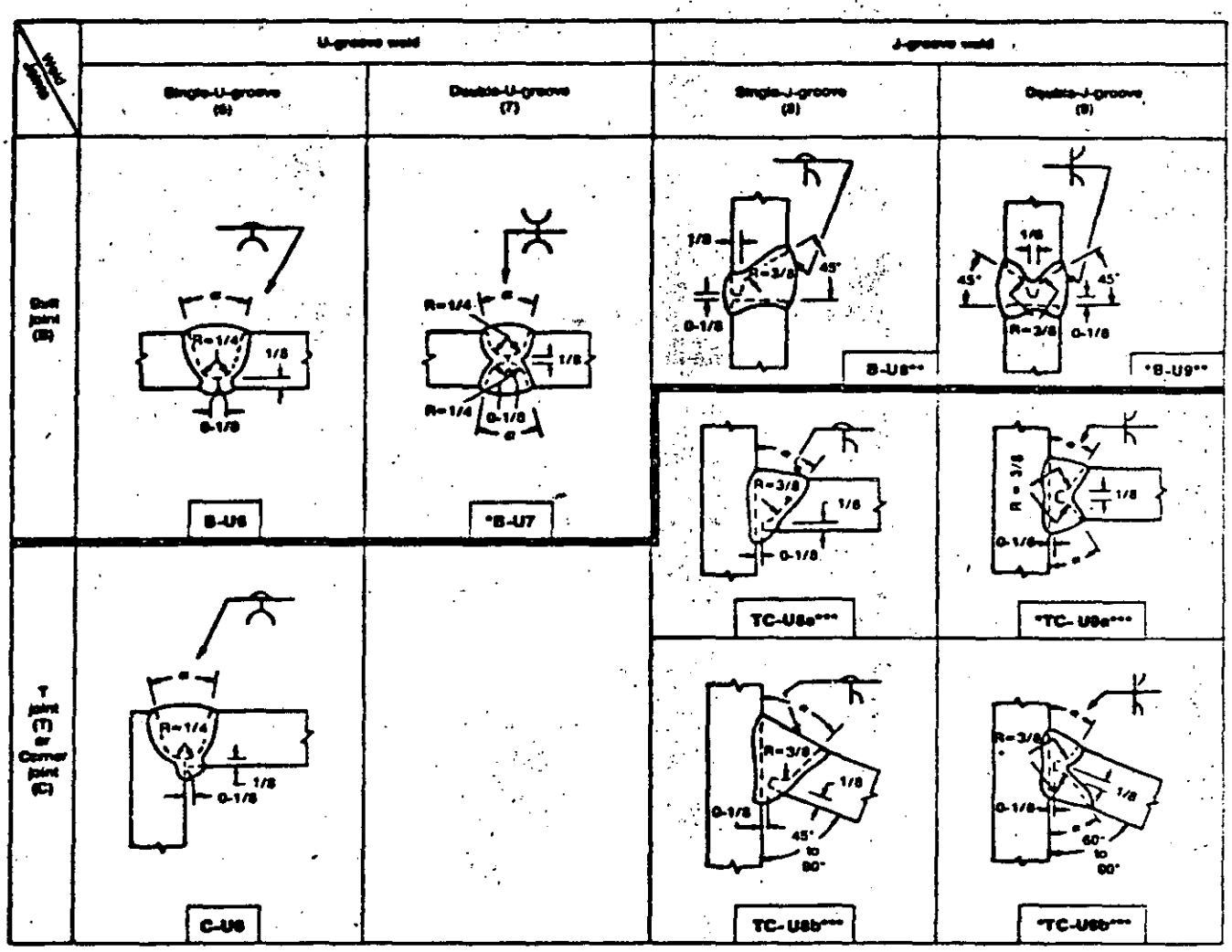
All dimensions in inches.

1. Gouge roots of joints without backing before welding other side (see 4.10.8).
2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to T/4 but not more than 3/8 in. T is the thickness of the groove weld.

*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in. or larger.
**Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).
***For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1 cont.—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of unlimited thickness (U).

020



Limitations for joints B-U6, B-U7 and C-U6

α	Permitted welding positions
45°	All positions
20°	Flat and overhead only

Limitations for joints TC-U8a, TC-U8b, TC-U9a and TC-U9b

α	Permitted welding positions
45°	All positions
30°	Flat and overhead only

All dimensions in inches.

1. Gouge roots of joints without backing before welding other side (See 4.10.8).
2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to T/4 but not more than 3/8 in. T is the thickness of the groove weld.

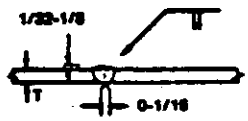
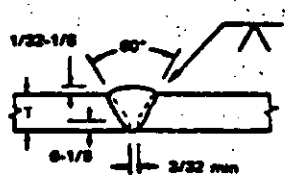
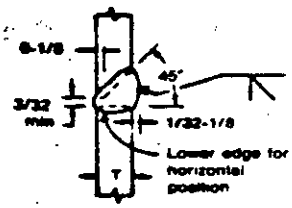
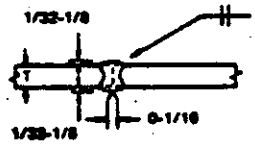
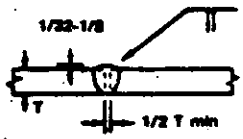
*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in. or larger.

** Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).

***For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1 cont.—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of unlimited thickness (U).

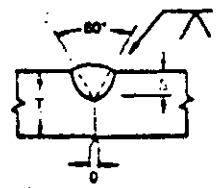
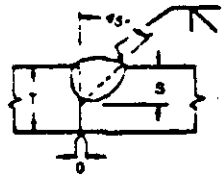
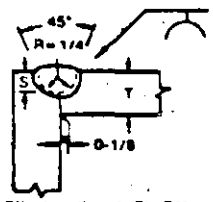
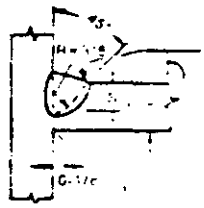
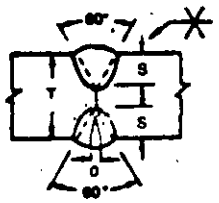
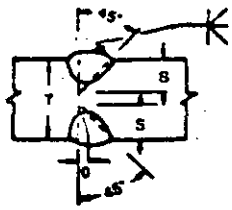
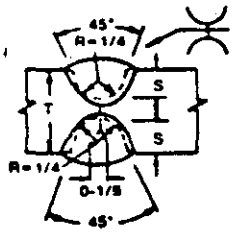
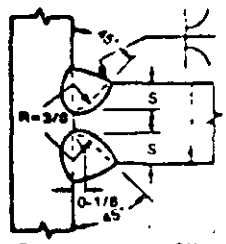
022

Weld details	Square-groove weld (1)	Single-V-groove weld (2)	Single-bevel-groove weld (4)
Butt joint (B) T ≥ 1/2	 Effective throat (E)=T max T=1/8 B-P1a*	 Effective throat (E)=T max T=1/2 B-P2*	 Effective throat (E)=T max T=1/2 B-P4*
	Root need not be chipped before welding second side  Effective throat (E)=T max T=1/4 B-P1b		
	 Effective throat (E)=3/4 T max T=1/4 B-P1c*		

All dimensions in inches.

1. See 2.10.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
*Joints welded from one side.

Fig. 2.10.1—Partial joint penetration (P) prequalified shielded metal arc welded joints.

Welds / Joints		V-groove weld	Bevel-groove weld	U-groove weld	J-groove weld
		Single-V-groove weld (2)	Single-bevel-groove weld (4)	Single-U-groove weld (6)	Single-J-groove weld (8)
Butt (B) T (T) or corner (C) joint	Minimum root face of joint shall be 1/8 in.	 Effective throat (E)=S** BC-P2*	 Effective throat (E)=S—1/8** ***BTC-P4*	 Effective throat (E)=S** BC-P6*	 Effective throat (E)=S** ***BTC-P8*
		Double-V-groove weld (3)	Double-bevel-groove weld (5)	Double-U-groove weld (7)	Double-J-groove weld (9)
		 Effective throat (E)=S** B-P3	 Effective throat (E)=S—1/8** ***BTC-P5*	 Effective throat (E)=S** B-P7	 Effective throat (E)=S** *** BTC-P9*

All dimensions in inches.

1. See 2.10.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
*Only corner joints C-P2, C-P4, C-P5, C-P6, C-P8 and C-P9 are prequalified for bridge application (see 9.12.1.2).
**Minimum effective throat as shown in Table 2.10.3.
***For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.10.1 cont.—Partial joint penetration (P) prequalified shielded metal arc welded joints.

TABLE 1.14.6.1.2

EFFECTIVE THROAT THICKNESS OF PARTIAL-PENETRATION GROOVE WELDS

Welding Process	Welding Position	Included Angle at Root of Groove	Effective Throat Thickness
Shielded metal arc or submerged arc	All	<60° but ≥45°	Depth of chamfer minus 1/8-inch
		≥60°	Depth of chamfer
Gas metal arc or flux cored arc	All	≥60°	Depth of chamfer
	Horizontal or flat	<60° but ≥45°	Depth of chamfer
	Vertical or overhead	<60° but ≥45°	Depth of chamfer minus 1/8-inch
Electrogas	All	≥60°	Depth of chamfer

TABLE 1.14.6.1.3

EFFECTIVE THROAT THICKNESS OF FLARE GROOVE WELDS

Type of Weld	Radius (R) of Bar or Bend	Effective Throat Thickness
Flare-bevel-groove	All	$^{5}/_{16}R$
Flare-V-groove	All	$^{1}/_{2}R$*

* Use $^{5}/_{8}R$ for Gas Metal Arc Welding (except short circuiting transfer process) when $R \geq 1$ inch.

1.5.3 Welds

Except as modified by the provisions of Sect. 1.7, welds shall be proportioned to meet the stress requirements given in Table 1.5.3.

TABLE 1.5.3

ALLOWABLE STRESS ON WELDS

Type of Weld and Stress[a]	Allowable Stress	Required Weld Strength Level[b,c]
Complete-Penetration Groove Welds		
Tension normal to effective area	Same as base metal	"Matching" weld metal must be used.
Compression normal to effective area	Same as base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld	Same as base metal	
Shear on effective area	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 × yield stress of base metal	
Partial-Penetration Groove Welds[d]		
Compression normal to effective area	Same as base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld[e]	Same as base metal	
Shear parallel to axis of weld	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 × yield stress of base metal	
Tension normal to effective area	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except tensile stress on base metal shall not exceed 0.60 × yield stress of base metal	

Area efectiva = Garganta efectiva × Longitud

La distancia entre piezas que han de soldarse de filete, no será mayor de 5 m.m. AWS (3.3.1)

Las partes a soldarse a tope se alinearan sin un error mayor del 10% de la placa más delgada pero no mayor de 3 m.m. ; AWS (3.3.3)

28 027

TABLE 3-3. MINIMUM PREHEAT AND INTERPASS TEMPERATURE. AWS D1.1-Rev. 1-73, 2-74 Table 4.2[1, 2]
(Degrees F)

	Welding Process				
	Shielded Metal-Arc Welding with other than Low-Hydrogen Electrode	Shielded Metal-Arc Welding with Low-Hydrogen Electrodes; Submerged Arc Welding; Gas Metal-Arc Welding; or Flux-Cored Arc Welding		Shielded Metal-Arc Welding with Low-Hydrogen Electrodes; Submerged-Arc Welding with Carbon or Alloy Steel Wire, Neutral Flux; Gas Metal-Arc Welding; or Flux-Cored Arc Welding	Submerged Arc Welding with Carbon Steel Wire, Alloy Flux
Thickness of Thickest Part at Point of Welding — Inches	ASTM A36[4], A53 Gr. B. A106, A131, A139, A375, A381 Gr. Y35, A500, A501, A516 Gr. 55 and 60, A524, A529, A570 Gr. D and E, A573 Gr. 65, API 5L Gr. B; ABS Gr. A, B, C, CS, D, E, R	ASTM A36, A106, A131, A139, A242 Weldable Grade, A375, A381 Gr. Y35, A441, A516 Gr. 65 and 70, A524, A529, A537 Class 1 and 2, A570 Gr. D and E, A572 Gr. 42, 45, 50, A573 Gr. 65, A588, A618, API 5L Gr. B and 5LX Gr. 42; ABS Gr. A, B, C, CS, D, E, R, AH, DH, EH	ASTM A572 Grades 55, 60 and 65	ASTM A514, A517	ASTM A514, A517
To 3/4, incl.	None[3]	None[3]	70	50	50
Over 3/4 to 1-1/2 incl.	150	70	150	125	200
Over 1-1/2 to 2-1/2, incl.	225	150	225	175	300
Over 2-1/2	300	225	300	225	400

1 Welding shall not be done when the ambient temperature is lower than zero F. When the base metal is below the temperature listed for the welding process being used and the thickness of material being welded, it shall be preheated (except as otherwise provided) in such manner that the surfaces of the parts on which weld metal is being deposited are at or above the specified minimum temperature for a distance equal to the thickness of the part being welded, but not less than 3 in., both laterally and in advance of the welding. Preheat and interpass temperatures must be sufficient to prevent crack formation. Temperature above the minimum shown may be required for highly restrained welds. For quenched and tempered steel the maximum preheat and interpass temperature shall not exceed 400°F for thickness up to 1-1/2 in., inclusive, and 450°F for greater thicknesses. Heat input when welding quenched and tempered steel shall not exceed the steel producer's recommendation.

2 In joints involving combinations of base metals, preheat shall be as specified for the higher strength steel being welded.

3 When the base metal temperature is below 32°F, preheat the base metal to at least 70°F and maintain this minimum temperature during welding.

4 Only low-hydrogen electrodes shall be used for welding A36 steel more than 1 inch thick for bridges.

the spots where they are placed, which measurements are taken as indices to the heat input and are correlated with thickness of metal and chemistry of metal in tables specifying minimum preheat temperatures. Thus, temperature is the gage to preheat inputs, and preheating to specified temperatures is the practical method of obtaining the amount of preheat needed to control the cooling rate after welding.

There are various guides for use in estimating preheat temperatures, including the recommendation of the suppliers of special steels. No guide, however, can be completely and universally applicable because of the varying factors of rigidity and restraint in assemblies. Recommendations are, thus, presented as "minimum preheat recommendations," and they should be accepted as such. However, the quenched and tempered steels can be damaged if the preheat is too high and the precautions necessary for these steels are discussed later.

The American Welding Society and the American Institute of Steel Construction have established minimum preheat and interpass temperature requirements for common weldable steels, as shown in

VII.- Metal de aportación

a) Características generales.

b) Clasificación de los electrodos.

c) Electrodos para soldadura manual al arco electrico.

c 1) Nomenclatura

c 2) Papel del recubrimiento.

c 3) Tipos de electrodos

c 4) Uso de los electrodos .

d) Electrodos para soldadura de arco sumergido.

Arc-Welding Consumables

Arc-welding consumables are the materials used up during welding, such as electrodes, filler rods, fluxes, and externally applied shielding gases. With the exception of the gases, all of the commonly used consumables are covered by AWS specifications.

Twenty specifications in the AWS A5.x series prescribe the requirements for welding electrodes, rods, and fluxes. This section briefly reviews some of the important requirements of the A5.x series, with the intent of serving as a guide to the selection of the proper specification. When detailed information is required, the actual AWS specification should be consulted.

ELECTRODES, RODS, AND FLUXES

The first specification for mild steel covered electrodes, A5.1, was written in 1940. As the welding industry expanded and the number of types of electrodes for welding steel increased, it became necessary to devise a system of electrode classification to avoid confusion. The system used applies to both the mild steel A5.1 and the low-alloy steel A5.5 specifications.

Classifications of mild and low-alloy steel electrodes are based on an "E" prefix and a four or five-digit number. The first two digits (or three, in a five-digit number) indicate the minimum required tensile strength in thousands of pounds per square inch. For example, 60 = 60,000 psi, 70 = 70,000 psi, and 100 = 100,000 psi. The next to the last digit indicates the welding position in which the electrode is capable of making satisfactory welds: 1 = all positions — flat, horizontal, vertical, and overhead; 2 = flat and horizontal fillet welding (see Table 4-1). The last two digits indicate the type of current to be used and the type of covering on the electrode (see Table 4-2).

Originally a color identification system was developed by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) in conjunction with the American Welding Society to identify the electrode's classification. This was a system of color markings applied in a specific relationship on the electrode, as in Fig. 4-1(a). The colors and their significance are listed in Tables 4-3 and 4-4. The NEMA specification also included the choice of imprinting the classification number on the electrode, as in Fig. 4-1(b).

TABLE 4-1. AWS A5.1-69 and A5.5-69 Designations for Manual Electrodes

a. The prefix "E" designates arc-welding electrode.

b. The first two digits of four-digit numbers and the first three digits of five-digit numbers indicate minimum tensile strength:

E60XX	60,000 psi Minimum Tensile Strength
E70XX	70,000 psi Minimum Tensile Strength
E110XX	110,000 psi Minimum Tensile Strength

c. The next-to-last digit indicates position:

EXX1X	All positions
EXX2X	Flat position and horizontal fillets

d. The suffix (Example: EXXXX-A1) indicates the approximate alloy in the weld deposit:

–A1	0.5% Mo
–B1	0.5% Cr, 0.5% Mo
–B2	1.25% Cr, 0.5% Mo
–B3	2.25% Cr, 1% Mo
–B4	2% Cr, 0.5% Mo
–B5	0.5% Cr, 1% Mo
–C1	2.5% Ni
–C2	3.25% Ni
–C3	1% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr
–D1 and D2	0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn
–G	0.5% min. Ni, 0.3% min. Cr, 0.2% min. Mo, 0.1% min. V, 1% min. Mn (only one element required)

31

030

TABLE 4-2. AWS A5.1-69 Electrode Designations for Covered Arc-Welding Electrodes

Designation	Current	Covering Type
EXX10	DC+ only	Organic
EXX11	AC or DC+	Organic
EXX12	AC or DC−	Rutile
EXX13	AC or DC±	Rutile
EXX14	AC or DC±	Rutile, iron-powder (approx. 30%)
EXX15	DC+ only	Low-hydrogen
EXX16	AC or DC+	Low-hydrogen
EXX18	AC or DC+	Low-hydrogen, iron-powder (approx. 25%)
EXX20	AC or DC±	High iron-oxide
EXX24	AC or DC±	Rutile, iron-powder (approx. 50%)
EXX27	AC or DC±	Mineral, iron-powder (approx. 50%)
EXX28	AC or DC+	Low-hydrogen, iron-powder (approx. 50%)

TABLE 4-3. Color Identification for Covered MILD-STEEL and LOW-ALLOY Steel Electrodes

GROUP COLOR – NO COLOR				
XX10, XX11, XX14, XX24, XX27, XX28 and all 60 XX				
Spot Color \ End Color	No Color	Blue	Black	Orange
No Color	E6010	E7010G		EST
White	E6012	E7010-A1		ECI
Brown	E6013		E7014	
Green	E6020			
Blue	E6011	E7011G		
Yellow		E7011-A1	E7024	
Black			E7028	
Silver	E6027			
GROUP COLOR – SILVER				
All XX13 and XX20 except E6013 and E6020				
Brown				
White				
Green		E7020G		
Yellow		E7020-A1		

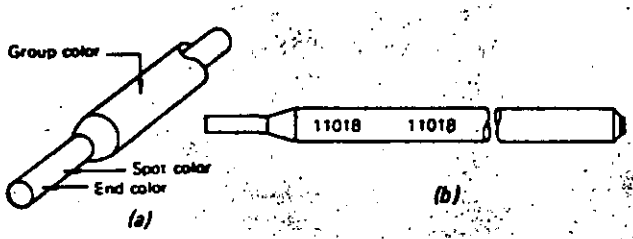


Fig. 4-1. (a) National Electrical Manufacturers Association color-code method to identify an electrode's classification; (b) American Welding Society imprint method.

Starting in 1964, AWS new and revised specifications for covered electrodes required the classification number be imprinted on the covering, as in Fig. 4-1(b). However, some electrodes can be manufactured faster than the imprinting equipment can mark them and some sizes are too small to be legibly marked with an imprint. Although AWS specifies an imprint, the color code is accepted on electrodes if imprinting is not practical.

TABLE 4-4. Color Identification for Covered Low-Hydrogen Low-Alloy Steel Electrodes

GROUP COLOR – GREEN										
XX15, XX16 and XX18 except E6015 and E6016										
Spot Color \ End Color	No Color	Blue	Black	White	Gray	Brown	Violet	Green	Red	Orange
Red	E7015G	E7015			E8015G	E9015G		E10015G		E12015G
White		E7015-A1	E9015-B3L			E9015-D1				
Brown										
Green			E8015-B2L			E9015-B3				
Bronze			E8015-B4L			E8015-B4				
Orange	E7016G	E7016	E7018	E8016-C3		E9016G		E10016G		E12016G
Yellow		E7016-A1	E7018-A1	E8016G		E9016-D1		E10015-D2	E11016G	
Black			E8018-C3	E8016-B1	E8018-B1		E9018-B3			
Blue	E7018G		E8018G	E8016-C1	E8018-C1	E9016-B3	E9018G	E10018G	E11018G	E12018G
Violet				E8016-C2	E8018-C2	E8016-B4	E9018-D1	E10018-D2		
Gray			E8018-B4	E8016-B2	E8018-B2			E10016-D2		
Silver			Mil-12018							

Table 1—Electrode Classification

AWS Classification	Type of Covering	Capable of Producing Satisfactory Welds in Positions Shown[a]	Type of Current[b]
E60 Series—Minimum Tensile Strength of Deposited Metal in As-Welded Condition 60 000 psi (or Higher—see Table 4)			
E6010	High cellulose sodium	F, V, OH, H	dc, reverse polarity
E6011	High cellulose potassium	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E6012	High titania sodium	F, V, OH, H	ac or dc, straight polarity
E6013	High titania potassium	F, V, OH, H	ac or dc, either polarity
E6020	High iron oxide	H-Fillets	ac or dc, straight polarity
		F	ac or dc, either polarity
E6027	Iron powder, iron oxide	H-Fillets	ac or dc, straight polarity
		F	ac or dc, either polarity
E70 Series—Minimum Tensile Strength of Deposited Metal in As-Welded Condition 70 000 psi (or Higher—see Table 4)			
E7014	Iron powder, titania	F, V, OH, H	ac or dc, either polarity
E7015	Low hydrogen sodium	F, V, OH, H	dc, reverse polarity
E7016	Low hydrogen potassium	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E7018	Iron powder, low hydrogen	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E7024	Iron powder, titania	H-Fillets, F	ac or dc, either polarity
E7028	Iron powder, low hydrogen	H-Fillets, F	ac or dc, reverse polarity

[a] The abbreviations F, V, OH, H, and H-Fillets indicate welding positions (Figs. 1 and 2) as follows:

F = Flat
H = Horizontal
H-Fillets = Horizontal Fillets
V = Vertical } { For electrodes 3/16 in. and under, except 5/32 in. and under for classifications E7014, E7015, E7016 and E7018.
OH = Overhead }

[b] Reverse polarity means electrode is positive; straight polarity means electrode is negative.

Table 2—Chemical Requirements

AWS Classification	Chemical Composition, max, per cent[a]					
	Manganese	Silicon	Nickel	Chromium	Molybdenum	Vanadium
E7014, E7015, E7016, E7018, E7024, E7028	1.25*	0.90	0.30*	0.20*	0.30*	0.08*
E6010, E6011, E6012, E6013, E6020, E6027	No chemical requirements					

[a] The sum total of all elements with the asterisk shall not exceed 1.60 per cent.

[b] For obtaining the chemical composition, dc, straight polarity only, may be used where dc, both polarities, is specified.

TABLA COMPARATIVA DE ELECTRODOS PARA SOLDAR

SEGUN VARIOS FABRICANTES

ESPECIFICACION AWS	A O SMITH	AGA SUTEC	CHAMPION	ELESA	GENERAL ELECTRIC	HOBART	LINCOLN	P & H	WESTING-HOUSE
E-6010	SW-14	FERROMATIC 10	DIABLO AZUL	6010	W-610-A	10	FLEET WELD 5	AP-100	XL-610
E-6011	SW-10	FERROMATIC 11	DIABLO AZUL ALTERNO	6011	W-611-A	335	FLEET WELD 35	AC-1	ACP-611
E-6012	SW-11 SW-17	FERROMATIC 12	DIABLO GRIS No. 2	6012	W-612-A	12	FLEET WELD 7	PFA 612-P	FP-6012 FP-2612
E-6013	SW-15 SW-16	FERROMATIC 13	DIABLO LIGERO	6013	W-613-A	13	FLEET WELD 47	AC-1 13	SW-611 SW-2-M
E-7018	SW-75	CELLOCORD 70	DIABLO AZUL 85	7018	W-718-A	685	SHIELD-ARC 85	CM-50	AP-MO
FIERRO VACIADO	SW-5	SUTEC ARC 37		429	W-83	HARCAST	FERROWELD	HARCAST	CASTING WELD
RECUBRIMIENTOS DUROS	SW-505-B	CITO-MANGAN	DIABLO DE MANGANESO	700		CO-MANGANOL	MANGAN-WELD-B	HARMO-MANG-A	
	SW-515-B			724		V MANGANIK	MANGAN-WELD AC	HARNI-MANG-A	
	D-WELD-B	SUEMEX 250		320	W-98	TUFAN HARD 250	ABRASO-WELD	HARTOP BROWN	HARDEN TOUGH 250
	D-WELD-E	SUEMEX 400	DIABLO DURO	360	W-93	TUFAN HARD 400	FACEWELD 1	HARTOP RED	HARDEN TOUGH 450
	D-WELD-F	SUEMEX 600	DIABLO RESISTENTE	370	W-95	TUFAN HARD 600	FACEWELD 12	HARTOP YELLOW	HARDEN TOUGH 550

Welding Carbon and Low-Alloy Steels with the Shielded Metal-Arc Process

Most welding on steel is done manually with shielded metal-arc (stick) electrodes. As in any manual process, the skill and dexterity of the operator are important for quality work; but equally important is selection of the correct type of electrode.

CONSIDERATIONS IN ELECTRODE SELECTION

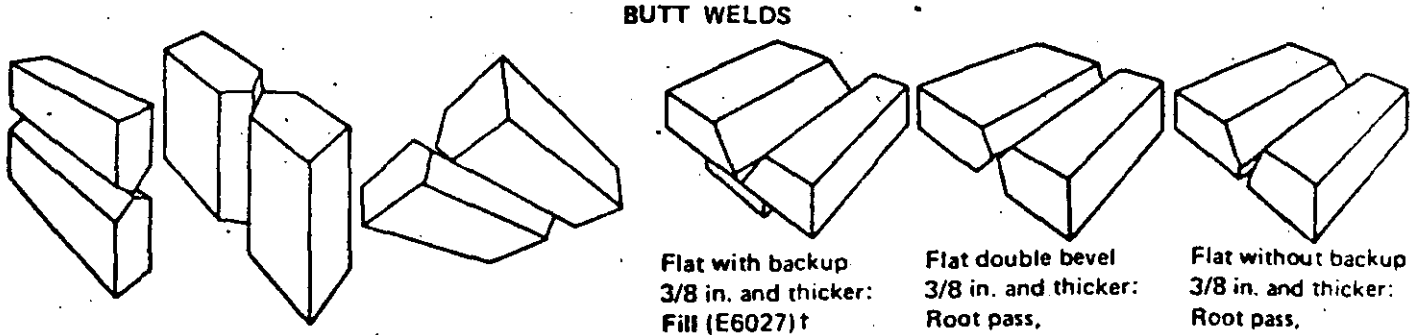
Choice of electrode is straightforward when welding high-strength or corrosion-resistant steels. Here, choice is generally limited to one or two electrodes designed specifically to give the correct chemical composition in the weld metal. But most arc welding involves the carbon and low-alloy steels for which many different types of electrodes provide satisfactory chemical compositions in the weld metal. From the many possibilities, the object is to pick an electrode that gives the desired quality of weld at the lowest welding cost. Usually, this means the electrode that allows the highest welding speed with the particular joint. To meet this objective, electrodes are selected according to the design and positioning of the joint.

Electrodes compounded to melt rapidly are called "fast-fill" electrodes, and those compounded to solidify rapidly are called "fast-freeze" electrodes. Some joints and welding positions require a compromise between the fast-fill and fast-freeze characteristics, and electrodes compounded to meet this need are called "fill-freeze" electrodes. There are also electrodes which are classified as "fast follow."

The fill-freeze-follow terminology used to classify types of electrodes is also used to designate types of joints. Overhead or vertical joints that normally require fast-freeze electrodes are thus termed "freeze" joints, while flat joints and some horizontal joints, where rapid deposition is important, are called "fill" joints. Some joints, especially those in sheet metal, require an electrode that permits rapid electrode travel with minimum skips, and are thus called "follow" joints. The fill-freeze electrodes usually are best suited for follow joints, and thus, fill-freeze electrodes are called fast-follow electrodes when the reference is to joints requiring fast electrode travel.

Although the terms fill, freeze, and fill-freeze, are straightforward as applied to electrodes, use of these terms to describe types of joints is not so clear-cut. For example, some overhead "freeze" joints require a fill-freeze, rather than fast-freeze, electrode. By the same token, a "follow" joint in sheet metal may require a fast-freeze, rather than a fill-freeze, electrode. The use of these terms to identify types of joints, and the types of electrodes

BUTT WELDS



Horizontal — Plate 3/16 to 5/8 in. Freeze (E6010, E6011)

Vertical

Overhead — Plate over 5/8 in. Fill-freeze (E7018)

Flat with backup 3/8 in. and thicker: Fill (E6027)†

Flat double bevel 3/8 in. and thicker: Root pass, Fill-freeze (E7018); All other passes, Fill (E6027)†

Flat without backup 3/8 in. and thicker: Root pass, Fill-freeze (E7018); All other passes, Fill (E6027)†

†E7028 may be substituted

Fig. 6-14. Guide to selection of electrodes for butt welds.

recommended for these joints, are explained in Fig. 6-14, 6-15, and 6-16, which show butt welds, fillet welds, and sheet-metal welds, respectively.

AWS A5.1-69 is a complete specification for mild-steel electrodes for shielded metal-arc welding (see Section 4.1). Typical mechanical properties of mild-steel deposited weld metal are given in Table 6-11.

A combination of letters and numbers used by the American Welding Society to identify the various classes of electrodes is given in Table 4-1. For a more complete description of this system see Section 4.1. Typical current ranges for all AWS A5.1 electrodes is given in Table 6-12. A guide to the application of electrodes for steels of specific ASTM designations is presented in Table 6-13.

TABLE 6-11. Typical Mechanical Properties of Mild-Steel Deposited Weld Metal

Electrode Classification	Condition							
	As-Welded				Stress-Relieved at 1150° F			
	Tensile Strength (psi)	Yield Strength (psi)	Elong. in 2 in. (%)	Impact* (ft-lb)	Tensile Strength (psi)	Yield Strength (psi)	Elong. in 2 in. (%)	Impact* (ft-lb)
E6010	69,000	60,000	26	55 (1)	65,000	51,000	32	75
E6011	70,000	63,000	25	50 (1)	65,000	51,000	30	90
E6012	72,000	64,000	21	43	71,000	62,000	23	47
E6013	74,000	62,000	24	55	74,000	58,000	28	
E6020	67,000	57,000	27	50				
E6027	66,000	58,000	28	40 (1)	66,000	57,000	30	80
E7014	73,000	67,000	24	55	73,000	65,000	26	48
E7015	75,000	68,000	27	90				
E7016	75,000	68,000	27	90	71,000	60,000	32	12[illegible]
E7018	74,000	65,000	29	80 (1)	72,000	58,000	31	120
E7024	86,000	78,000	23	38	80,000	73,000	27	38
E7028	85,000	78,000	26	26 (2)	81,000	73,000	26	85

* Charpy V-notch at 70°F, except where noted.
(1) Charpy V-notch at −20°F.
(2) Charpy V-notch at 0°F.

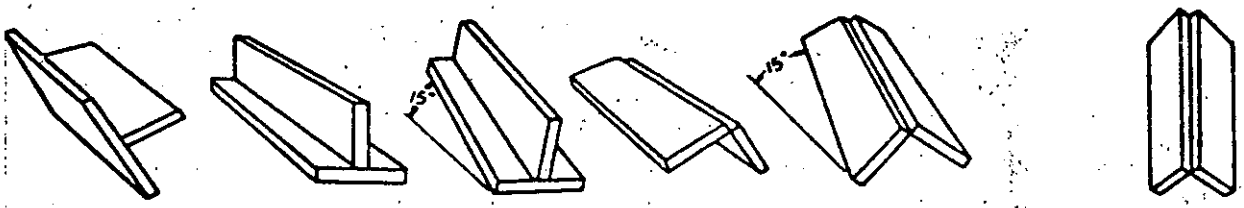
TABLE 6-12. Typical Current Ranges for Electrodes

Electrode Diameter (in.)	Current Range (amp)								
	Electrode Type								
	E6010, E6011 DC+	E6012	E6013	E6020	E6027	E7014	E7015, E7016	E7018	E7024, E7028
1/16	–	20 – 40	20 – 40	–	–	–	–	–	–
5/64	–	25 – 60	25 – 60	–	–	–	–	–	–
3/32	40 – 80	35 – 85	45 – 90	–	–	80 – 125	65 – 110	70 – 100	100 – 145*
1/8	75 – 125	80 – 140	80 – 130	100 – 150	125 – 185	110 – 160	100 – 150	115 – 165	140 – 190
5/32	110 – 170	110 – 190	105 – 180	130 – 190	160 – 240	150 – 210	140 – 200	150 – 220	180 – 250
3/16	140 – 215	140 – 240	150 – 230	175 – 250	210 – 300	200 – 275	180 – 255	200 – 275	230 – 305
7/32	170 – 250	200 – 320	210 – 300	225 – 310	250 – 350	260 – 340	240 – 320	260 – 340	275 – 365
1/4	210 – 320	250 – 400	250 – 350	275 – 375	300 – 420	330 – 415	300 – 390	315 – 400	335 – 430
5/16	275 – 425	300 – 500	320 – 430	340 – 450	375 – 475	390 – 500	375 – 475	375 – 470	400 –

*These values do not apply to the E7028 classification.

FILLET AND CORNER WELDS

Fillet welds over 10 to 12 in. in length on 3/16-in. or thicker plate



Flat
Fill
(E7024)†

Horizontal
Fill
(E7024)†

Inclined
Fill-freeze
(E7014)

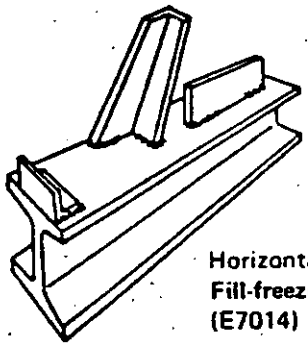
Flat
Fill
(E7024)†

Inclined
Fill-freeze
(E7014)

Vertical
3/16 to 5/8-in. plate
Freeze
(E6010, E6011)

Plate over 5/8-in.
Fill-freeze
(E7018)

Fillet welds under 6 in. in length or having [illegible]e in direction on 3/16 in. or thicker plate

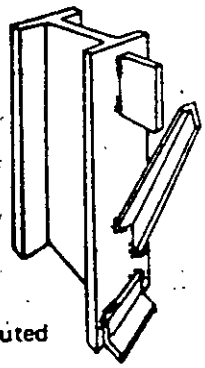


Horizontal
Fill-freeze
(E7014)

Horizontal, Vertical, Overhead

3/16 to 5/8-in. plate
Freeze
(E6010, E6011)

Plate over 5/8 in.
Fill-freeze
(E7018)

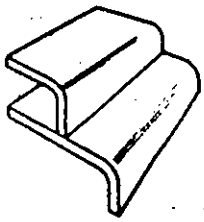


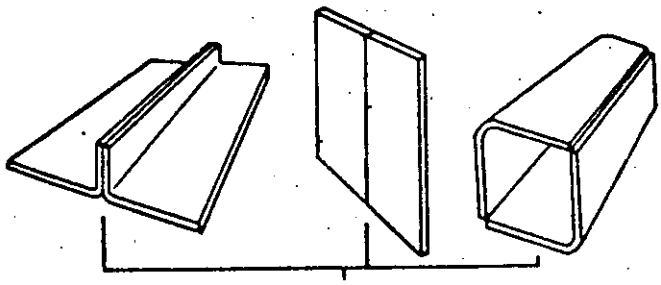
†E7028 may be substituted

Fig. 6-15. Guide to selection of electrodes for fillet and corner welds.

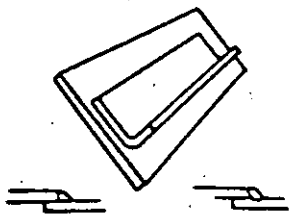
SHEET METAL JOINTS

All positions
Follow
(E6012, DC; E6013, AC)





All positions
Freeze
(E6010, DC; E6011, AC)



Preserve Edge

All positions
Follow
(E6012, DC; E6013, AC)

Fuse Edge

All positions
Freeze
(E6010, DC; E6011, AC)

Fig. 6-16. Guide to selection of electrodes for sheet-metal welds.

base metal of poor weldability. On succeeding passes, use currents that provide best operating characteristics. Drag the electrode lightly or hold an arc of 1/8-in. or less. Do not use a long arc at any time, since E7018 electrodes rely principally on molten slag for shielding. Stringer beads or small weave passes are preferred to wide weave passes. When starting a new electrode, strike the arc ahead of the crater, move back into the crater, and then proceed in the normal direction. On AC, use currents about 10% higher than those used with DC. Govern travel speed by the desired bead size.

Vertical: Weld vertical-up with electrode sizes of 5/32-in. or less. Use a triangular weave for heavy single-pass welds. For multipass welds, first deposit a stringer bead by using a slight weave. Deposit additional layers with a side-to-side weave, hesitating at the sides long enough to fuse out any small slag pockets and to minimize undercut. Do not use a whip technique or take the electrode out of the molten pool. Travel slowly enough to maintain the shelf without causing metal to spill. Use currents in the lower portion of the range.

Overhead: Use electrodes of 5/32-in. or smaller. Deposit stringer beads by using a slight circular motion in the crater. Maintain a short arc. Motions should be slow and deliberate. Move fast enough to avoid spilling weld metal, but do not be alarmed if some slag spills. Use currents in the lower portion of the range.

TABLE 6-14. Procedures for Drying Low-Hydrogen Electrodes

Nature of Moisture Pickup	Drying Temperatures	
	E7018-28	E8018-X, E9018-X, E11018-X
Electrodes exposed to air for less than one week; no direct contact with water. Welds not subject to X-ray inspection.	300°F	300°F
Electrodes exposed to air for less than one week; no direct contact with water. Welds subject to X-ray inspection.	700°F	750°F
Electrodes have come in direct contact with water, or have been exposed to extremely humid conditions as indicated by core wire rusting at the holder end. Before redrying at 700 – 750F, predry electrodes in this condition at 180°F for 1 to 2 hours. This minimizes the tendency for coating cracks or oxidation of the alloys in the coating.	700°F	750°F

Note: One hour at the listed temperatures is satisfactory. Do not dry electrodes at higher temperatures or for more than 8 hours. Several hours at lower temperature are not equivalent to using the specified temperatures. Remove the electrodes from the can and spread them out in the furnace. Each electrode must reach the drying temperature. (Cardboard can liners char at about 350°F.)

Redrying Low-Hydrogen Electrodes

Low-hydrogen electrodes must be dry if they are to perform properly. Electrodes in unopened,

TABLE 6-15. Characteristics of Mild-Steel Covered Electrodes*

AWS-ASTM Electrode Classification	Welding Category	General Characteristics
60,000-psi Minimum Tensile Strength		
E6010	Freeze†	Molten weld metal freezes quickly; suitable for welding in all positions with DC reverse-polarity power, has a low-deposition rate and deeply penetrating arc; can be used to weld all types of joints.
E6011	Freeze†	Similar to E6010, except can be used with AC as well as DC power
E6012	Follow	Faster travel speed and smaller welds than E6010; AC or DC straight-polarity power; penetration less than E6010. Primary use is for single-pass welding of thin-gage sheet metal in flat, horizontal, and vertical-down positions.
E6013	Follow	Similar to E6012, except can be used with DC (either polarity) or AC power
E6027	Fill	Deposition rate high since covering contains about 50% iron powder, primary use is for multipass, deep-groove, and fillet welding in the flat position or horizontal fillets, using DC (either polarity) or AC power.
70,000-psi Minimum Tensile Strength		
E7014	Fill-freeze	Higher deposition rate than E6010, usable with DC (either polarity) or AC power; primary use is for inclined and short, horizontal fillet welds.
E7018	Fill-freeze	Suitable for welding low and medium-carbon steels (0.55% C max) in all positions and types of joints. Weld-metal quality and mechanical properties highest of all mild-steel electrodes; usable with DC reverse polarity or AC power.
E7024	Fill	Higher deposition rate than E7014, suitable for flat-position welding and horizontal fillets.
E7028	Fill	Similar to type E7018; used for welding horizontal and flat fillets and grooved butt fillet welds in flat position.

* E6020, E7015, and E7016 are not included because of their limited usage. Only electrodes up to 3/16-in. diameter can be used in all welding positions (flat, horizontal, vertical, and overhead).

† When used for welding sheet metal, these electrodes have to freeze characteristics.

38

037

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Commercial
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

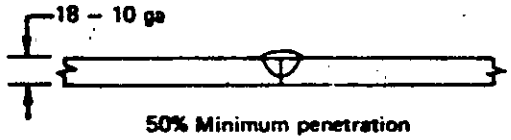


Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) DC(+)	40†	70†	80	120	135
Arc Speed (in./min)	22 – 26	30 – 35	25 – 30	20 – 24	17 – 21
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0244	0.0287	0.0262	0.0487	0.0695
Total Time (hr/ft of weld)	0.00833	0.00615	0.00727	0.00909	0.0105

* Use 1/16 in. gap and whip the electrode.
† DC(–)

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Commercial
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

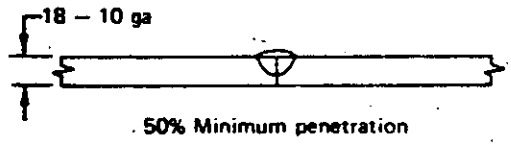


Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6011	E6011	E6011	E6011	E6011
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) AC	50	100	105	130	145
Arc Speed (in./min)	20 – 24	28 – 33	26 – 31	24 – 29	22 – 27
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0251	0.0326	0.0367	0.0527	0.0648
Total Time (hr/ft of weld)	0.00909	0.00656	0.00702	0.00755	0.00817

* Use 1/16 in. gap and whip the electrode.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Vertical up
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

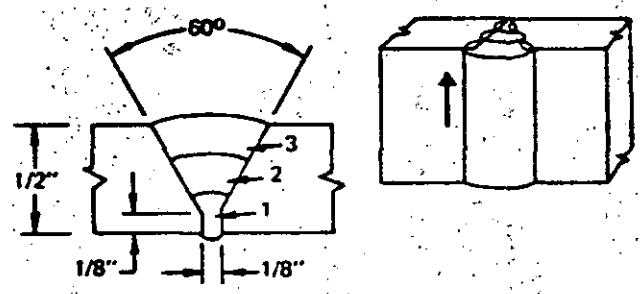


Plate Thickness (in.)	1/4	5/16	3/8	1/2
Pass	1 & 2	1 & 2	1 & 2	1 – 3
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	5/32	5/32	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	110	120	150	170
Arc Speed (in./min)*	5.2-5.8	3.8-4.2	4.8-5.3	3.8-4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	0.323	0.440	0.586	0.990
Total Time (hr/ft of weld)	0.0901	0.118	0.130	0.152

* First pass only. Vary speed on succeeding passes to obtain proper weld size.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Vertical up
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

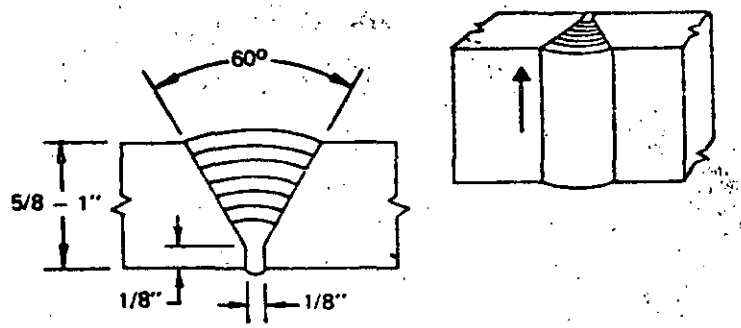


Plate Thickness (in.)	5/8	3/4	1
Pass	1 – 4	1 – 6	1 – 10
Electrode Class	E6010	E6010	E6010
Size	3/16	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	170	170	170
Arc Speed (in./min)*	3.8 – 4.2	3.8 – 4.2	3.8 – 4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	1.48	2.08	3.56
Total Time (hr/ft of weld)	0.228	0.318	0.547

* First pass only. Vary speed on succeeding passes to obtain proper weld size.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Fair
Welded From: One side

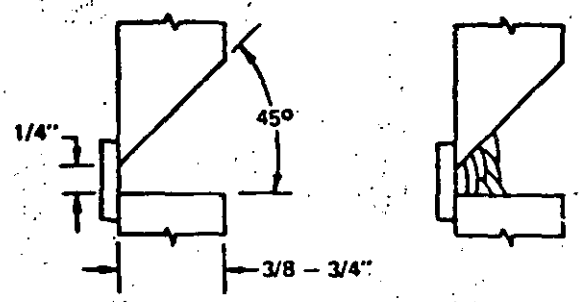


Plate Thickness (in.)	3/8		1/2		5/8		3/4	
Pass	1	2 – 5	1	2 – 7	1	2 – 9	1	2 – 11
Electrode Class	E7018		E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16		3/16		3/16		3/16	
Current (amp) DC(+)	240		240		240		240	
Arc Speed (in./min)	4.5-5.5	8.5-9.5	4.5-5.5	7.5-8.5	4.5-5.5	6.7-7.4	5.5-6.5	6.2-6.8
Electrode Req'd (lb/ft)	0.867		1.35		1.75		2.42	
Total Time (hr/ft of weld)	0.118		0.182		0.270		0.345	

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Fair
Welded From: One side

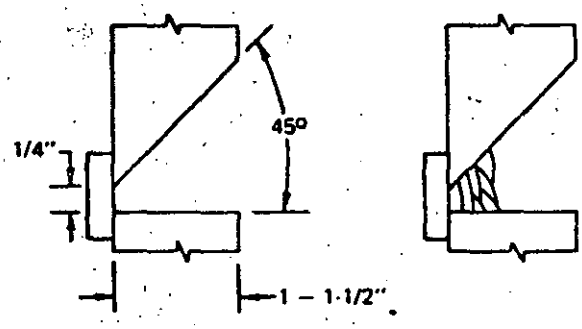
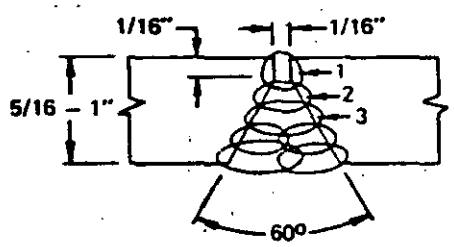


Plate Thickness (in.)		1		1-1/4		1-1/2	
Pass	1*	2 – 13	14 – 19†	2 – 17	18 – 24†	2 – 22	23 – 31†
Electrode Class	E7018	E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16
Current (amp) DC(+)	240	280	240	280	240	280	240
Arc Speed (in./min)	5 – 6	6.2-6.8	9.5-10.5	5.7-6.3	9.5-10.5	5.2-5.8	9.5-10.5
Electrode Req'd (lb/ft)		3.39	.994	4.82	1.23	6.40	1.60
Total Time (hr/ft of weld)		0.526		.714		1.00	

* First pass for all thicknesses
† Cover passes.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Overhead
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Fair
Welded From: One side



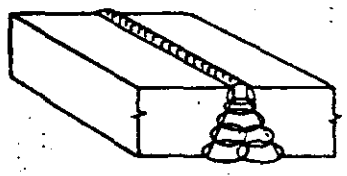
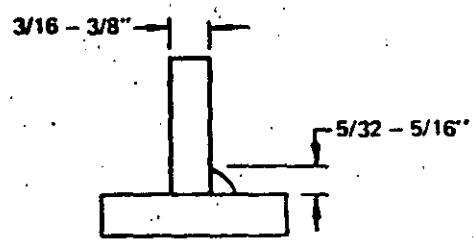


Plate Thickness (in.)	5/16		3/8		1/2		3/4		1	
Pass	1	2	1	2 – 3	1	2 – 5	1	2 – 9	1	2 – 13
Electrode Class	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018
Size	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32
Current (amp) DC(+)	110	170	110	170	110	170	110	170	110	170
Arc Speed (in./min)	4.3 – 4.7	3.4 – 3.8	4.3 – 4.7	3.3 – 3.7	4.3 – 4.7	3.6 – 4.0	4.3 – 4.7	4.3 – 4.7	4.3 – 4.7	3.6 – 4.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.155	0.327	0.155	0.671	0.155	0.918	0.155	2.08	0.155	3.70
Total Time (hr/ft of weld)	0.0999		0.158		0.202		0.399		0.575	

Split layers after third pass, as shown in sketch.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Poor

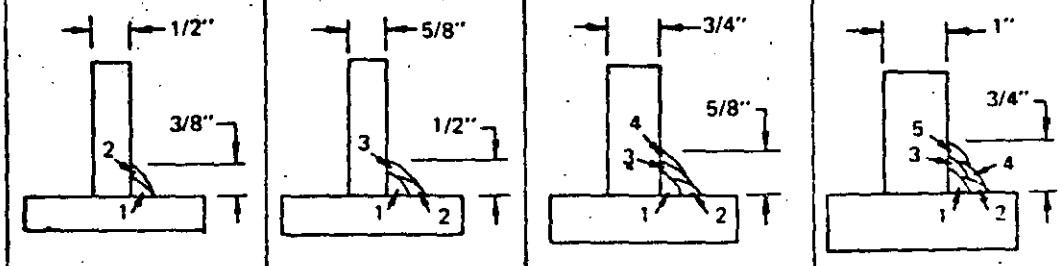


Weld Size, L (in.)	5/32	3/16	1/4	5/16
Plate Thickness (in.)	3/16	1/4	5/16	3/8
Pass	1	1	1	1
Electrode Class	E7018	E7018	E7018	E7018
Size	3/16	7/32	7/32	1/4
Current (amp) AC	240	275	275	350
Arc Speed (in./min)	12.5 – 13.5	11.0 – 12.0	8.5 – 9.5	6.5 – 7.5
Electrode Req'd (lb/ft)	0.111	0.140	0.203	0.335
Total Time (hr/ft of weld)	0.0154	0.0174	0.0222	0.0286

Preheat may be necessary depending on plate material.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Poor



Weld Size, L (in.)	3/8	1/2	5/8	3/4
Plate Thickness (in.)	1/2	5/8	3/4	1
Pass	1 & 2	1 – 3	1 – 4	1 – 5
Electrode Class	E7018	E7018	E7018	E7018
Size	1/4	1/4	1/4	1/4
Current (amp) AC	350	350	350	350
Arc Speed (in./min)	9.5 – 11.5	9.5 – 10.5	8.0 – 9.0	7.0 – 8.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.480	0.785	1.18	1.62
Total Time (hr/ft of weld)	0.0390	0.0600	0.0940	0.133

Preheat may be necessary depending on plate material.

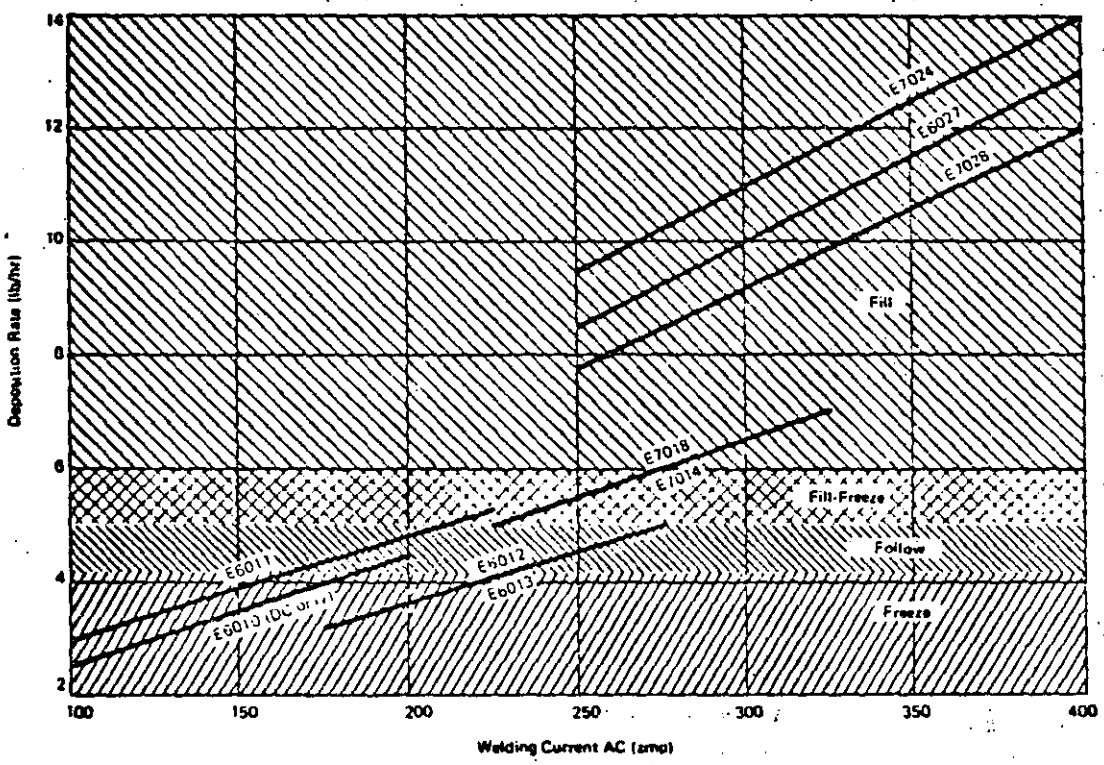


Fig. 6-21. Deposition rates for various mild-steel electrodes.

hermetically sealed containers remain dry indefinitely in good storage conditions. Opened cans should be stored in a cabinet at 250 to 300°F. Supplying weldors with electrodes twice a shift — at the start of the shift and at lunch, for example — minimizes the danger of moisture pickup. Return electrodes to the heated cabinet for overnight storage.

When containers are punctured or opened so that the electrode is exposed to the air for a few days, or when containers are stored under unusually wet conditions, low-hydrogen electrodes pick up moisture. The moisture, depending upon the amount absorbed, impairs weld quality in the following ways:

1. A small amount of moisture may cause internal porosity. Detection of this porosity requires X-ray inspection or destructive testing. If the base metal has high hardenability, even a small amount of moisture can contribute to underbead cracking.
2. A high amount of moisture causes visible external porosity in addition to internal porosity.
3. Severe moisture pickup can cause weld cracks or underbead cracking in addition to severe porosity.

Redrying completely restores ability to deposit quality welds. The proper redrying temperature depends upon the type of electrode and its condition. Drying procedures are listed in Table 6-14.

SUMMARY OF ELECTRODES FOR MILD STEEL

In the AWS specification A5.1-69 there are 12 different classifications of electrodes for welding mild steel. Each classification has different operating characteristics, and a summary of these characteristics is given in Table 6-15. The deposition rates for the electrodes in Table 6-15 are shown in Fig. 6-21.

ALLOY-STEEL ELECTRODES

Alloy content of the weld deposit is not critically important in the welding of common grades of steel. As discussed in the immediately preceding portions of this section, electrode selection for these

45

WELDED JOINTS

Standard symbols

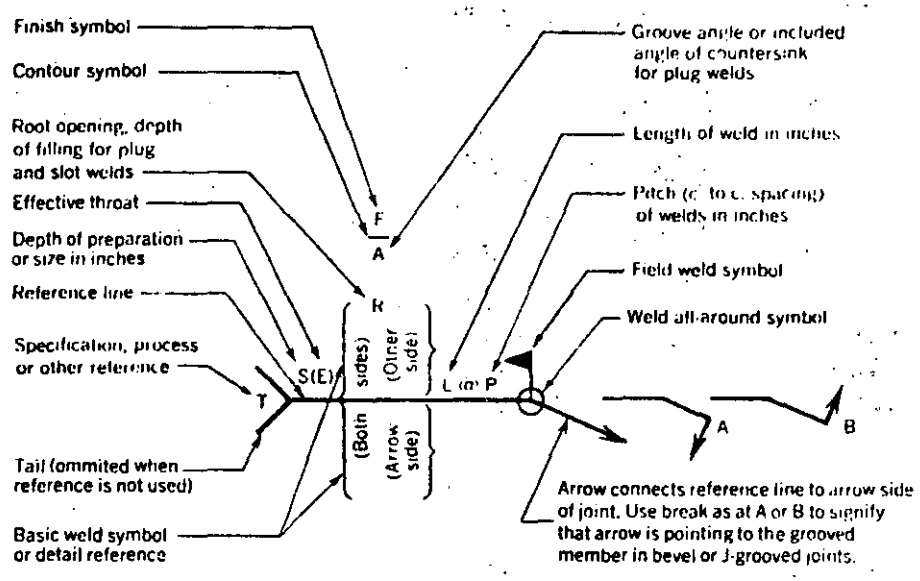
BASIC WELD SYMBOLS

BACK	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

SUPPLEMENTARY WELD SYMBOLS

BACKING	SPACER	WELD ALL AROUND	FIELD WELD	CONTOUR		For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4-79
				FLUSH	CONVEX	

STANDARD LOCATION OF ELEMENTS OF A WELDING SYMBOL



Note:

Size, weld symbol, length of weld and spacing must read in that order from left to right along the reference line. Neither orientation of reference line nor location of the arrow alter this rule.

The perpendicular leg of ◺, V, Y, V weld symbols must be at left.

Arrow and Other Side welds are of the same size unless otherwise shown. Dimensions of fillet welds must be shown on both the Arrow Side and the Other Side Symbol.

The point of the field weld symbol must point toward the tail.

Symbols apply between abrupt changes in direction of welding unless governed by the "all around" symbol or otherwise dimensioned.

These symbols do not explicitly provide for the case that frequently occurs in structural work, where duplicate material (such as stiffeners) occurs on the far side of a web or gusset plate. The fabricating industry has adopted this convention, that when the fitting of the detail material discloses the existence of a member on the far side as well as on the near side, the welding shown for the near side shall be duplicated on the far side.

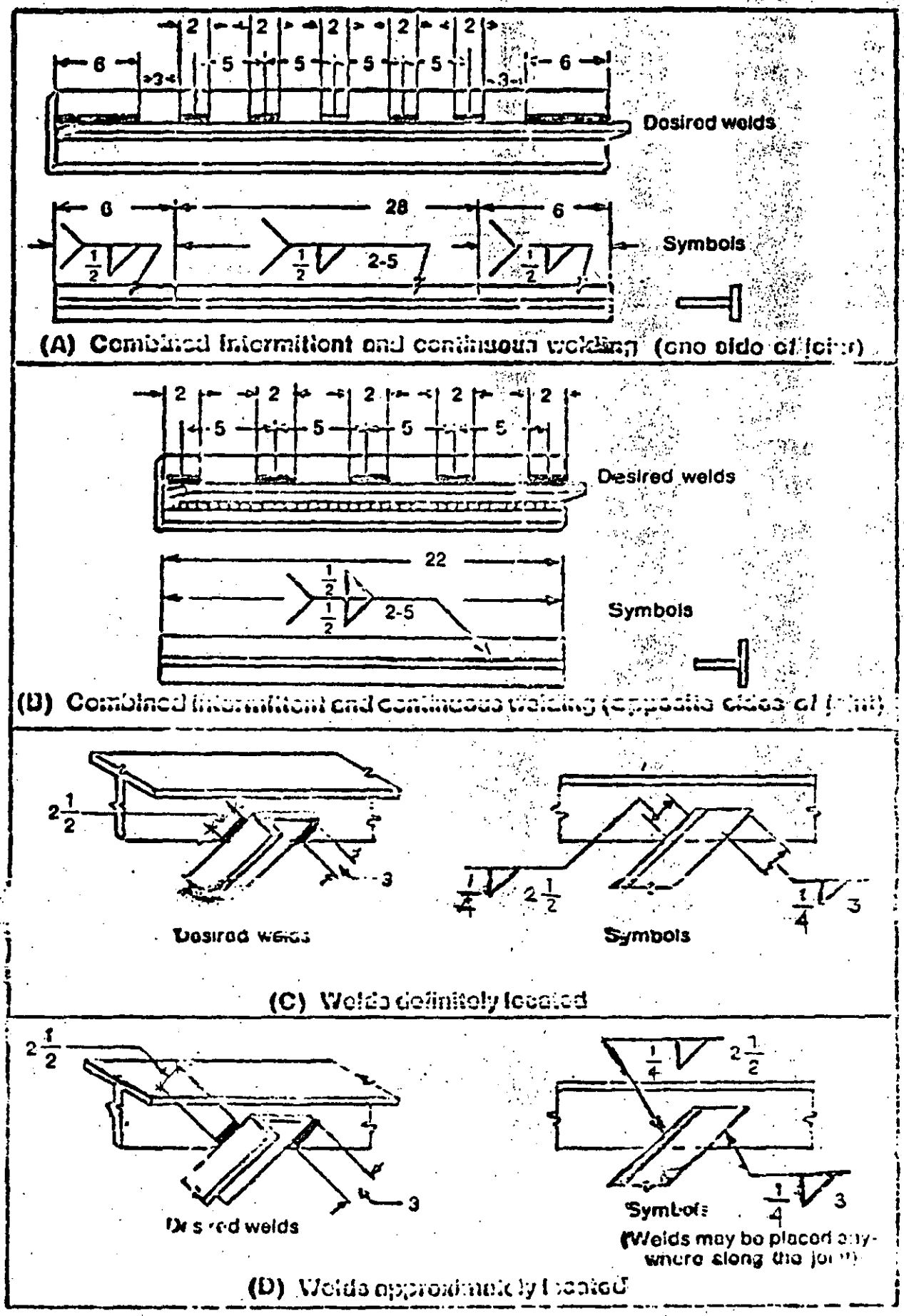


Fig. 7—Designation of location and extent of fillet welds

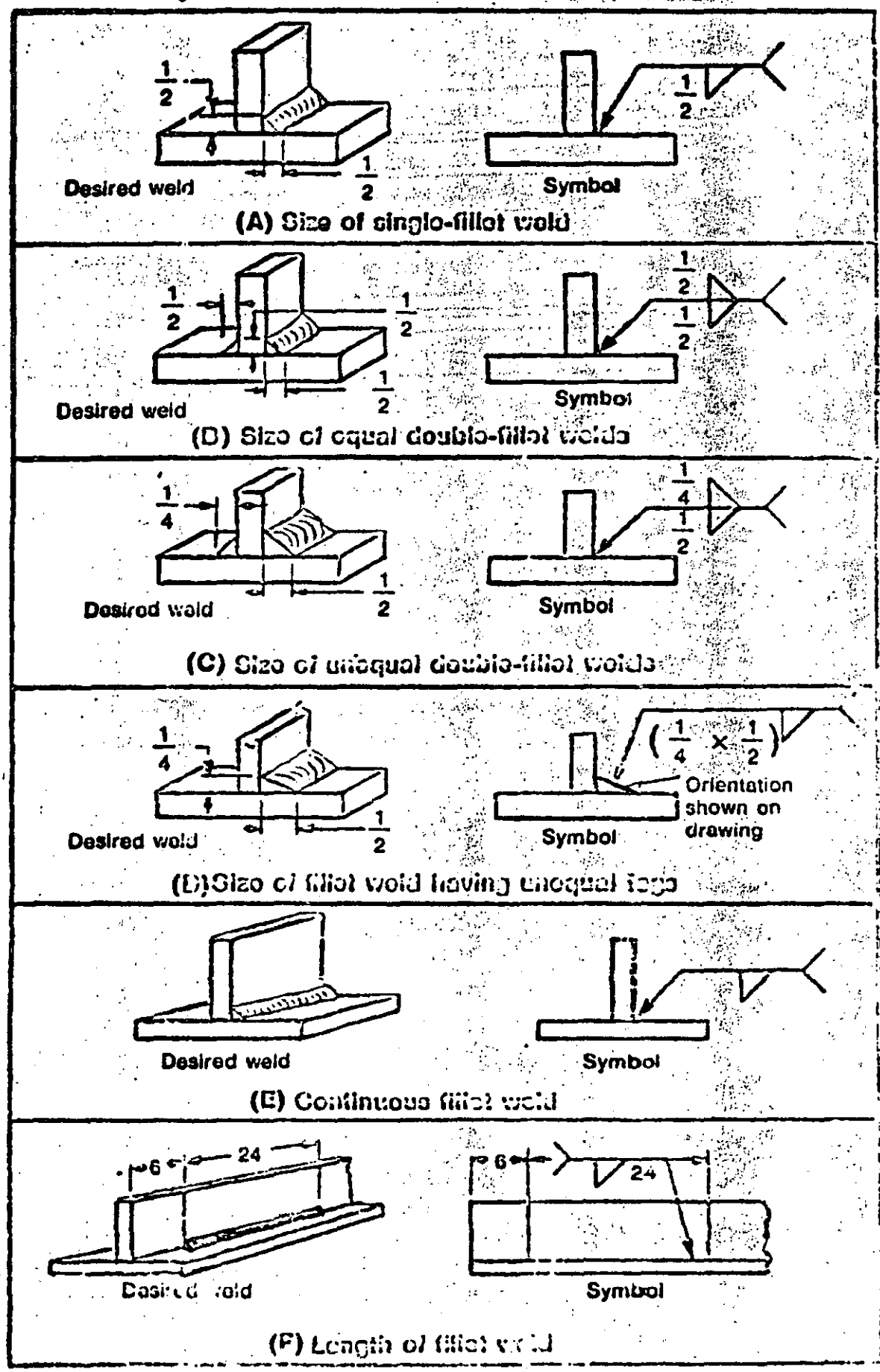


Fig. 43—Application of dimensions to fillet weld symbols.

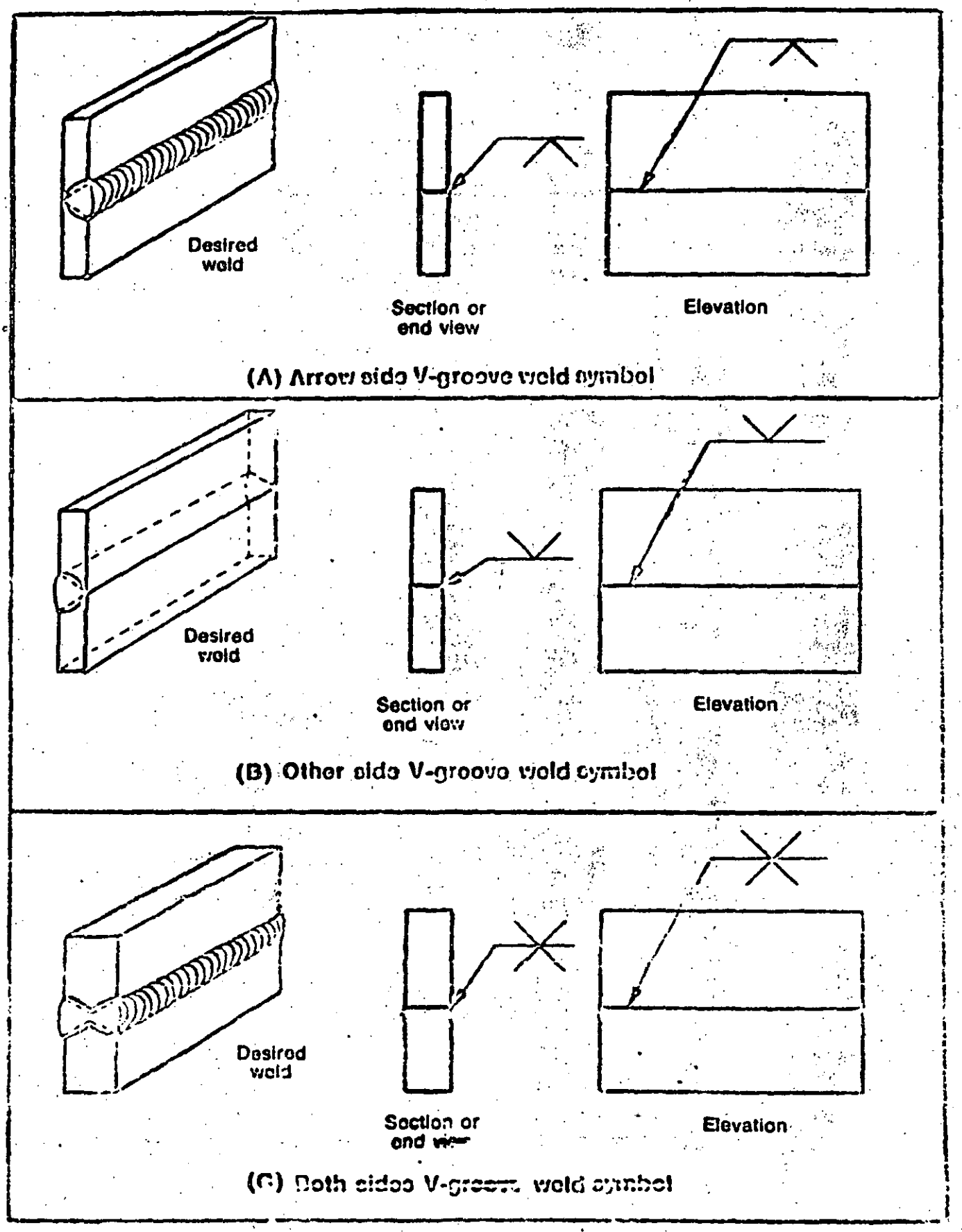


Fig. 5—Application of arrow side and other side convention.

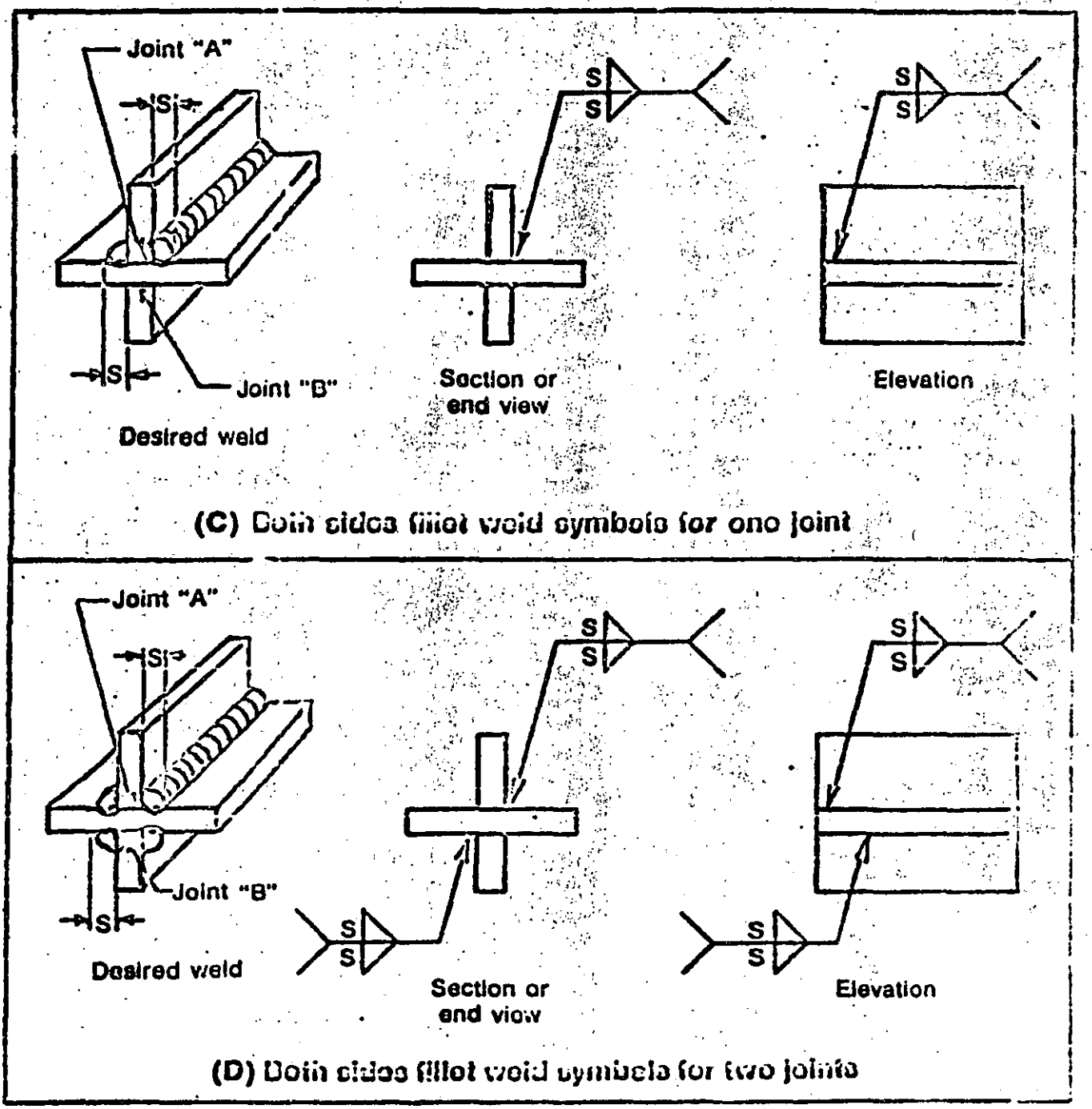


Fig. 15 (cont.)—Application of fillet weld symbols.

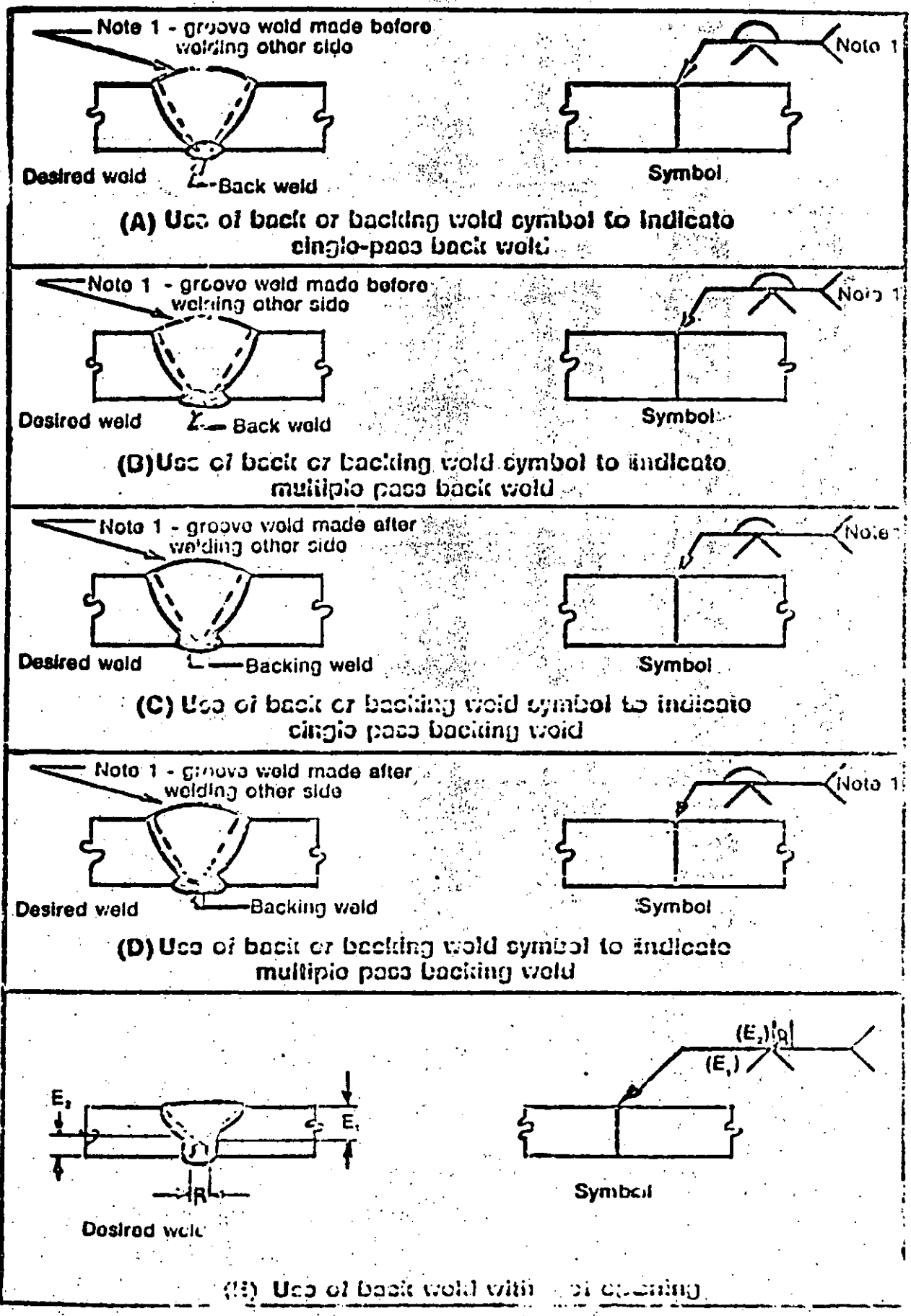
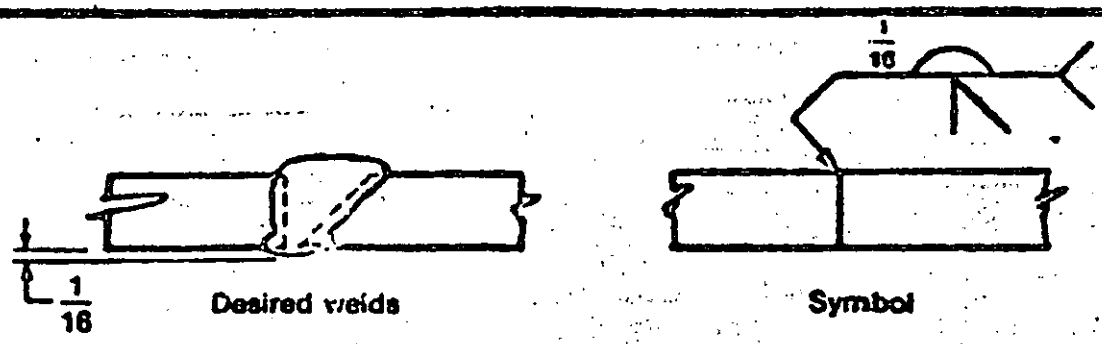
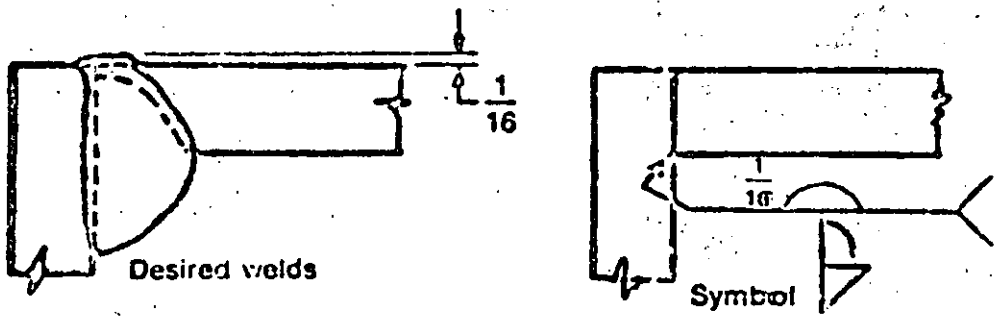


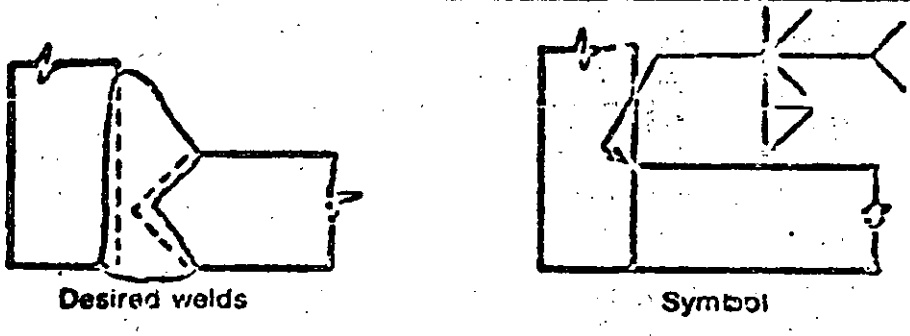
Fig. 55—Application of back or backing weld symbol.



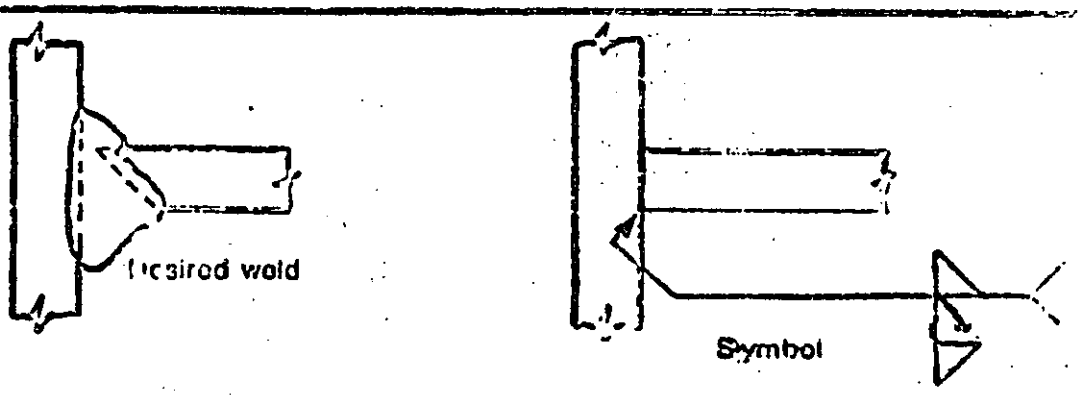
(A) Single-bevel-groove and back or backing weld symbols



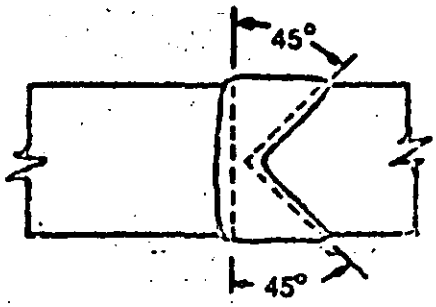
(B) Back or backing, single-J-groove and fillet weld symbols



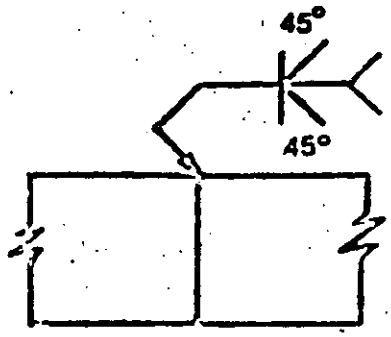
(C) Fillet and double-bevel-groove weld symbols



(D) Single-bevel-groove and double-fillet weld symbols



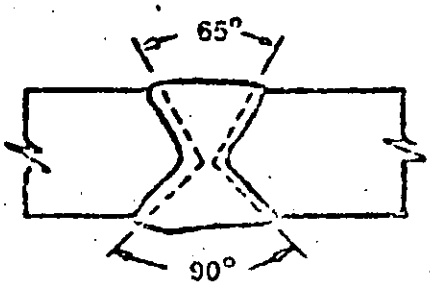
Desired weld



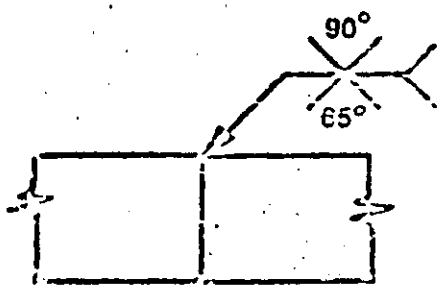
Symbol

Desired weld

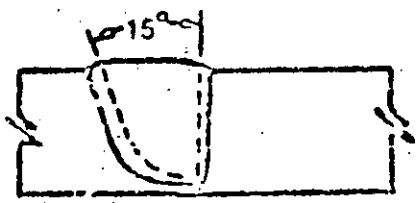
Symbol



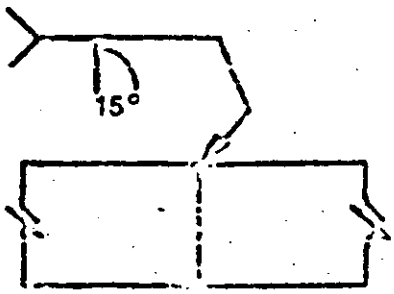
Desired weld



Symbol



Desired weld



Symbol

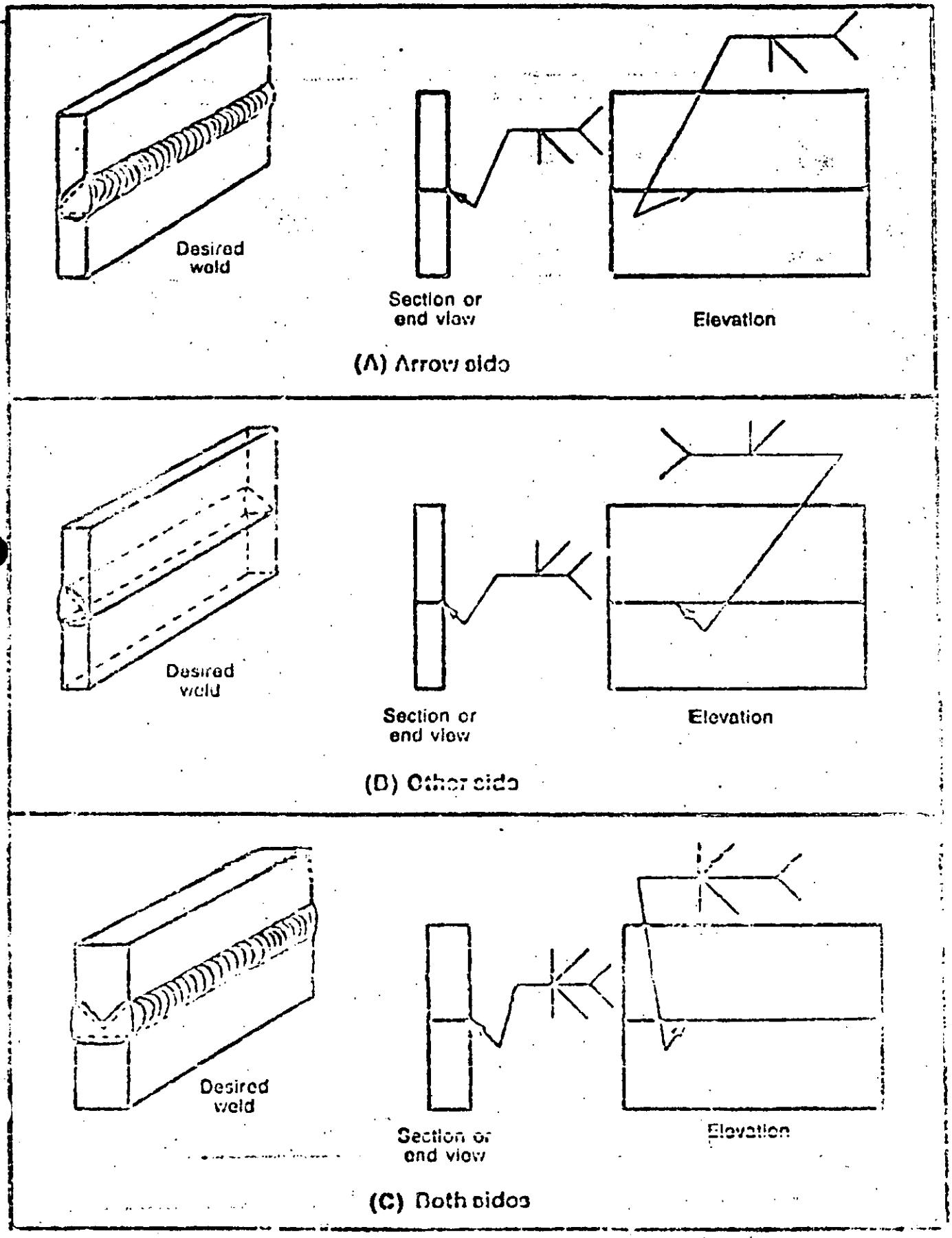


Fig. 9—Application of break in arrow of welding symbol (Location of groove weld)

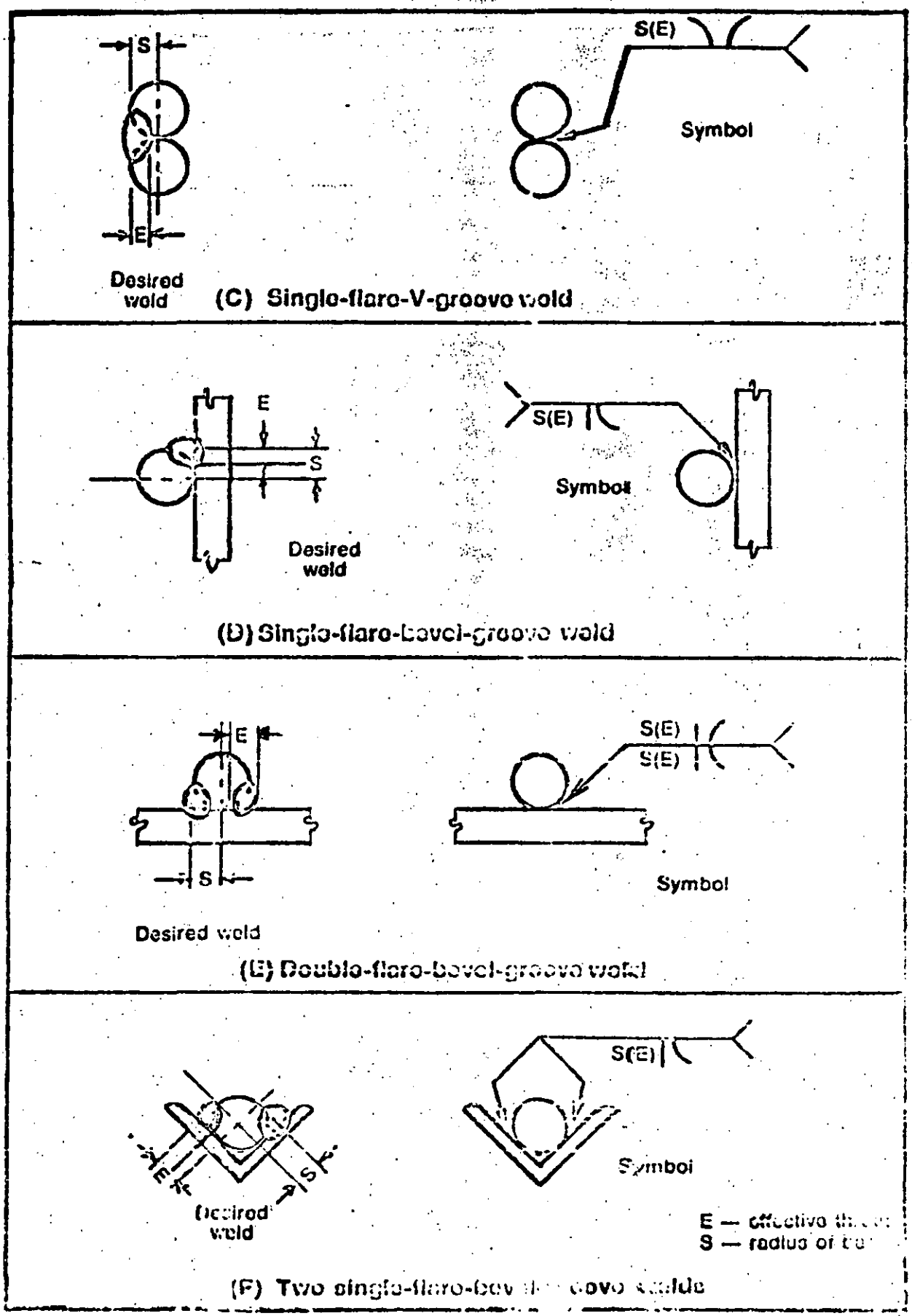


Fig. 31 (cont.) Application of flare-bevel- and flare-V-groove weld symbols

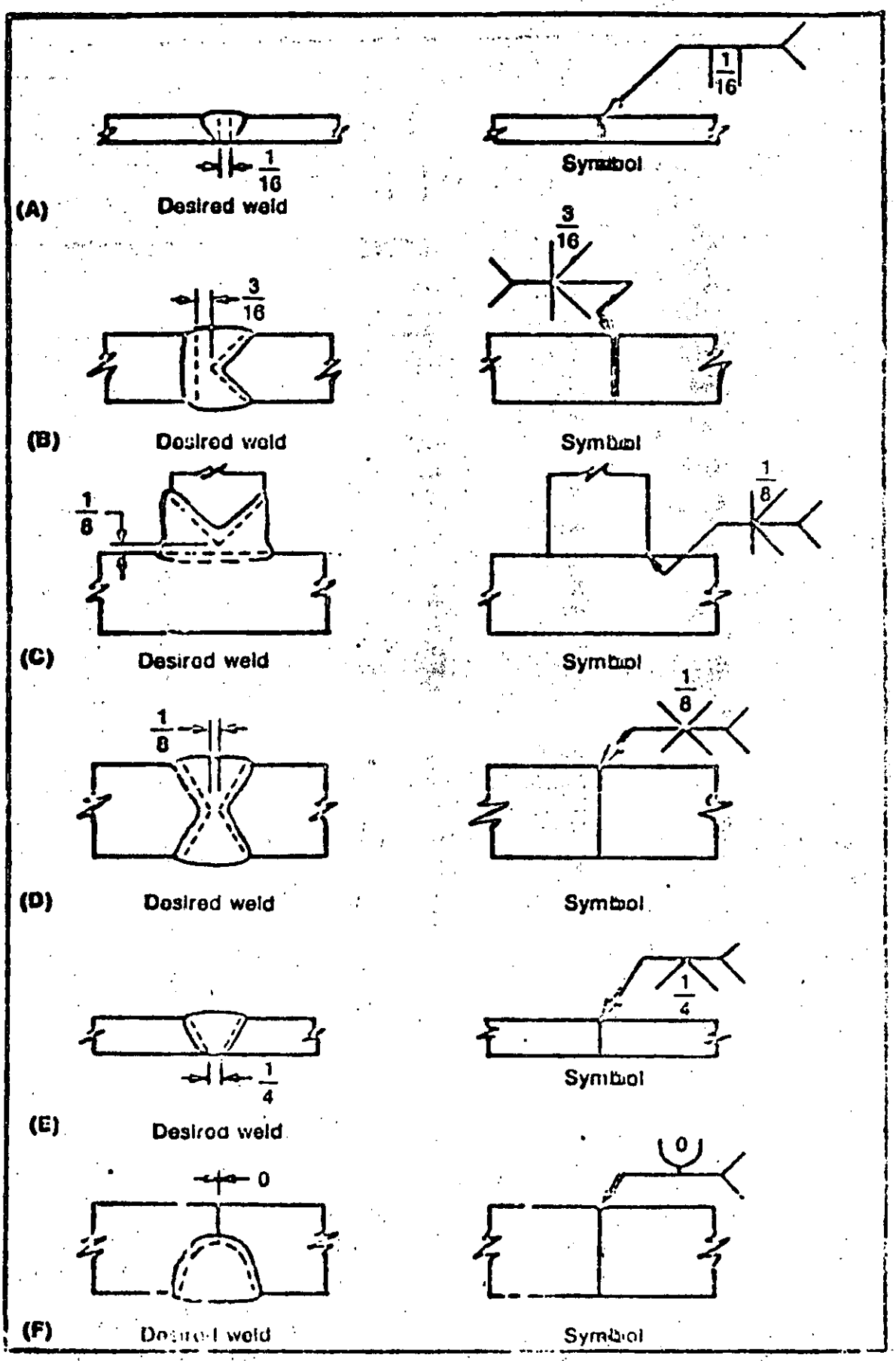
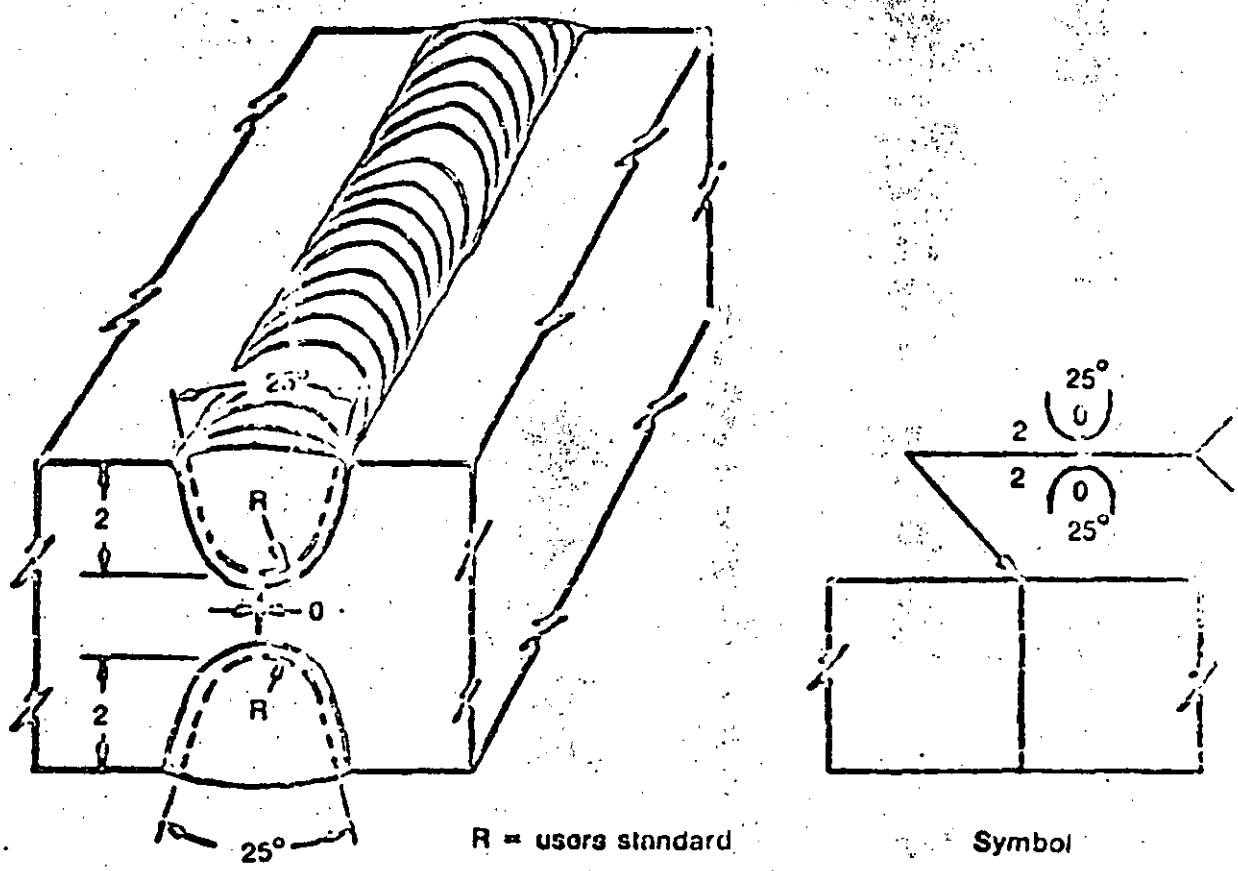


Fig. 32—Designation of root opening of groove welds.



Groove weld symbol showing use of combined dimensions

Fig. 24—Application of dimensions to groove weld symbols.

Weldability of Carbon and Low-Alloy Steels

Carbon and low-alloy steels are the work-horse materials for construction and transportation equipment and for industrial and consumer products of many types. They comprise over 90% of total steel production, and more carbon steel is used in product manufacture than all other metals combined.

Sections 6.1 through 6.7 discuss the weldability of these important materials and the various welding processes that are used for joining them. Selection and operational considerations for each process include details on electrodes, filler wires, welding techniques and procedures, process variables, qualification requirements, welding equipment, fixtures, and other necessary information for designers, welding engineers, and weldors.

Most steels can be welded, but satisfactory joints cannot be produced in all grades with equal ease. A metal is considered to have good weldability if it can be welded without excessive difficulty or the need for special and costly procedures and the weld joints are equal in all necessary respects to a similar piece of solid metal. Weldability varies with the grade, chemistry, and mechanical properties of the steel, and, when weld joining is to be a major factor in the attachment of steel parts, weldability should be given proper attention in specifying and ordering materials for the job.

STEEL SPECIFICATION

Several methods are used to identify and specify steels. These are based on chemistry, on mechanical properties, on an ability to meet a standard specification or industry-accepted practice, or on an ability to be fabricated into a certain type of product.

Specifying by Chemistry

A desired composition can be produced in one of three ways: to a maximum limit, to a minimum limit, or to an acceptable range.

For economical, high-speed welding of carbon-steel plate, the composition of the steel should be within the "preferred-analysis" ranges indicated in Table 6-1. If one or more elements varies from the ranges shown, cost-increasing methods are usually required to produce good welding results. Thus, steels within these ranges should be used whenever extensive welding is to be done unless their properties do not meet service requirements. Published welding procedures generally apply to normal welding conditions and to the more common preferred-analysis mild steels. Low-hydrogen electrodes and processes will generally tolerate a wider range of the elements than shown in Table 6.1.

TABLE 6-1. Preferred Analyses for Steels To Be Arc-Welded

Element	Composition (%)	
	Preferred	High*
Carbon	0.06 to 0.25	0.35
Manganese	0.35 to 0.80	1.40
Silicon	0.10 or less	0.30
Sulfur	0.035 or less	0.05
Phosphorus	0.030 or less	0.04

* Additional care is required in welding of steels containing these amounts of the elements listed.

If the chemical specification of a steel falls outside of the preferred-analysis range, it is usually not necessary to use special welding procedures based on the extremes allowed by the specification. The chemistry of a specific heat, under average mill-production conditions, may be considerably below the top limits indicated in the specification. Thus, for maximum economy, welding procedures for any type of steel should be based on actual rather than allowed chemistry values. A mill test report* can be obtained that gives the analysis of a heat of steel. From this information, a welding procedure can be established that ensures production of quality welds at lowest possible cost.

Standard carbon and alloy steels are identified by AISI (American Iron and Steel Institute), SAE

*A mill test report is usually based on a ladle analysis and is an average for an entire heat. Most low-carbon steels are rimmed steels, widely used because of their excellent forming and deep-drawing properties. The analysis of a rimmed steel varies from the first ingot to the last ingot of a single heat and also from the top to the bottom of a single ingot. Thus, a mill test report is an average and should be interpreted as such.

62 058

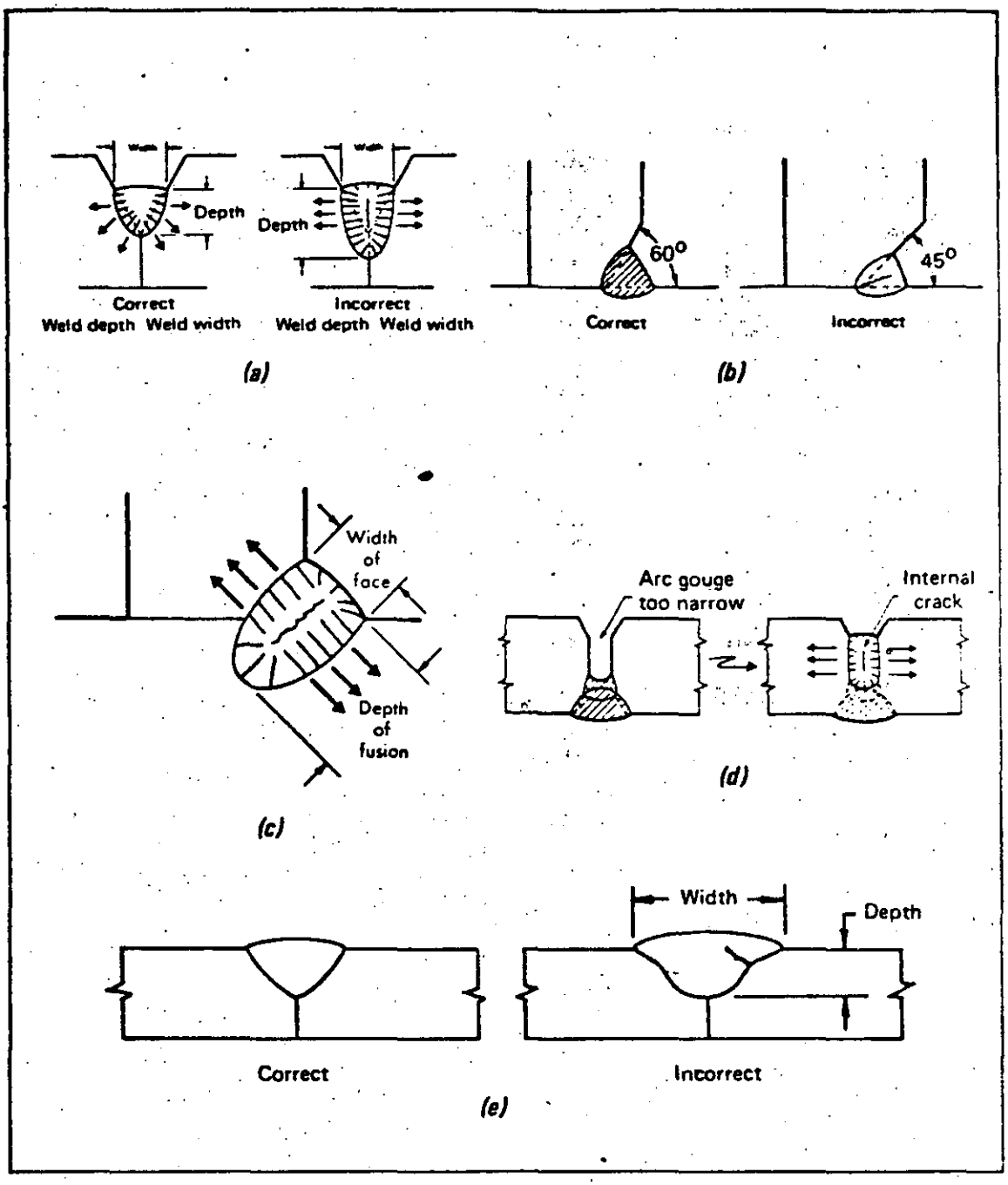


Fig. 6-12. Internal cracking can occur when weld penetration is greater than width. Correct and incorrect proportions are shown in (a), (b), and (c). Arc-gouging a groove too narrow for its depth can cause a similar internal crack (d). Cracks can also occur when depth is too shallow (e). Width of a weld should not exceed twice its depth.

ing as it does in a fillet weld. Increasing the throat dimension of the root pass, as in Fig. 6-10(b), helps to prevent cracking. Electrodes and procedures should be used that produce a convex bead shape. A low-hydrogen process usually reduces cracking tendencies; if not, preheating may be required.

Centerline cracking can also occur in subsequent passes of a multiple-pass weld if the passes are excessively wide or concave. This can be corrected by putting down narrower, slightly convex beads, making the weld two or more beads wide, as in Fig. 6-11.

Width/Depth Ratio: Cracks caused by joint restraint or material chemistry usually appear at the face of the weld. In some situations, however, internal cracks occur that do not reach the surface.

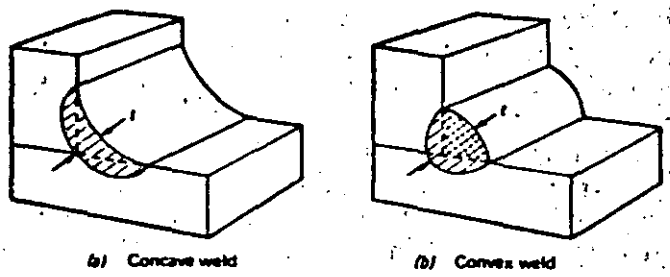


Fig. 6-8. The leg size and the surface of a concave fillet weld (a) may be larger than that of a convex bead (b), but its throat, t, may be considerably smaller.

Fillet Welds: A molten fillet weld starts to solidify, or freeze, along the sides of the joint, as in Fig. 6-7, because the heat is conducted to the adjacent plate, which is at a much lower temperature. Freezing progresses inward until the entire weld is solid. The last material to freeze is that at the center, near the surface of the weld.

Although a concave fillet weld may appear to be b[illegible] than a convex weld (Fig. 6-8), it may have less p[illegible]ation into the welded plates and a smaller throat than the convex bead. Thus the convex weld may be the stronger of the two, even though it appears to be smaller.

In the past, the concave weld has been preferred by designers because of the smoother stress flow it offers to resist a load on the joint. Experience has shown, however, that single-pass concave fillet welds have a greater tendency to crack during cooling than do convex welds. This disadvantage usually outweighs the effect of improved stress distribution, especially in steels that require special welding procedures.

When a concave bead cools and shrinks, the outer surface is in tension and may crack. A convex bead has considerably reduced shrinkage stresses in the surface area, and the possibility of cracking during cooling is slight. For multiple-pass fillet welds only the first pass need be convex.

When design conditions require concave welds

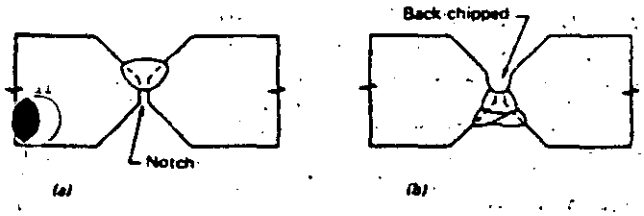


Fig. 6-9. The root pass of a double V joint is susceptible to cracking because of the notch effect (a). On high-quality work, the notch is minimized by backchipping (b).

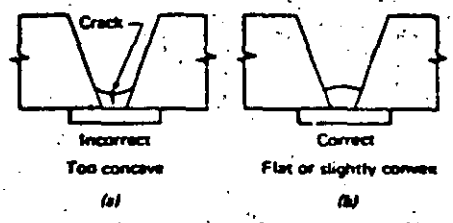


Fig. 6-10. A concave root pass (a) may crack because tensile stresses exceed the strength of the weld metal. A slightly convex root-pass bead (b) helps prevent cracking.

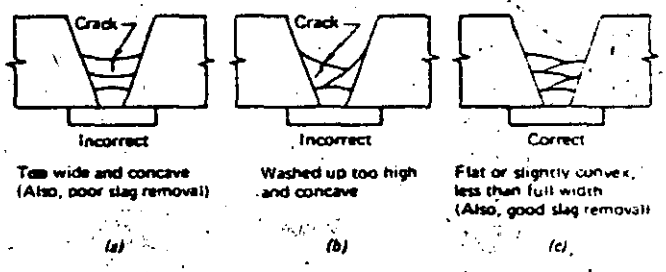


Fig. 6-11. Wide, concave passes (a and b) in a multiple-pass weld may crack. Slightly convex beads (c) are recommended.

for smooth flow of stresses in thick plate, the first bead (usually three or more passes are required) should be slightly convex. The others are then built up to the required shape.

Groove Welds: The root pass of a groove weld in heavy plate usually requires special welding procedures. For example, the root pass on the first side of a double-V joint is susceptible to cracking because of the notch, as illustrated in Fig. 6-9(a), which is a crack starter. On high-quality work, this notch is backchipped, as in Fig. 6-9(b), to: 1. Remove slag or oxides from the bottom of the groove. 2. Remove any small cracks that may have occurred in the root bead. 3. Widen the groove at the bottom so that the first bead of the second side is large enough to resist the shrinkage that it must withstand due to the rigidity of the joint.

The weld metal tends to shrink in all directions as it cools, and restraint from the heavy plates produces tensile stresses within the weld. The metal yields plastically while hot to accommodate the stresses; if the internal stresses exceed the strength of the weld, it cracks, usually along the centerline.

The problem is greater if the plate material has a higher carbon content than the welding electrode. If this is the case, the weld metal usually picks up additional carbon through admixture with the base metal. Under such conditions, the root bead is usually less ductile than subsequent beads.

A concave root bead in a groove weld, as shown in Fig. 6-10(a), has the same tendency toward crack-

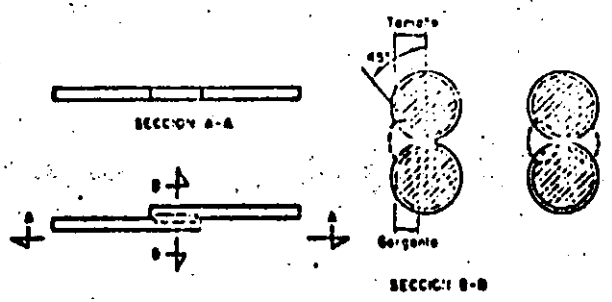


FIG 1 UNION DE BARRAS TRASLAPADAS

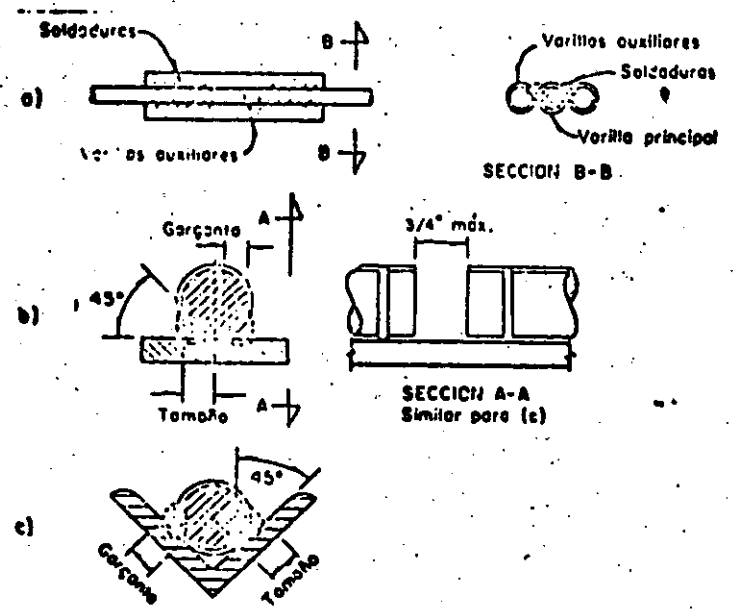
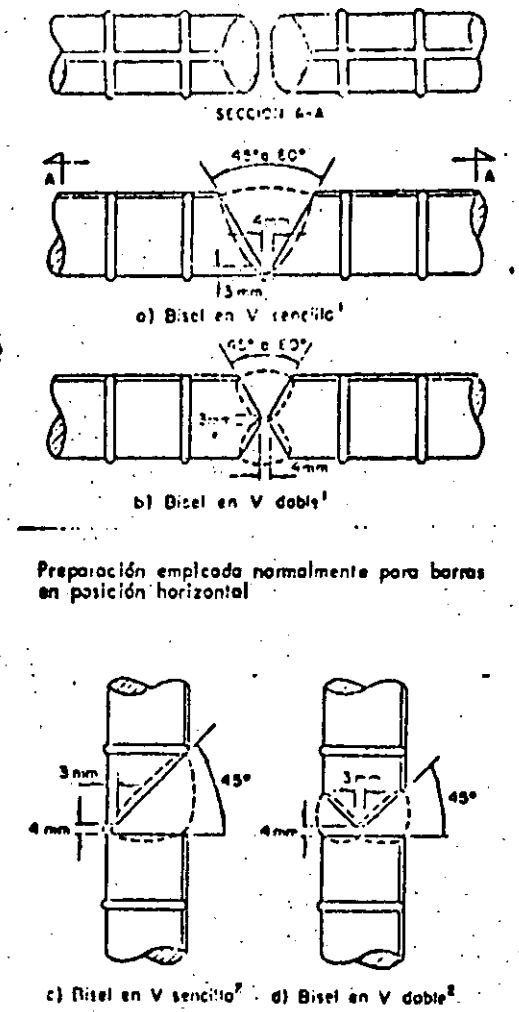


FIG 2 UNIONES EFECTUADAS CON ELEMENTOS DE RESPALDO



Preparación empleada normalmente para barras en posición horizontal

Preparación empleada normalmente para barras en posición vertical

FIG 3 PREPARACION DE LOS EXTREMOS DE LAS BARRAS

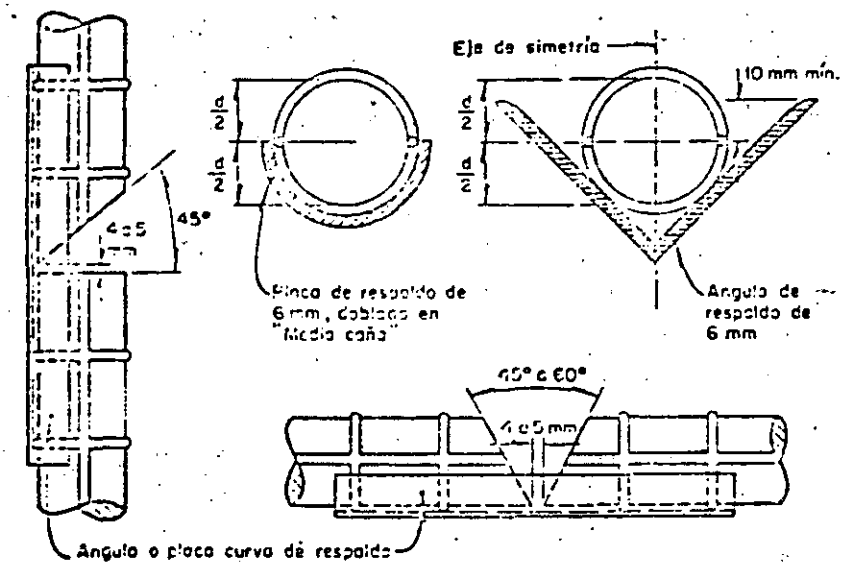


FIG 7 JUNTAS CON PLACA O ANGULO DE RESPALDO

1.2.6

TABLA 1. [illegible]

Designación	Título de la norma	Composición química en % máx. de P	Grado	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
DGN 66-1974	Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto	0.05 en análisis de colada [illegible] en análisis de producto	30	3000	3000	2,2,3,3 4,5,6 7 8 9 10 11, 12	11 12 11 10 9 8 7	[illegible]
			42	4300	4300	2,2,3,3,4,5,6 7, 8 9,10,11,12	9 8 7	[illegible]
			52	4000	5200	2,2,3,3 4,5,6 7,8,9,10 11, 12	8 8 7 5	[illegible]
DGN 618-1974	Varillas corrugadas y lisas de acero procedente de rollo para refuerzo de concreto		25	5600	3500	2,2,3,3 4,5,6 7 8 9,10,11,12	6 7 6 5 5	[illegible]
			42	4300	4200	2,2,3,3 4,5,6 7 8 9,10,11,12	6 6 5 4.5 4.5	[illegible]
DGN 632-1974	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de rollo, para refuerzo de concreto		30	3000	3000	2,2,3,3 4,5,6 7 8 9 10 11,12	11 12 11 10 9 8 7	[illegible]
			42	4300	4300	2,2,3,3 4,5,6 7 8 9 10 11,12	8 8 8 7 7 7 7	[illegible]
DGN 8294-1972	Varillas corrugadas de acero, lisas o de hilo, procedentes de lingote para refuerzo de concreto	En análisis de colada 0.05 para el acero básico 0.11 para el acero básico [illegible] en análisis de producto	42	5700	4200		8	[illegible]
			50	6000	5000		8	[illegible]
			60	7000	6000		8	[illegible]

TABLA 2. TEMPERATURAS MINIMAS DE PRECALENTAMIENTO(1)

CONTENIDO de C y Mn, en porcentaje	ELECTRODO (2)	TRATAMIENTO TERMICO REQUERIDO
C, hasta 0.30 Mn, hasta 0.60	Cualquiera	No se requiere precalentamiento, excepto cuando la temperatura de las barras es menor de — 10°C; en ese caso, se precalentarán a 40°C.
C de 0.31 a 0.35 Mn, hasta 0.90	Cualquiera	Las varillas se precalentarán a 40°C.
	De bajo contenido de hidrógeno	No se requiere precalentamiento, excepto cuando la temperatura de las barras es menor de — 10°C; en ese caso, se precalentarán a 40°C.
C, de 0.36 a 0.40 Mn, hasta 1.30	De bajo contenido de hidrógeno	Las varillas se precalentarán a 95°C.
C, de 0.41 a 0.50 Mn, hasta 1.30	De bajo contenido de hidrógeno	Las varillas se precalentarán a 200°C.

(1) Estas temperaturas mínimas deben conservarse durante todo el proceso de colocación de la soldadura, es decir, el metal de aportación ya depositado y el metal base adyacente deben estar a una temperatura no menor que la indicada al iniciar la colocación de cordones sucesivos.

(2) La resistencia del electrodo se fijará de acuerdo con la tabla 1.
La longitud de la zona precalentada será de tres (3) diámetros a cada lado de la junta, como mínimo.

CINCO PUNTOS EN LOS QUE HAY QUE FIJAR LA ATENCION PARA ASEGURAR UNA BUENA CALIDAD DE LA SOLDADURA.

1) SELECCION DEL PROCESO DE UNA SOLDADURA.

A) SOLDADURA DE OPERACION MANUAL

B) SOLDADURA SEMI AUTOMATICA

C) SOLDADURA AUTOMATICA

2) PREPARACION DE LAS JUNTAS.

3) ESTUDIO EN DETALLE DEL PROCEDIMIENTO.

A) IDENTIFICACION DE LA JUNTA

B) DETALLES Y TOLERANCIA DE LA JUNTA

C) IDENTIFICACION DEL PROCEDIMIENTO

D) TIPO Y TAMAÑO DEL ELECTRODO

E) TIPO DE FUNDENTE (CUANDO SE REQUIERE)

F) CORRIENTE Y VOLTAJE

G) PRECALENTAMIENTO

H) SECUENCIA DE PASES

I) COMENTARIOS O INDICACIONES ADICIONALES

4) PERSONAL (CALIFICACION Y SELECCION)

5) PRUEBAS PREVIAS.

LISTA DE DETALLES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UNASOLDADURA.

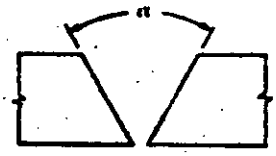
REVISION ANTES DE LA SOLDADURA ● ○ ○

REVISION DURANTE LA SOLDADURA ○ ● ○

REVISION DESPUES DE LA SOLDADURA ○ ○ ●

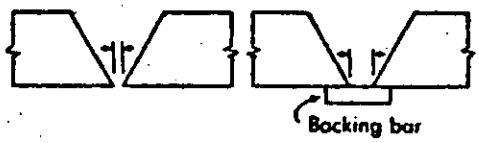
1) ANGULO DE LA PREPARACION

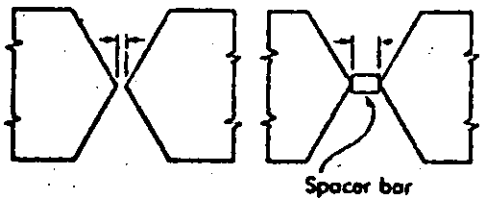
● ○ ○

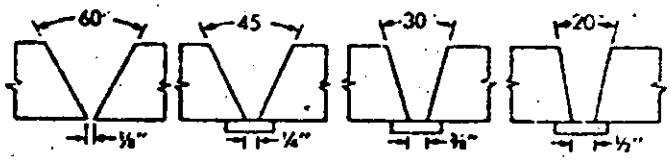


2) ABERTURA DE LA RAIZ.

● ○ ○

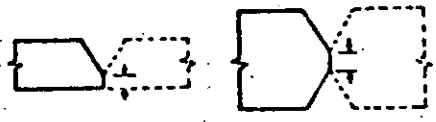


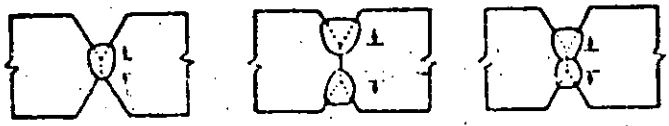




3) PERFIL DE LA RAIZ.

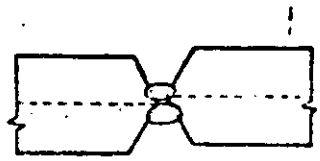
● ○ ○





(a) Too small root face; burn-through (b) Too large root face; lack of penetration (c) Proper root face; proper penetration

4) ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS



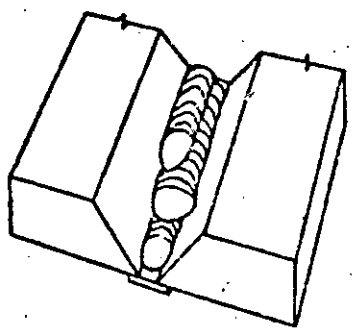
5) LIMPIEZA DE LA JUNTA

6) TIPO Y TAMAÑO DE ELECTRODO

7) INTENSIDAD Y POLARIDAD DE LA CORRIENTE

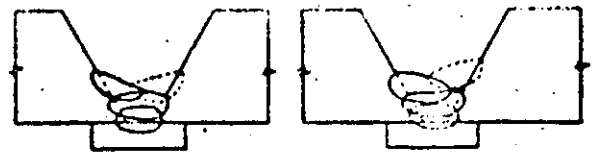
8) PUNTOS DE SOLDADURA.

9) FUSION ADECUADA



10) PRECALENTAMIENTO

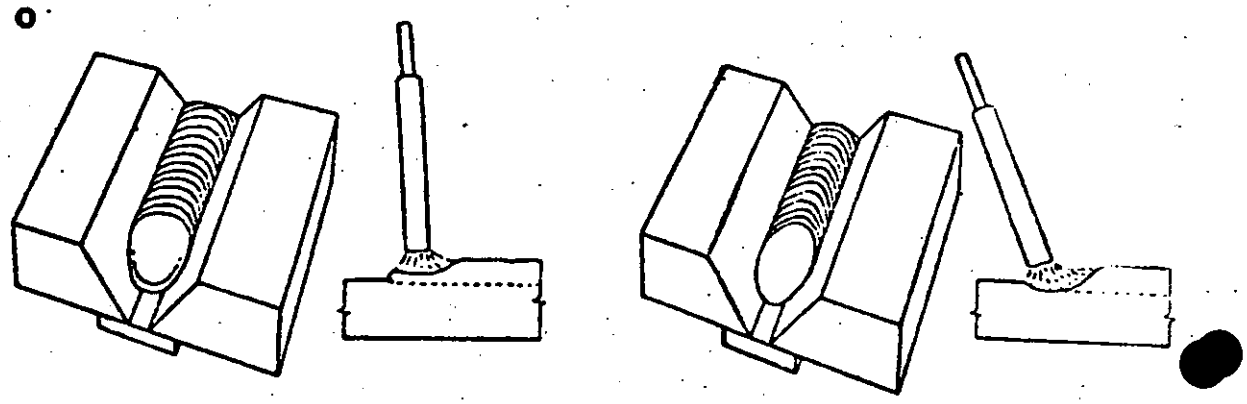
11) SECUENCIA ADECUADA DE PASES



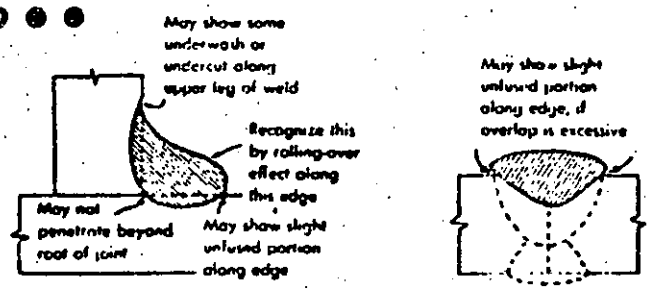
(a) No problem for next pass to fuse properly into side of joint and weld

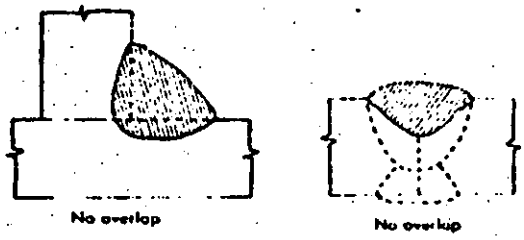
(b) Not enough room left between side of joint and last pass; will not fuse properly, may trap slag

12) VELOCIDAD CORRECTA DE MOVIMIENTO DEL ELECTRODO



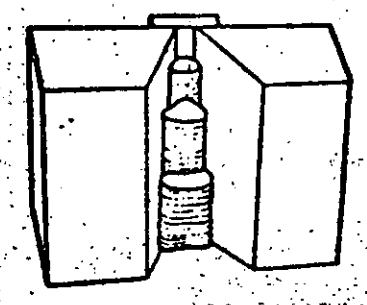
13) AUSENCIA DE SOLAPADURAS (OVERLAP)

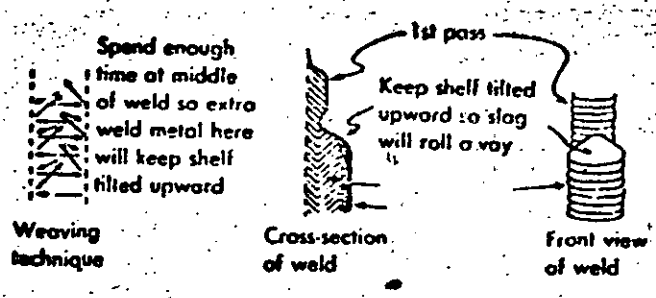


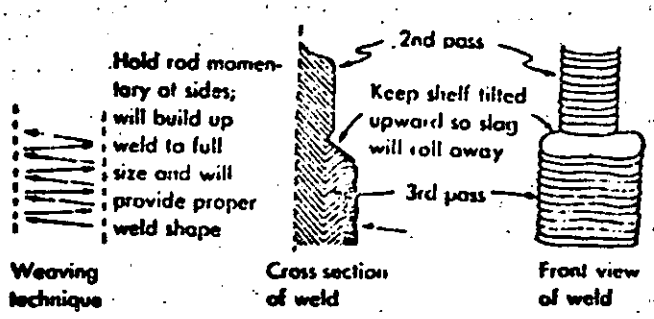


I4) INCLINACION DEL CRATER EN SOLDADURAS VERTICALES

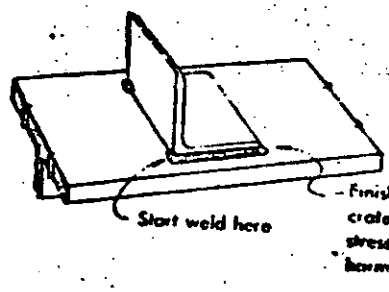
071

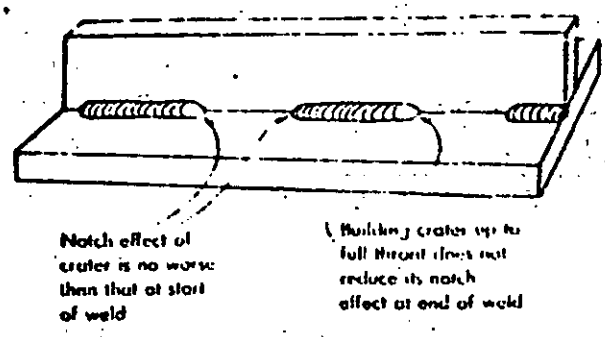




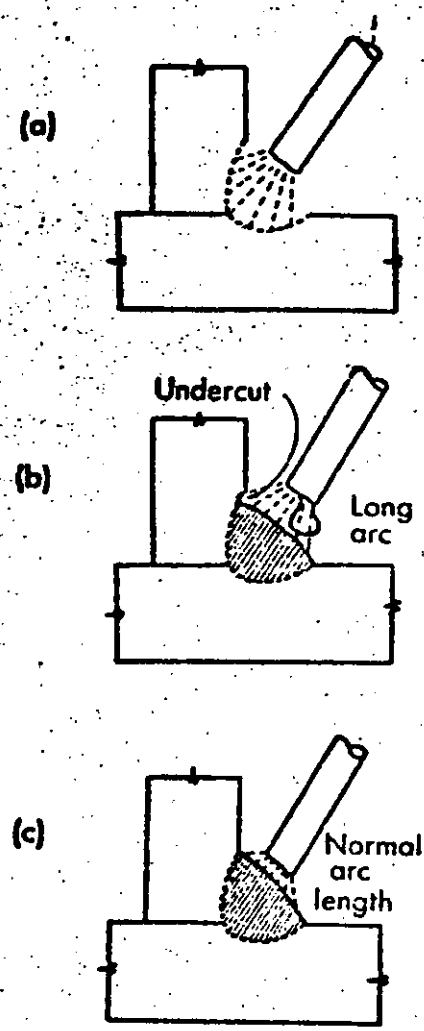


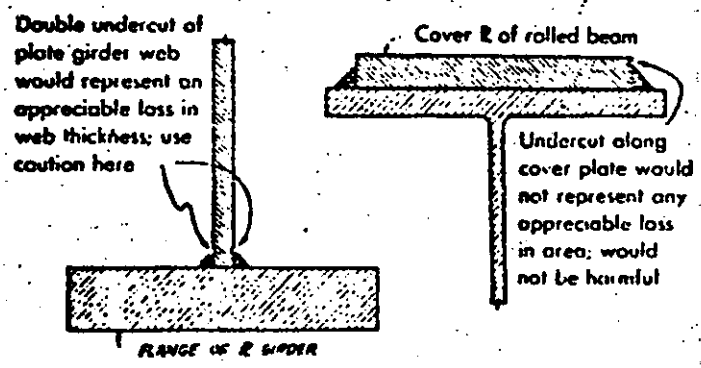
I5) RELLENO DE CRATERES



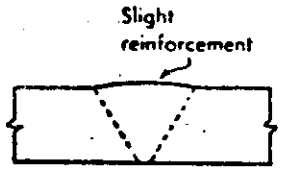


16) AUSENCIA DE SOCAVACIONES

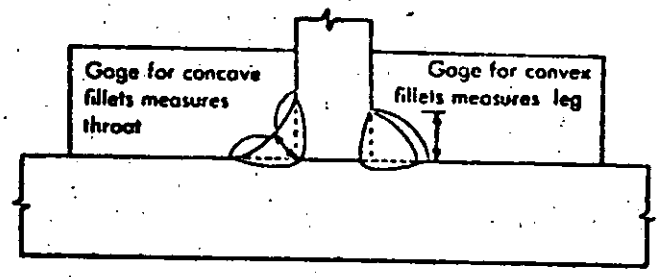




17) REFUERZO ADECUADO EN SOLDADURAS A TOPE



18) TAMAÑO CORRECTO DE SOLDADURAS DE FILETE.



19) AUSENCIA DE GRIETAS

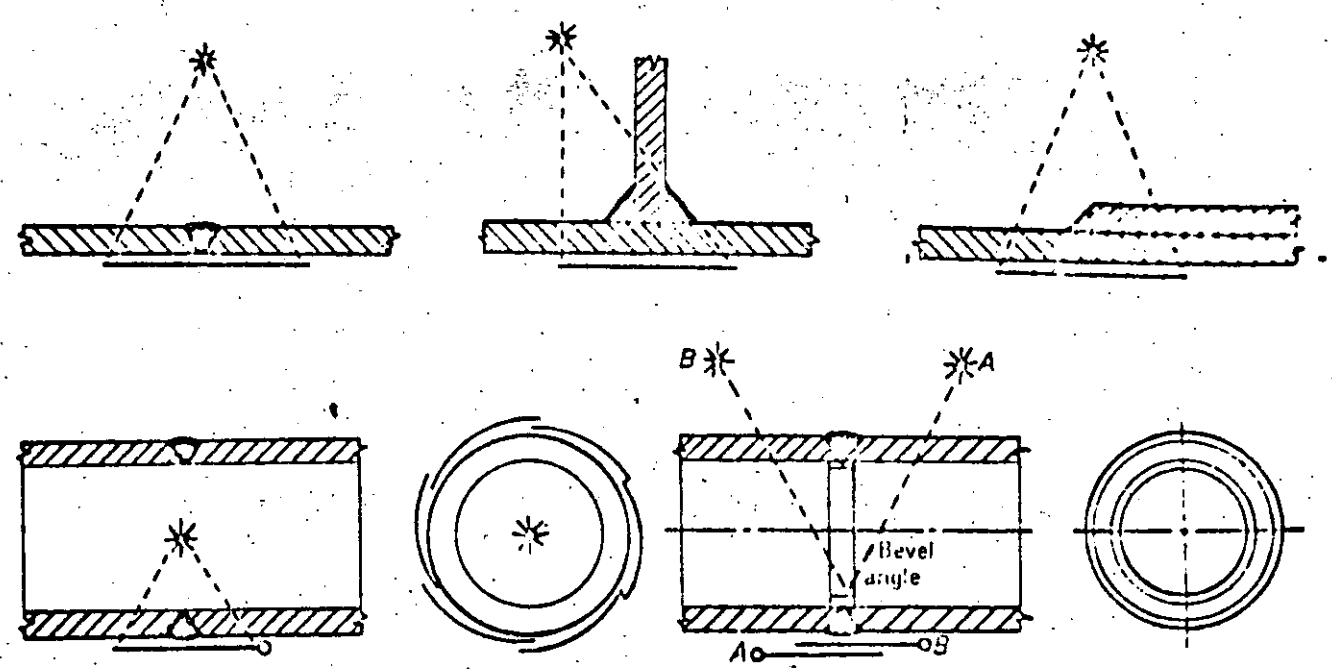
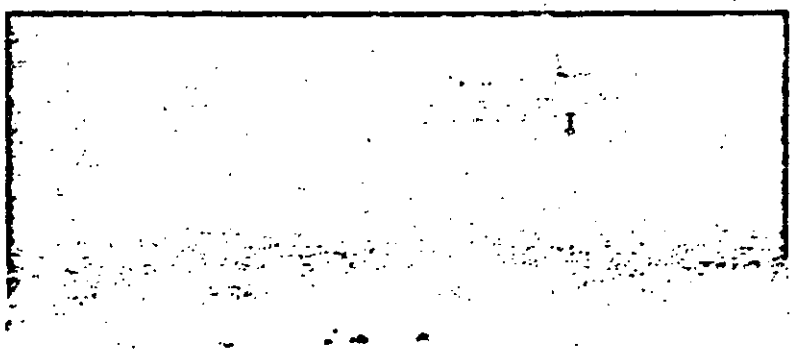


Fig. 11-16. Typical arrangements of X-ray source and film in radiography of welds. The angle of exposure and the geometry of the weld influence interpretation of the negative. Note that multiple exposure may be necessary for pipe welds. Of the several welds shown above, fillet welds are the most difficult to x-ray and the most difficult to interpret



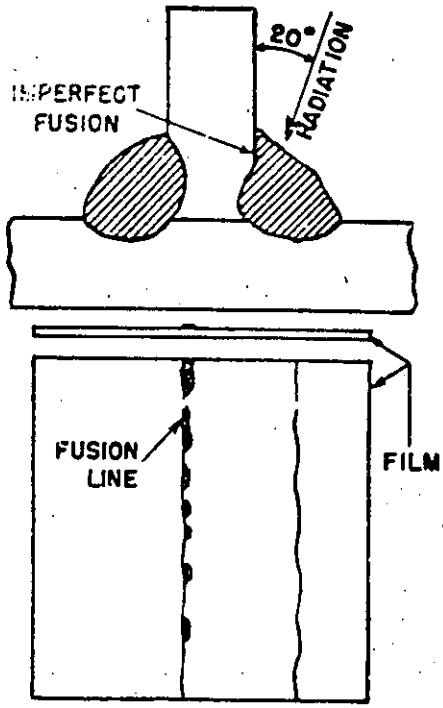
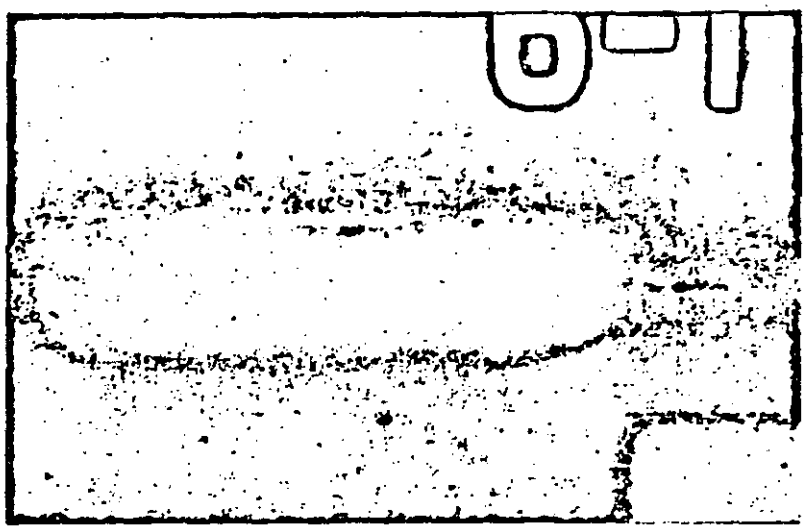


Fig. 90—Lack of Fusion

Illustrating lack of fusion at interface of a fillet weld as seen on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).



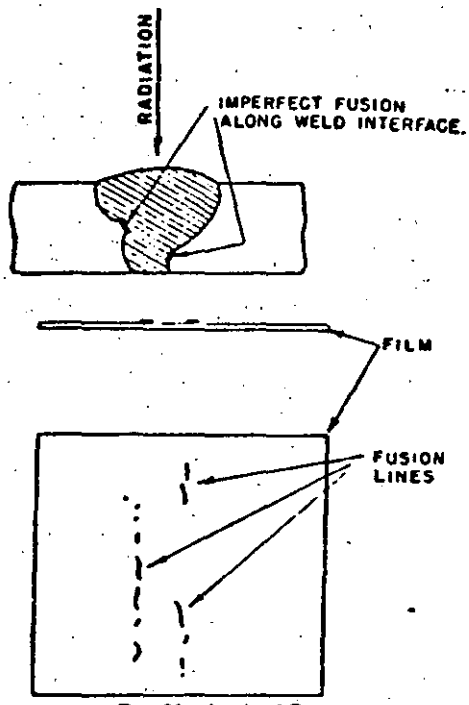
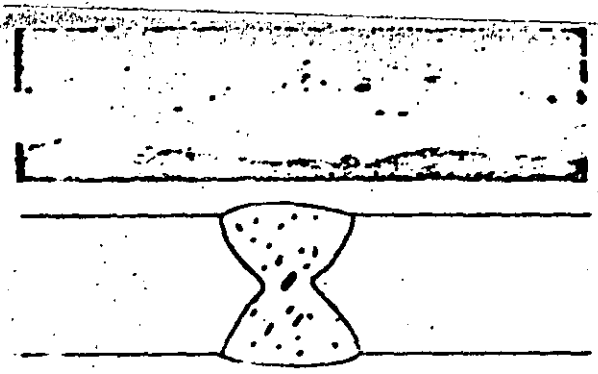


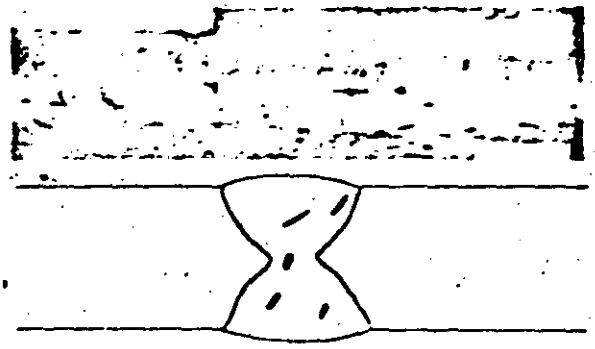
Fig. 91—Lack of Fusion

Illustrating the presence of lack of fusion at the interface of a groove weld as seen on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).

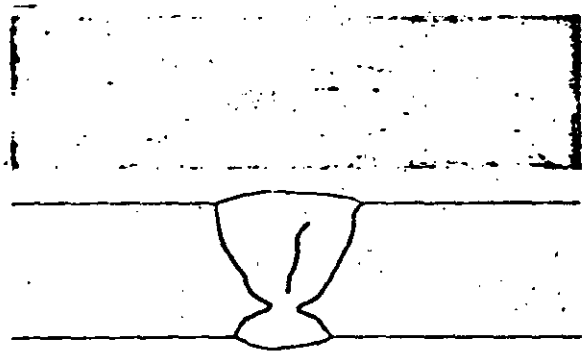
TABLE 11-3. Radiographs of Weld Defects



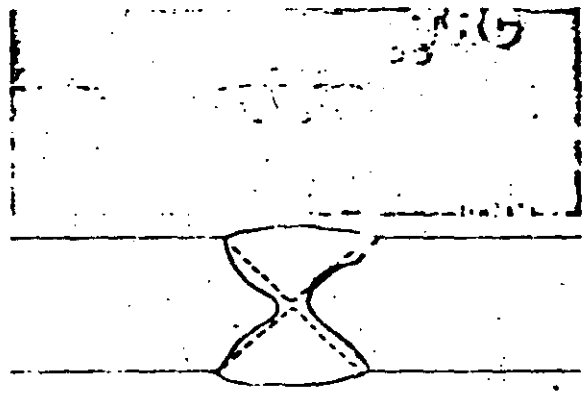
Porosity is shown as rounded shadows of varying size and density, occurring singly, in clusters, or randomly scattered.



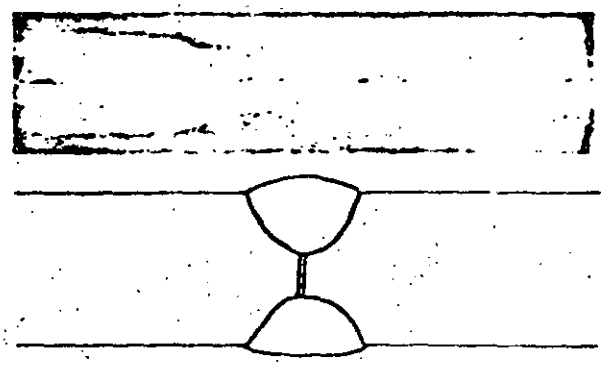
Nonmetallic Inclusions are usually indicated by elongated shadows of irregular shape, occurring singly, in a linear distribution, or scattered randomly.



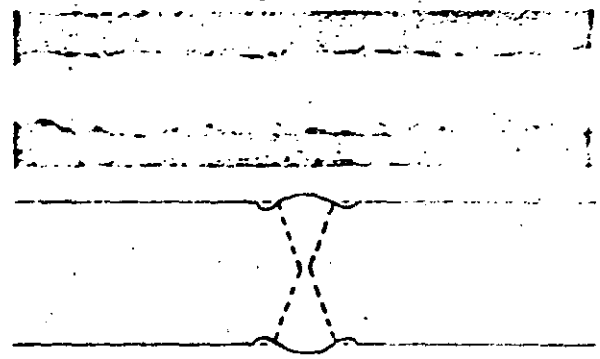
Cracks appear as fine, dark lines, which may be straight or wandering.



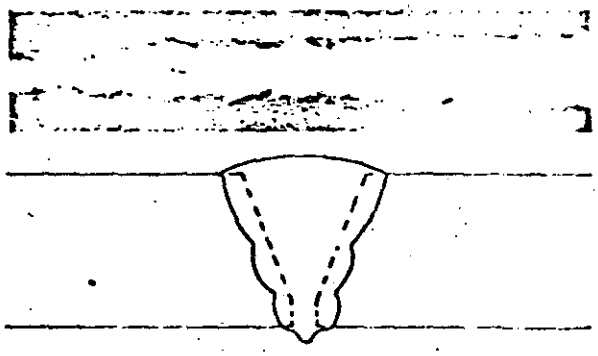
Incomplete Fusion gives dark shadows, usually of elongated shape.



Incomplete Root Penetration is usually indicated as a straight, dark, continuous or intermittent line, often at the center of the weld.



Undercutting shows up as a dark, linear shadow of wavy contour, occurring adjacent to the edge of the weld. This defect is usually detected visually, but its correct identification on the radiograph is needed to prevent misinterpretation as another type of defect.



Icicles and Burnthrough give individual light circular indications or darkened areas of elongated or rounded contour that may be surrounded by light rings.

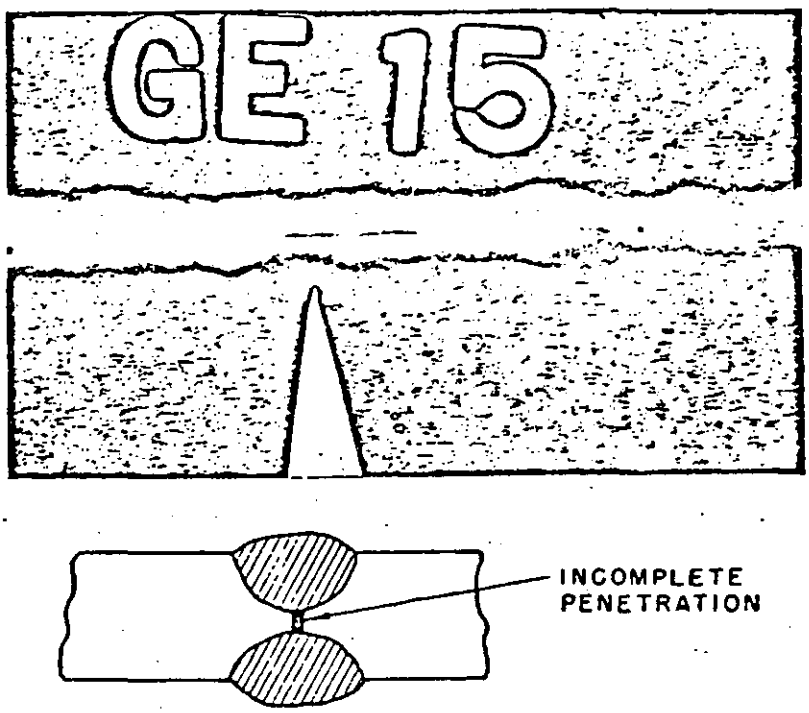


Fig. 89—Incomplete Penetration

Illustrating the presence of incomplete penetration at the root of a groove weld as it appears on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONEXIONES ATORNILLADAS

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

C O N E X I O N E S A T O R N I L L A D A S

CONEXIONES ATORNILLADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO

La mayor parte de las especificaciones relativas a estructuras de acero reconocen como medios de unión entre sus elementos, a los remaches, los tornillos y la soldadura.

Desde hace años, los primeros han caído en desuso y se puede decir que actualmente han desaparecido ya en la práctica. Esto se ha debido al uso creciente de la soldadura y a la aparición de los tornillos de alta resistencia que sustituyen con ventaja a los remaches.

Se utilizan dos tipos de tornillos, los llamados comunes y los de alta resistencia.

Se designan, con el nombre que les dan las normas del ASTM para especificar sus características químicas y mecánicas, los primeros como tornillos A307 y los de alta resistencia como tornillos A325 ó A490.

TORNILLOS COMUNES (A 307)

Son, históricamente, el primer medio de unión utilizado en estructuras de acero; en la actualidad tienen una aplicación estructural muy limitada ya que su resistencia es reducida y no se recomiendan cuando pueden esperarse cambios de signo en los esfuerzos de las piezas que conectan o cuando sean de esperarse cargas dinámicas.

En este sentido, las especificaciones del AISC fijan una serie de casos concretos en que los tornillos A-307 no deben usarse.

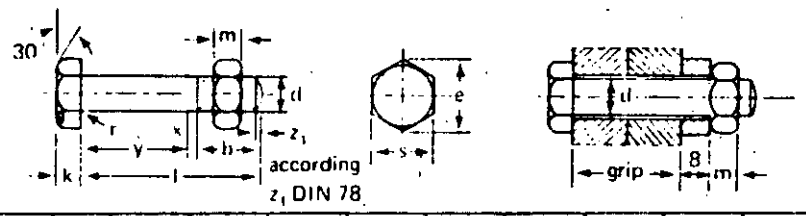
No se usarán para uniones entre tramos de columnas en estructuras esbeltas:

a) Que tengan una altura de más de 60 m
b) Que tengan una altura entre 30 y 60 m cuando la base es menor del 40% de la altura.
c) Que tengan una altura cualquiera si la base mide menos del 25% de la altura.

No se usará en estructuras que deban soportar trabes grua.

No se usarán donde halla máquinas o alguna carga viva que produzca impacto o reversión de esfuerzos.

Sin embargo, en estructuras ligeras en que los problemas mencionados no aparecen, así como en conexiones de elementos secundarios tales como largueros de techo, constituyen una buena solución pues son económicos y su manejo y colocación es muy simple.



d	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
h	17.5	19.5	23	26	28	29.5	32.5	35	38	40
x	2.5	2.5	3	4	4	4.5	4.5	5	5	6
e (approx.)	19.6	21.9	27.7	34.6	36.9	41.6	47.3	53.1	57.7	63.5
k	7	8	10.5	13	14	15	17	19	21	23
m	8	9.5	13	16	17	18	20	22	25	28
r	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	17	19	24	30	32	36	41	46	50	55
d_1	11	13	17	21	23	25	28	31	34	37

Figure 3.1 Unfinished Hexagonal Bolts A307, DIN 7990 (Dimensions in mm). (From *Stahlbau*, Deutsches Stahlbau Verband, Cologne, 1957, p. 15).

TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

A 325

A 490

Basan su capacidad en el hecho de que pueden ser sometidos a una gran fuerza de tensión controlada que aprieta firmemente los elementos de la conexión.

Las ventajas de este apriete firme se conocen desde hace tiempo,pero su aplicación práctica en estructuras proviene de 1951 en que se publicaron las primeras normas para regir su utilización. Desde entonces los tornillos de alta resistencia se han venido utilizando en forma creciente en EE.UU. y en la última década, también en México.

A partir de 1951, las normas relativas a estos tornillos se han modificado varias veces para poder incluir los resultados de las investigaciones que, en forma casi continua, se han venido realizando en torno a ellos.

Los primeros tornillos de alta resistencia que se desarrollaron y aún los más comunmente usados son los A-325; posteriormente y con objeto de contar con capacidades aún mayores, se desarrollaron los A-490, ambos se obtienen de aceros al carbón tratados têrmicamente.

Los tornillos A-325 se marcan, para distinguirlos, con la leyenda: A-325 y tres líneas radiales en su cabeza; la tuerca tiene tres marcas espaciadas 120°.

Los tornillos A-490 se marcan con su nombre en la cabeza y con la leyenda 2H ó DH en la tuerca.

Las últimas normas reconocen 3 tipos distintos de tornillos A325; los tornillos tipo 1 son los originales y cuando se solicitan simplemente tornillos A325 son los que se suministran. Son los más utilizados.

Los tornillos tipo 2 (A325) se fabrican con acero martensítico de bajo carbono, para distinguirlos se marcan con líneas radiales a 60° en vez de 120° como los tipo 1.

Los tornillos A325 tipo 3 se caracterizan por tener una alta resistencia a la corrosión, suelen usarse con aceros de características similares a ellos. Se marcan con la leyenda A325 subrayada, la tuerca se marca con el número 3.

En México los únicos usados en forma extensa han sido los tipo 1.

Inicialmente los tornillos de alta resistencia consistían en un tornillo, una tuerca, y dos rondanas; actualmente las dimensiones de la cabeza y de la tuerca se han diseñado de tal forma que se puede, en muchos casos, prescindir totalmente de las rondanas y usar en los demás, una sola.

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y MECANICAS.

La composición química de los tornillos de alta resistencia, junto con el tratamiento térmico a que son sometidos,

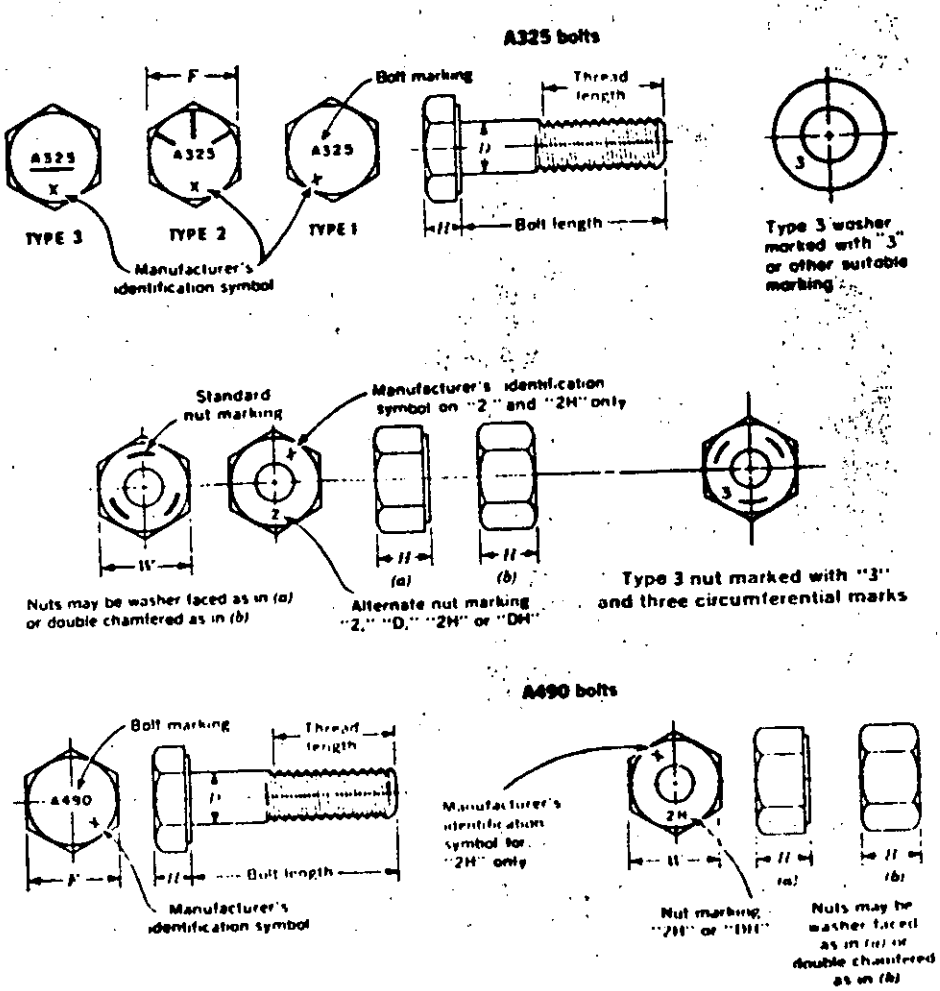


Fig. 1

Table 1 Washer Dimensions,[a] Inches

Nominal Bolt Size D	Circular Washers				Square or Rectangular Beveled Washers for American Standard Beams and Channels		
	Nominal Outside Diameter	Nominal Diameter of Hole	Thickness Min.	Thickness Max.	Minimum Side Dimension	Mean Thickness	Slope or Taper in Thickness
½	1 1/16	17/32	0.097	0.177	1¾	5/16	1:6
⅝	1 5/16	11/16	0.122	0.177	1¾	5/16	1:6
¾	1 15/32	13/16	0.122	0.177	1¾	5/16	1:6
⅞	1¾	15/16	0.136	0.177	1¾	5/16	1:6
1	2	1⅛	0.136	0.177	1¾	5/16	1:6
1⅛	2¼	1¼	0.136	0.177	2¼	5/16	1:6
1¼	2½	1⅜	0.136	0.177	2¼	5/16	1:6
1⅜	2¾	1½	0.136	0.177	2¼	5/16	1:6
1½	3	1⅝	0.136	0.177	2¼	5/16	1:6

[a] Tolerances:

Nominal diameter of hole	−0;	+1/32
Nominal outside dimensions	−1/32;	+1/16
Flatness; max. deviation from straight edge placed on "cut" side shall not exceed	0.01	
[illegible] not exceed above immediately adjacent washer surface more than	0.01	

les proporciona sus características de resistencia; el contenido de carbono y de manganeso es la variable más significativa en los tornillos A325. En los A490 el contenido de carbono se fija y el elemento de aleación se deja abierto para poder proporcionar por distintos caminos las propiedades mecánicas requeridas.

Aunque, cuando es posible, los tornillos deben someterse a una prueba de tensión para probar su resistencia; a menudo son demasiado cortos para que la prueba directa de tensión se pueda realizar, se recurre entonces a controlar la resistencia, indirectamente, a través de una prueba de dureza.

Se realizan con ese fin las pruebas Brinell ó Rockwell.

Table 5

Nominal Bolt Size, Inches D	Bolt Dimensions, Inches — Heavy Hex Structural Bolts			Nut Dimensions, Inches — Heavy Hex Nuts	
	Width across flats F	Height, H	Thread length	Width across flats W	Height, H
½	⅞	5/16	1	⅞	31/64
⅝	1 1/16	25/64	1¼	1 1/16	39/64
¾	1¼	15/32	1⅜	1¼	47/64
⅞	1 7/16	35/64	1½	1 7/16	55/64
1	1⅝	39/64	1¾	1⅝	63/64
1⅛	1 13/16	11/16	2	1 13/16	1 7/64
1¼	2	27/32	2	2	1 7/32
1⅜	2 3/16	27/32	2¼	2 3/16	1 11/32
1½	2⅜	15/16	2¼	2⅜	1 15/32

08

TABLE 1 Chemical Requirements for Types 1 and 2 Bolts, Nuts, and Washers

Element	Composition, percent				
				Washers	
	Type 1 Bolts	Type 2 Bolts[a]	Nuts	Quenched and Tempered	Carburized
Carbon:					
Heat analysis	0.30 min	0.15 to 0.23	...	...	[b]
Product analysis	0.27 min	0.13 to 0.25	...	...	...
Manganese, min:					
Heat analysis	0.50	0.70	...	...	1.00 max
Product analysis	0.47	0.67	...	...	1.00 max
Phosphorus, max:					
Heat analysis	0.040	0.040	0.120	0.040	0.040
Product analysis	0.048	0.048	0.128	0.050	0.050
Sulfur, max:					
Heat analysis	0.050	0.050	0.23	0.050	0.050
Product analysis	0.058	0.058	...	0.060	0.060
Boron, min:					
Heat analysis	...	0.0005	...	...	...
Product analysis	...	0.0005	...	...	...

[a] Type 2 bolts shall be fully killed, fine grain steel

[b] The stock used for manufacture of carburized washers shall not contain over 0.25 percent carbon.

ESPECIFICACIONES

ASTM

TABLE 2 Chemical Requirements for Type 3 Bolts, Nuts, and Washers

Element	Composition, percent						
	Type 3 Bolts[a]					Type 3 Nuts[b]	Type 3 Washers[b]
	A	B	C	D	E		
Carbon:							
Heat analysis	0.33-0.40	0.38-0.48	0.15-0.25	0.15-0.25	0.20-0.25	...	...
Product analysis	0.31-0.42	0.36-0.50	0.14-0.26	0.14-0.26	0.18-0.27	...	...
Manganese:							
Heat analysis	0.90-1.20	0.70-0.90	0.60-1.35	0.40-1.20	0.60-1.00	...	...
Product analysis	0.86-1.24	0.67-0.93	0.76-1.30	0.36-1.24	0.56-1.04	...	...
Phosphorus:							
Heat analysis	0.040 max	0.06-0.12	0.035 max	0.040 max	0.040 max	0.07-0.15	0.040 max
Product analysis	0.045 max	0.06-0.125	0.040 max	0.045 max	0.045 max	0.07-0.155	0.045 max
Sulfur:							
Heat analysis	0.050 max	0.050 max	0.040 max	0.050 max	0.040 max	0.050 max	0.050 max
Product analysis	0.055 max	0.055 max	0.045 max	0.055 max	0.045 max	0.055 max	0.055 max
Silicon:							
Heat analysis	0.15-0.30	0.30-0.50	0.15-0.30	0.25-0.50	0.15-0.30	0.20-0.90	0.15-0.30
Product analysis	0.13-0.32	0.25-0.55	0.13-0.32	0.20-0.55	0.13-0.32	0.15-0.95	0.13-0.32
Copper:							
Heat analysis	0.25-0.45	0.20-0.40	0.20-0.50	0.30-0.50	0.30-0.60	0.25-0.55	0.25-0.45
Product analysis	0.22-0.48	0.17-0.43	0.17-0.53	0.27-0.53	0.27-0.63	0.22-0.58	0.22-0.48
Nickel:							
Heat analysis	0.25-0.45	0.50-0.80	0.25-0.50	0.50-0.80	0.30-0.60	1.00 max	0.25-0.45
Product analysis	0.22-0.48	0.47-0.83	0.22-0.55	0.47-0.83	0.27-0.63	1.03 max	0.22-0.48
Chromium:							
Heat analysis	0.45-0.65	0.50-0.75	0.30-0.50	[illegible]	0.60-0.90	0.30-1.25	0.45-0.65
Product analysis	0.42-0.68	0.47-0.83	0.27-0.53	0.55-1.05	0.55-0.95	0.25-1.30	0.42-0.68
Vanadium:							
Heat analysis	...	...	0.020 min	...	...	...	...
Product analysis	...	...	0.010 min	...	...	...	...
Molybdenum:							
Heat analysis	...	0.06 max	...	0.10 max	...	...	...
Product analysis	...	0.07 max	...	0.11 max	...	...	...
Titanium:							
Heat analysis	...	...	...	0.05 max	...	...	...
Product analysis	...	...	...	...	...	...	...

A, B, C, D, and E are classes of material used for Type 3 bolts. Selection of a class shall be at the option of the bolt manufacturer. Nuts or washers may also be made of any of the above listed bolt material classes. Selection of the class shall be at the option of the manufacturer.

TABLE [illegible] Hardness Requirements for Bolts

Bolt Size, in.	Hardness Number			
	Brinell		Rockwell C	
	Min	Max	Min	Max
⅛ to 1 inch	211	331	23	35
1⅛ to 1½ inch	223	293	19	31

10

TORNILLOS

A 490

TABLE 1 Chemical Requirements		
Element	Ladle Analysis, percent	Check Analysis, percent
Carbon		
For sizes through 1½ in.	0.30 to 0.48	0.28 to 0.50
For size 1½ in.	0.35 to 0.53	0.33 to 0.55
Phosphorus, max	0.040	0.045
Sulfur, max	0.040	0.045

TABLE 2 Hardness Requirements for Bolts				
Bolt Size, in.	Hardness Number			
	Brinell		Rockwell C	
	min	max	min	max
½ to 1½ in., incl	302	341	32	36

ESPECIFICACIONES
ASTM

11

COMPORTAMIENTO DE JUNTAS CON TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

El comportamiento de una junta con tornillos de alta resistencia se puede visualizar mediante la observación de los resultados de una prueba carga-deformación en un especimen típico.

Se define una zona de comportamiento lineal (zona I) que termina en el instante en que seproduce un deslizamiento de los tornillos con carga prácticamente constante (zona II) y que está controlado por el diámetro del agujero, al hacer contacto con sus bordes, el tornillo toma nuevamente carga y se reinicia un comportamiento nuevamente lineal (zona III); esta zona termina al iniciarse el comportamiento inelástico (zona IV) que termina con la falla de la junta.

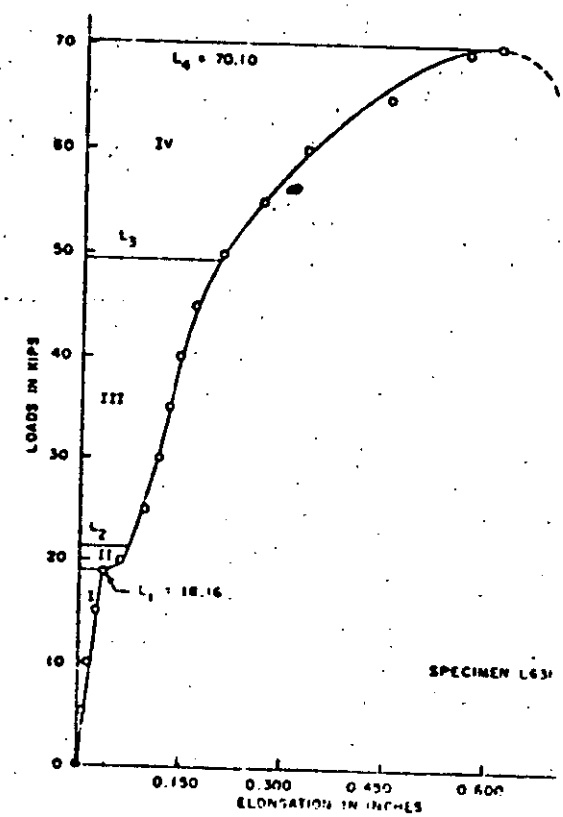


FIG. 6.—TYPICAL LOAD-JOINT ELONGATION RELATIONSHIP FOR SPECIMENS

Shockey
ASCE

Teniendo en cuenta el comportamiento mencionado se distinguen dos tipos de juntas con tornillos de alta resistencia: las juntas de fricción y las juntas de aplastamiento.

Las primeras se caracterizan por que la trasmisión de las fuerzas que actúan en la conexión se logra únicamente por la fricción que se desarrolla entre los elementos que la constituyen.

En estas juntas el deslizamiento entre las piezas que se unen no es aceptable; se considera que el deslizamiento equivaldría a la falla, si bien, los coeficientes de seguridad contra el deslizamiento se aceptan pequeños pués las consecuencias de su ocurrencia no son graves.

La magnitud de la fricción depende de la fuerza de tensión en el tornillo y de las características de la superficie de los elementos que se ~~conectan~~ conectan.

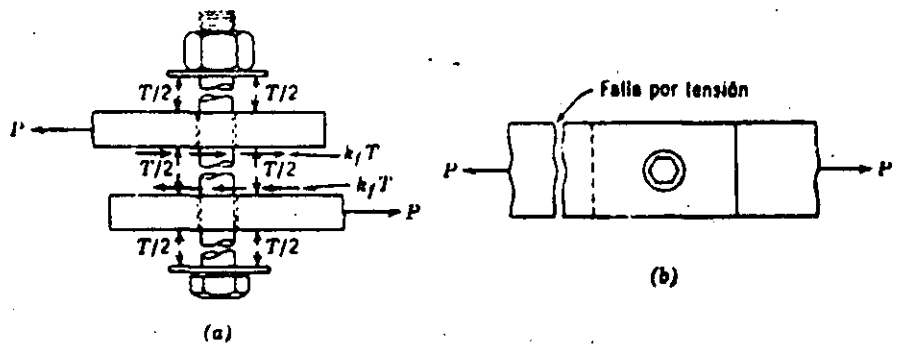


Fig. 5-15 Tornillo de alta resistencia. (*a*) Transmisión de carga por fricción, y (*b*) Falla fuera de la sección neta.

Breiler pg. 160

Aunque es claro que en juntas de fricción los tornillos no trabajan a esfuerzo cortante, tradicionalmente se ha venido estableciendo un esfuerzo cortante permisible ficticio, para la determinación del número de tornillos que se requieren en una junta, esto ha permitido tratar el diseño de juntas con tornillos de fricción con los mismos criterios con que durante mucho tiempo, se han proporcionado las juntas remachadas.

Las conexiones de fricción se especifican como necesarias en todos aquellos casos en que se esperan inversiones de esfuerzos y en los que en condiciones de trabajo, el deslizamiento se considera indeseable.

Hay ocasiones en que la inversión de esfuerzos no ocurre y en que, al colocar los tornillos, la carga muerta los presiona contra los lados del agujero, entonces el trabajo de la junta puede ser por aplastamiento y por cortante y se presentan entonces las conexiones llamadas de aplastamiento.

Si bien, también en estas juntas, la tensión en el tornillo, que es la misma que en juntas de fricción, produce una fricción que probablemente podría tomar las cargas de trabajo, esta en realidad no se requiere. En estas juntas se puede sacar ventaja de la resistencia de los tornillos,

sobre todo si se logra que la rosca se encuentre fuera de los planos de corte. Con el fin de lograr ésto en lo posible, los tornillos de alta resistencia tienen una rosca bastante corta.

En estructuras para puentes los tornillos en juntas de aplastamiento se limitan a piezas que sólo trabajan a compresión a miembros secundarios, se exige además que en todos los casos la rosca se excluya de los planos de corte.

Table 2 Allowable Working Stresses for Fasteners,[a] ksi

Load Condition	Hole Type	ASTM A325 Bolts	ASTM A490 Bolts
Applied Tension[b]	Standard, oversize, or slotted	44.0	54.0
Shear: Friction-Type Connection	Standard	17.5[c]	22.0[c]
	Oversize	15.0[c]	19.0[c]
	Short slotted	15.0[c]	19.0[c]
	Long slotted	12.5[c]	16.0[c]
Shear: Bearing-Type Connection:			
Threads in any shear plane	Standard or slotted	21.0[d]	28.0[d]
No threads in shear plane	Standard or slotted	30.0[d]	40.0[d]
Bearing[e]	Standard, oversize, or slotted	$\frac{LF_u}{2d}$ or $1.5F_u$ (whichever is smaller)	

[a] The tabulated stresses, except for bearing stress, apply to the nominal area of bolts used in any grade of steel.

[b] For allowable working stresses when bolts are subjected to fatigue loading in tension, see subsection 4(b).

[c] Applicable for contact surfaces with clean mill scale (Class A surface, subsection 4(c)). When the designer has specified special treatment of the contact surfaces in a *friction-type* connection, values in Table 3 may be substituted.

[d] In *bearing-type* connections whose length between extreme fasteners measured parallel to the line of an axial force exceeds 50 inches, tabulated values shall be reduced by 20%.

[e] L is the distance in inches measured in the line of force from the center line of a bolt to the nearest edge of an adjacent bolt or to the end of the connected part toward which the force is directed; d is the diameter of the bolt; and F_u is the lowest specified minimum tensile strength of the connected parts.

Para mantener la fricción es necesario que las superficies esten libres de todo elemento que la disminuya, se prohibe por ello, que haya aceite, pintura, oxido suelto, etc. Dada la importancia de este hecho, las últimas normas reconocen nueve condiciones distintas en que se pueden encontrar las superficies de la junta y asocian a cada una de ellas un esfuerzo permisible diferente, reconociendo las diferencias existentes en el coeficiente de fricción.

Table 2a Allowable Working Stresses,[a] ksi, Based Upon Surface Condition of Bolted Parts, for Friction-Type Shear Connections

Class	Surface Condition of Bolted Parts	Standard Holes		Oversize Holes and Short-Slotted Holes		Long-Slotted Holes	
		A325	A490	A325	A490	A325	A490
A	Clean mill scale	17.5	22.0	15.0	19.0	12.5	16.0
B	Blast cleaned carbon and low alloy steel	27.5	34.5	23.5	29.5	19.5	24.5
C	Blast cleaned quenched and tempered steel	19.0	23.5	16.0	20.0	13.5	16.5
D	Hot dip galvanized and roughened[b]	21.5	27.0	18.5	23.0	15.0	19.0
E	Blast cleaned, organic zinc rich paint	21.0	26.0	18.0	22.0	14.5	18.0
F	Blast cleaned, inorganic zinc rich paint	29.5	37.0	25.0	31.5	20.5	26.0
G	Blast cleaned, metallized with zinc	29.5	37.0	25.0	31.5	20.5	26.0
H	Blast cleaned, metallized with aluminum	30.0	37.5	25.5	32.0	21.0	26.5
I	Vinyl wash	16.5	20.5	14.0	17.5	11.5	14.5

[a] Values from this table are applicable *only* when they do not exceed the lowest appropriate allowable working stresses for *bearing type* connections, taking into account the position of threads relative to shear planes, and, if required, the 20% reduction due to joint length (See Table 2).

[b] These values not recommended if the actual stresses due to sustained loading (e.g., gravity) exceed ⅔ the allowable working stresses, and slip into bearing would be seriously detrimental. Sustained creep-like slip may occur at higher sustained stresses.

INSTALACION

Sea en juntas de fricción o en juntas de aplastamiento, los tornillos de alta resistencia deben colocarse de modo que queden sometidos a una fuerza mínima de tensión especificada.

Esta fuerza es de aproximadamente el 70% de la resistencia a tensión del tornillo, se denomina carga de prueba y es normalmente algo menor al límite de proporcionalidad del tornillo.

La tensión especificada se puede dar haciendo uso de un indicador directo de tensión o usando cualquiera de otros dos métodos que también se especifican en las normas y que se basan en el hecho de que la tensión en el tornillo se puede relacionar con dos cantidades observables, el alargamiento del tornillo y el giro de la tuerca.

El primero de estos métodos consigue la tensión usando llaves calibradas, el segundo dando un giro especificado a la tuerca.

19

TABLE 1.23.5

MINIMUM BOLT TENSION, KIPS*

Bolt Size, Inches	A325 Bolts	A490 Bolts
½	12	15
⅝	19	24
¾	28	35
⅞	39	49
1	51	64
1⅛	56	80
1¼	71	102
1⅜	85	121
1½	103	148

* Equal to 0.70 of specified minimum tensile strengths of bolts, rounded off to nearest kip.

ESPECIFICACIONE
DESC

METODO DE LLAVES CALIBRADAS

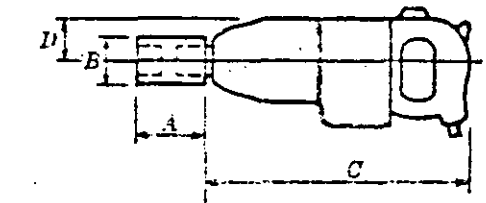
Implica el ajuste frecuente de la llave con un dispositivo capaz de medir la tensión en tornillos típicos de la conexión, ya que el ajuste pierde precisión con facilidad porque las condiciones de distintas juntas son muy diferentes entre si; se especifica que la calibración se realice una vez por cada día de trabajo y por cada diámetro o lote de tornillo que se utilice, aún en el caso de que se aprieten juntas similares.

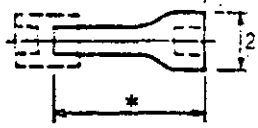
Se exige también, cuando se usa este método, que se coloque una rondana bajo la parte del tronillo que se accione con la llave, con objeto de minimizar las irregularidades en la tensión producida que, inevitablemente, existen al utilizar este procedimiento.

RIVETS AND THREADED FASTENERS

Erection clearances

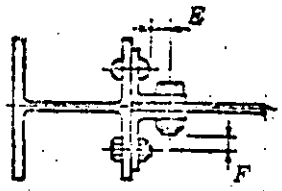
BOLT IMPACT WRENCHES



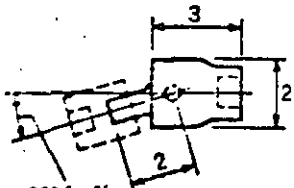


EXTENSION BAR

*Available in lengths 6½" to 1'-3



MINIMUM CLEARANCES



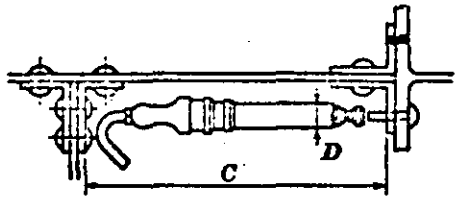
UNIVERSAL JOINT (for bolts up to 1")

20° for ¾
15° for ⅞, 1"

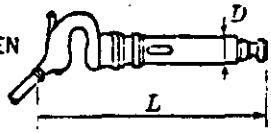
	Size	C	D
Light Wrenches	⅝ to 1	1-1¼ to 1-2	2⅛
Heavy Wrenches	1 to 1½	1-2¾ to 1-5¼	2½

Bolt Size	Sockets A	Sockets B	Min. Clear. E	Min. Clear. F
⅝	2⅝	1¾		
¾	3	2¼	1⅛	1¼
⅞	3¼	2½	1¼	1⅜
1	3½	2⅝	1 5/16	1 7/16
1⅛	3¾	2⅞	1 7/16	1 9/16
1¼	4	3⅛	1 9/16	1 11/16
1⅜	4¼	3¼	1⅝	1¾
1½	4⅜	4¼	2⅛	2¼

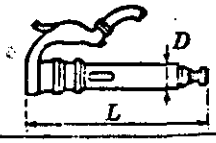
RIVET GUNS



STANDARD OPEN HANDLE



INVERTED HANDLE



	Rivet Size	D	Standard L	Standard C	Inverted L	Inverted C
Light Hammer	⅝, ¾, ⅞	2½	1-5½ to 1-9½	1-9 to 2-2	1-2 to 1-3¾	1-5 to 1-7
Medium Hammer	¾ to 1⅜	2½	1-10¾ to 1-11½	2-2 to 2-4	1-5½ to 1-8¼	1-9 to 1-10½
Heavy Hammer	1½	2½	2-2½	2-7	...	...

METODO DEL GIRO DE LA TUERCA

Este procedimiento requiere un control de la colocación de los tornillos más simples que el anterior y es por ello, más utilizado.

Consiste en términos generales, en apretar, en una primera etapa, todos los tornillos con una llave normal de tuercas hasta el esfuerzo máximo de un hombre y enseguida, dar a la tuerca 1/2 vuelta adicional; excepcionalmente, el giro debe ser mayor (ver tabla 4).

Ha sido posible determinar experimentalmente la relación que existe entre la rotación de la tuerca y el alargamiento y la tensión en el tornillo, con ese fin se han realizado una cantidad importante de pruebas, en ellas se ha observado que la resistencia a tensión en un tornillo es menor cuando esta tensión se da girando la tuerca que cuando se da en forma directa, esta es la razón de que la carga de prueba se fije sólo en un 70% de la resistencia a tensión directa.

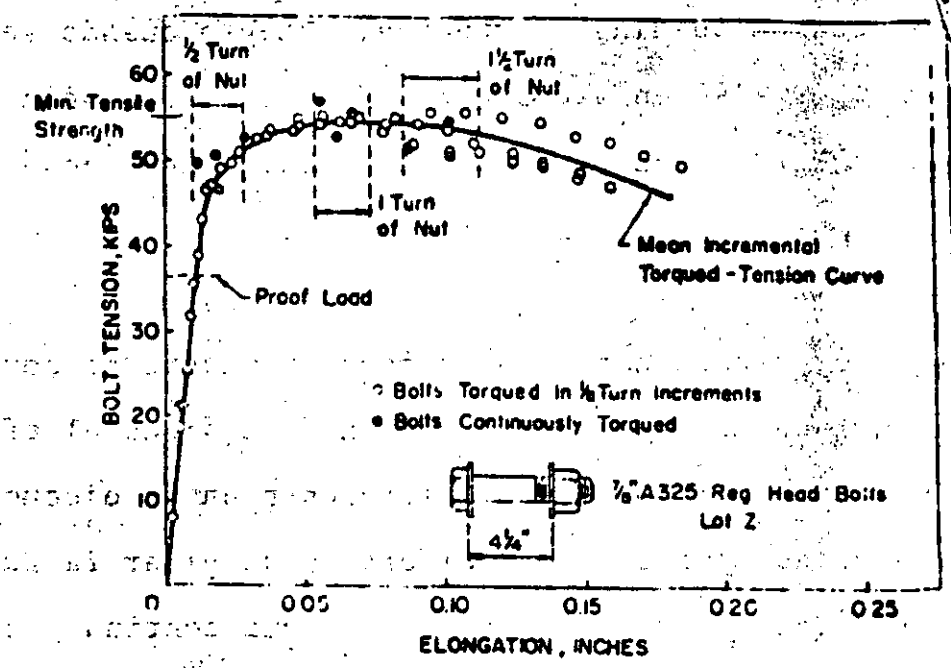


FIG 9. COMPARISON OF CONTINUOUSLY AND INCREMENTALLY TORQUED BOLTS

Se observa que una vez dado el primer tercio de vuelta hay una reserva importante de deformación posible adicional - hasta la falla, esto hace que el método no sea muy sensible a errores relativos al apriete que debe tener el tornillo - en la primera etapa, al iniciarse la media vuelta pedida. Debido a ésto, cuando se utiliza este método, no se requiere la colocación de ninguna rondana, excepto cuando se - usan tornillos A490 en ~~aceros~~ aceros con esfuerzo de fluencia inferior a 2800 Kg/cm^2, caso en que se necesita una rondana, - cualquiera que sea el método de apriete.

Con objeto de garantizar el buen comportamiento de cone-- xiones apretadas con este método se ha estudiado el efecto de una serie de variables que intervienen en su ejecución. Se ha estudiado, por ejemplo, el efecto de girar la tuerca en pequeños incrementos en vez de en forma continua, el - efecto de la longitud del agarre y la posición relativa de tuerca y rosca. Se ha investigado, así mismo, la posibilidad del reuso de tornillos colocados con este método.

Table 4 Nut Rotation[a] from Snug Tight Condition

Disposition of Outer Faces of Bolted Parts		
Both faces normal to bolt axis, or one face normal to axis and other face sloped not more than 1:20 (bevel washer not used)		Both faces sloped not more than 1:20 from normal to bolt axis (bevel washers not used)
Bolt length[b] not exceeding 8 diameters or 8 inches	Bolt length[b] exceeding 8 diameters or 8 inches	For all length of bolts
½ turn	⅔ turn	¾ turn

[a] Nut rotation is rotation relative to bolt regardless of the element (nut or bolt) being turned. Tolerance on rotation: 30° over or under.
For coarse thread heavy hex structural bolts of all sizes and length and heavy hex semi-finished nuts.
[b] Bolt length is measured from underside of head to extreme end of point.

Una recomendación práctica para lograr un buen apriete general de la junta consiste en iniciarlo en los tornillos localizados en la parte más rígida de la unión y avanzar hacia los extremos libres. Durante el apriete la parte que no se gira, cabeza o tuerca se sonstendrá con una llave.

OTROS TOPICOS RELATIVOS A TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

AGUJEROS.- Durante bastante tiempo sólo se aceptaron agujeros exactamente 1/16" mayores que el diámetro del tornillo, sin embargo, la necesidad de facilitar las condiciones de montaje de las estructuras atornilladas indujo a que se realizaran una extensa serie de pruebas para demostrar la posibilidad de utilizar agujeros con diámetros algo mayores sin detrimento de la resistencia.

El resultado de esas investigaciones ha conducido a que se acepten agujeros mayores aunque en este caso se requiere colocar una rondana en el lado exterior de la junta.

En juntas de aplastamiento sólo se permiten agujeros ovalados, el lado alargado normal a la dirección de los esfuerzos.

Table 7 Oversize and Slotted Holes

Nominal Bolt Size, Inches	Maximum Hole Size (Nominal), Inches		
	Oversize Holes	Short Slotted Holes	Long Slotted Holes
⅝	11/16	11/16 x ⅞	11/16 x 1 9/16
¾	13/16	13/16 x 1	13/16 x 1⅛
⅞	1 1/16	15/16 x 1⅛	15/16 x 2 1/16
1	1¼	1 1/16 x 1 7/16	1 1/16 x 2½
1⅛	1 7/16	1 3/16 x 1½	1 3/16 x 2 9/16
1¼	1 9/16	1 5/16 x 1 7/8	1 5/16 x 3⅛
1⅜	1 11/16	1 7/16 x 1¾	1 7/16 x 3 7/16
1½	1 13/16	1 9/16 x 1⅞	1 9/16 x 3¾

DETERMINACION DE LA LONGITUD DE LOS TORNILLOS

Debe añadirse al agarre (espesor de todo el material conectado)ciertas distancias especificadas con objeto de garantizar la colocación correcta de los tornillos teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación.
Estas distancias estan dadas en la tabla 6.
Adicionalmente, por cada rondana plana se debe considerar una longitud adicional de 5/32" y por cada una tipo cuña 5/16". La longitud así obtenida se cierra al cuarto de pulgada superior más próximo.
Por lo que se refiere a la ejecución de los agujeros las normas recomiendan que cuando el espesor del material no es mayor que el diámetro del tornillo más 1/8" se pueden punzonar, en caso contrario deben ser taladrados o subpunzonados y rimados.

Table 6

Nominal Bolt Size, Inches	To Determine Required Bolt Length Add to Grip, in Inches
½	11/16
⅝	⅞
¾	1
⅞	1⅛
1	1¼
1⅛	1½
1¼	1⅝
1⅜	1¾
1½	1⅞

GALVANIZADO

Otro avance importante respecto a criterios anteriores lo marca el hecho de que se permita ahora galvanizarlos tornillos A325; tras una amplia serie de pruebas que han de-

mostrado un comportamiento adecuado aún teniendo en cuenta posibles efectos de fatiga.

No ha ocurrido lo mismo con los tornillos A490 cuyo galvanizado no se permite.

En juntas de fricción, se permite también el galvanizado de la estructura siempre que se trate la zona de la conexión con cepillo de alambre o chorro de arena para garantizar la fricción adecuada. Debe cuidarse por supuesto, no dañar el galvanizado.

REFERENCIAS

1. Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Stell for Buildings, AISC, 1978

2. Specifications for structural joints using ASTM A325 or A490 bolts, AISC, 1978.

3. Standard Specifications for high-strength bolts, ASTM,1971

4. Stuctural Steel Design, Tall, 1974

5. Diseño de Estructuras de Acero, Bresler ,1978

6. Steel Design for Structural Engineers, Bogdan O. Kujhanavic, Nicholas Willems, 1977

7. Calibration of A325 Bolts, John L. Rumpf: John W.Fisher ASCE, 1963.

8. Bolted Connectios with vaned holes diameters; Shoukry,ASCE, 1970

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ALGUNAS CAUSAS DE FALLA EN ESTRUCTURAS DE ACERO

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

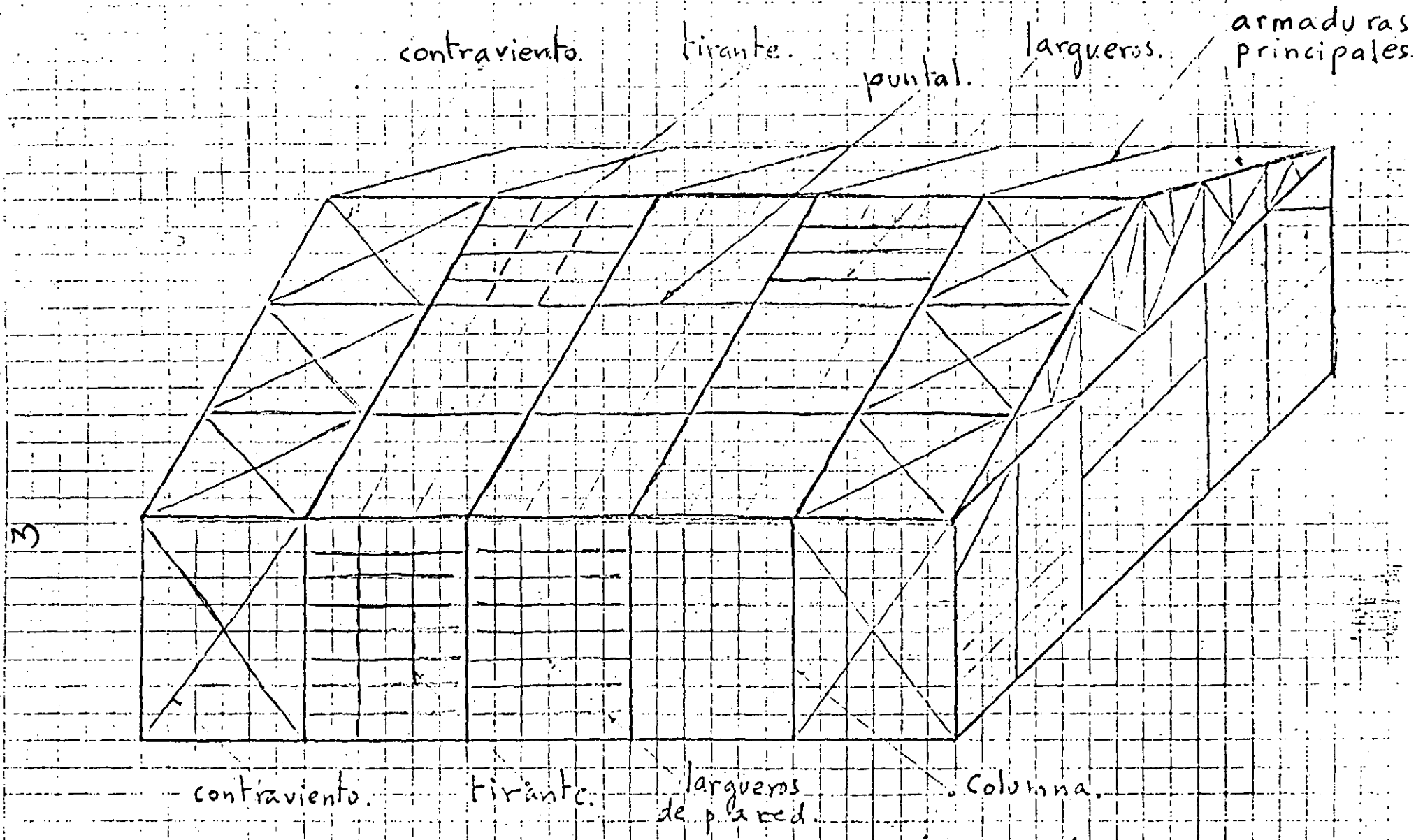
ALGUNAS CAUSAS DE FALLA EN ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- Pandeo .-	Contraventeo .-
2.- Conexiones.-	Detalle .-
3.- Falla Frágil.-	Supervisión.-
4.- Fatiga.-	Inspección.-
5.- Vibración.-	Aislamiento .-
6.- Corrosión.-	Mantenimiento.-
7.- Fuego.-	Protección.-

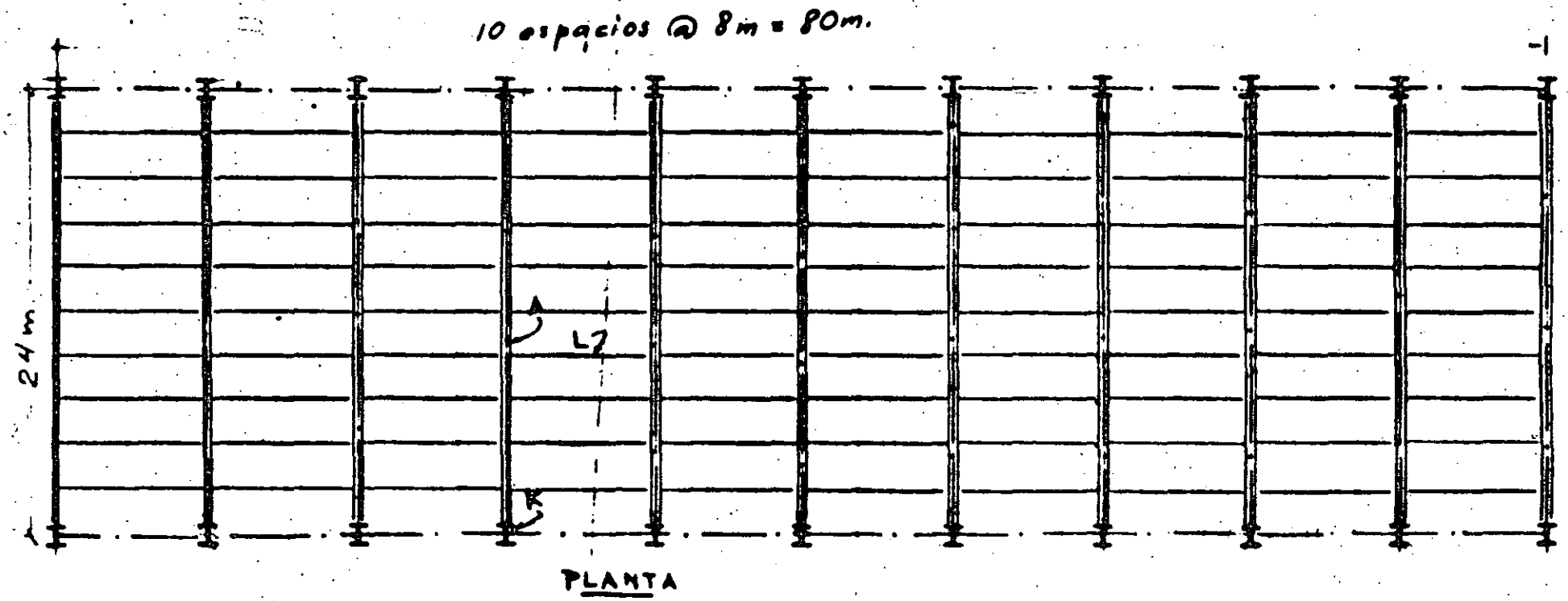
PANDEO

Probablemente la causa que con mayor frecuencia ha provocado la falla de estructuras metálicas es el pandeo de alguno de sus elementos o de la construcción en conjunto. Las secciones cada vez más esbeltas que se utilizan contribuyen a este problema que, si bien ha ocurrido con frecuencia en estructuras de edificios ya terminados y funcionando, se ha presentado aún más a menudo durante el proceso de construcción de las obras. Es un problema que debe tenerse siempre en mente, considerando que es indispensable en toda etapa constructiva un sistema de contraventeo para que las piezas de la estructura trabajen en forma congruente con las hipótesis supuestas para su dimensionamiento.

La palabra clave en relación con este tipo de falla es entonces CONTRAVENTEO



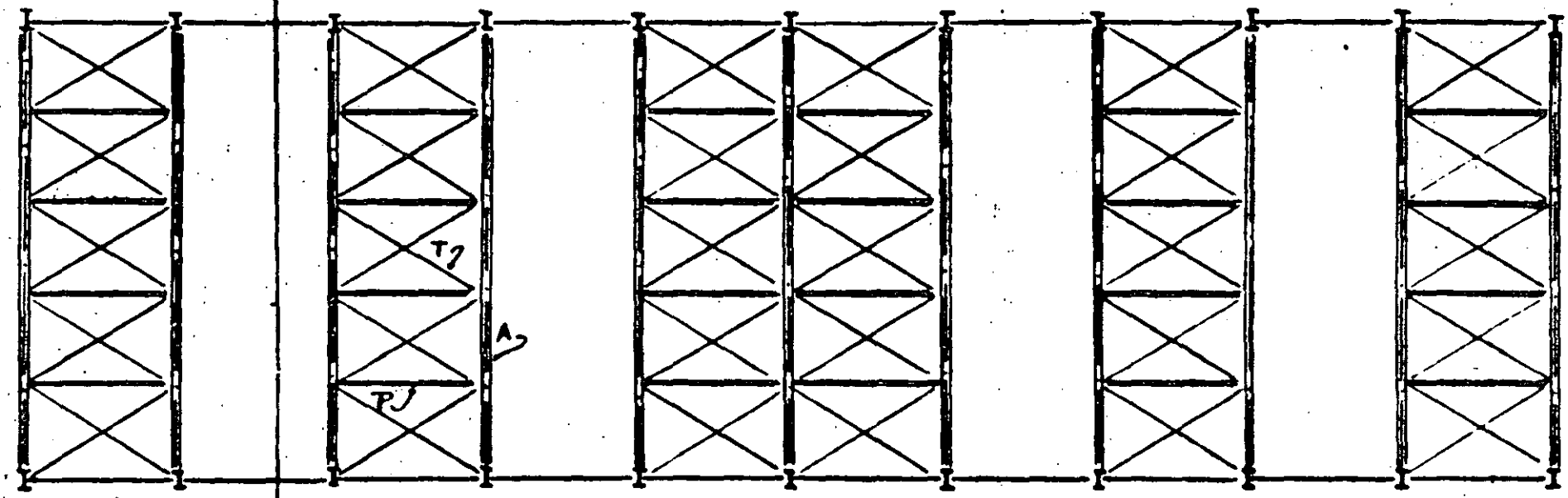
ELEMENTOS de una NAVE INDUSTRIAL



Distribución de columnas, armaduras y largueros.-

A : Armaduras.
K : Columnas.
L : Largueros.

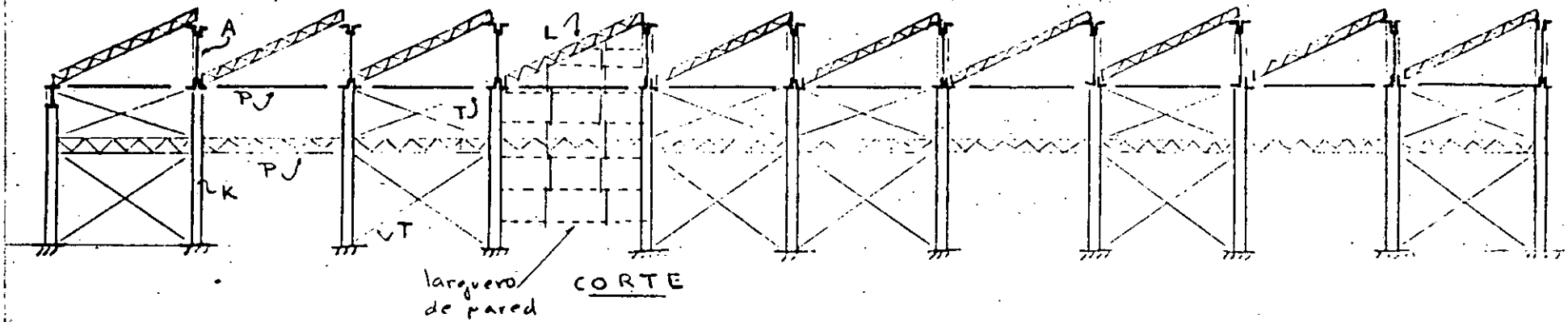
FIG. 1



Distribución de contraventeo en cuerda inferior.-

P: Puntales.
T: Tirantes.
A: Armaduras.

FIG. 3



Colocación de largueros, columnas y estructura de paredes laterales

L : largueros
A : armaduras
K : columnas
T : tirantes
P : puntales

} estructura de pared lateral.

Conexiones

Los defectos en las uniones entre los elementos de una estructura o de esta con sus apoyos han sido causa de frecuentes fallas en construcciones metálicas.
Estos defectos en gran cantidad de casos se han debido a la omisión en planos y especificaciones de los detalles necesarios para construir las juntas y a la falta de los planos de fabricación y montaje que a partir de esos detalles deben elaborarse.

En otras ocasiones el comportamiento inadecuado de la estructura se ha debido a la falta de congruencia entre las hipótesis de cálculo y las características de las conexiones que se proporcionan realmente en la obra, problema que se hace patente, muy a menudo, solo en los casos en que la estructura se ve sometida a las solicitaciones máximas de diseño que, en nuestro medio, son muchas veces, acciones accidentales debidas a movimientos sísmicos. La inseguridad latente en construcciones en estas condiciones es clara.

La palabra clave asociada a este tipo de falla podría ser DETALLE

FALLA FRAGIL

Bajo determinadas circunstancias una estructura puede fallar en forma repentina, sin muestras de deformación previa y a esfuerzos mucho más bajos a los que, en teoría, deberían producir la falla.

Esto ocurre normalmente en materiales frágiles, a bajas temperaturas y en presencia de muescas, grietas, soldaduras mal ejecutadas u otros defectos del mismo tipo en los que la falla invariablemente se inicia.

Aunque en estructuras para edificios, en nuestro medio, tal tipo de falla es, afortunadamente rara, si se ha observado en puentes, tanques de almacenamiento, torres, barcos y estructuras similares.

La localización de defectos en etapas previas al funcionamiento de la estructura implican la necesidad de una adecuada SUPERVISION

Algunos factores que influyen en la resistencia a falla frágil

Presencia de muescas.
Temperatura de servicio.
Estado de Esfuerzos.
Espesor.
Composición química.

FALLA FRAGIL

La prueba de impacto de Charpy se ha utilizado para visualizar las características de la fractura de un material en relación con la temperatura a que se encuentra.

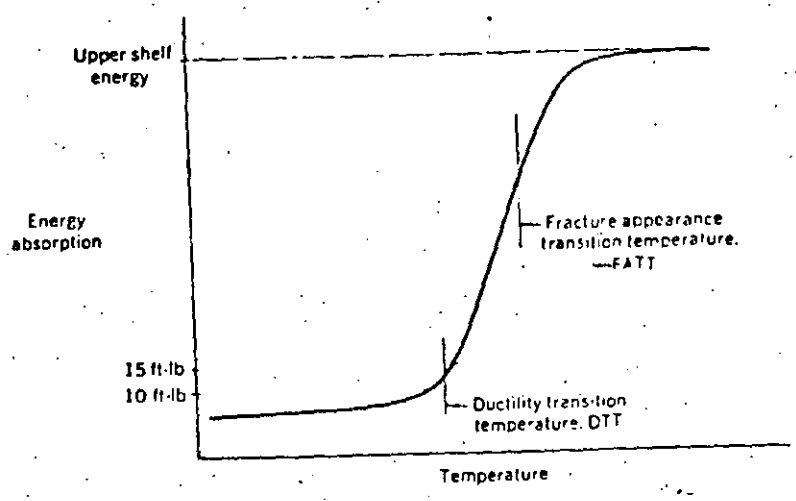


Fig. 15.3 Charpy V-notch test.

BRITTLE FRACTURE

Table 15.2 Factors Affecting Charpy Impact Curve

Factor	Ductility Transition Temperature	Upper Shelf Energy
Increase content of		
Carbon	Increase	Decrease
Manganese	Decrease	Increase
Nickel	Decrease	Increase
Phosphorus	Increase	•
Sulfur	Increase	•
Increase		
Grain size	Increase	•
Thickness	Increase	Decrease
Finishing Temp.	Increase	•
Cooling rate	Decrease	•
Strain aging	Increase	Decrease
Neutron irradiation	Increase	Decrease

• Little change.

Para minimizar la posibilidad de una falla frágil deben seguirse las indicaciones que siguen:

1.- Eliminar concentraciones severas de esfuerzos.-

2.- Eliminar en lo posible muescas o grietas o tomar medidas para impedir su propagación.-

3.- Eliminar detalles de soldadura que restrinjan en forma severa la deformación plástica de la sección.

4.- Eliminar el enfriamiento rápido de la sección o precalentar.

5.- Soldar con electrodos de bajo hidrógeno.

6.- Eliminar puntos de soldadura y evitar que se cebe el arco contra el material.

FATIGA

Si una estructura se sujeta a cargas que varían cíclicamente puede fallar después de un número más o menos grande de aplicaciones de carga aun bajo esfuerzos muy inferiores a los correspondientes al límite de fluencia del material.
La falla por fatiga se presenta en tres etapas.

1.- Se inicia una grieta microscópica.
2.- Se propaga la grieta hasta su tamaño crítico
3.- Se excede la resistencia del elemento agrietado y se produce la falla.

Aunque no se han desarrollado métodos analíticos teóricos para predecir la resistencia por fatiga de una estructura si se han realizado una gran cantidad de experimentos que ha permitido dar recomendaciones de diseño

En todo caso es conveniente revisar periodicamente con cuidado la construcción reparando defectos tales como muescas, grietas, corrosión y lugares de concentración de esfuerzos en que pudiera iniciarse la falla.
Un criterio simple para considerar la fatiga en diseño se presenta en un apéndice de las normas del AISC. Supervisión implica detectar las fallas a tiempo y esto requiere INSPECCION

13

VIBRACIONES

Una estructura falla cuando deja de servir a los fines a que fué destinada.

Una vibración excesiva es, en este sentido, una falla y deben, por lo tanto, tomarse medidas durante el diseño para prevenirlas, así como establecerse criterios para controlarlas si llegan a presentarse.

La magnitud de la vibración depende de las características de la estructura y de las de la acción que la provoca.

En edificios en que la acción principal es el movimiento de personas se recomienda dar rigidez a la estructura de tal modo que las trabes o losas del sistema de piso no tengan un peralte menor que el claro entre 20. Cuando la carga es debida a equipos o máquinas la solución es, a menudo, aislarlos. La rigidez es lo que normalmente se puede controlar en este caso RIGIDEZ es por ello la palabra que junto con AISLAMIENTO definen este problema.

CORROSION

La mayor parte de los metales al exponerse al medio ambiente sin protección reaccionan con los elementos de ese ambiente dando lugar al fenómeno de corrosión. El producto de la corrosión se deposita sobre el material y este reduce su espesor.

En algunos metales el primer producto de la oxidación actúa como una capa protectora que impide que la corrosión continúe. Este es el caso del cromo, el níquel y el aluminio.

No ocurre lo mismo con el acero en que la corrosión puede continuar en forma indefinida.

Aunque la corrosión se puede presentar en seco, a temperatura normal es de mayor importancia la llamada corrosión húmeda que se presenta en presencia de un líquido, normalmente agua, que actúa como electrolito en el proceso electroquímico implicado en el proceso de corrosión.

Protección contra la corrosión.-

La composición química del acero es de gran importancia en relación con la corrosión, elementos de aleación pueden proteger en forma muy eficiente al acero, un acero con cobre, níquel o cromo tiene una resistencia a la corrosión de más de 4 veces que la del acero común.

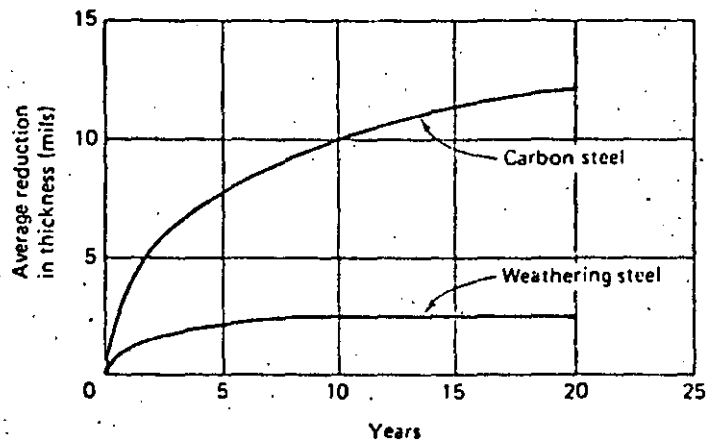


Figure 2.38 Comparison between the Anticorrosion Behavior of Carbon and Weathering Steel.

Los aceros resistentes a la corrosión son caros y por ello que se recurre a otros procedimientos para protegerlos, se utilizan pinturas o compuestos asfálticos que los aislan o bien se protegen con una capa de zinc en el proceso llamado galvanizado.

La corrosión resulta enormemente acelerada por la presencia de corrientes eléctricas parásitas y por el contacto entre metales de distinto potencial eléctrico en presencia de humedad.
La corrosión ha ocasionado fallas, sobre todo en piezas sometidas a esfuerzos importantes.
Una gran cantidad de fallas en estructuras de concreto presforzado se han debido a la corrosión de los alambres de presfuerzo sobre todo en piezas trabajando a tensión en donde el agrietamiento del concreto permite el ataque de los alambres.

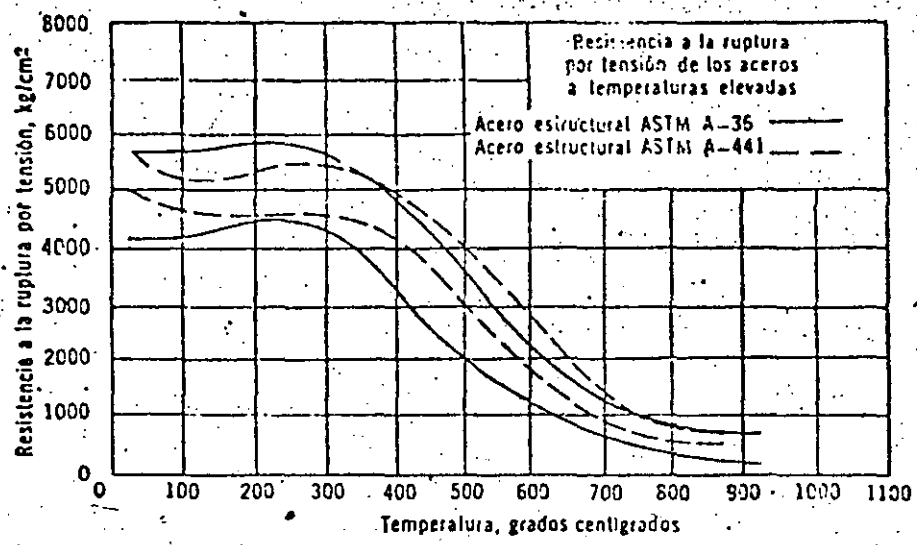
<u>MANTENIMIENTO</u> es en todos los casos la clave contra los efectos nocivos de la corrosión.

17

FUEGO

Los edificios de acero cuyas condiciones externas e internas no permitan que en caso de incendio se alcancen grandes temperaturas (400° aprox.) no requerirían en general ninguna protección y pueden considerarse resistentes al fuego.
Para temperaturas grandes el acero debe aislarse térmicamente con materiales resistentes al fuego.

Para juzgar el efecto que la acción del fuego ha tenido sobre elementos estructurales de acero es necesario someterlos a una revisión cuidadosa sobre todo en las conexiones en donde podrían presentarse agrietamientos o rotura de conectores.
Cuando el material no presenta evidencias de daños importantes debido al efecto de grandes temperatura o a enfriamientos bruscos puede repararse enderezando partes deformadas localmente sin necesidad de recurrir a otras medidas
Si la temperatura ha sido muy elevada o el enfriamiento muy brusco normalmente se presentan deformaciones tan importantes que el enderezado se hace imposible y es necesario reemplazar el material afectado.



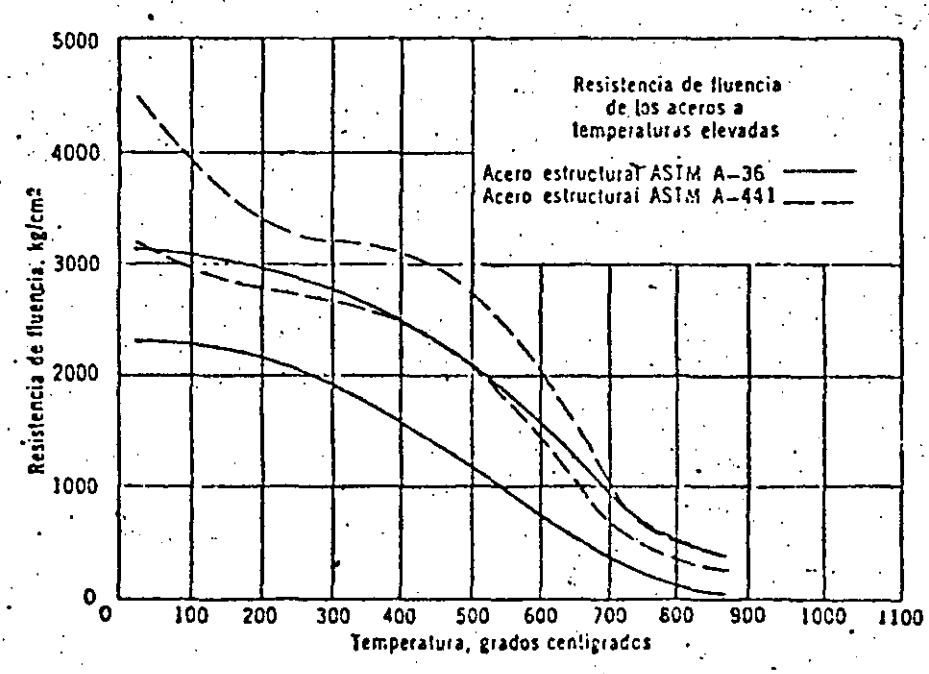


Fig. 2-1. Resistencia de tensión y de cedencia a temperaturas elevadas. (Cortesía de la *Applied Research Laboratory, United States Steel Corp.*)

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTURCCION

ACERO PARA ESTRUCTURAS

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

A C E R O P A R A E S T R U C T U R A S

I.- PROPIEDADES MECANICAS INDICE.

a)Esfuerzo en el límite de fluencia: Fy

b)Esfuerzo en el límite elástico: Fle.

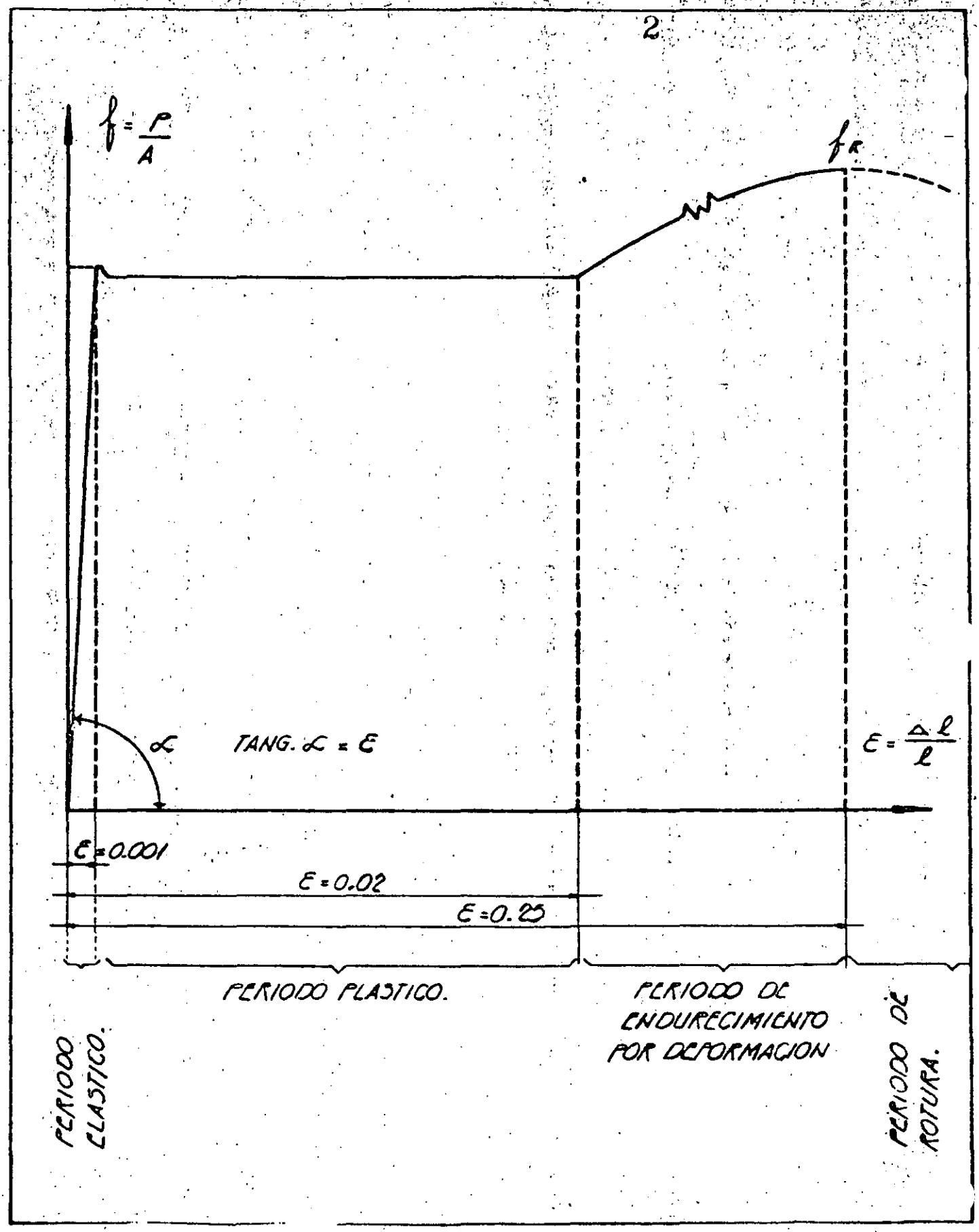
c)Esfuerzo de ruptura: Fr.

d)Módulo de elasticidad: E.

e)Zonas de comportamiento elástico y plástico.

f)Ductilidad.

g)Porciento de alargamiento: $\Delta l/l$


f = P/A
fR
α
TANG. α = ε
ε = Δl/l
ε = 0.001
ε = 0.02
ε = 0.25
PERIODO PLASTICO.
PERIODO DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACION
PERIODO ELASTICO.
PERIODO DE ROTURA.

3

II.- ACEROS USUALES EN ESTRUCTURAS

A7 en desaparición

A36 el más utilizado

A242 alta resistencia, baja aleación, resistente a la corrosión.

a) Propiedades mecánicas

b) Caracteristicas químicas

c) Productos más usuales

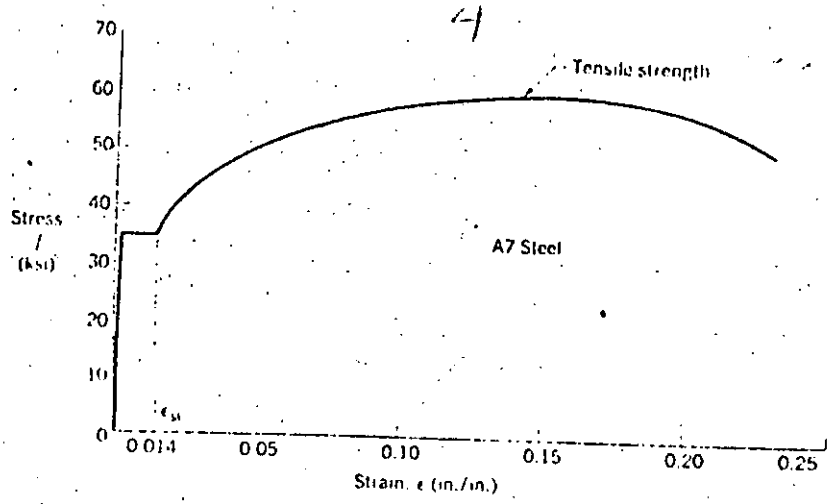


Fig. 2.1 Complete Tensile Stress-Strain Diagram for Structural Carbon Steel

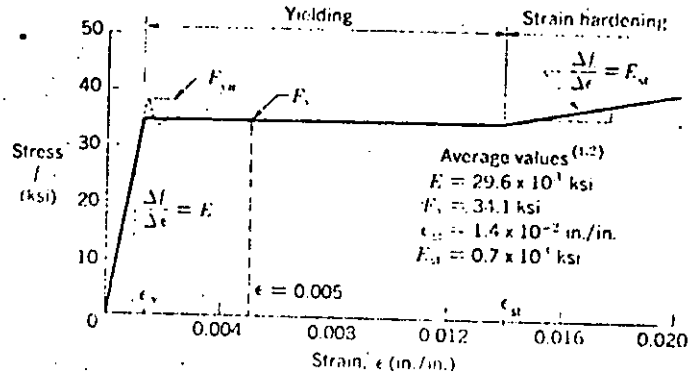


Fig. 2.2 Portion of Stress-Strain Diagram for A7 Steel

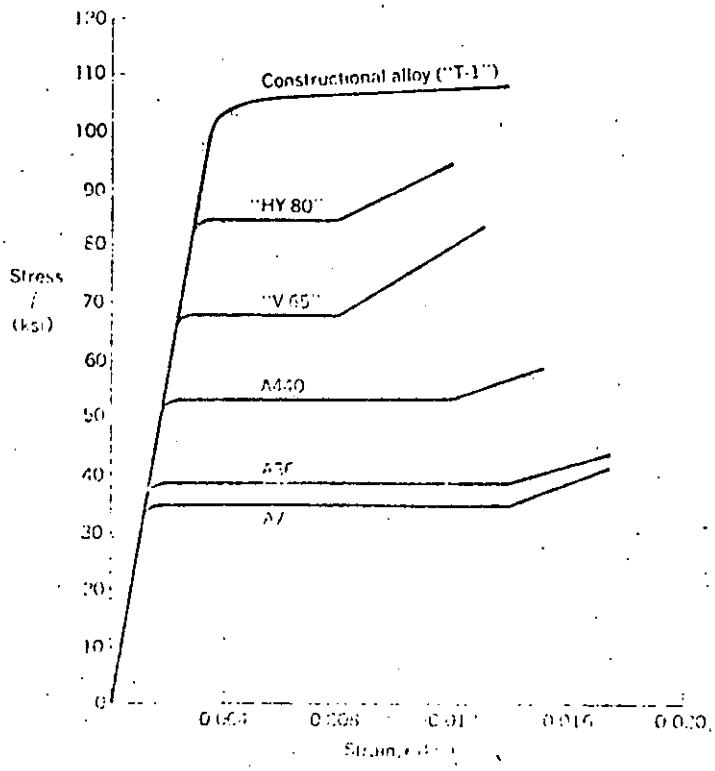


Fig. 2.12 Stress-Strain Curves for Various Steels

DESIGNACION A.S.T.M. A-283

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente Kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg.2	Esfuerzo Unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
A	1690	24000	3160/3870	45/55000	27 %
B	1900	27000	3515/4220	50/60000	25 %
C	2100	30000	3870/4570	55/65000	23 %
D	2300	33[illegible]	4220/5060	60/72000	21 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-201

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente Kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg.2	Esfuerzo Unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
A	2100	30000	3860/4570	55/65000	25 %
B	2250	32000	4220/5060	60/72000	22 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-212

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente Kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg.2	Esfuerzo Unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
A	2460	35000	4570/5410	65/77000	21 %
B	2670	38000	4920/5976	70/85000	19 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-285

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente Kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg.2	Esfuerzo Unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
A	1680	24000	3160/3870	45/55000	29 %
B	1900	27000	3515/4220	50/60000	27 %
C	2100	30000	3870/4570	55/65000	25 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-299

Acero al carbon - Manganeso y Silicio de Alta resistencia

ESPESOR	Límite Elástico mínimo aparente kg/cm 2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg 2	Esfuerzo unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
Hasta 25 mm (1")	2950	42000	5270/6330	75/90000	18 %
25.1 a 51 mm (2")	2800	42000	5270/6330	75/90000	18 %

1.1 ESPECIFICACIONES ASTM

A continuación, se enumeran los aceros más comúnmente empleados en nuestro País dentro de estas especificaciones, así como las características físicas en los que se basan los esfuerzos para diseñar estructuras, tanques, calderas, barcos, etc.

DESIGNACION A.S.T.M. A-7

Límite Elástico mínimo aparente kg/cm2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pul.2	Esfuerzo unitario a la rotura kg/cm2	Esfuerzo unitario a la rotura lbs/pul.2	Alargamiento mínimo en Probeta de 8
2320	33,000	4220 a 5060	60,000 a 72,000	21 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-36

Límite Elástico mínimo aparente kg/cm2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pul.2	Esfuerzo Unitario a la rotura kg/cm2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pul.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
2531	36,000	4220 a 5625	60,000 a [illegible]	20 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-131

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente Kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pulg.2	Esfuerzo Unitario a la rotura Kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pulg.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
Estructural	2250	32000	4070/5000	58/71000	21 %
Remaches	2100	30000	3860/4570	55/65000	23 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-242 Acero Baja aleación Alta resistencia

Espesor mm	Espesor pulg.	Límite Elástico mínimo aparente kg/cm.2	Límite Elástico mínimo aparente lbs/pul.2	Esfuerzo Unitario a la rotura kg/cm.2	Esfuerzo Unitario a la rotura lbs/pul.2	Alargamiento mínimo en probeta de 8"
4.75 a 19.0	3 [illegible] a 3/4	3510	50000	4920	70000	18 %
19.1 a 38	3/4 a 1 1/2	3230	46000	4710	67000	18 %
38.1 a 100	1 1/2 a 4	2950	42000	4430	63000	16 %

TABLE 1 Material Specifications

Material	ASTM Designation[a]
Plate to be bent or formed cold	A 283, Grade C[b]
Steel rivets	A 502, Grade 1[b]
Bolts and nuts	A 307[b], A 325
Cast steel	A 27, Grade 65-35[b]
Forgings (carbon steel)	A 235, Class E
Hot-rolled sheets	A 570, Grade D
Hot-rolled strip	A 570, Grade D
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501

[a] These designations refer to the following specifications of the American Society for Testing and Materials:

A 283, Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plate of Structural Quality,[a]

A 502, Steel Structural Rivets,[a]

A 307, Low-Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners,[a]

A 325, High Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers,[a]

A 27, Mild- to Medium-Strength Carbon-Steel Castings for General Application,[a]

A 235, Carbon Steel Forgings for General Industrial Use,[a]

A 570, Hot-Rolled Carbon Steel Sheets and Strip, Structural Quality,[a]

A 500, Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes,[a] and

A 501, Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing.[a]

[b] These have lower yield point than A 36 steel.

[a] *Annual Book of ASTM Standards*, Part 2.

TABLE 2 Chemical Requirements

Product	Shapes[a]	Plates					Bars			
Thickness, in. (mm)	All	To ¾ (19), incl.	Over ¾ to 1½ (19 to 38), incl.	Over 1½ to 2½ (38 to 64), incl.	Over 2½ to 4 (64 to 102), incl.	Over 4 (102)	To ¾ (19), incl.	Over ¾ to 1½ (19 to 38), incl.	Over 1½ to 4 (102), incl.	Over 4 (102)
Carbon, max, percent	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, percent	...	...	0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	0.85-1.20	...	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
Phosphorus, max, percent	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, percent	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, percent	...	...	...	0.15-0.30	0.15-0.30	0.15-0.30	...	...	...	...
Copper, min, percent, when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

[a] Manganese content of 0.85-1.35% and silicon content of 0.15-0.30% is required for shapes over 426 lb/ft.

the specified thickness or diameter below 3/16 in.

6. Bend Test Requirements

6.1 The bend test specimens shall stand being bent cold through 180 deg without cracking on the outside of the bent portion to an inside diameter which shall have a relation to the thickness of the specimen as prescribed as Table 3.

TABLE 1 Chemical Requirements (Heat Analysis)

Element	Composition, %	
	Type 1	Type 2
Carbon, max	0.15	0.20
Manganese, max	1.00	1.35
Phosphorus, max	0.15	0.04
Sulfur, max	0.05	0.05
Copper, min	0.20	0.20[a]

[a] If chromium and silicon contents are each 0.50 min, then the copper 0.20 min requirement does not apply.

TABLE 2 Tensile Requirements

	Plates and Bars			Structural Shapes		
	For Thicknesses ¾ in. (19.1 mm), and under	For Thicknesses over ¾ to 1½ in. (19.1 to 38.1 mm), incl.	For Thicknesses over 1½ to 4 in. (38.1 to 101.6 mm), incl.	Groups 1 and 2	Group 3	Groups 4 and 5
Tensile strength, min, psi (MPa)	70 000 (480)	67 000 (460)	63 000 (435)	70 000 (480)	67 000 (460)	63 000 (435)
Yield point, min, psi (MPa)	50 000 (345)	46 000 (315)	42 000 (290)	50 000 (345)	46 000 (315)	42 000 (290)
Elongation in 8 in. or 200 mm, min, %	18[a,c]	18[c]	18[c]	18[a]	18	18
Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %	...	21	21	...	...	21[b]

[a] See 5.2
[b] For wide flange shapes over 426 lb/ft elongation in 2 in. or 50 mm of 18% minimum applies.
[c] Elongation not required to be determined for floor plate.

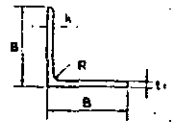
TABLE 3 Bend Test Requirements

Thickness of Material, in. (mm)	Ratio of Bend Diameter to Thickness of Specimen
To ¾ (19.1), incl	1
Over ¾ to 1 (19.1 to 25.4), incl	1½
Over 1 to 1½ (25.4 to 38.1), incl	2
Over 1½ to 2 (38.1 to 50.8), incl	2½
Over 2 to 4 (50.8 to 101.6), incl	3

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS

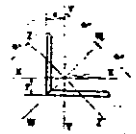
Propiedades para diseño y dimensiones para detallar



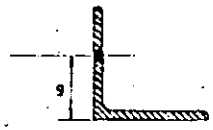
PERFIL	ESPESOR d		Peso	A	R	EJES X-X y Y-Y I	S	r	x=y
B	mm.	Pulg.	Kg/m.	cm²	mm.	cm⁴	cm³	cm	cm
3/4 19.0	3.2	1/8	0.88	1.11	3.2	0.37	0.28	0.58	0.58
	4.8	3/16	1.25	1.59	3.3	0.50	0.39	0.56	0.66
7/8 22.2	3.2	1/8	1.04	1.32	3.2	0.58	0.38	0.66	0.66
	4.8	3/16	1.49	1.90	3.2	0.79	0.54	0.66	0.74
1 25.4	3.2	1/8	1.19	1.52	3.2	0.92	0.51	0.79	0.76
	4.8	3/16	1.73	2.21	3.2	1.25	0.72	0.76	0.81
	6.3	1/4	2.22	2.80	3.2	1.54	0.92	0.74	0.86
1 1/4 31.7	3.2	1/8	1.50	1.95	4.7	1.83	0.80	0.97	0.89
	4.8	3/16	2.20	2.79	4.7	2.54	1.16	0.97	0.97
	6.3	1/4	2.86	3.72	4.7	3.21	1.49	0.94	1.02
1 1/2 38.1	3.2	1/8	1.83	2.34	4.7	3.25	1.18	1.17	1.07
	4.8	3/16	2.68	3.43	4.7	4.55	1.64	1.17	1.12
	6.3	1/4	3.48	4.50	4.7	5.83	2.20	1.14	1.19
	7.9	5/16	4.26	5.46	4.7	6.66	2.62	1.12	1.23
	9.5	3/8	4.99	6.34	4.7	7.91	3.11	1.12	1.30
1 3/4 44.4	3.2	1/8	2.13	2.71	6.3	5.41	1.64	1.40	1.22
	4.8	3/16	3.15	4.03	6.3	7.49	2.29	1.37	1.30
	6.3	1/4	4.12	5.20	6.3	9.57	3.11	1.35	1.35
	7.9	5/16	5.04	6.39	6.3	11.21	3.77	1.32	1.40
2 50.8	3.2	1/8	2.46	3.10	6.3	7.91	2.13	1.60	1.40
	4.8	3/16	3.63	4.61	6.3	11.45	3.11	1.57	1.45
	6.3	1/4	4.75	6.06	6.3	14.57	4.10	1.55	1.50
	7.9	5/16	5.83	7.42	6.3	17.46	4.92	1.52	1.55
	9.5	3/8	6.90	8.77	6.3	19.98	5.74	1.50	1.60
2 1/2 63.5	4.8	3/16	4.61	5.91	6.3	22.99	4.92	1.98	1.75
	6.3	1/4	6.10	7.68	6.3	29.14	6.39	1.96	1.83
	7.9	5/16	7.44	9.46	6.3	35.35	7.97	1.93	1.88
	9.5	3/8	8.78	11.16	6.3	40.79	9.34	1.91	1.93

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS

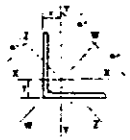


Propiedades para diseño y dimensiones para detallar



EJE W-W I	S	r	x	EJE Z-Z i	S	r	x	GRAMIL g			
cm⁴	cm³	cm	cm	cm⁴	cm³	cm	cm	mm	Máximo tamaño de remaches y tornillos		Espesores mínimos
0.58	0.43	0.73	1.34	0.16	0.19	0.38	0.52	11	6.3	1/4	25
0.83	0.62	0.72	1.34	0.17	0.18	0.38	0.93	11	6.3	1/4	25
0.90	0.58	0.82	1.56	0.26	0.28	0.48	0.93	12	6.3	1/4	25
1.23	0.79	0.81	1.56	0.35	0.33	0.48	1.05	12	6.3	1/4	25
1.24	0.69	0.93	1.79	0.41	0.38	0.48	1.07	14	9.5	3/8	30
2.08	1.16	0.93	1.79	0.41	0.36	0.48	1.14	14	9.5	3/8	30
2.49	1.39	0.91	1.79	0.53	0.69	0.48	1.21	14	9.5	3/8	30
2.91	1.30	1.19	2.24	0.83	0.66	0.60	1.25	18	12.7	1/2	45
3.74	1.67	1.19	2.24	0.83	0.61	0.60	1.37	18	12.7	1/2	45
4.99	2.23	1.16	2.24	1.24	0.86	0.60	1.44	18	12.7	1/2	45
5.41	2.01	1.47	2.69	1.24	0.82	0.73	1.51	20	12.7	1/2	45
7.07	2.63	1.44	2.69	1.66	1.05	0.73	1.58	20	12.7	1/2	45
8.74	3.24	1.42	2.69	2.49	1.48	0.73	1.68	20	12.7	1/2	45
10.40	3.56	1.39	2.69	2.91	1.66	0.73	1.75	20	12.7	1/2	45
12.07	4.48	1.37	2.69	3.33	1.82	0.73	1.81	20	12.7	1/2	45
8.73	2.79	1.72	3.14	2.08	1.21	0.86	1.22	25	15.9	5/8	50
11.65	3.71	1.70	3.14	2.91	1.39	0.86	1.83	25	15.9	5/8	50
14.56	4.64	1.67	3.14	3.74	1.97	0.86	1.90	25	15.9	5/8	50
17.48	5.56	1.65	3.14	4.57	2.32	0.86	1.97	25	15.9	5/8	50
12.99	3.48	1.97	3.58	3.32	1.68	0.99	1.97	30	15.9	5/8	50
17.48	4.83	1.95	3.58	4.57	2.28	0.99	2.00	30	15.9	5/8	50
22.47	6.27	1.93	3.58	5.82	2.77	0.99	2.10	30	15.9	5/8	50
26.63	7.43	1.90	3.58	7.07	3.24	0.99	2.15	30	15.9	5/8	50
30.90	8.60	1.87	3.58	8.32	3.81	0.99	2.30	30	15.9	5/8	50
36.62	5.15	2.46	4.49	9.15	3.70	1.24	2.47	35	19.0	3/4	65
45.36	10.10	2.43	4.49	11.65	4.58	1.24	2.54	35	19.0	3/4	65
55.35	12.32	2.41	4.49	14.56	5.51	1.24	2.64	35	19.0	3/4	65
64.09	14.27	2.38	4.49	17.06	6.29	1.24	2.71	35	19.0	3/4	65

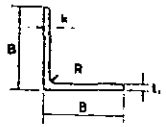
ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES



ANGULOS PERFIL STANDARD
DE LADOS IGUALES

A P S

Propiedades para diseño y dimensiones para detallar



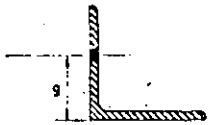
PERFIL	ESPESOR d		Peso	A	R	EJES X-X y Y-Y			
B	mm.	Pulg.	Kg/m.	cm²	mm.	I cm⁴	S cm³	r cm	x=y cm
3	6.8	1/4	7.29	9.29	7.9	51.60	9.50	2.36	2.13
	7.9	5/16	9.08	11.48	7.9	62.90	11.60	2.34	2.21
	9.5	3/8	10.72	13.61	7.9	73.30	13.40	2.31	2.26
	11.1	7/16	12.35	15.68	7.9	82.80	15.60	2.31	2.31
	12.7	1/2	13.99	17.74	7.9	92.40	17.50	2.29	2.36
	15.9	5/8	17.11	21.68	7.9	109.10	21.40	2.24	2.49
4	6.3	1/4	9.82	12.52	9.5	124.90	17.20	3.18	2.77
	7.9	5/16	12.20	15.48	9.5	154.40	21.10	3.15	2.84
	9.5	3/8	14.58	18.45	9.5	181.50	24.90	3.12	2.89
	11.1	7/16	16.82	21.35	9.5	206.90	28.70	3.12	2.94
	12.7	1/2	19.05	24.19	9.5	231.40	32.30	3.10	2.99
	15.9	5/8	23.36	29.74	9.5	277.20	39.30	3.05	3.12
	19.0	3/4	27.53	35.10	9.5	319.90	46.00	3.02	3.22
5	9.5	3/8	18.30	23.29	12.7	363.8	39.7	3.96	3.53
	11.1	7/16	21.28	26.97	12.7	417.1	45.7	3.94	3.58
	12.7	1/2	24.11	30.65	12.7	468.3	51.6	3.91	3.63
	15.9	5/8	29.76	37.81	12.7	565.3	63.3	3.86	3.76
	19.0	3/4	35.12	44.77	12.7	655.2	74.2	3.81	3.86
6	9.5	3/8	22.17	28.13	12.7	640.6	57.8	4.78	4.16
	11.1	7/16	25.60	32.65	12.7	735.9	66.7	4.75	4.22
	12.7	1/2	29.17	37.10	12.7	828.7	75.5	4.72	4.27
	14.3	9/16	32.59	41.48	12.7	918.6	84.2	4.70	4.34
	15.9	5/8	36.01	45.87	12.7	1005.6	92.8	4.67	4.39
	19.0	3/4	42.71	54.45	12.7	1171.7	109.1	4.65	4.52
	22.2	7/8	49.26	62.77	12.7	1328.6	125.0	4.60	4.62
	25.4	1	55.66	70.97	12.7	1476.0	140.0	4.57	4.72

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

ANGULOS PERFIL STANDARD
DE LADOS IGUALES

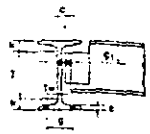
A P S

Propiedades para diseño y dimensiones para detallar



EJE W-W				EJE Z-Z				g	GRAMIL		
I cm⁴	S cm³	r cm	rw cm	I cm⁴	S cm³	r cm	rz cm	mm	Diámetro máximo de remaches o tornillos	Dimensiones máximas de soldadura	
78.66	14.62	2.94	5.38	20.39	6.86	1.49	2.97	45	22.2	7/8	75
96.98	18.02	2.92	5.38	24.97	8.21	1.47	3.04	45	22.2	7/8	75
112.79	20.96	2.89	5.38	29.55	9.41	1.47	3.14	45	22.2	7/8	75
128.19	23.82	2.87	5.38	33.71	10.34	1.47	3.26	45	22.2	7/8	75
142.76	26.53	2.84	5.38	38.29	11.53	1.47	3.32	45	22.2	7/8	75
158.16	29.39	2.82	5.38	42.45	12.05	1.47	3.52	45	22.2	7/8	75
191.89	26.72	3.96	7.18	48.10	12.30	2.00	3.91	60	22.2	7/8	75
239.33	33.33	3.93	7.18	61.60	15.36	2.00	4.01	60	22.2	7/8	75
283.03	39.41	3.91	7.18	73.25	18.17	1.98	4.03	60	22.2	7/8	75
322.99	44.98	3.88	7.18	83.66	20.15	1.98	4.15	60	22.2	7/8	75
361.28	50.31	3.86	7.18	94.48	22.44	1.98	4.21	60	22.2	7/8	75
433.71	60.40	3.81	7.18	115.71	26.35	1.98	4.39	60	22.2	7/8	75
497.39	69.27	3.75	7.18	136.10	29.97	1.95	4.54	60	22.2	7/8	75
579.6	64.6	4.99	8.96	148.0	29.8	2.52	4.97	70	25.4	1	90
662.9	74.0	4.96	8.96	171.1	33.8	2.52	5.06	70	25.4	1	90
746.5	83.3	4.94	8.96	190.1	37.2	2.49	5.12	70	25.4	1	90
897.3	100.5	4.87	8.96	233.3	43.9	2.48	5.31	70	25.4	1	90
1035.5	115.6	4.82	8.96	275.3	50.5	2.48	5.45	70	25.4	1	90
1018.6	94.6	6.02	10.76	262.6	44.7	3.05	5.88	90	25.4	1	90
1173.5	109.0	5.99	10.76	298.3	50.1	3.02	5.96	90	25.4	1	90
1326.1	123.3	5.97	10.76	331.3	54.9	2.99	6.03	90	25.4	1	90
1464.6	136.0	5.94	10.76	372.6	60.8	2.99	6.12	90	25.4	1	90
1604.8	149.2	5.92	10.76	406.4	65.6	2.98	6.20	90	25.4	1	90
1859.2	172.7	5.85	10.76	484.2	75.9	2.98	6.38	90	25.4	1	90
2101.8	196.2	5.79	10.76	555.4	85.1	2.97	6.52	90	25.4	1	90
2327.8	203.3	5.73	10.76	624.2	93.7	2.96	6.66	90	25.4	1	90

VIGAS I PERFIL ESTANDAR
IPS
DIMENSIONES PARA DETALLAR



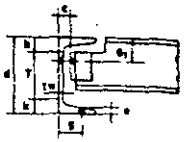
PERFIL	PESO Kg/m	PERALTE d mm	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. tf mm	ESPESOR DEL ALMA tw mm	DIMENSIONES a mm	DIMENSIONES T mm	DIMENSIONES b mm	DIMENSIONES g' mm	DIMENSIONES c mm	GRAMIL g mm	AGARRE c mm	Ø Máx. tornillos en patín mm
3	8.48	76	60	6	4	25	48	14	33	5	36	6	9.5
76.2	11.16	76	64	6	10	25	48	14	38	7	36	6	9.5
4	11.46	102	68	8	5	32	70	16	51	5	38	8	12.7
101.6	14.14	102	71	8	8	32	70	16	51	6	38	8	12.7
5	14.88	127	76	8	6	35	91	18	51	5	40	8	12.7
127.0	21.95	127	53	8	13	35	91	18	51	8	40	8	12.7
6	19.60	152	85	10	6	39	114	19	51	5	44	10	15.8
152.4	25.67	152	92	10	13	39	114	19	51	8	44	10	15.8
7	22.77	178	92	10	6	44	136	21	57	5	57	10	15.8
177.8	29.76	178	98	10	11	44	136	21	57	8	57	10	15.8
8	27.38	203	102	11	6	48	159	22	57	6	57	11	19.0
203.2	34.23	203	105	11	11	48	159	22	57	8	57	11	19.0
10	37.90	254	118	13	8	55	203	25	64	6	70	13	19.0
254	52.09	254	127	13	16	55	203	25	64	10	70	13	19.0
12	47.32	305	127	14	10	60	247	29	64	7	76	14	19.0
305	52.09	305	129	14	11	60	247	29	64	7	76	14	19.0

VIGAS I PERFIL ESTANDAR
IPS
PROPIEDADES PARA DISEÑO

PERFIL	PESO Kg/m	AREA A cm²	PERALTE d mm	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. tf mm	ESPESOR DEL ALMA tw mm	d/Af cm⁻¹	EJE X-X I cm⁴	EJE X-X S cm³	EJE X-X r cm	EJE Y-Y I cm⁴	EJE Y-Y S cm³	EJE Y-Y r cm
3	8.48	10.58	76.2	59.18	6.60	4.32	1.95	104.1	27.4	3.14	19.1	6.6	1.35
76.2	11.16	14.00	76.2	63.73	6.60	8.86	1.61	120.7	31.7	2.93	24.6	7.7	1.32
4	11.46	14.26	101.6	67.56	7.44	4.83	2.02	249.7	49.2	4.17	32.0	9.5	1.50
101.6	14.14	17.81	101.6	71.02	7.44	8.28	1.92	278.9	54.9	3.96	37.9	10.7	1.47
5	14.88	18.52	127.0	76.20	8.28	5.33	2.00	503.6	79.3	5.21	49.9	13.1	1.65
127.0	21.95	27.68	127.0	83.41	8.28	12.55	1.84	624.3	98.3	4.75	70.8	16.9	1.60
6	19.60	23.29	152.4	84.58	9.12	5.84	1.98	907.4	119.0	6.25	74.9	17.7	1.79
152.4	25.67	32.39	152.4	94.55	9.12	11.81	1.85	1062.2	142.0	5.79	95.7	21.2	1.73
7	22.77	29.58	177.8	92.96	9.96	6.35	1.93	1506.8	169.5	7.26	112.3	24.2	1.98
177.8	29.76	37.61	177.8	99.04	9.96	11.43	1.82	1744.0	196.6	6.81	129.0	26.3	1.85
8	27.38	34.85	203.2	101.60	10.80	6.86	1.86	2368.4	234.0	8.29	154.2	31.1	2.14
203.2	34.23	43.26	203.2	105.94	10.80	11.20	1.78	2672.2	261.0	7.85	183.1	34.5	2.06
10	37.90	47.61	254.0	118.36	12.47	7.87	1.72	5092.2	399.6	10.34	267.2	45.5	2.46
254	52.09	65.94	254.0	125.98	12.47	15.69	1.62	6445.7	478.5	9.81	353.9	56.4	2.31
12	47.32	59.74	304.8	127.00	13.92	9.89	1.74	8992.3	589.9	12.27	395.4	62.3	2.57
304.8	52.09	65.94	304.8	128.98	13.92	10.97	1.71	9445.6	619.4	11.94	484.2	75.5	2.52

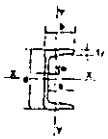
10

CANALES PERFIL ESTANDAR
CPS
DIMENSIONES PARA DETALLAR



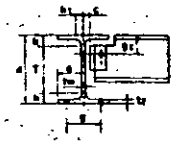
PERFIL d	PESO Kg/m	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. t mm	ESPESOR DEL ALMA tw mm	r mm	DIMENSIONES T mm	h mm	g mm	C mm	GRAMIL g mm	AGARRE a mm	TORNILLO d mm PATIN mm
3	6.10	36	7	4	32	44	16	38	6	24	6	10
76.2	7.44	38	7	7	31	44	16	38	8	24	6	10
	8.93	41	7	9	32	44	16	38	11	25	8	10
4	8.04	40	8	5	35	70	16	51	7	25	6	13
101.6	10.79	44	8	8	36	70	16	51	10	25	8	16
5	9.97	44	8	5	39	91	18	51	7	25	8	16
127.0	13.39	48	8	8	40	91	18	51	10	29	8	16
6	12.20	49	9	5	44	114	19	57	7	29	8	16
152.4	15.63	52	9	8	44	114	19	57	10	29	10	16
	19.35	55	9	11	44	114	19	57	13	35	8	16
7	14.58	53	9	5	48	136	21	57	7	32	10	16
177.8	18.23	56	9	8	48	136	21	57	10	32	10	16
	21.95	58	9	11	47	136	21	57	13	32	10	16
8	17.11	57	10	6	51	161	21	57	8	35	10	19
203.2	20.46	60	10	8	52	161	21	57	10	35	10	19
	27.90	64	10	12	52	161	21	57	14	38	10	19
10	22.76	66	11	6	60	210	22	97	16	38	11	19
254	37.20	73	11	13	60	210	22	97	19	40	11	19
	44.64	73	11	17	60	210	22	97	24	40	11	19
2	30.80	75	13	7	68	254	25.5	93	16	50	13	19
4.8	37.20	77	13	10	67	254	25.5	93	19	50	13	19
	44.64	81	13	13	68	254	25.5	93	22	50	13	19

CANALES PERFIL ESTANDAR
CPS
PROPIEDADES PARA DISEÑO



PERFIL d	PESO Kg/m	AREA A cm²	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. t mm	ESPESOR DEL ALMA tw mm	EJE X-X I cm⁴	EJE X-X S cm³	EJE X-X r cm	EJE Y-Y I cm⁴	EJE Y-Y S cm³	EJE Y-Y r cm	x cm
3	6.10	7.68	35.81	6.93	4.32	66.6	17.5	2.95	9.32	3.44	1.04	1.32
76.2	7.44	9.42	38.05	6.93	6.55	74.9	19.7	2.82	10.41	3.93	1.04	1.12
	8.93	11.29	40.54	6.93	9.04	87.4	22.9	2.78	12.90	4.42	1.07	1.17
4	8.04	10.06	40.13	7.52	4.57	158.2	31.1	3.98	13.32	4.75	1.14	1.17
101.6	10.79	13.68	43.69	7.52	8.13	187.3	36.9	3.70	18.31	5.74	1.17	1.17
5	9.97	12.58	44.45	8.13	4.83	308.0	48.5	4.95	19.98	6.23	1.27	1.24
127.0	13.39	16.97	47.88	8.13	8.26	366.3	57.7	4.65	26.64	7.37	1.24	1.22
6	12.20	15.42	48.77	8.71	5.08	541.1	71.0	5.94	29.14	8.19	1.37	1.32
152.4	15.63	19.81	51.66	8.71	7.98	628.5	82.5	5.64	36.21	9.34	1.35	1.27
	19.35	24.58	54.79	8.71	11.10	720.1	94.5	5.41	45.79	10.65	1.35	1.32
7	14.58	18.39	53.09	9.30	5.33	879.2	98.8	6.91	40.79	10.32	1.50	1.40
177.8	18.23	23.10	55.73	9.30	7.98	1003.1	112.5	6.58	49.95	11.63	1.47	1.35
	21.95	27.87	58.39	9.30	10.64	1127.9	126.9	6.38	59.27	12.95	1.45	1.35
8	17.11	21.68	57.40	9.91	5.59	1344.4	132.3	7.57	54.11	12.95	1.60	1.47
203.2	20.46	25.94	59.51	9.91	7.70	1490.1	146.6	7.59	62.43	14.09	1.57	1.42
	27.90	35.42	64.19	9.91	12.37	1818.9	179.0	7.16	83.25	16.39	1.52	1.45
10	22.76	28.97	66.04	11.07	6.10	2805.4	221.2	9.83	94.90	19.01	1.81	1.61
254	37.20	47.42	73.30	11.07	13.36	3796.0	298.2	8.94	139.85	24.25	1.72	1.57
	44.64	56.90	77.04	11.07	17.09	4287.2	339.2	8.69	163.99	27.04	1.70	1.65
12	30.80	39.29	74.73	12.72	7.16	5369.4	352.3	11.71	161.50	28.35	2.03	1.77
304.8	37.20	47.42	77.39	12.72	9.83	5993.7	394.9	11.25	186.05	30.81	1.98	1.71
	44.64	56.90	80.52	12.72	12.95	6742.9	442.4	10.89	213.94	33.76	1.94	1.71

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR
IPR
DIMENSIONES PARA DETALLAR



PERFIL d x b	PESO Kg/m	PERALTE d mm.	PATIN Ancho b mm.	PATIN Espesor d mm.	ESPESOR del alma tw mm.	DISTANCIAS s mm.	T mm.	k mm.	k1 mm.	g1 mm.	r mm.	GRAMIL g mm.
L.P.R. 6 x 4 152 x 102	12.7	148	100	5	4	48	127	11	10	51	5	57
	17.9	152	102	7	6	48	124	14	11	51	5	57
	23.8	159	102	10	7	48	125	17	11	57	5	57
L.P.R. 8 x 4 203 x 102	14.9	201	100	5	4	48	174	13	10	51	5	57
	19.4	203	102	6	6	48	175	14	11	51	5	57
	22.4	206	102	8	6	48	174	16	11	51	5	57
L.P.R. 8 x 5 1/4 203 x 133	25.3	203	133	8	6	63	171	16	11	51	5	70
	29.8	206	133	10	6	63	172	17	11	57	5	70
L.P.R. 10 x 4 254 x 102	17.1	251	100	5	5	48	225	13	10	51	5	57
	22.4	254	102	7	6	48	226	14	11	51	5	57
	25.3	257	102	8	6	48	225	16	11	51	5	57
	28.3	260	102	10	6	48	226	17	11	57	5	57
L.P.R. 10 x 5 3/4 254 x 146	31.3	251	146	9	6	70	219	16	11	57	5	70
	37.3	256	146	11	6	70	218	19	11	57	5	70
	43.2	259	147	13	7	69	219	20	11	57	6	70
L.P.R. 12 x 4 305 x 102	20.9	302	100	6	5	48	274	14	10	51	5	57
	24.6	305	102	7	6	48	273	16	11	51	5	57
	28.3	309	102	9	6	46	274	17	11	57	5	57
	32.8	313	102	11	7	45	273	19	11	57	5	57
L.P.R. 12 x 6 1/2 305 x 165	40.3	304	165	10	6	77	264	21	13	57	5	89
	46.2	307	166	12	7	77	264	22	13	57	5	89
	51.7	311	167	14	8	77	264	24	13	57	5	89
L.P.R. 12 x 8 305 x 203	59.6	303	203	13	8	97	247	29	19	63	6	140
	67.1	306	204	15	9	97	245	30	19	63	6	140
	74.5	309	205	16	9	98	247	32	21	63	6	140
L.P.R. 14 x 6 1/4 356 x 171	44.7	352	171	10	7	82	310	21	14	57	5	89
	50.7	356	171	12	7	81	310	23	14	63	6	89
	56.6	359	172	13	8	81	311	24	14	63	6	89
L.P.R. 14 x 8 356 x 203	64.1	347	203	11	8	97	288	29	19	63	6	140
	71.5	351	204	15	9	97	289	30	19	63	6	140
	79.0	354	205	17	9	96	290	33	21	63	6	140
L.P.R. 16 x 7 406 x 178	53.6	403	177	11	8	85	359	22	14	63	6	89
	59.6	406	178	13	8	85	356	25	14	63	6	89
	67.1	409	179	14	10	84	359	25	14	63	6	89
	74.5	413	180	16	10	85	359	27	14	63	6	89
L.P.R. 18 x 8 3/4 457 x 222	95.4	454	221	17	10	105	430	32	19	70	6	140
	104.3	457	222	19	11	105	431	33	19	70	8	140
	114.7	461	223	21	12	104	430	35	21	70	8	140
	126.7	465	224	23	13	106	431	38	21	70	8	140
L.P.R. 18 x 11 3/4 457 x 298	133.0	463	298	21	13	142	430	35	21	76	8	140
	156.5	465	299	23	14	142	431	38	21	76	10	140
	170.0	469	301	25	15	141	430	40	22	76	10	140

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR
IPR
PROPIEDADES PARA DISEÑO

PERFIL d x b	AREA A cm²	Peralte d mm.	PATIN Ancho b mm.	PATIN Espesor d mm.	ESPESOR del alma tw mm.	d/Af cm⁻¹	EJE X-X I cm⁴	EJE X-X S cm³	EJE X-X r cm	EJE Y-Y I cm⁴	EJE Y-Y S cm³	EJE Y-Y r cm
L.P.R. 6 x 4 152 x 102	16.13	148	100	4.9	4.3	3.02	616	83	6.17	79.6	15	2.21
	22.77	152	102	7.1	5.8	2.09	901	119	6.30	120.2	23	2.30
	30.45	159	102	10.3	6.6	1.51	1319	165	6.58	179.8	35	2.43
L.P.R. 8 x 4 203 x 102	19.03	201	100	5.2	4.3	3.67	1292	127	8.21	82.8	16	2.09
	24.71	203	102	6.5	5.8	3.06	1644	162	8.15	109.0	21	2.10
	28.55	206	102	8.0	6.2	2.52	1986	193	8.35	137.3	27	2.19
L.P.R. 8 x 5 1/4 203 x 133	32.26	203	133	7.8	5.8	1.96	2348	231	8.53	279.2	42	2.94
	37.93	206	133	9.6	6.3	1.61	2890	279	8.71	353.7	52	3.04
L.P.R. 10 x 4 254 x 102	21.67	251	100	5.2	4.6	4.83	2860	172	9.96	83.6	17	1.95
	28.58	254	102	6.8	5.8	3.66	2964	226	10.03	116.1	23	2.02
	32.13	257	102	8.4	6.1	2.99	3405	265	10.26	143.6	29	2.11
	36.19	260	102	10.0	6.4	2.55	4004	308	10.52	174.4	34	2.19
L.P.R. 10 x 5 3/4 254 x 146	39.93	251	146	8.6	6.1	1.99	4458	352	10.52	403.7	55	3.17
	47.42	256	146	10.9	6.4	1.61	5544	432	10.82	526.5	72	3.32
	55.03	259	147	12.7	7.3	1.39	6547	505	10.89	632.6	85	3.40
L.P.R. 12 x 4 305 x 102	26.71	302	100	5.7	5.1	5.25	4671	245	11.71	93.6	18	1.87
	31.35	305	102	6.8	5.8	4.53	4853	296	11.81	116.1	23	1.93
	36.25	309	102	8.9	6.1	3.40	5415	350	12.22	152.7	30	2.05
	41.74	313	102	10.8	6.6	2.94	6161	414	12.47	189.5	37	2.13
L.P.R. 12 x 6 1/2 305 x 165	51.42	304	165	10.2	6.1	1.81	9495	558	12.85	680.9	84	3.65
	59.33	307	166	11.8	6.7	1.57	9921	645	12.96	824.1	100	3.74
	65.32	311	167	13.7	7.7	1.36	11667	752	13.08	996.4	118	3.80
L.P.R. 12 x 8 305 x 203.2	75.94	303	203	13.1	7.5	1.34	12407	819	13.01	1855	191	4.92
	85.42	306	204	14.6	8.5	1.03	14400	953	13.06	2091	205	4.92
	94.90	309	205	16.3	9.4	0.92	16420	1090	13.15	2347	229	4.97
L.P.R. 14 x 6 1/4 356 x 171.4	56.84	352	171	9.7	6.9	2.12	12961	685	14.50	726	85	3.58
	64.52	356	171	11.5	7.3	1.81	14117	795	14.64	886	103	3.73
	72.06	359	172	13.0	7.9	1.61	16046	895	14.90	1023	120	3.78
L.P.R. 14 x 8 356 x 203.2	81.61	347	203	13.4	7.8	1.28	17956	1027	14.78	1877	185	4.80
	91.03	351	204	15.1	8.6	1.14	20185	1150	14.88	2155	209	4.85
	100.58	354	205	16.7	9.4	1.03	22962	1275	14.98	2393	234	4.87
L.P.R. 16 x 7 406 x 177.8	68.32	403	177	10.9	7.6	2.09	19576	925	16.98	920	103	3.66
	75.94	406	178	12.7	7.8	1.79	21457	1055	16.81	1103	125	3.81
	85.42	409	179	14.3	8.8	1.60	24279	1196	16.87	1270	141	3.86
	94.84	413	180	15.9	9.6	1.44	27290	1322	16.97	1448	161	3.91
L.P.R. 18 x 8 3/4 457.2 x 222.2	121.29	454	221	17.4	10.2	1.18	33529	1917	18.95	2926	264	4.94
	132.64	457	222	19.1	11.1	1.08	40028	2100	19.04	3267	295	4.98
	145.99	461	223	21.1	12.1	0.98	53500	2322	19.15	3695	331	5.04
	161.09	465	224	23.1	13.4	0.90	59517	2558	19.23	4137	369	5.07
L.P.R. 18 x 11 3/4 457.2 x 298.4	192.06	463	298	21.1	13.0	0.73	69706	3021	19.55	8467	572	6.65
	199.69	463	299	23.1	14.1	0.67	77106	3313	19.66	9615	642	6.93
	216.19	469	301	25.2	15.1	0.62	84651	3616	19.78	10658	708	7.01

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

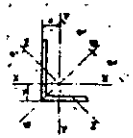
AHMSA

PLACA		
ESPESOR		PESO
mm	pulgadas	kg/m2
5	3/16	37.4
6	1/4	49.8
8	5/16	62.2
10	3/8	74.7
11	7/16	87.1
13	1/2	99.6
14	9/16	112.0
16	5/8	124.5
17	11/16	137.0
19	3/4	149.4
22	7/8	174.3
25	1	199.2
29	1 1/8	224.1
32	1 1/4	249.0
35	1 3/8	274.0
38	1 1/2	298.9
44	1 3/4	348.6
51	2	398.4

LAMINA		
Calibre No.	Espesor	
	mm	kg/m2
7	4.55	36.4
8	4.18	33.4
9	3.80	30.4

LAMINA		
Calibre No.	Espesor	Peso
	mm	kg/m2
10	3.42	27.5
11	3.04	24.0
12	2.66	21.4
13	2.28	18.3
14	1.90	14.3
15	1.71	13.7
16	1.52	12.2
17	1.37	11.0
18	1.21	9.8
19	1.06	8.5
20	0.91	7.3
21	0.84	6.7
22	0.76	6.1
23	0.68	5.5
24	0.61	4.9
25	0.53	4.3
26	0.46	3.7

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS DESIGUALES APS



PROPIEDADES PARA DISEÑO
DIMENSIONES PARA DETALLAR

PERFIL	Espesor t		Peso	A	R	EJE x-x				EJE y-y				EJE z-z
	mm	pulg.	kg/m	cm²	mm	I cm⁴	r cm	S cm³	y cm	I cm⁴	r cm	R cm³	x cm	r mín. cm
4x3 101.6 x 76.2	6.3	1/4	8.63	10.90	9.5	115.3	3.25	16.39	3.15	56.6	2.26	9.83	1.88	1.65
	7.9	5/16	10.72	13.48	9.5	140.7	3.23	20.16	3.20	68.7	2.25	11.96	1.93	1.65
	9.5	3/8	12.65	16.00	9.5	164.8	3.20	23.93	3.25	79.9	2.23	14.26	1.98	1.62
	11.1	7/16	14.58	18.51	9.5	188.1	3.18	27.53	3.30	90.7	2.21	16.22	2.03	1.62
	12.7	1/2	16.52	20.96	9.5	210.2	3.16	30.97	3.88	100.7	2.19	18.36	2.11	1.62
	15.9	5/8	20.24	25.67	9.5	251.0	3.12	37.69	3.48	119.5	2.15	22.13	2.21	1.62
	19.0	3/4	23.81	30.26	9.5	288.4	3.09	43.91	3.60	136.5	2.12	25.73	2.34	1.62
6x4 152.4 x 101.6	7.9	5/16	15.19	19.44	12.7	472.7	4.93	45.58	4.87	173.1	2.98	22.10	2.33	2.24
	9.5	3/8	18.31	23.29	12.7	560.6	4.91	54.40	4.93	203.9	2.96	26.22	2.39	2.23
	11.1	7/16	21.28	26.97	12.7	643.5	4.88	62.76	4.98	233.1	2.94	30.31	2.44	2.21
	12.7	1/2	24.11	30.65	12.7	723.8	4.86	70.96	5.05	261.0	2.92	34.08	2.51	2.21
	15.9	5/8	29.76	37.81	12.7	877.0	4.82	87.02	5.16	313.0	2.88	41.62	2.62	2.18
	19.0	3/4	35.12	44.77	12.7	1020.2	4.77	102.42	5.28	361.3	2.84	48.67	2.74	2.18
	22.2	7/8	40.48	51.48	12.7	1154.2	4.73	117.17	5.38	405.8	2.80	55.55	2.84	2.18

NOTA: Los gramiles y diámetros máximos de agujero deberán tomarse para cada lado como ángulos de los lados iguales.

CANALES DE LAMINA DOBLADA

CANAL PERFIL LIGERO DOS PATINES ATIESADOS

FORMADO EN FRIO

C P L 2

DIMENSIONES PARA DETALLAR

PERFIL Pulg.	Calibre	Espesor mm	Peso Kg/m	Area cm²	d mm	b mm	a mm	R mm
12–3 1/2	10	3.42	13.74	17.39	304.8	88.9	25.4	4.8
	12	2.66	10.66	13.49	304.8	88.9	22.9	4.8
10–3 1/2	10	3.42	12.37	15.65	254.0	88.9	25.4	4.8
	12	2.66	9.59	12.14	254.0	88.9	22.9	4.8
	14	1.90	6.82	8.63	254.0	88.9	17.8	2.4
9–3 1/4	10	3.42	11.34	14.35	228.6	82.6	25.4	4.8
	12	2.66	8.68	10.99	228.6	82.6	20.3	4.8
	14	1.90	6.24	7.90	228.6	82.6	17.8	2.4
	16	1.52	4.96	6.27	228.6	82.6	15.2	2.4
8–3	10	3.42	10.17	12.88	203.2	76.2	22.9	4.8
	12	2.66	7.86	9.98	203.2	76.2	20.3	4.8
	14	1.90	5.67	7.18	203.2	76.2	17.8	2.4
	16	1.52	4.50	5.69	203.2	76.2	15.2	2.4
7–2 3/4	10	3.42	9.01	11.40	177.8	69.9	20.3	4.8
	12	2.66	7.08	8.96	177.8	69.9	20.3	4.8
	14	1.90	5.10	6.46	177.8	69.9	17.8	2.4
	16	1.52	4.04	5.11	177.8	69.9	15.2	2.4
6–2 1/2	10	3.42	7.84	9.92	152.4	63.5	17.8	4.8
	12	2.66	6.17	7.82	152.4	63.5	17.8	4.8
	14	1.90	4.53	5.73	152.4	63.5	17.8	2.4
	16	1.52	3.58	4.53	152.4	63.5	15.2	2.4
5–2	10	3.42	6.47	8.19	127.0	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	5.11	6.46	127.0	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.69	4.67	127.0	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.91	3.69	127.0	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	2.33	2.95	127.0	50.8	12.7	2.4
4–2	10	3.42	5.78	7.32	101.6	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	4.57	5.79	101.6	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.31	4.18	101.6	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.61	3.30	101.6	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	2.09	2.65	101.6	50.8	12.7	2.4
3 1/2–2	10	3.42	5.44	6.88	88.9	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	4.31	5.45	88.9	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.12	3.94	88.9	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.45	3.11	88.9	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	1.97	2.49	88.9	50.8	12.7	2.4
3–1 3/4	12	2.66	3.77	4.78	76.2	44.5	17.8	4.8
	14	1.90	2.66	3.37	76.2	44.5	12.7	2.4
	16	1.52	2.15	2.72	76.2	44.5	12.7	2.4
	18	1.21	1.68	2.12	76.2	44.5	10.2	2.4

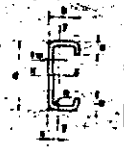
CANALES DE LAMINA DOBLADA

CANAL PERFIL LIGERO DOS PATINES ATIESADOS

FORMADO EN FRIO

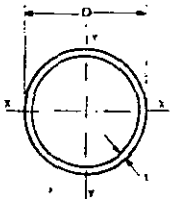
C P L 2

PROPIEDADES PARA DISEÑO



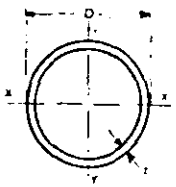
PERFIL	Sx EFECTIVO Fm=2330 Kg/cm²	EJE X-X Ix cm⁴	Sx cm³	rx cm	EJE Y-Y Iy cm⁴	Sy cm³	ry cm	y cm	a cm	FACTOR COL. Q Fm=2330 Kg/cm²
12	153.10	2333.24	153.10	11.55	164.52	25.10	3.08	2.31	3.59	0.70
	118.07	1820.11	119.43	11.61	126.59	19.05	3.06	2.24	3.57	0.64
10	119.27	1514.28	119.27	9.84	155.10	24.44	3.15	2.55	3.52	0.77
	92.05	1185.61	93.20	9.87	119.41	18.62	3.14	2.48	3.50	0.70
	60.53	850.22	60.95	9.94	82.83	12.67	3.10	2.45	3.61	0.56
9	98.69	1128.07	98.69	8.86	124.91	21.51	2.95	2.45	3.63	0.80
	75.88	870.54	76.16	8.90	91.04	15.44	2.89	2.31	3.53	0.73
	51.26	634.98	55.55	8.96	66.96	11.14	2.91	2.26	3.44	0.60
	38.28	505.05	44.19	8.97	51.69	8.51	2.97	2.18	3.38	0.52
8	79.97	901.37	79.97	7.89	94.13	17.66	2.70	2.29	3.36	0.85
	61.71	626.99	61.71	7.93	72.33	13.35	2.69	2.22	3.35	0.77
	42.54	450.63	45.14	7.99	52.83	9.68	2.71	2.16	3.25	0.65
	31.86	364.86	35.91	8.01	40.90	7.37	2.76	2.09	3.18	0.56
7	61.28	544.78	61.28	6.91	69.59	14.17	2.46	2.13	3.10	0.97
	48.75	433.37	48.75	6.95	55.33	11.48	2.50	2.13	3.15	0.91
	34.43	318.17	35.79	7.02	40.95	8.31	2.52	2.07	3.05	0.70
	25.91	253.23	29.48	7.04	31.60	6.33	2.49	2.00	3.00	0.61
6	45.96	349.47	45.96	5.93	48.45	11.05	2.21	1.97	2.94	0.92
	36.61	278.93	36.61	5.97	38.47	9.00	2.25	1.97	2.98	0.86
	26.91	209.02	27.43	6.04	30.77	7.05	2.32	1.98	2.97	0.76
	20.42	166.50	21.95	6.06	24.73	5.34	2.29	1.91	2.91	0.67
5	30.65	194.62	30.65	4.88	25.95	7.53	1.78	1.64	2.32	0.96
	24.60	156.19	24.60	4.92	21.32	6.19	1.82	1.63	2.38	0.98
	18.28	116.16	18.28	4.99	15.79	4.51	1.84	1.58	2.31	0.91
	14.53	92.45	14.36	5.01	12.11	3.59	1.81	1.51	2.24	0.74
	11.04	74.53	11.74	5.02	9.57	2.76	1.83	1.51	2.26	0.67
4	22.52	114.38	22.52	3.95	23.52	7.19	1.73	1.81	2.46	1.00
	18.15	92.18	18.15	3.99	19.57	5.92	1.83	1.81	2.53	0.97
	13.60	69.09	13.60	4.06	13.51	4.36	1.86	1.73	2.44	0.85
	10.68	55.21	10.87	4.09	11.15	3.28	1.84	1.68	2.37	0.72
	8.21	44.55	8.74	4.11	9.10	2.67	1.85	1.68	2.39	0.73
3 1/2	18.74	81.29	18.74	3.46	22.06	6.97	1.70	1.91	2.58	1.00
	15.14	67.31	15.14	3.51	18.19	5.75	1.83	1.91	2.62	0.99
	11.42	50.75	11.42	3.57	13.73	4.26	1.87	1.85	2.51	0.92
	8.98	40.65	9.15	3.62	10.58	3.20	1.85	1.77	2.45	0.86
	6.99	32.96	7.39	3.63	8.63	2.61	1.86	1.74	2.47	0.75
3	11.10	42.51	11.10	2.96	12.25	4.54	1.60	1.75	2.38	1.00
	8.33	31.72	8.33	3.02	9.22	3.08	1.64	1.61	2.19	0.95
	6.40	25.56	6.81	3.09	7.22	2.53	1.63	1.62	2.21	0.91
	5.22	20.58	5.46	3.13	5.85	1.97	1.60	1.54	2.15	0.83

VII.3.- PROPIEDADES DE TUBOS DE ACERO



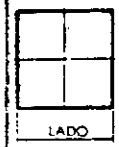
Diámetro Nominal Pulg.	mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Modulo de Seccion cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cédula
1½		48	41	3.7	4.0	5.2	12.9	5.3	1.6	40
		48	38	5.1	5.4	6.9	16.3	6.7	1.5	80
	38	48	34	7.1	7.2	9.2	20.1	8.3	1.5	160
2		60	53	3.9	5.4	6.9	27.7	9.2	2.0	40
		60	49	5.5	7.5	9.5	36.1	12.0	1.9	80
	51	60	48	6.2	11.1	14.1	48.4	16.0	1.9	160
2½		73	63	5.2	8.6	11.0	63.7	17.4	2.4	40
		73	59	7.0	11.4	14.5	80.1	21.9	2.3	80
	64	73	54	9.5	14.9	19.0	97.9	26.8	2.3	160
3		89	78	5.5	11.3	14.4	126	28.3	3.0	40
		89	74	7.6	15.3	19.5	162	36.5	2.9	80
	76	89	67	11.1	21.3	27.2	210	47.2	2.8	160
3½		102	90	5.7	13.6	17.4	199	39.2	3.4	40
	89	102	85	8.1	18.6	23.8	261	51.5	3.3	80
4		114	102	6.0	16.1	20.6	301	52.7	3.8	40
		114	97	8.5	22.3	28.5	400	70.0	3.8	80
	102	114	92	11.1	28.3	36.1	485	84.8	3.7	120
		114	87	13.5	33.6	42.9	552	96.7	3.6	160
5		141	128	6.6	21.8	27.8	631	89.3	4.8	40
		141	122	9.5	30.9	39.5	860	121.8	4.7	80
	127	141	116	12.7	40.3	51.5	1071	151.6	4.6	120
		141	110	15.9	49.0	62.6	1250	177.0	4.5	160
6		168	154	7.1	28.2	36.0	1171	133.3	5.7	40
		168	146	11.0	42.5	54.3	1685	200.2	5.6	80
	152	168	140	14.3	54.2	69.2	2077	247	5.5	120
		168	132	18.3	67.4	86.1	2455	292	5.3	160
		219	206	6.3	33.3	42.5	2402	219	7.5	20
		219	205	7.0	36.8	47.0	2635	241	7.5	30
		219	203	8.1	42.5	54.3	3018	276	7.5	40
8		219	198	10.3	53.1	67.8	3696	338	7.4	60
		219	194	12.7	64.6	82.5	4400	402	7.3	80
	203	219	189	15.0	75.7	96.7	5053	461	7.2	100
		219	183	18.0	90.3	115.3	5852	534	7.1	120
		219	178	20.6	100.9	128.8	6402	585	7.1	140
		219	173	23.0	111.2	142.0	6905	631	7.0	160
		273	260	6.3	42.1	53.8	4728	346	9.4	20
		273	257	7.8	50.9	65.0	5719	419	9.4	30
10		273	255	9.3	60.2	76.9	6689	490	9.3	40
		273	248	12.7	81.5	104.1	8824	646	9.2	60
	254	273	243	15.1	95.5	122.3	10194	747	9.1	80
		273	237	18.2	114.6	146.3	11913	873	9.0	100
		273	230	21.4	132.7	169.5	13455	986	8.9	120
		273	222	25.4	155.0	197.9	15309	1122	8.8	140
		273	216	28.6	172.6	220.4	16624	1218	8.7	160

TUBOS DE ACERO
PROPIEDADES PARA DISEÑO



Diámetro Nominal Pulg.	mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Modulo de Seccion cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cédula
		324	311	6.3	49.7	63.5	8004	494	11.2	20
		324	307	8.4	65.2	83.3	10343	638	11.2	30
		324	303	10.3	79.8	101.9	12499	772	11.1	40
		324	295	14.3	108.9	139.1	16670	1029	10.9	60
12		324	289	17.4	131.9	168.4	19779	1221	10.8	80
		324	281	21.4	160.7	205.2	23384	1443	10.7	100
	305	324	273	25.4	186.8	238.9	26710	1649	10.6	120
		324	267	28.6	205.3	266.0	29165	1828	10.5	140
		324	257	33.3	239.6	306.0	32520	2007	10.3	160
		356	343	6.3	55.1	70.4	10655	599	12.3	10
		356	340	7.9	68.5	87.5	13107	736	12.3	20
		356	337	9.5	81.8	104.5	15517	872	12.2	30
		356	333	11.1	93.8	119.8	17881	1005	12.2	40
14		356	325	15.1	126.5	161.5	23409	1315	12.0	60
		356	318	19.0	159.2	203.3	28616	1608	11.9	80
		356	308	23.8	194.9	248.9	34152	1919	11.8	100
		356	300	27.8	224.7	286.9	38701	2174	11.6	120
		356	292	32.0	254.5	325.0	42768	2403	11.5	140
	356	356	284	35.7	282.8	361.1	46459	2612	11.4	160
		406	394	6.3	62.5	78.9	16025	789	14.1	10
		406	391	7.9	77.4	98.8	19729	972	14.1	20
		406	387	9.5	93.8	119.8	23396	1153	14.0	30
16		406	381	12.0	123.3	157.7	30464	1501	13.9	40
		406	373	16.7	160.7	205.2	38818	1912	13.8	60
		406	364	21.4	203.0	260.4	48141	2371	13.6	80
		406	354	26.0	245.5	313.5	56857	2801	13.5	100
	406	406	345	30.9	287.2	366.8	64757	3190	13.3	120
		406	333	36.5	333.3	425.6	73307	3611	13.1	140
		406	325	40.5	364.5	465.5	78505	3682	13.0	160
		457	445	6.3	69.9	89.3	22593	1002	15.9	10
		457	441	7.9	87.8	112.1	26275	1237	15.9	20
		457	435	11.1	122.0	155.8	40087	1754	15.6	30
18		457	429	14.3	156.2	199.5	46493	2035	15.7	40
		457	419	19.0	205.3	262.2	63059	2760	15.5	60
		457	410	23.8	254.5	325.0	76333	3341	15.3	80
		457	398	29.4	309.5	395.2	90522	3975	15.2	100
		457	387	34.9	363.1	463.7	103971	4550	15.0	120
		457	378	39.7	409.2	522.5	114455	5009	14.8	140
		457	367	45.2	459.8	587.2	125710	5502	14.7	160
		508	495	6.3	78.9	100.8	31592	1244	17.7	10
		508	489	8.5	117.6	150.2	46327	1824	17.6	20
		508	487	12.7	156.3	199.6	60645	2385	17.5	30
20		508	478	15.1	183.0	233.7	70926	2792	17.4	40
		508	467	20.6	248.5	317.3	93943	3699	17.2	60
		508	456	26.2	311.0	397.1	115338	4541	17.1	80
		508	443	32.5	380.9	486.4	135964	5436	16.8	100
		508	432	38.1	442.0	564.4	156295	6153	16.7	120
		508	419	44.5	509.0	650.0	175525	6910	16.5	140
		508	408	49.0	564.0	720.0	190554	7515	16.3	160

ACERO CUADRADO



Dimension por lado		Area de la seccion		peso	
mm	pulg.	mm²	pulg.²	kg/m	lb pie
9.5	3/8	90.73	.141	0.712	.478
12.7	1/2	161.29	.250	1.266	.851
15.9	5/8	252.02	.391	1.978	1.329
19.1	3/4	362.90	.563	2.849	1.915
22.2	7/8	493.95	.766	3.877	2.605
25.4	1	645.16	1.000	5.065	3.404
28.6	1-1/8	816.53	1.266	6.410	4.308
31.8	1-1/4	1008.07	1.563	7.913	5.318
34.9	1-3/8	1219.77	1.891	9.575	6.434
38.1	1-1/2	1451.62	2.250	11.395	7.657
44.5	1-3/4	1975.80	3.063	15.510	10.423
50.8	2	2580.65	4.000	20.258	13.613
57.2	2-1/4	3266.14	5.063	25.639	17.229
63.5	2-1/2	4032.27	6.250	31.653	21.271
69.9	2-3/4	4875.90	7.563	38.265	25.713
76.2	3	5806.30	9.000	45.538	30.600
82.6	3-1/4	6814.30	10.563	53.444	35.913
88.9	3-1/2	7902.90	12.250	61.982	41.650
95.3	3-3/4	9072.20	14.063	71.153	47.813
101.6	4	10322.50	16.000	80.956	54.400

ACERO REDONDO

Diametro		Area de la sección		peso	
mm	pulg.	mm²	pulg.²	kg/m	lb/pie
6.3	1/4	31.7	.049	.249	.167
7.9	5/16	49.5	.077	.388	.261
9.5	3/8	71.3	.110	.559	.376
11.1	7/16	97.0	.150	.760	.511
12.7	1/2	126.7	.196	.994	.668
14.3	9/16	160.3	.249	1.257	.845
15.9	5/8	197.9	.307	1.552	1.043
17.5	11/16	239.5	.371	1.878	1.262
19.1	3/4	285.0	.442	2.235	1.502
20.6	13/16	334.5	.518	2.622	1.762
22.2	7/8	387.9	.601	3.045	2.046
23.8	15/16	445.3	.690	3.491	2.346
25.4	1	506.7	.785	3.973	2.669
27.0	1-1/16	572.0	.887	4.484	3.013
28.6	1-1/8	641.3	.994	5.022	3.375
30.2	1-3/16	714.5	1.107	5.605	3.767
31.8	1-1/4	791.7	1.227	6.208	4.172
33.3	1-5/16	872.9	1.353	6.845	4.599
34.9	1-3/8	958.0	1.485	7.514	5.049
36.5	1-7/16	1047.1	1.623	8.212	5.518
38.1	1-1/2	1140.1	1.767	9.00	6.048
41.3	1-5/8	1338.0	2.074	10.49	7.049
44.5	1-3/4	1551.8	2.405	12.17	8.178
47.7	1-7/8	1781.3	2.761	13.97	9.388
50.8	2	2026.8	3.142	15.89	10.678
57.2	2-1/4	2565.2	3.976	20.11	13.514
63.5	2-3/8	2858.0	4.430	22.41	15.062
63.5	2-1/2	3166.8	4.909	24.83	16.686
66.7	2-5/8	3491.3	5.412	27.38	18.400
69.9	2-3/4	3832.0	5.940	30.04	20.187
73.0	2-7/8	4188.1	6.492	32.84	22.072
76.2	3	4560.5	7.069	35.75	24.024
82.5	3-1/4	5351.8	8.296	41.97	28.206
88.9	3-1/2	6206.9	9.621	48.68	32.712
95.2	3-3/4	7125.3	11.045	55.85	37.552
101.6	4	8107.3	12.566	63.58	42.726

El redondo se lamina normalmente en acero comercial.

También se laminan redondos de aceros especiales para la manufactura de: Tornillería, Resortes, Alambre de acero, Tirantes, etc.

Si sus necesidades requierén redondo en diámetros que no están indicados en la tabla, o aceros especiales, diríjase a nuestro Departamento de Ventas.

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

AHMSA

ACERO OCTAGONAL

GRUESO		PESO
mm	pulgadas	kg/m
19	3/4	2.36
22	7/8	3.21
25	1	4.20
29	1 1/8	5.31
32	1 1/4	6.56
38	1 1/2	9.44

SOLERA MUELLE PLANA

Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
40.08 x 4.50	1 9/16 x 0.177	1.38
44.45 x 4.93	1 3/4 x 0.177	1.68
5.44	0.214	1.85
5.72	0.225	1.94
6.02	0.237	2.04
6.65	10.262	2.25
7.39	0.291	2.49
8.20	0.323	2.75
9.14	0.360	3.05
50.80 x 5.44	2 x 0.214	2.12
6.02	0.237	2.34
6.65	0.262	2.57
7.39	0.291	2.86
8.20	0.323	3.16
9.14	0.360	3.50

SOLERA MUELLE PLANA

Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
57.15 x 5.44	2 1/4 x 0.214	2.39
6.02	0.237	2.64
6.65	0.262	2.91
7.39	0.291	3.22
8.20	0.323	3.57
9.14	0.360	3.96
10.19	0.401	4.40
11.35	0.447	4.88
63.50 x 4.93	2 1/2 x 0.194	2.42
6.02	0.237	2.94
6.65	0.262	3.24
7.39	0.291	3.59
8.20	0.323	3.97
9.14	0.360	4.42
10.19	0.401	4.90
11.35	0.447	5.44
76.20 x 6.65	3 x 0.262	3.90
7.39	0.291	4.33
8.20	0.323	4.79
9.14	0.360	5.33
10.19	0.401	5.92
11.35	0.447	6.57
12.67	0.499	7.31
88.90 x 8.20	3 1/2 x 0.323	5.61
9.14	0.360	6.24

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

AHMSA

SOLERA MUELLE PLANA

Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
88.90 x 10.19	3 1/2 x 0.401	4.66
11.35	0.447	5.18
12.67	0.499	5.77
101.6 x 8.20	4 x 0.323	4.32
9.14	0.360	4.80
10.19	0.401	5.34
11.35	0.447	5.94
11.99	0.472	6.26
12.67	0.499	6.61

SOLERA

Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
3 x 13	1/8 x 1/2	0.32
16	5/8	0.40
19	3/4	0.47
25	1	0.63
32	1 1/4	0.79
38	1 1/2	0.95
44	1 3/4	1.11
51	2	1.27
57	2 1/4	1.42
64	2 1/2	1.58
70	2 3/4	1.74
76	3	1.89

SOLERA

Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
5 x 13	3/16 x 1/2	0.47
16	5/8	0.59
19	3/4	0.71
25	1	0.95
28	1 1/8	1.07
32	1 1/4	1.19
38	1 1/2	1.42
44	1 3/4	1.66
51	2	1.90
64	2 1/2	2.37
76	3	2.85
6 x 16	1/4 x 5/8	0.79
19	3/4	0.95
25	1	1.27
32	1 1/4	1.58
38	1 1/2	1.90
44	1 3/4	2.22
51	2	2.53
57	2 1/4	2.85
64	2 1/2	3.17
70	2 3/4	3.48
76	3	3.80
89	3 1/2	4.43
102	4	5.06

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

AHMSA

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
8 x 13	5/16 x 1/2	0.79
16	5/8	0.99
19	3/4	1.19
25	1	1.58
32	1 1/4	1.98
38	1 1/2	2.37
44	1 3/4	2.77
51	2	3.17
57	2 1/4	3.56
64	2 1/2	3.96
76	3	4.75
89	3 1/2	5.54
102	4	6.33
10 x 13	3/8 x 1/2	0.95
16	5/8	1.19
19	3/4	1.42
25	1	1.90
32	1 1/4	2.37
38	1 1/2	2.85
44	1 3/4	3.32
51	2	3.80
57	2 1/4	4.27
64	2 1/2	4.75
70	2 3/4	5.22
76	3	5.70

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
10 x 89	3/8 x 3 1/2	6.65
102	4	7.60
13 x 16	1/2 x 5/8	1.58
19	3/4	1.90
25	1	2.53
32	1 1/4	3.17
38	1 1/2	3.80
44	1 3/4	4.43
51	2	5.06
57	2 1/4	5.70
64	2 1/2	6.33
76	3	7.60
89	3 1/2	8.86
102	4	10.13
16 x 19	5/8 x 3/4	2.37
25	1	3.17
32	1 1/4	3.96
38	1 1/2	4.75
44	1 3/4	5.54
51	2	6.33
57	2 1/4	7.12
64	2 1/2	7.91
70	2 3/4	8.71
76	3	9.50
89	3 1/2	11.08
102	4	12.66

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

AHMSA

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
19 x 25	3/4 x 1	3.80
32	1 1/4	4.75
38	1 1/2	5.70
44	1 3/4	6.65
51	2	7.60
57	2 1/4	8.55
64	2 1/2	9.50
70	2 3/4	10.45
76	3	11.40
89	3 1/2	13.29
102	4	15.19
22 x 51	7/8 x 2	8.86
64	2 1/2	11.08
76	3	13.29
89	3 1/2	15.51
102	4	17.73
25 x 38	1 x 1 1/2	7.60
51	2	10.13
64	2 1/2	12.66
70	2 3/4	13.93
76	3	15.19
89	3 1/2	17.73
102	4	20.26
29 x 76	1 1/8 x 3	17.10
89	3 1/2	19.94

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
29 x 102	1 1/8 x 4	22.79
32 x 51	1 1/4 x 2	12.66
64	2 1/2	15.83
76	3	18.99
89	3 1/2	22.16
102	4	25.32
38 x 64	1 1/2 x 2 1/2	18.99
76	3	22.79
89	3 1/2	26.60
102	4	30.39

RIELES		
Peso		Peralte
lb/yd	kg/m	mm
112	55.70	168
100	50.35	152
85	42.16	132
80	39.78	127
60	29.76	108
30	14.88	79
25	12.40	70
20	9.92	67
16	7.94	60

ACERO OCTAGONAL

Grueso		Area de la sección		Peso	
mm	pulg.	mm²	pulg²	kg/m	lb pie
19.1	3/4	328.76	0.510	2.360	1.586
22.2	7/8	408.32	0.633	3.212	2.158
25.4	1	534.52	0.829	4.196	2.820
28.6	1-1/8	676.40	1.048	5.310	3.570
31.7	1-1/4	835.1	1.294	6.555	4.400
38.1	1-1/2	1202.6	1.864	9.440	6.350

AHMSA

20

III.- TOLERANCIAS DE LAMINACION

a) Medición.

b) Viguetas y canales.

c) Angulos y tes.

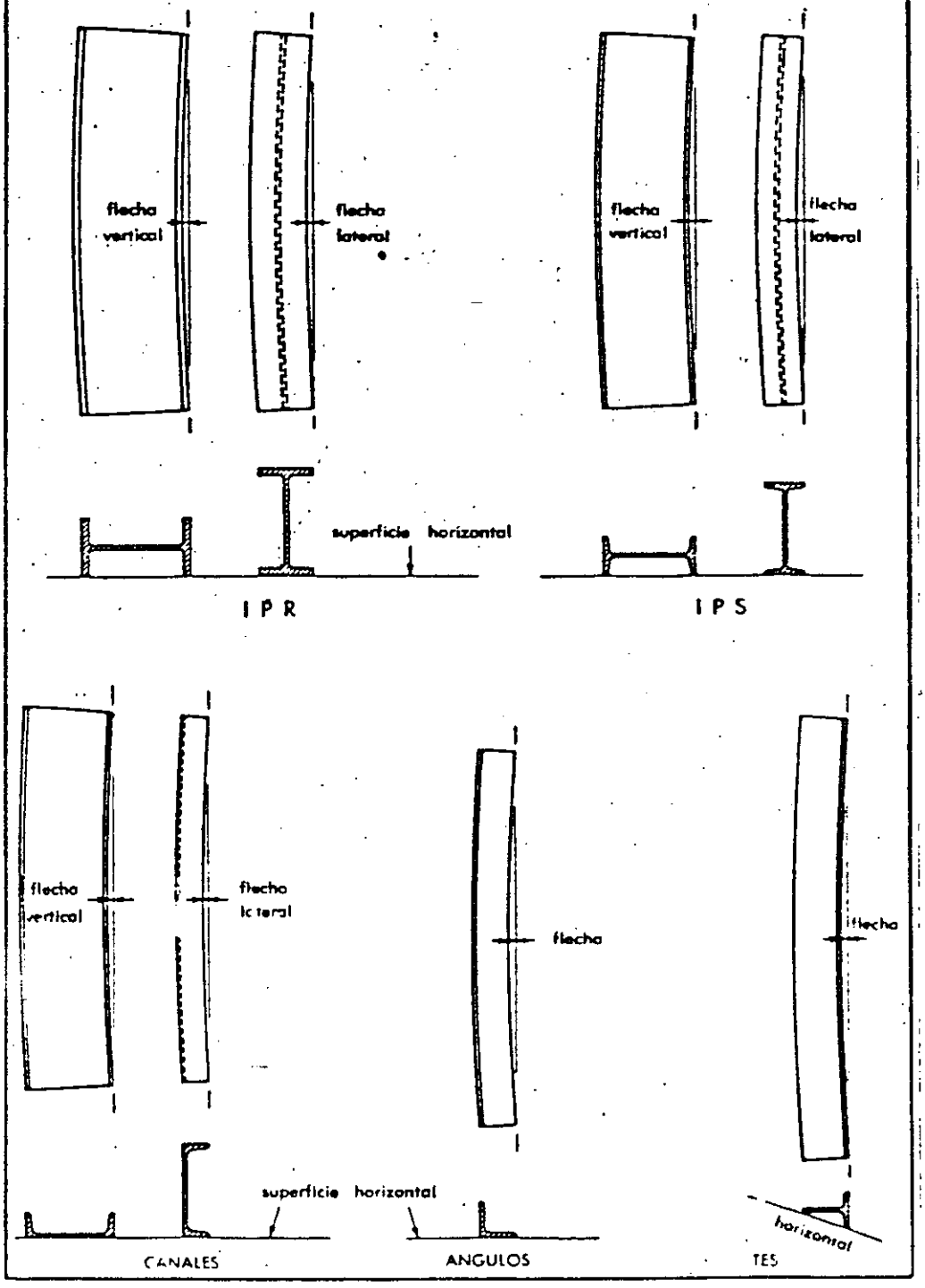
d) Tolerancias dimensionales para vigas de puentes.

e) Tolerancias en obra ejecutada; según el Reglamento.

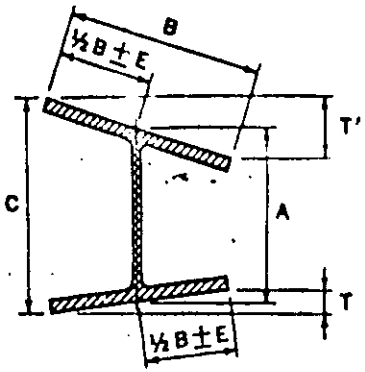
21

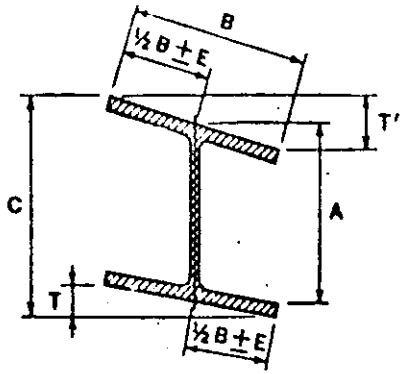
III.2 TOLERANCIA DE LAMINACION.

Posiciones de los perfiles para medición de flechas verticales y laterales



Tolerancias en vigas I P R





Peralte nominal A	Tolerancias de laminación (pulg / mm)						
	Peralte A		Patín B		Patines fuera de escuadra (T + T')max	Descentramiento del alma E	(C-A)max en cualquier sección transversal
	más	menos	más	menos			
Hasta 12"	1/8	1/8	1/4	3/16	1/4	3/16	1/4
305 mm	3.2	3.2	6.3	4.8	6.3	4.8	6.3
Más de	1/8	1/8	1/4	3/16	5/16	3/16	1/4
12"	3.2	3.2	6.3	4.8	8	4.8	6.3

Tolerancias en flechas

a) Secciones con ancho de patín menor de 152.4 mm (6").

$$\text{Flecha vertical máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{10}$$

$$\text{Flecha lateral máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{5}$$

b) Columnas, o secciones de peralte aproximado al ancho del patín (secciones H):

Longitudes menores de 14 mts.

Flecha vertical y lateral máxima en

$$\text{cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{10} \leq 9.6 \text{ mm}$$

Longitudes mayores de 14 mts.

Flecha vertical y lateral máxima en

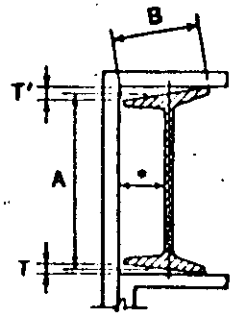
$$\text{cm} = 9.6 + \frac{\text{long (mts)} - 14}{10}$$

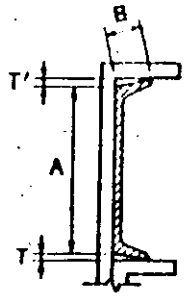
Extremos fuera de escuadra: 1.6 mm por cada 10 cm de peralte o de patín si este es mayor que el peralte.

Variaciones en peso y área: ± 2.5 % sobre el valor teórico.

Tolerancias

VIGAS IPS y CPS





* Al hacer la medición, el alma de la viga deberá estar paralela a la escuadra.

T + T' se aplicará cuando las deformaciones sean en el mismo sentido.

Sección	Peralte Nominal	Tolerancias Permisibles (pulg / mm)				
		Peralte A		Patín B		T + T' fuera de Escuadra por pulg. de ancho B
		más	menos	más	menos	
Vigas I Standard	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32" 0.79 mm
	76 mm a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1/8	3/32	5/32	5/32	
	203 a 356 mm	3.2	2.4	4.0	4.0	
	De 15" a 24"	3/16	1/8	3/16	3/16	
	381 a 610 mm	4.8	3.2	4.8	4.8	
Canales	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32 0.79 mm
	76 a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1/8	3/32	1/8	5/32	
	203 a 356 mm	3.2	2.4	3.2	4.0	
	De 14", 356 mm en adelante	3/16	1/8	1/8	3/16	
		4.8	3.2	3.2	4.8	

Tolerancias en flechas

$$\text{Flecha Vertical en Cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{5}$$

Flecha lateral = Consultar con el Departamento de ventas de AHMSA.

Extremos fuera de Escuadra = 1.6 mm por cada 10 cm de peralte.

Variaciones en Area y peso: ± 2.5 % sobre el valor teórico.

EN PERFILES TPR y TPS (SEMI VIGAS) Y ANGULOS OBTENIDOS DE CANALES (MEDIAS CANALES)

Tolerancias en Peralte

El peralte A puede ser aproximadamente la mitad del peralte de las vigas o de las canales o cualquier otra medida especificada en el pedido.

Peralte de la Sección de la que se obtiene el ángulo o la T	Variaciones del peralte A en más y en menos			
	Sección T		Angulos	
	pulg.	mm	pulg.	mm
0 a 5", 0 a 127 mm	1/8	3.2	1/8	3.2
6" a 15", 152 a 381 mm	3/16	4.8	3/16	4.8
16" a 19", 406 a 483 mm	1/4	6.3	1/4	6.3
20" a 23", 508 a 584 mm	5/16	8.0	—	—
24", 610 mm en adelante	3/8	10.0	—	—

NOTA: Las tolerancias anteriores para el peralte de ángulos y Tes, incluyen la de las vigas y canales antes del corte.

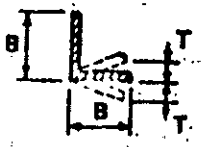
Tolerancias

Las tolerancias de extremos fuera de escuadra, descentramiento del alma variación de área y peso etc., corresponden a las tolerancias de la sección antes del corte. exceptuando;

$$\text{Flecha Vertical máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{5}$$

$$\text{Flecha lateral máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts.)}}{5}$$

Angulos perfiles estandard.



A) Angulos menores de 76 mm, 3"

Longitud teórica del lado	Variación en el espesor (+)								T. fuera de escuadra por pulg. de B	
	5 mm. 3/16 y menos		más de 5 mm 3/16 y menos de 10 mm 3/8		más de 10 mm 3/8		lado B (+)			
	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg	mm
25 mm y menores	0.008	0.20	0.010	0.25	—	—	1/32	0.8	3/128	0.6
más de 25 mm hasta 51 mm.	0.010	0.25	0.010	0.25	0.012	0.30	3/64	1.2	3/128	0.6
mas de 51 mm hasta 76 mm (excluidos)	0.012	0.30	0.015	0.38	0.015	0.38	1/16	1.6	3/128	0.6

$$\text{Flecha máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{2.5}$$

B) Angulos de 76 mm, 3" y más

Longitud Teórica del lado	Variacion permisible en B				T. fuera de escuadra por pulg. de B	
	pulg en más	mm	pulg en menos	mm	pulg.	mm
De 76 mm 3" a 102 mm 4"	1/8	3.2	3/32	2.4	3/128	0.6
De más de 102 mm 4" a 152 mm, 6"	1/8	3.2	1/8	3.2	3/128	0.6
De más de 152 mm 6"	3/16	4.8	1/8	3.2	3/128	0.6

$$\text{Flecha máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts.)}}{5}$$

Variación en peso y Area = ± 2.5 % sobre el valor teórico.

NOTA: Para ángulos de lados desiguales, tomar el lado mayor para efectos de la clasificación.

24

MINIMUM WEB THICKNESS (t_w)

	A-7, A-373 A-36	A-441 Low Alloy 46,000 YP	A-441 Low Alloy 50,000 YP
If no stiffeners (1.6.80)	$t_w = \frac{1}{60} d_w$	$t_w = \frac{1}{52} d_w$	$t_w = \frac{1}{50} d_w$
If trans. int. stiffeners (1.6.75)	$t_w = \frac{1}{170} d_w$	$t_w = \frac{1}{145} d_w$	$t_w = \frac{1}{140} d_w$
If long. and trans. stiffeners	$t_w = \frac{1}{340} d_w$	$t_w = \frac{1}{290} d_w$	$t_w = \frac{1}{280} d_w$

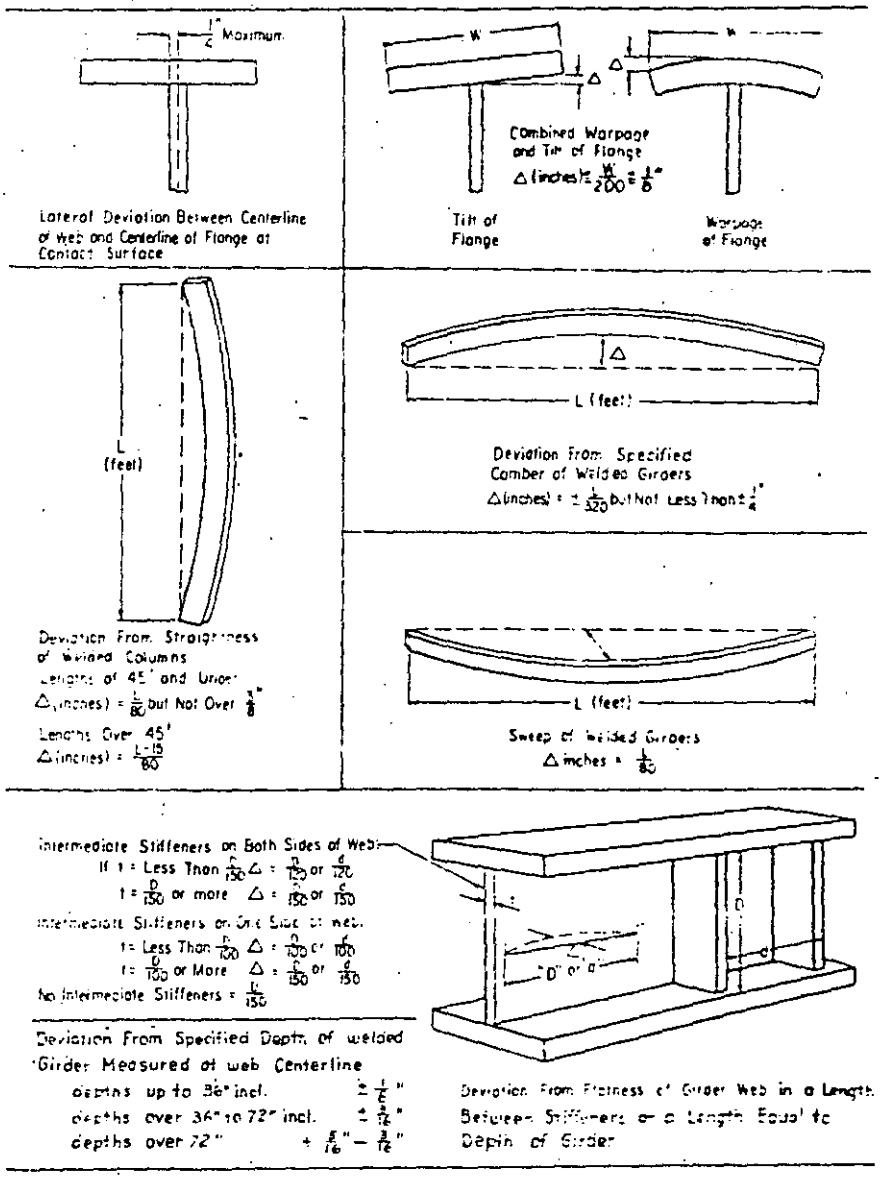
Also, ratio of depth to length of span shall preferably not be less than 1/25; for lower depth the section shall be increased so that the maximum deflection will not be greater than if this ratio had not been exceeded (1.6.11).

Also, web thickness shall meet requirements given in the above table for the more common steels.

10. DIMENSIONAL TOLERANCES

The dimensional tolerances in Figure 14 have been set up for welded plate girders by the AWS Bridge Specifications.

FIG. 14—Maximum Dimensional Tolerances AWS 407



25

IV.- CONTROL DE CALIDAD

a) Pruebas en la planta.

a1) De composición química. (En la colada)

a2) De tensión. (Del producto terminado)

a3) De doblado. (Del producto terminado)

b) Criterio de aceptación de pruebas de tensión:

Si los resultados están dentro de 140 K_g/cm^2 para Fr, de 70 para Fy y del 2% en alargamiento se acepta probar un nuevo especimen. Hacer las pruebas en el lugar de producción del acero y reportarlas previo al embarque.

Control de calidad

2 pruebas de composición química por cada colada.

1 del acero fundido y otra del producto terminado (ASTM A370)

2 pruebas de tensión y 2 de dobla por cada colada (ASTM A 370)

R.C.D.F.

Se considera que las piezas ya montadas estan plomeadas, niveladas y alineadas si el error no excede de:

$$\frac{1}{500}$$

Las Normas de concreto no incluyen las barras provenientes de riel (Norma DGN B18 1974) y de eje (Norma DGN B32 1974) ya que los requisitos de las normas para estas barras no aseguran ductilidades adecuadas y además porque no se producen en México en forma continua.

La tabla siguiente muestra los principales requisitos mínimos especificados para los distintos tipos de acero por las normas mencionadas.

PROPIEDADES MINIMAS ESPECIFICADAS PARA ACEROS DE REFUERZO PARA CONCRETO

Tipo de Acero	Grado	Esfuerzo de fluencia, kg/cm^2	Esfuerzo máximo kg/cm^2	Alargamiento sobre 20.3 cm %
Laminado en caliente B6 1974	30	3,000	5,000	7 a 11
	42	4,200	6,300	7 a 9
	52	5,200	7,000	5 a 8
Torcido en frío B294 1972	42	4,200	5,200	8
	50	5,000	6,000	8
	60	6,000	7,000	6
Alambre para malla electrosoldada B253 1974	50	5,000	5,700	No especificado

La figura 2.1 muestra curvas típicas esfuerzo-deformación para los aceros de refuerzo en cuestión.

VARILLA CORRUGADA PARA REFUERZO DE CONCRETO

No.	Diámetro Nominal		Area Nominal		Peso Unitario		Perímetro		Separación promedio Máxima entre Corrugaciones		Altura Mínima de las Corrugaciones		Longitud Perimetral Mínima de la Corrugación		Número aproximado de Varillas de 12 Mt por Ton
	mm	pulg.	mm	pulg²	Kg/m	lb/pie	mm.	pulg	mm	pulg	mm.	pulg.	mm.	pulg.	
2	6.4	¼	32	0.05	0.251	0.167	20.1	0.786	—	—	—	—	—	—	
2.5	7.9	5/16	49	0.08	0.384	0.261	24.8	0.982	5.5	0.219	0.3	0.013	18.6	0.736	217
3	9.5	⅜	71	0.11	0.557	0.376	29.8	1.178	6.7	0.262	0.3	0.015	22.4	0.883	150
4	12.7	½	127	0.20	0.996	0.668	39.9	1.571	8.9	0.350	0.5	0.020	29.9	1.178	84
5	15.9	⅝	199	0.31	1.560	1.043	50.0	1.963	11.1	0.437	0.7	0.028	37.5	1.472	53
6	19.1	¾	287	0.44	2.250	1.502	60.0	2.356	13.4	0.525	1.0	0.038	45.0	1.767	37
7	22.2	⅞	387	0.60	3.034	2.044	69.7	2.749	15.5	0.612	1.1	0.044	52.3	2.062	27
8	25.4	1	507	0.79	3.975	2.670	79.8	3.142	17.8	0.700	1.3	0.050	59.9	2.356	21
9	28.6	1-⅛	642	0.99	5.033	3.381	89.8	3.534	20.0	0.787	1.4	0.056	67.4	2.650	17
10	31.8	1-¼	794	1.23	6.225	4.172	99.9	3.927	22.3	0.875	1.6	0.063	74.9	2.945	13
11	34.9	1-⅜	957	1.48	7.503	5.049	109.6	4.320	24.4	0.962	1.7	0.069	82.2	3.240	11
12	38.1	1-½	1140	1.77	8.938	6.008	119.7	4.712	26.7	1.050	1.9	0.075	89.8	3.534	9

El Número con que se designan las distintas varillas, es igual al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de la varilla. La Núm. 2 se fabrica únicamente como varilla lisa (alambrón).

32

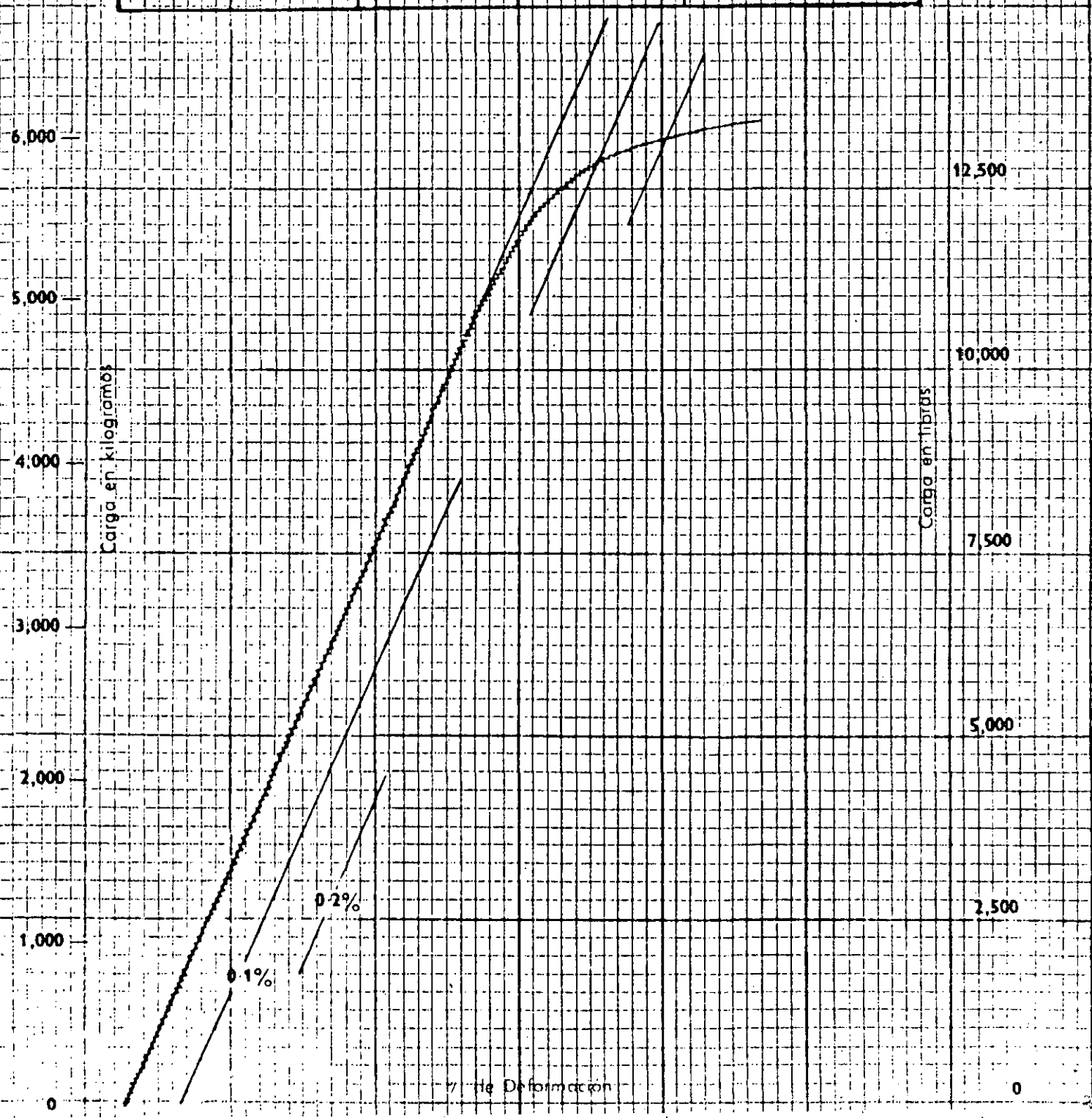
ACEROS DE PRESFUERZO

Gráficas Carga-Deformación REGISTRO ELECTRICO DE GRAN AMPLIFICACION

Adjúntese al Reporte No. D1a/115
Diámetro del Alambre 7 mm (0.276")
Rango R.U.T. 160/125 k/mm²
(100/110 ton/pulg²)

Velocidad de Carga 1,800 K (4,000 lb)/minuto
Long. de Prueba 50.8 mm (2")
10 Divisiones de la Escala = .25 % de deformación.

Rollo No.	D		
R.U.T.	169.1 k/mm²	107.4 ton/pulg²	
Esfuerzo a 0.1 % desplaz.	150.4 k/mm²	95.5 ton/pulg²	
0.2 % desplaz.	154.3 k/mm²	98.0 ton/pulg²	
E	20,560 k/mm²	29.25x10⁶ p.s.i.	



Información General — Tipo y diámetro del Alambre - Dimensiones de los Rollos

ACERO

El alambre para preesfuerzo, en diámetros de 2 a 7 mm, se obtiene estirando en frío alambrón de acero al alto carbono, normalizado y cuya composición química se encuentre dentro de los siguientes límites:

Carbono	0.7 —	0.9%
Sílice	0.1 —	0.35%
Manganeso	0.5 —	0.9%
Azufre	0.050%	máximo
Fósforo	0.040%	máximo

ROLLOS NORMALES

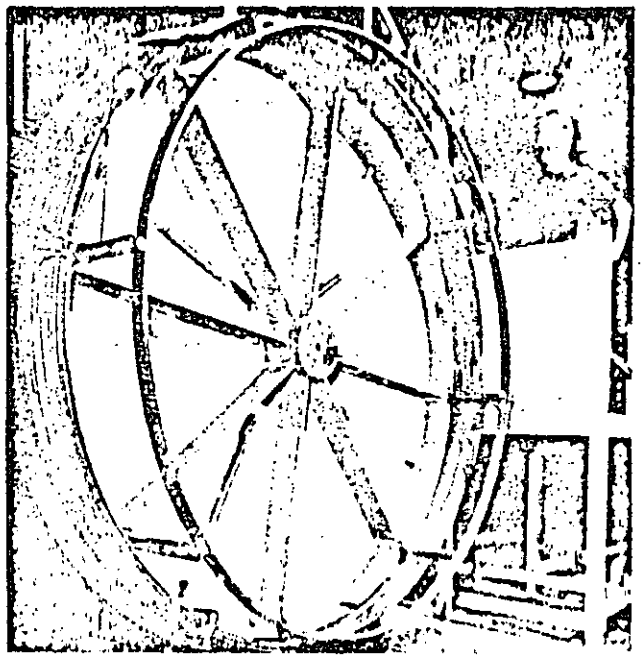
El alambre estirado toma una curvatura en el tambor en que se enrolla. Al sacarse del tambor y atarse, el diámetro interno del rollo es menor que el del tambor. Se acostumbra considerar como tamaño del rollo, al diámetro interno del rollo amarrado.

Estos rollos normales, con diámetro aproximado al del último tambor de estirado, se recomiendan solamente para los casos en que se cuente con equipo especial para su manejo, como por ejemplo en plantas donde se fabriquen elementos de concreto preesforzado y especialmente utilizando alambres de diámetro pequeño, como los de 2 y 3mm, que son muy flexibles.

Los rollos normales, así llamados porque son el resultado del proceso normal de fabricación, son desengrasados y sometidos a un tratamiento térmico de "relevación de esfuerzos".

DIMENSIONES DE LOS ROLLOS NORMALES

DIAMETRO DEL ALAMBRE		DIAMETRO INTERIOR MINIMO (aproximado) DEL ROLLO	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
3·65 y mayores	0·144 y mayores	66	26
3·25	0·128	56 ó 66	22 ó 26
3·0	0·118	56 ó 66	22 ó 26
2·64	0·104	51, 56 ó 66	18, 22 ó 26
2·03	0·080	51	18



Enrollado de alambre para preesfuerzo en rollos grandes, después del proceso de enderezado.

Apilado de rollos grandes.

ROLLOS GRANDES

Los alambres más gruesos, como son los de 4, 5, 6 y 7 mm de diámetro, presentarían problema

su manejo si se tomaran de rollos normales, por lo que se someten a un procedimiento especial de enderezado y se suministran en rollos de diámetro mayor, que al desenrollarse no forman curvas. Generalmente el alambre de 7 mm se surte en rollos de 1.83 m (6'); y los de 4, 5 y 6 mm, en rollos de 1.22 m (4').

DIMENSIONES DE LOS ROLLOS GRANDES

DIAMETRO DEL ALAMBRE mm	Pulgadas	DIAMETRO NOMINAL DEL ROLLO Metros	Pies
7·0	0·276	2·44 ó 1·83	8 ó 6
6·35	0·250	1·83	6
5·08	0·200	2·44 ó 1·22	8 ó 4
5·0	0·1968		
4·88	0·192		
4·06	0·160	1·22	4
4·0	0·1575		
3·65	0·144		
3·25	0·128	1·22 ó 0·76	4 ó 2½
3·0	0·118		
2·64	0·104		

ACABADO DEL ALAMBRE

El alambre se suministra ya sea con superficie lisa o con superficie estampada. También se puede suministrar alambre ondulado. Todo el alambre recibe un tratamiento de desengrase y su superficie desarrollará gradualmente (y dependiendo de las condiciones atmosféricas) una ligera capa de óxido. Esta capa no deteriora al alambre pero si debe tenerse cuidado, en el terreno, de que no se produzca una corrosión que cause picaduras. El acabado del alambre tiene importancia en relación con la efectividad de adherencia con el concreto. Existen diversas opiniones respecto a las ventajas de las superficies estampadas, pero el ondulado en el alambre si aumenta su adherencia en el Concreto Preesforzado Pretensado. En casos muy especiales se puede considerar el uso de alambres con superficie galvanizada, aun cuando debe tenerse en cuenta que su adherencia al concreto disminuye considerablemente.

Estampado

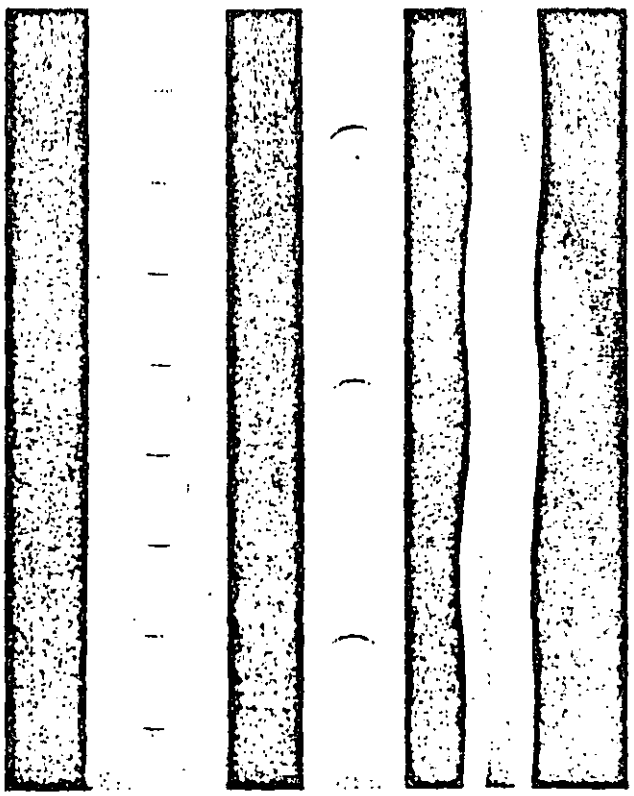
Todos los alambres entre 3.25 y 7 mm (0.128" y 0.276") de diámetro pueden suministrarse con superficies estampadas del tipo Suizo o elíptico pequeño. El estampado Belga o elíptico grande solo se aplica generalmente en alambres de 5 mm (0.1968") de diámetro.

El estampado forma dos líneas de incisiones diametralmente opuestas y alternadas de tal modo que no reduzcan la sección. La profundidad del estampado es uniforme para cada diámetro de alambre, dentro de las variaciones inherentes a los factores mecánicos de su fabricación, que no deben exceder los límites indicados en la siguiente tabla. Se recomienda que la profundidad del estampado no sea mayor a la que se indica, para evitar deformaciones a la estructura interna del acero:

Diam. del alambre mm	Profundidad del Estampado mm Min.	Max.	Diam. del Alambre Pulgadas	Profundidad del Estampado Pulgadas Min.	Max.
7·0	0·101	0·203	0·276	0·004	0·008
6·35	0·076	0·152	0·250	0·003	0·006
5·08	0·076	0·152	0·200	0·003	0·006
5·0	0·076	0·152	0·1968	0·003	0·006
4·88	0·076	0·127	0·192	0·003	0·005
4·06	0·051	0·127	0·160	0·002	0·005
4·0	0·051	0·127	0·1575	0·002	0·005
3·66	0·051	0·101	0·144	0·002	0·004
3·25	0·051	0·101	0·128	0·002	0·004

Ondulado

Pueden surtirse ondulados todos los alambres entre 2.64 y 7 mm (0.104" y 0.276") de diámetro. El grado de ondulación será igual al 15% del diámetro del alambre, cuando menos.



Diferentes acabados del alambre para preesfuerzo. (tamaño aumentado 2½ veces): Elíptico pequeño (o Suizo), elíptico grande (o Belga) y ondulado.

PESO DE LOS ROLLOS

El peso de cada uno de los rollos de alambre, sin uniones ni soldaduras varía entre 100 y 226 kilos (220 a 500 lb).

36

PROPIEDADES FISICAS

Las tablas siguientes dan las relaciones entre los diámetros nominales, áreas de sección y pesos. La relación peso/unidad de longitud está calculada usando como base una densidad del acero de 7.84. Para alambres estampados los valores relacionados con la superficie deberán considerarse sólo como aproximados. Los valores relativos al peso y longitud no se pueden aplicar al alambre ondulado.

Referencias

CORROSION	5
ADHERENCIA	5

UNIDADES METRICAS

DIAMETRO DEL ALAMBRE mm	AREA DE LA SECCION mm2	AREA DE LA SUPERFICIE cm2/m	PESO/UNIDAD DE LONGITUD g/m	LONGITUD APROXIMADA m/100 kg	SUPERFICIE AREA/PESO cm2/g
7·00	38·485	219·91	301·72	331·4	0·7288
6·35	31·669	199·49	248·28	402·8	0·8035
5·08	20·268	159·59	158·89	629·4	1·004
5·00	19·635	157·08	153·93	649·6	1·021
4·88	18·703	153·31	146·63	682·0	1·046
4·06	12·946	127·55	101·50	985·2	1·257
4·00	12·566	125·66	98·517	1015·0	1·276
3·65	10·463	114·67	82·030	1219·1	1·398
3·25	8·2958	102·10	65·039	1537·5	1·570
3·00	7·0686	94·248	55·418	1804·5	1·70[illegible]
2·64	5·4740	82·938	42·916	2330·1	1·933
2·03	3·2366	63·774	25·375	3940·9	2·513
2·00	3·1416	62·832	24·630	4060·1	2·5551

UNIDADES INGLESAS

DIAMETRO DEL ALAMBRE Pulgadas	AREA DE LA SECCION Pulg2	AREA DE LA SUPERFICIE Pulg2/Pie	PESO/UNIDAD DE LONGITUD lb/Pie	LONGITUD APROXIMADA Pies/Cwt	SUPERFICIE AREA/PESO Pulg2/lb
·276	·059829	10·405	·20336	550	51·165
·250	·049088	9·4248	·16685	671	56·355
·200	·031416	7·5398	·10678	1049	70·611
·1968	·030419	7·4192	·10339	1083	71·759
·192	·028953	7·2382	·09841	1138	73·551
·160	·020106	6·0319	·06834	1638	88·263
·1575	·019483	5·9376	·06622	1690	89·665
·144	·016286	5·4287	·05536	2023	98·062
·128	·012680	4·8255	·04310	2599	111·96
·118	·010936	4·4485	·03717	3013	119·68
·104	·008495	3·9207	·02887	3879	135·81
·080	·005027	3·0159	·01709	6556	176·47
·0787	·004864	2·9669	·01653	6775	179·4[illegible]

Especificaciones y propiedades mecánicas del alambre - forma de pedirlo

ESPECIFICACIONES DEL ALAMBRE

Como es imposible incluir en las especificaciones la experiencia en fabricación básica para una calidad óptima, éstas deberán indicar que el producto será adecuado para la aplicación determinada y dentro de las normas comerciales. Las especificaciones de alambre para preesfuerzo cubrirán las tres pruebas esenciales siguientes:

- Prueba de Resistencia a la Tensión
- Prueba de Características Satisfactorias en la Deformación por Carga
- Prueba de que el Material no es Frágil o Quebradizo

Las Especificaciones Británicas B.S. 2691 y Americana ASTM-A. 421 son típicas de las Especificaciones que cubren el alambre descrito en este Manual.

FORMA DE PEDIR EL ALAMBRE

Siempre que sea posible, el alambre se deberá pedir de acuerdo con las especificaciones del país en que se vaya a utilizar o especificaciones reconocidas como la Británica B.S.2691 y la Americana ASTM-A. 421 usadas en este Manual. Además, se deberá especificar el diámetro del alambre, el acabado (liso, estampado u ondulado), el tamaño del rollo (Rollos Normales o Rollos Grandes) y la mínima resistencia a la tensión requerida.

PROPIEDADES MECANICAS

Las tablas siguientes muestran en detalle los valores mínimos generalmente obtenidos en la práctica, tanto en lo que se refiere a las propiedades elásticas del alambre para preesfuerzo, como al grado de ductilidad, medido por la prueba de dobleces. Estas tablas incluyen la mayor parte de los diámetros disponibles para el concreto preesforzado e indican para cada medida varios rangos de resistencia a la tensión. Debe notarse que el alambre en Rollos Grandes tiene propiedades elásticas más elevadas que el alambre suministrado en Rollos Normales. Los siguientes datos son de interés:

Módulo de Elasticidad

La estadística obtenida de una gran cantidad de pruebas indica que, en el alambre para preesfuerzo de un tamaño y calidad determinados, el módulo de elasticidad no varía en más de un ± 5%.

Elongación a la Ruptura

No se puede determinar con precisión la elongación final a la ruptura. Tiene cierta relacion con la resistencia a la tensión pero depende principalmente de la relación del diámetro del alambre con el largo de la muestra calibrada y varía si la medición se hace en el momento en que falla y se rompe el alambre, o en el momento en que ya ocurrió la ruptura. Bajo este encabezado se pueden incluir una variedad de pruebas que usualmente se pueden efectuar con el mismo alambre. Pueden mencionarse dos requisitos menos usuales: 2% de "elongación uniforme" medida fuera de la zona deformada por la fractura, sobre una calibración de 100 mm (4"); y 4% después de la fractura en una calibración de diez veces (10X) el diámetro del alambre.

Relajamiento

El relajamiento del alambre previamente enderezado, suministrado en Rollos Grandes, es de aproximadamente 4% después de 1.000 horas, a partir de una tensión inicial del 70% de la resistencia a la tensión.

Referencias:	INSPECCION DEL ALAMBRE	4
	RELAJAMIENTO	5
	CORROSION POR ESFUERZO	5
	ACABADO DEL ALAMBRE Y TAMAÑO DE LOS ROLLOS	1
	CARGAS DE PREESFUERZO Y GRAFICAS CARGA-DEFORMACION	3

El rango de resistencia normal para cada tamaño de alambre se indica en tipo más negro.

DIAMETRO DEL ALAMBRE mm	RESISTENCIA A LA TENSION		VALORES MINIMOS PRACTICOS					
			ESFUERZO DE PRUEBA 1 K/mm2				DOBLECES INVERSOS	RADIO DEL DOBLEZ mm
			ROLLO NORMAL		ROLLO GRANDE			
	k/mm2	Ton/pulg2	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%		
7·0	145/160	92·1/101·6	—	—	124	132	7	20
	150/165	95·2/104·8	—	—	127	136	7	
	160/175	101·6/111·1	—	—	136	145	6	
5·08	145/160	92·1/101·6	104	117	124	132	8	15
	160/175	101·6/111·1	115	129	136	145	7	
	175/190	111·1/120·6	125	141	149	157	6	
5·0	145/160	92·1/101·6	105	118	124	132	8	15
	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	7	
	175/190	111·1/120·6	125	141	149	157	6	
4·88	145/160	92·1/101·6	105	119	124	132	8	15
	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	7	
	175/190	111·1/120·6	126	142	149	157	6	
4·06	145/160	92·1/101·6	105	119	124	132	8	12·5
	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	7	
	175/190	111·1/120·6	126	142	149	157	6	
4·0	145/160	92·1/101·6	105	119	124	132	8	12·5
	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	7	
	175/190	111·1/120·6	127	143	149	157	6	
3·65	145/160	92·1/101·6	105	119	124	132	8	10
	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	8	
	175/190	111·1/120·6	127	143	149	157	7	
3·25	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	9	10
	175/190	111·1/120·6	127	143	149	157	8	
	190/205	120·6/130·2	137	155	161	170	7	
3·0	160/175	101·6/111·1	116	130	136	145	10	10
	175/190	111·1/120·6	128	144	149	157	9	
	190/205	120·6/130·2	138	156	161	170	8	
2·64	175/190	111·1/120·6	130	144	149	157	10	7·5
	190/205	120·6/130·2	140	156	161	170	9	
	205/220	130·2/139·7	151	168	174	183	8	
2·03	190/205	120·6/130·2	140	156	—	—	9	5
	205/220	130·2/139·7	151	168	—	—	8	
	220/235	139·7/149·2	162	180	—	—	7	
2·0	190/205	120·6/130·2	140	156	—	—	9	5
	205/220	130·2/139·7	151	168	—	—	8	
	220/235	139·7/149·2	162	180	—	—	7	

El número de dobleces inversos puede ser un poco menor con alambre estampado.

CABLE DE SIETE ALAMBRES PARA CONCRETO PREESFORZADO

Especificaciones y Propiedades Mecánicas del Cable

En las siguientes tablas se indican los valores mínimos correspondientes a las propiedades mecánicas de los cables de 7 alambres. Estos valores son ligeramente superiores a los indicados en la especificación ASTM-A. 416.59T, que es, posiblemente, la más común para este tipo de cable.

RELAJAMIENTO

El relajamiento de la carga en el cable de 7 alambres para preesfuerzo, con una tensión inicial del 70% de la resistencia especificada es del 5 al 6½% después de 1.000 horas.

DIAMETRO NOMINAL	RESISTENCIA MINIMA A LA RUPTURA	LIMITE MINIMO PROPORCIONAL (al 0.01 %)	CARGA MINIMA AL 1.0% DE DEFORMACION	ELONGACION MINIMA EN 61 cm A LA RUPTURA
mm	kilos	kilos	kilos	%
7·94	7031	4218	5976	4
9·52	9525	5715	8097	4
11·1	12701	7620	10796	4
12·7	16783	10070	14265	4
15·2	23133	13880	19663	4

DIAMETRO NOMINAL	RESISTENCIA MINIMA A LA RUPTURA	LIMITE MINIMO PROPORCIONAL (al 0.01 %)	CARGA MINIMA AL 1.0% DE DEFORMACION	ELONGACION MINIMA EN 24" A LA RUPTURA
Pulgadas	Libras	Libras	Libras	%
7/16	15,500	9,300	13,175	4
1/2	21,000	12,600	17,850	4
9/16	28,000	16,800	23,800	4
5/8	37,000	22,200	31,450	4
0·6	51,000	30,600	43,350	4

MODULO DE ELASTICIDAD

Aparte de las especificaciones requeridas debe notarse que el método de fabricación y el hecho de que el cable esté constituido por 7 alambres, tienden a compensar diferencias en el cable de un rollo o carrete a otro. De un gran número de pruebas registradas se desprende que el módulo de elasticidad del cable de 7 alambres para preesfuerzo generalmente no variará en más de un + 5% en toda una serie de embarques, ni en más de un ± 4% en una misma entrega, ni en más de un ± 1½% entre los dos extremos del cable en un carrete.

Puede considerarse que el módulo de elasticidad promedio para el cable de 7 alambres 'normalizado' es de unos 20.000 k/mm² (28.500.000 p.s.i.). Debe mencionarse que las determinaciones del módulo se hacen sobre los valores de deformación obtenidos durante la primera aplicación de la carga, ya que ésto es lo que ocurre en la práctica.

Referencias:

INSPECCION DEL CABLE		9
RELAJAMIENTO CORROSION		10
CABLE	LONGITUDES PESOS AREAS	6
CARGAS DE PREESFUERZO Y GRAFICAS		8

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONCRETO LANZADO

A N E X O

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONCRETO LANZADO

CONCRETO LANZADO

I. GENERALIDADES

1-1. DESARROLLO

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas. Su aplicación en todo tipo de obras de ingeniería civil y minería se extiende cada día más. A continuación se explican sus notables características, que son la base de sus magníficos resultados.

El concreto lanzado se define (ACI-506-66) como "mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad contra una determinada superficie".

La Allentown Cement Company patentó, en 1909, el mortero lanzado, al que llamó "gunite", y una máquina lanzadora, "cement gun". Su empleo por primera vez, en una obra subterránea, se estima que fue en 1914, en la mina experimental de Brucetown, de la Oficina de Minas de Pittsburgh. Posteriormente se ha aplicado como protección de superficies de roca, contra el deterioro por intemperismo y, en ocasiones, como medida de soporte temporal.

Sin embargo, esta última función la ha cumplido en forma limitada, ya que tiene tendencia a desprenderse ante presión de roca, por mínima que ésta sea. Puede aplicarse sólo en capas relativamente delgadas, $\pm$ 25 mm. (1"), las cuales en promedio pueden ser aún de menor espesor si se tienen en cuenta las irregularidades de la superficie de la roca, que agravan el problema de adherencia entre las capas.

Además, lleva aparejadas contracciones excesivas y agrietamientos consiguientes debido al alto contenido de cemento que suele tener.

En la postguerra, los países del centro de Europa (Austria, Suiza y el Norte de Italia) desarrollaron multitud de trabajos subterráneos en relación con obras hidroeléctricas y viales. En 1952, se usó con buenos resultados el mortero lanzado como único medio de soporte y revestimiento de los túneles de presión y de otros túneles en el desarrollo hidroeléctico suizo de Maggia.

En los años siguientes, surgió el empleo del concreto lanzado como resultado de la aparición de máquinas lanzadoras capaces de mover agregados de hasta 25 mm. (1") de grueso y de mezclar, en forma controlada, los inertes y el cemento, y a raíz de la introducción de aditivos poderosos, endurecedores y aceleradores del fraguado del cemento, que permitieron aplicar el nuevo concreto en superficies húmedas y aún en presencia de flujos de agua fuertes.

Entre 1953 y 1967 se demostró su bondad en numerosos proyectos subterráneos austríacos, suizos e italianos, en condiciones tan variadas como la prevención de aflojamiento de rocas química y estructuralmente inestables; la estabilización de material heterogéneo de deslizamientos antiguos y de materiales blandos y húmedos; el soporte, combinado con anclas inyectadas, de excavaciones en terreno milonitizado de esquistos sericíticos muy húmedos que producen altas presiones de roca; y la excavación (del metropolitano milanés) en gravas no cementadas. Sólo en algunos de estos casos se usó soporte adicional de marcos de acero (o de celosía de acero y concreto lanzado) y malla.

La experiencia sueca, en rocas más competentes que las alpinas, ha promovido el uso de concreto lanzado sin refuerzo, muchas veces aplicado sólo en las grietas y juntas de las masas de roca.

En 1960-62, Aliva, una firma suiza fabricante de equipo lanzado, llevó sus máquinas y la técnica de su uso a Sudamérica, primero a Venezuela y después a Chile y Perú.

Para 1965, Japón ya se había incorporado al desarrollo de la nueva técnica.

En Norteamérica empieza a aplicarse hasta 1967, cuando la firma canadiense Mason, Dolmage y Stewart lo pone en práctica en un túnel ferroviario en Vancouver, Canadá. Este retraso de Norteamérica en aceptar el concreto lanzado parece obedecer, por una parte, a que, no teniendo restricciones de acero, no se vió la necesidad de buscar un sistema de ademe más económico que los marcos de acero

convencionales y, por la otra, que las experiencias con el mortero lanzado como soporte de excavaciones subterráneas habían sido, las más de las veces, negativas.

En suma, el concreto lanzado ha probado su efectividad en la prevención del aflojamiento de la roca en una gran variedad de condiciones geológicas. Su uso es particularmente útil en rocas blandas. Ha sustituído a los métodos convencionales alpinos de ataque en galerías múltiples, al permitir, con igual seguridad, el avance a sección completa o a media sección y banqueo. En varios casos es viable y más expedito que el tablestacado llevado adelante del frente, en excavaciones subterráneas, donde este sistema hubiera sido indispensable de no contarse con el concreto lanzado.

1-2 FUNCIONES

Se ha formulado una gran variedad de ideas acerca de la manera en que el concreto lanzado cumple su función como soporte y protección en una excavación subterránea. Los cuatro factores mencionados por C. Alberts (1963-1965), representante de la técnica sueca, quizá sean los más generalmente aceptados como componentes de dicha función:

1.- El concreto lanzado se introduce con fuerza en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie de la roca, cumpliendo, en esta forma, la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

2.- El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y, por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua.

3.- La adhesión del concreto lanzado a la superficie de la roca, y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden, en una gran medida, la caída de bloques sueltos de roca, desde el techo del túnel.

4.- Una capa contínua de concreto lanzado (15 a 20 cm.), constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

Estos conceptos hacen referencia a la cualidad de soporte de presiones de aflojamiento. La técnica sueca tiene la desventaja de que reside mucho en el juicio o criterio del responsable del frente.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

"¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?

"Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso.

"Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superifice de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluír plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

"El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben preparse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad".

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austríaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) pregonan una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños, σ_2 y σ_3, son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller —citan los Mason—, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos: Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la desintegración de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales. Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella, se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

ó 30 cm. (8 ó 10") puede destruir la flexibilidad requerida para ajustarse al flujo de la roca. Las rocas muy quebradas y frágiles, las brechas, los aglomerados y los conglomerados sueltos, y los materiales plásticos blandos, pueden formar grandes o extensas zonas de tensión antes de que el concreto lanzado se aplique. En estos casos, el anclaje sistemático ha demostrado incrementar la cohesión y preservar la integridad de estos materiales contra la relajación o desintegración y el deterioro. En ésto se basa el Nuevo Método Austríaco de tunelco, una de las técnicas aplicadas en los más asombrosos proyectos de los últimos tiempos.

Para que el revstimento de concreto lanzado dé buenos resultados, su interacción con la roca debe ser tal que se impida el movimiento contínuo de ésta. Su verdadera función es más bien de colaboración con ella. En otras palabras, el objeto del concreto lanzado es el de mantener el equilibrio de la roca alrededor del túnel, reforzado su capacidad de autosoporte, más bien que tratar de reemplazar o reproducir las propiedades de soporte de la roca que se removió del túnel al excavar.

La gran ventaja del concreto lanzado es que se puede aplicar muy rápidamente para soportar toda la periferia de una excavación subterránea, ya sea perforada con máquina o excavada con explosivos. Tiene, además, una gran flexibilidad para aplicarse en cualquier momento y para traslaparse con otras actividades del proceso de excavación, con lo cual se logran importantes ahorros de tiempo en el ciclo de trabajo.

1-3. METODO

Existen dos procedimientos para aplicar el concreto lanzado: el de mezcla húmeda y el de mezcla seca.

El primero consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento y agua, introducir la mezcla resultante en un recipiente para de ahí conducirla neumáticamente a través de una manguera y expulsarla finalmente por una boquilla. Tiene la ventaja de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Pero el equipo disponible maneja agregado máximo de sólo 9.5 mm. (3/8"). Por otra parte, como los aditivos, por su acción rápida, no es posible añadirlos antes de la boquilla, es imposible lograr un mezclado completo de los mismos, ya sea que vengan en forma de polvo o en forma de líquido; por ello el producto no llega a adherirse bien del todo a superficies húmedas. Al tener una relación agua-cemento predeterminada, se presta menos a la flexibilidad de aplicación que se requiere, sobre todo en trabajos subterráneos, cuando las condiciones del terreno son cambiantes y

RELACION DE OBRAS SUBTERRANEAS EN LAS QUE SE HA USADO CONCRETO LANZADO

TUNEL	GEOLOGÍA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TECHO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
1. Adams, agua, colorado	gneis desintegrado.	10' de dia. (3 m)	hasta 4000' (1230m)	Marcos de acero y gunita para terreno que se hincha y fluye grandes presiones.	(USBR, 1957)
2. Austriaco hidroeléctrico	gneis quebrado caolinizado, muy húmedo	8m2	250m	30 cm. de concreto lanzado con pernos de anclaje, presión propia de la roca.	Rabcewicz (1964-1965)
3. Kaunertal hidroeléctrico	gneis esquistoso pizarra micácea, todos los grados de alteración	10-20m2	hasta 1100m	marcos completos con concreto lanzado, presiones propias de la roca	
4. Lierasen RR Noruega	montmorilonita alteraciones y bandas de montmorilonita en granito.	60 m2 9.5 x 6.5m	50-200m	Exito limitado con 6 cm. de concreto lanzado en roca que se hincha y se desintegra en láminas.	Cecil (1967) Haland (1967)
5.- Massenberg carretera, Austria	esquisto arcilloso muy blanco, en parte desintegrado	11m de dia.	60 m	Método belga modificado con pernos de anclaje y 20 cm de concreto lanzado, presiones propias de roca	Rabcewicz (1965-65)
6. Renström mina, Suecia.	sedimentos volcánicos muy esquistosos.	25m2	750m	2 cm para impedir la desintegración en lajas.	Alberts (1965)
7. Autopista Genova - Bestri Italia	Sedimentos calizos, estratificados	--	--	aparentemente para terreno con tendencia a aflojarse	Martinelli y Minghetti(1965)
8. mina de asbesto de King Canada	peridotita serpentinizada, muy alterada localmente	galerias pequeñas	500-850 pies (150-250m)	tres capas de gunita de 1/4 de pulgada cada una para impedir el aflojamiento	Foster & Harris (1957)
9. La Planicia Autopista-Venezuela	esquisto gráfitico diajunto en capas sueltas.	650 pies cuadrados	100m	4-6 pulgada de concreto lanzado y anclas, marcos de acero necesarios con cubeta de concreto para la roca más alterada, terreno que se afloja.	Kobler(1966) Rabcewicz(1964-1965)
10. Grandes cavidades sitio de exportación de Nevada	Toba estratificada, maciva	120'x120'x75' 37m x 37 m x 23m	1400 pies 430m	gunita en combinación con pernos de anclaje y malla de acero para impedir el aflojamiento	Cording(1960)
11. Metro de Milán	arena y grava	16'x20' 5.5x6.10m.		lanzado de concreto sobre la frente y en el túnel, excavación con palas neumáticas.	Chuso(1965)
12. Moffat, RR, Colorado	gneis suelto desintegrado	--	hasta 2600' (735-)	1 1/2" de gunita para terreno que se afloja	Hitchcock & Tinkler (1927)
13. Seikan RR, Japón	toba, liscolita tobabreccia lava, arenisca lutita	túneles piloto	80-100m	concreto lanzado utilizado para sustituir marcos de acero, terreno que se afloja	Japón RR (1960)
14. Sierra Ripoli Autopista Italia	viejos rellenos de deslizamientos, arcillas cargadas de agua, arenas no coheridas, caliza, lutita	110x2	20-100m	galerías múltiples, de adobe pasado de madera en un túnel, concreto lanzado en túnel paralelo, el concreto lanzado no causó problemas y resultó un poco más barato	Zanon (1961) Kobler(1966) Rabcewicz(1964-65.)
15. Tehachapi túneles agua, California	a. gneis de diorita	30 pies de dia. (9.20m)	menos de 600' (180m)	terreno fracturado en bloques un derrumbe en una zona falla	Cecil(1963) Hinelanti et al (1963)
	b. cuarcita roca filitica, esquistos, algunas alteración	30 pies de dia.	menos de 600'	concreto lanzado utilizado entre y cerca de los marcos como soporte auxiliar en zonas [illegible]	

TUNEL	GEOLOGIA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TECHO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
16. Vancouver RR Canada	Lutitas, areniscas conglomeradas	20'x29' 6.10x9.90m)	150-300' 46-92 m	4 a 6" aplicadas inmediatamente después de la tronada en terreno que se afloja	Hasen EK (1960) Kapon, RE (1966)
17. Hemsil 1 canal de abastecimiento.- Noruega.-	fallas llenas de montmorillonita	12m2	150m	falla del concreto lanzado -- por arcillas expansivas	Brekke & Selmer Olsen (1965)
18. Höljes canal de desagüe Suecia	pórfido de cuarzo alterado, esquisto de sericita, fuertes alteraciones de caolin y montmorilonita	140m2	50-100m	concreto lanzado con ROBOT aplicado inmediatamente después de la tronada, 8-20 cm para adobe provisional, 20-40cm para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento	Farlsson & Fryk, (1961) Vattenbyggnadsbyra (1960)
19. canal de desagüe de Sultanare. Suecia	granito alterado en montmorillonita	100m2 9 x 12m	20m	falla debida al hinchamiento de la montmorillonita.	Cecil (1967)
20. Carretera de Swartberg, Noruega	esquisto, fallas con arcilla que se hincha.	40m2	--	20 cm de concreto lanzado con malla de acero, arcilla que se hincha, algunas fallas.	Bakken (1968)
21. Canal de desagüe de Sellajö Suecia	esquisto con montmorillonita, zona fallada	64m2 9x7.6m	120m	10 cm de concreto lanzado inmediatamente después de la tronada, derrumbe de 4000m3 en arcilla expansiva en zona de falla	Cecil (1967)
26. Ensenada de Fiover	riolita, localmente	60-90m2	50-100m	Fuertes flujos de agua -- (10001t/min), probablemente la peor roca tratada con concreto lanzado en un gran túnel.	Kranere, (1967) Eilertsen (1967)
27. Canal de abastecimiento de Pendelinn, Noruega	zonas de montmorillonita y talla en arcona.	30-50m2	100m	fallas locales por la poca adherión del concreto lanzado con la arcilla. Refuerzo provisional con concreto lanzado.	Cecil (1967)
28. San Jacinto agua.	granito fallado, esquisto de mica.	--	--	construcción de concreto -- lanzado en forma de anillo. Inyección grandes flujos de agua a presiones elevadas.	Thompson (1966)
22. Minas de carbón en Gran Bretaña	capas de carbón	--	--- --	como soporte permanente incombustible	Lansdown & McClunie (1959)
23. minas de carbón en Pensilvania Occidental	carbón, pizarra y arcilla	--	----	gunita para impedir el desmoronamiento por la acción del aire	Jeffers (1941)
24. Barkarstöö agua, Suecia	gnoise, fuertes flujos de agua en varios lugares	12m2	20-100m	lanzado de concreto en roca -- muy húmeda	Sandell (1960)
25. Lidhean, transporte Suecia	pizarra caliza con zonas arcillosas y esquistosas, fuertes -- efluios de agua	600m, 12m2	20-90m	concreto lanzado utilizado como refuerzo y para desviar el agua, inyección de cemento --- complementaria.	Berndtsson (1966)

obligan a variar rápidamente la cantidad de agua. Lleva, además, los riesgos de taponamiento inherentes a todo concreto bombeado cuando por alguna causa se interrumpe el suministro o la expulsión.

Este método se considera adecuado para emplearse con operadores poco capacitados y, en particular, en los accesos de pequeñas dimensiones a minas, los cuales en su mayor parte están secos.

El procedimiento de mezcla seca consiste en una revoltura de agregados, algo húmedos, y cemento, que es alimentada a una máquina lanzadora, de la cual se envía en un chorro de aire a presión a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión. El agua de hidratación se añade en la boquilla misma, inmediatamente antes de la expulsión. La cantidad de agua la regula manualmente el lanzador. Los aditivos en polvo se añaden en la mezcla seca cuando ésta se alimenta a la máquina lanzadora; si se usan aditivos líquidos, éstos se mezclan con el agua de hidratación antes de llegar a la boquilla.

El procedimiento de mezcla seca es el más extensamente empleado para aplicar concreto lanzado de agregado grueso, particularmente en obras subterráneas.

1-4 MEZCLAS

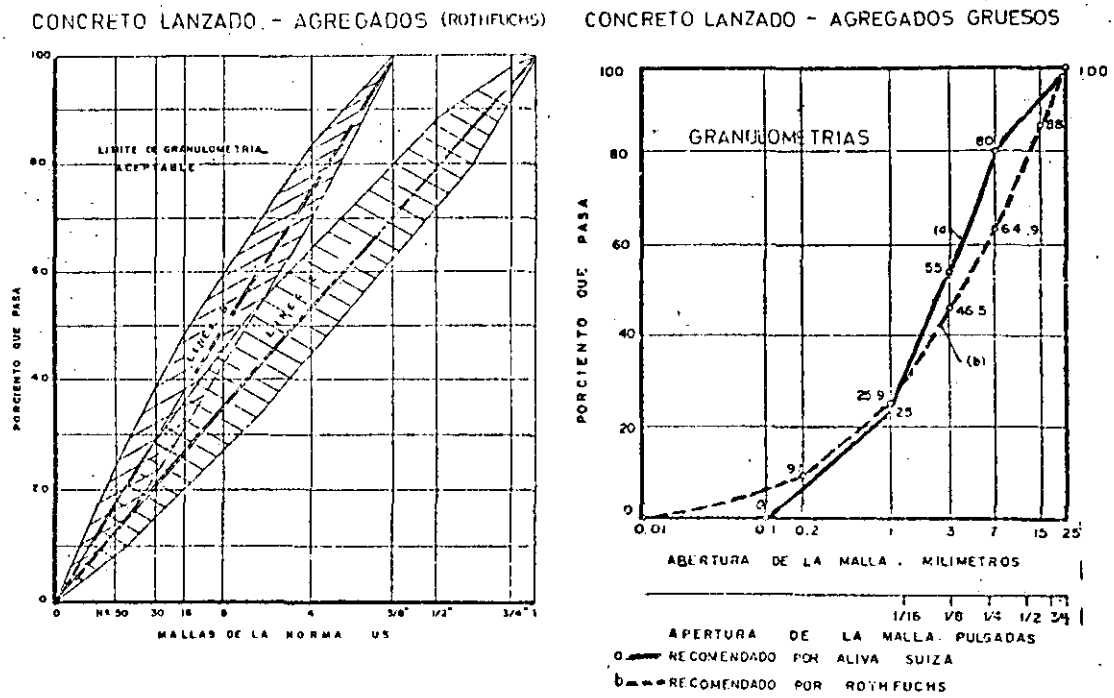
La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

La densidad de sólidos de los agregados debe ser 2.55 a 2.65 y el módulo de finura de la arena debe estar comprendido entre 2,5 y 3.0. Para agregados fuera de estos límites el contenido de cemento requiere ajuste.

El agregado debe cumplir con las normas ASTM y estar bien graduado. Así puede obtenerse compactación óptima, máxima densidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión y mínimo rebote. El agregado compuesto por partículas alargadas y aplanadas o el que contiene partículas astillables no da buena compactación y requiere corrección de las mezclas en los contenidos de agua y cemento.

Es el agregado grueso el que da estructura a la mezcla y el que la compacta al martillarla con presiones de 3 a 5 Kg/cm^2.

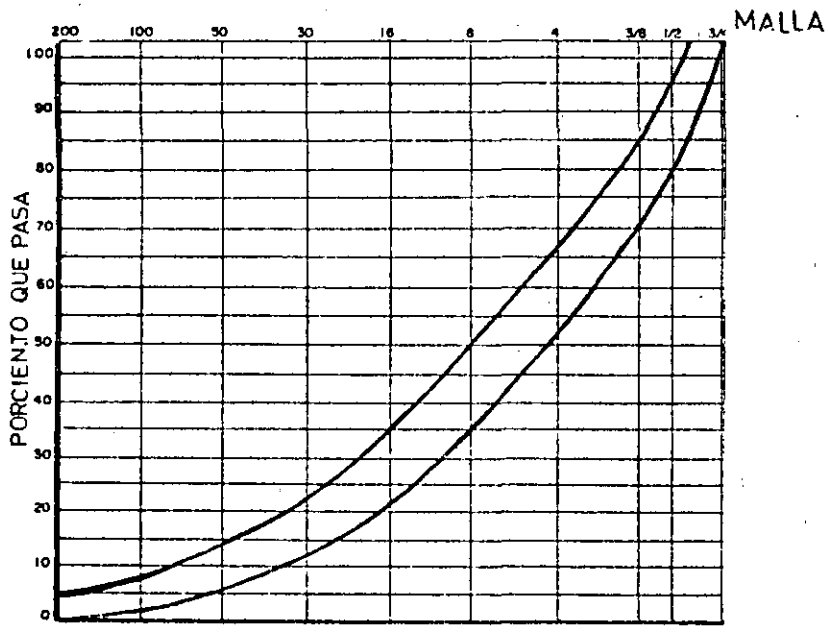
LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").



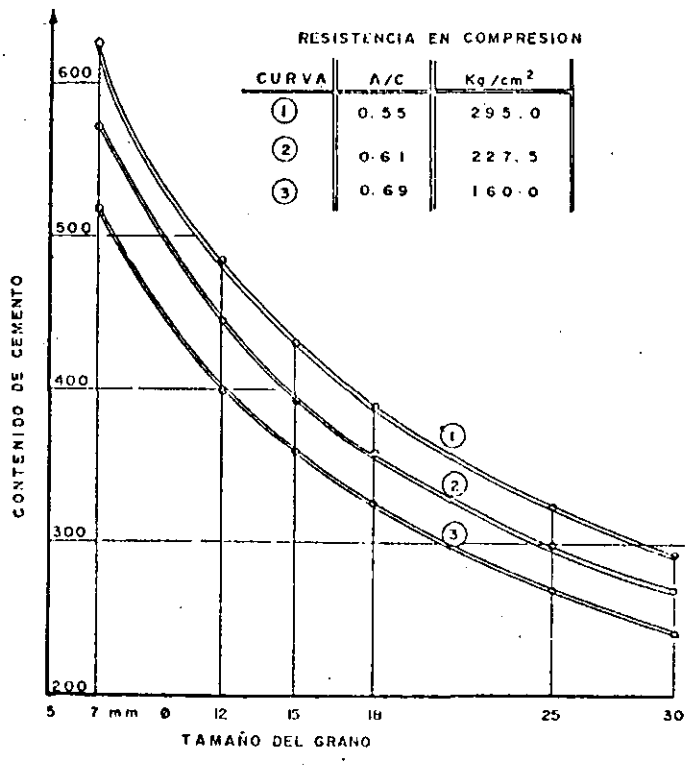
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

LIMITES DE GRANULOMETRIA ESPECIFICADOS PARA LAS OBRAS DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CONCRETO LANZADO : LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION CEMENTO - TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD
(DROGSLER)



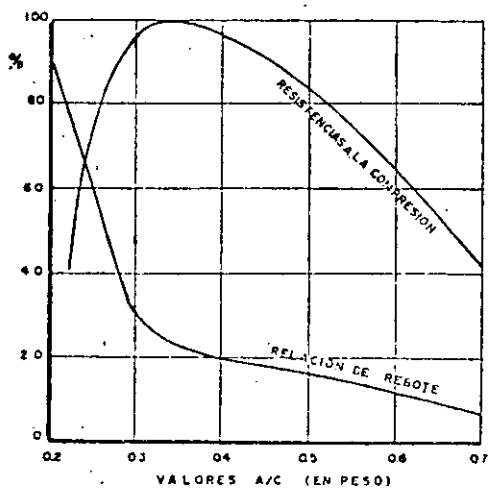
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que dá lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por m^3, cuando alcanzó 480 kg/m^3 se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, (450 kg/m^3). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

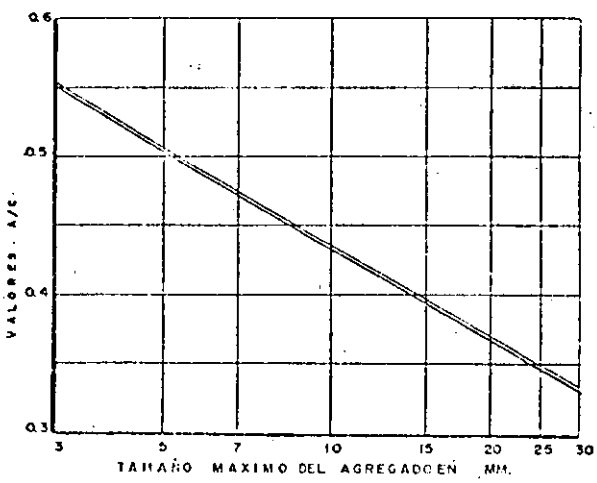
Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



EFECTO DE LOS VALORES DE A/C (SEGUN LINDER)



REQUISITOS DE A/C PARA LAS GRANULOMETRIAS B Y E CONTENIDO DE CEMENTO CONSTANTE (SEGUN LINDER)

Los aditivos enérgicos, endurecedores y acelerantes del fraguado, producidos en la Europa Alpina, y cuyo uso se ha extendido después al resto del mundo, dan al concreto lanzado algunas de sus características más apreciadas, a saber, el poder aplicarse en terreno húmedo o mojado y el poder controlar fuertes filtraciones de agua.

Los principales ingredientes activos son: aluminato de sodio e hidróxido de sodio, con carbonatos de sodio, potasio y calcio e hidróxido de calcio como catalizadores. Debe verificarse la compatibilidad del acelerante con el cemento empleado; sus ingredientes pueden variarse (en sus proporciones relativas) para adaptarlos a los cuatro componentes principales del cemento Portland.

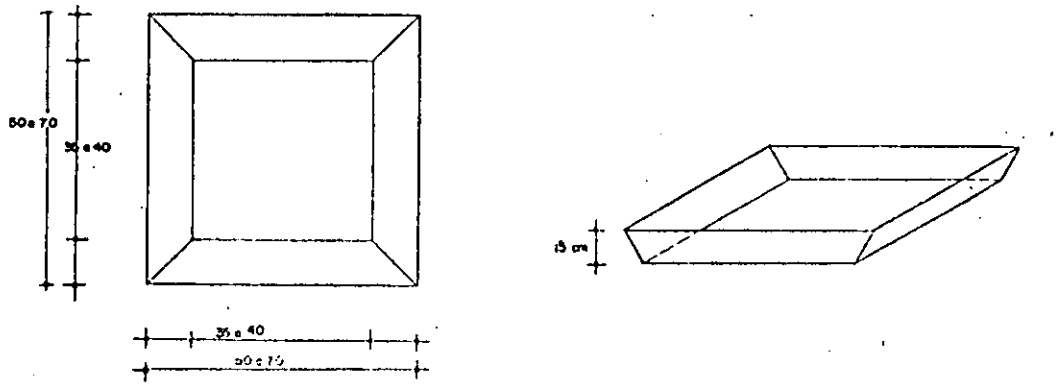
Las dosificaciones de aditivo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

El aditivo permite aumentar el espesor de las capas de concreto lanzado; el fraguado rápido y endurecimiento que provoca, le da al revestimiento resistencia para soportar tronadas a las pocas horas de aplicado (dos horas en Vancouver); reduce además el rebote.

En las primeras aplicaciones, cuando el espesor es muy delgado, se suele emplear más cantidad de aditivo para lograr una alta adhesividad aún a costa de una resitencia a la compresión más baja (hasta 30% menor que el concreto no acelerado). Las capas posteriores pueden llevar menos aditivo y su detrimento en la resistencia a la compresión será insignificante.

Un fraguado inicial máximo de 1 1/2 horas y uno final de 12 horas son los que se especifican normalmente, pero estos tiempos son demasiado largos, sólo útiles para trabajos de recubrimiento. Si se quieren dominar las filtraciones de agua y soportar el terreno de poca cohesión, se requieren tiempos de fraguado inicial y final muy cortos. Para el túnel de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se ensayaron pastas de mortero con distintos aditivos y cementos y se lograron tiempos de 30 a 120 segundos.

ARTESA DE MADERA SOBRE LA QUE SE LANZA PARA OBTENER LAS MUESTRAS DE C. L.



OBJETO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se requirió determinar el tiempo de fraguado de pasta de cemento conteniendo cuatro diferentes productos acelerantes, propuestos para aplicarse en la elaboración de concreto lanzado neumáticamente, alternando el uso de dos cementos distintos.

MUESTRAS

Se dispuso de muestras de los siguientes productos acelerantes:

Sigunite (polvo)

Rapidur (polvo)

PozLig XX (polvo)
Stabilator (Líquido)

y de los siguientes cementos:

Cruz Azul, tipo II

Tolteca, tipo I

DOSIFICACIONES

Los tres productos en polvo se dosificaron a razón de 3%, en peso, respecto al contenido de cemento.

El producto líquido se dosificó substituyendo 25% del volumen del agua de mezcla.

DETERMINACIONES

Se ensayaron ocho pastas diferentes, empleando los cuatro productos con cada cemento. A cada pasta se le determinó tiempo de fraguado con aguja de Vicat y resistencia a compresión a 4, 8 y 24 horas de edad, usando especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro.

CONDICIONES DE PRUEBA

Teniéndose presente la posibilidad que ocurrieran tiempos de fraguado del orden de 20 segundos, se estableció un procedimiento de prueba que permitiera efectuar la primera observación en ese tiempo, bajo circunstancias comparativas. Las principales condiciones establecidas fueron como sigue:

a) Se usó una relación agua/cemento constante e igual a 0.35, para producir pastas de consistencia ligeramente menos seca de la normal, como es definida en el método ASTM C 187 (1).

b) El mezclado de cemento, agua y aditivo se hizo mecánicamente durante 10 seg, empleando la velocidad media de la batidora para pasta de cemento, especificada en el método ASTM C 305 (2)

c) La determinación del tiempo de fraguado se realizó con el aparato de Vicat, como se describe en el método ASTM C 191 (3). La primera penetración de esta aguja se efectuó invariablemente a los 20 segundos de haberse iniciado el mezclado. Se consideró como tiempo de fraguado final, para fines comparativos, cuando la aguja (.1 mm diám.) ya no penetró en la pasta.

d) Para la elaboración de los especímenes de resistencia a compresión, se usaron moldes cilíndricos desechables, de lámina, con diámetro de 5 cm., y relación de esbeltez aproximadamente igual a dos. Para conservar invariables las condiciones de ejecución, se hizo una pasta individual para cada especímen. Se elaboraron seis especímenes de cada mezcla diferente, para ensayar dos en cada edad de prueba.

R E S U L T A D O S

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO

MEZCLA	TIEMPO FRAGUADO (SEGUNDOS)	RESISTENCIA A COMPRESION // 4 hs. kg/cm²	8 hs. kg/cm²	24 hs. kg/cm²
C-S	150	25	99	150
C-R	3780	23	121	158
C-P	165	20	152	184
C-E	1442	13	60	—
T-S	107	14	67	111
T-R	6040	13	102	154
T-P	60	25	73	148
T-E	1700	4	12	—

CLAVE DE LAS MEZCLAS:

C- Cemento Cruz Azul Tipo II.

T- Cemento Tolteca Tipo I.

S- Aditivo Sigunite; 3 % en peso de cemento.

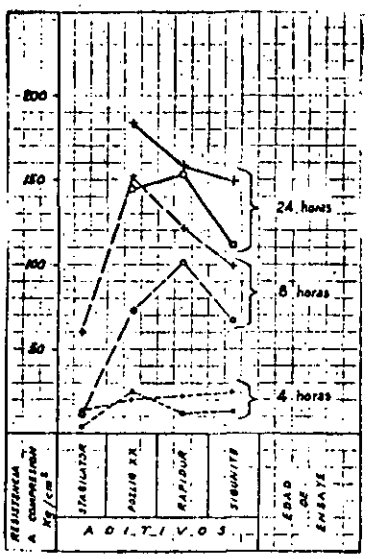
R- Aditivo Rapidur; 3 % en peso de cemento.

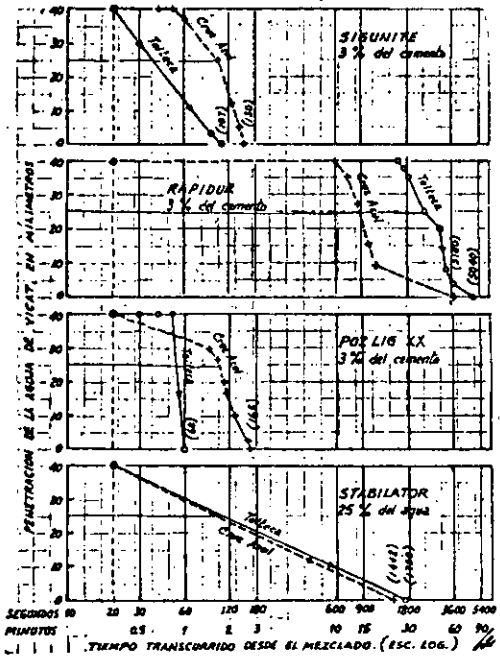
P- Aditivo Poz-Lig; 3 % en peso de cemento.

E- Aditivo Stabilator; Sustituyendo 25% de contenido de Agua

Relación agua cemento en todos los casos A/c = 0.35

// Resistencia cilíndrica (L/d=2) corregida por esbeltez de los especímenes y obtenida del promedio de 2 cilindros compañeros





R E F E R E N C I A S

1. Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.

   ASTM, Designación C 187

2. Método Estándar para Mezclado Mecánico de Pastas y Morteros de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.

   ASTM, Designación C 305

3. Método Estándar de Prueba para tiempo de Fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.

   ASTM, Designación C 191

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

El día 30 de julio, en un sitio próximo a la Lumbrera Núm. 10 del Emisor Central, se llevaron a cabo pruebas de lanzamiento de diversas mezclas de concreto.

El propósito fue ensayar varios aditivos acelerantes, con objeto de calificar su influencia sobre el tiempo de fraguado, la proporción de material rebotado y la resistencia a compresión del concreto colocado.

MEZCLAS ENSAYADAS

Se elaboraron y lanzaron seis mezclas, empleando cemento marca Tolteca tipo I (Hixcoac) en todos los casos. Las principales características distintivas de estas mezclas fueron:

Núm. 1 : Sin Aditivo.

Núm. 2 : SIGUNITE en polvo (3% del cemento)*

Núm. 3 : POZLIG XX en polvo (3% del cemento)

Núm. 4 : FESTERLITH Super A en polvo (3% del cemento).

Núm. 5 : Substitución de 25% del cemento por Puzolana**, en peso y POZLIG XX en polvo (3% del cemento).

Núm. 6 : SIGUNITE en polvo (3% del cemento)*

* En el lanzamiento de la mezcla Núm. 2 se observó baja de presión, por lo cual se repitió usando la presión correcta.(mezcla Núm. 6).

** Material puzolánico de "Puzolanas Activadas, S. A."

TIEMPO DE FRAGUADO

No se dispuso de equipo de campo para medir el tiempo de fraguado del concreto recien aplicado en los tableros de prueba. De tal suerte, la determinación de este tiempo se hizo en forma puramente apreciativa, estimándose que las mezclas ensayadas alcanzaran un grado comparable de endurecimiento al cabo de los siguientes lapsos*:

Núm. 1 : (No se determinó por no contener aditivo).

Núm. 2 : 2.0 minutos.

Núm. 3 : 1.0 minutos.

Núm. 4 : 3.0 minutos.

Núm. 5 : 5.0 minutos.

Núm. 6 : 1.0 minutos.

* El tiempo se consideró a partir de la terminación del lanzamiento sobre los tableros de prueba. El tiempo de llenado de los tableros fue de 15 a 20 segundos.

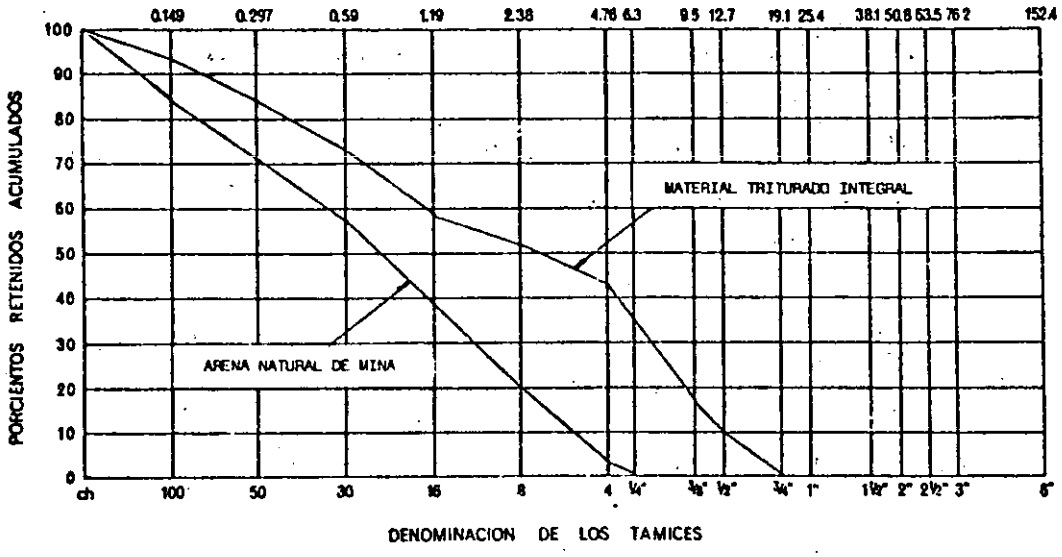
MATERIAL REBOTADO

Se determinó en cada caso el peso de concreto colocado en los moldes y la cantidad aproximada de material rebotado, recuperándolo y pesándolo, con los siguientes resultados:

Mezcla Núm	Concreto colocado (kg)	Material rebotado Peso (kg)	%	Contenido de grava en el rebote(%)
1	51.2	28.6	35.8%	63 %
2	62.5	22.1	26.2%	57 %
3	61.2	13.0	22.7%	47 %
4	64.8	13.2	16.9%	47 %
5	55.9	10.6	15.9%	47 %
6	55.7	10.0	23.4%	51 %

A G R E G A D O S E M P L E A D O S

Se obtuvieron muestras de los agregados. Su contenido de humedad fue 10.8% para la arena natural de mina y 6.2% para el material triturado integral (arena y grava). La composición granulométrica de estas muestras se incluye en gráfica adjunta

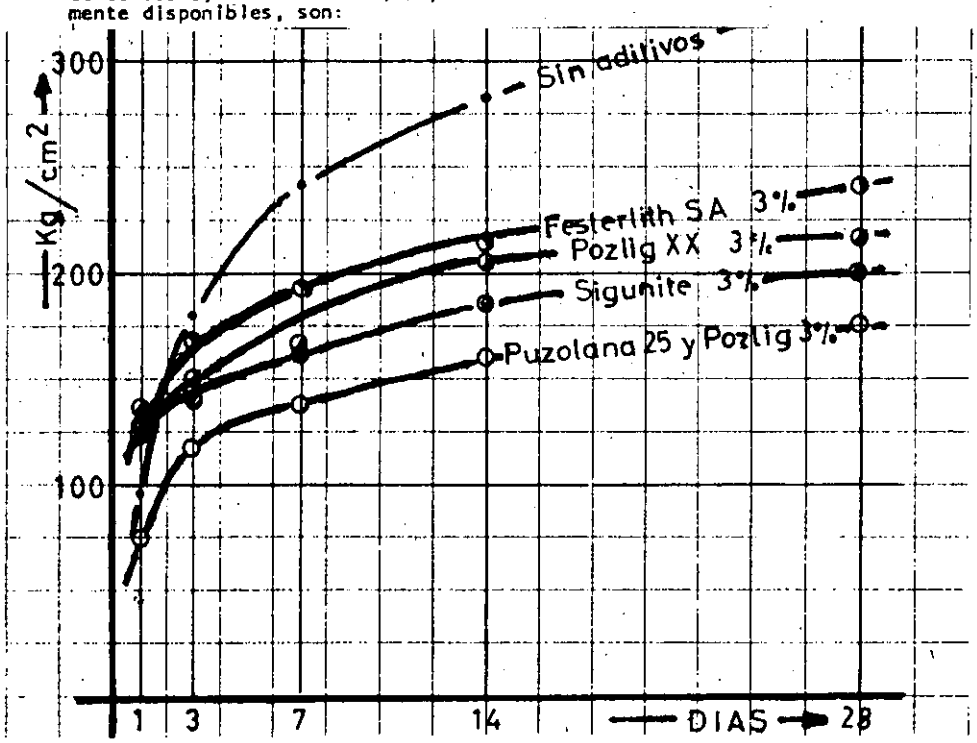


1-5; RESISTENCIA

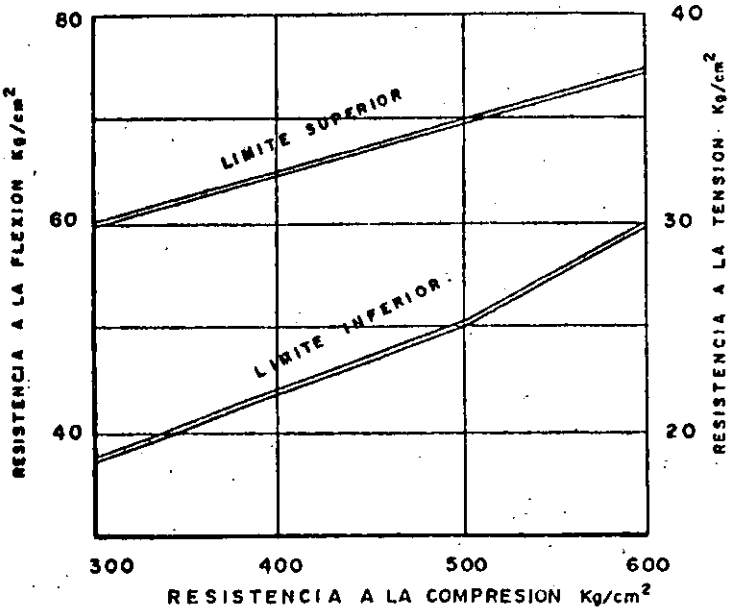
Aunque en la literatura sueca se habla de resistencias de 300 a 700 kg/cm^2 para la compresión a los 28 días, es más real hablar de valores entre 150 y 300 kg/cm^2, que, para fines estructurales, son suficientes. Las resistencias al corte y a la flexión-tensión dependen de la resistencia a la compresión.

RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4'0 de diámetro para determinar la resistencia acompresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:



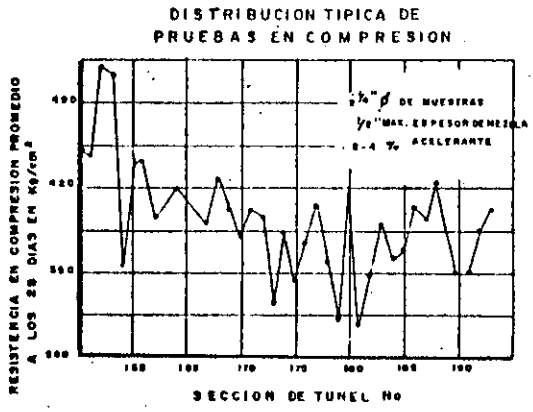
* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y estan referidas a un valor de h/d = 2.



RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA FLEXION, ——
TENSION Y COMPRESION (SEGUN BAYER)

La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.3 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Sueco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm^2.

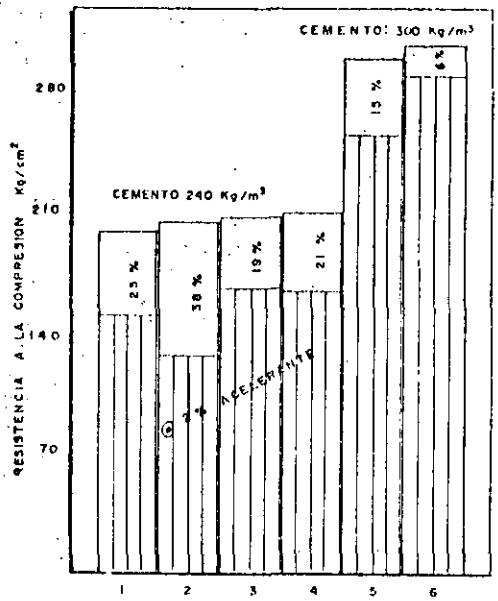
Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.



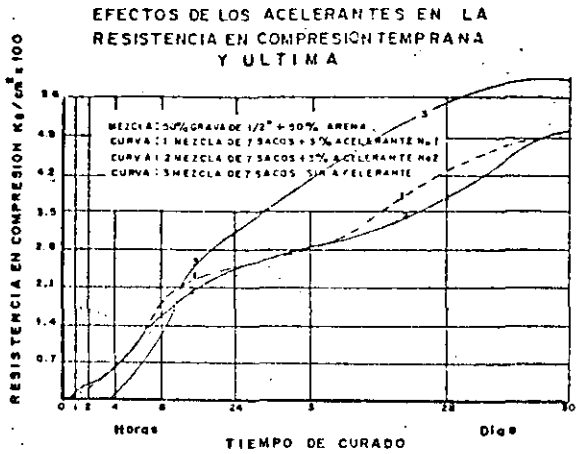
(SEGUN JAN BLANCK, 1973)

Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

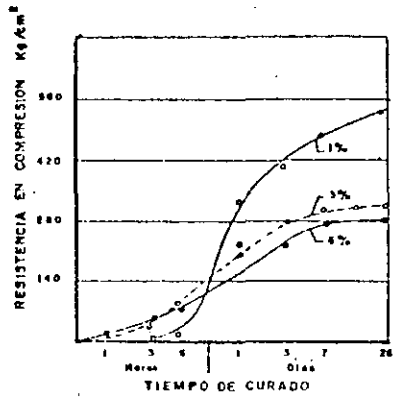
El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20 % deben condierarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.



DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m³ 6 CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTE) (SEGUN LINDER)



(SEGUN JAN BLANCK, 1973)

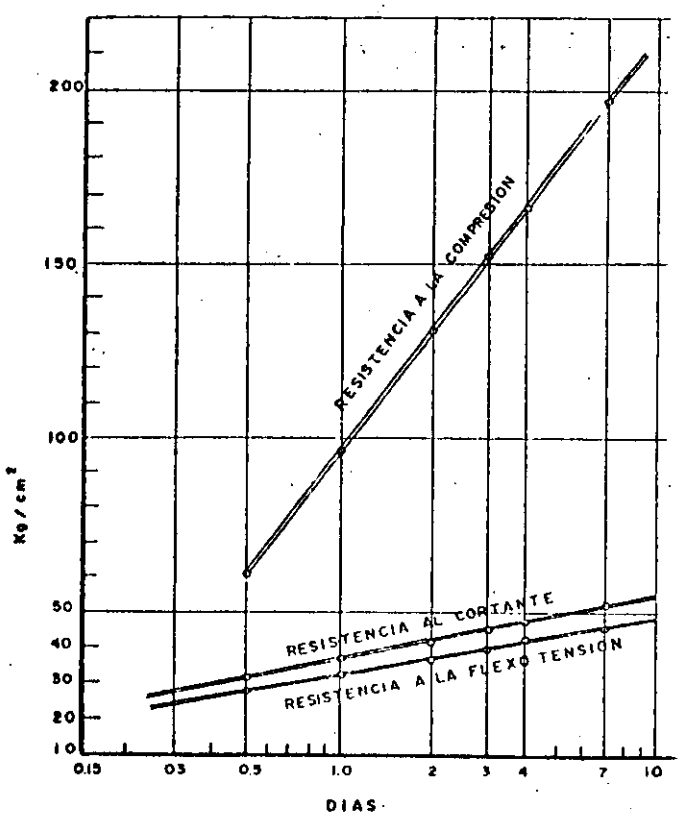


Resistencia en compresión Mezcla de 9 sacos, acelerante TRICOSAL (SEGUN ANDERSON Y POAD, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm² con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

Tiempo de Fraguado	Resistencia a la compresión
Horas	Kg/cm²
2	14 - 18
12	56 - 60

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



(SEGUN RABCEWICZ)

RESISTENCIA TEMPRANA RELATIVA

Se presenta un resumen de las resistencias a la compresión medidas en muestras del concreto lanzado en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

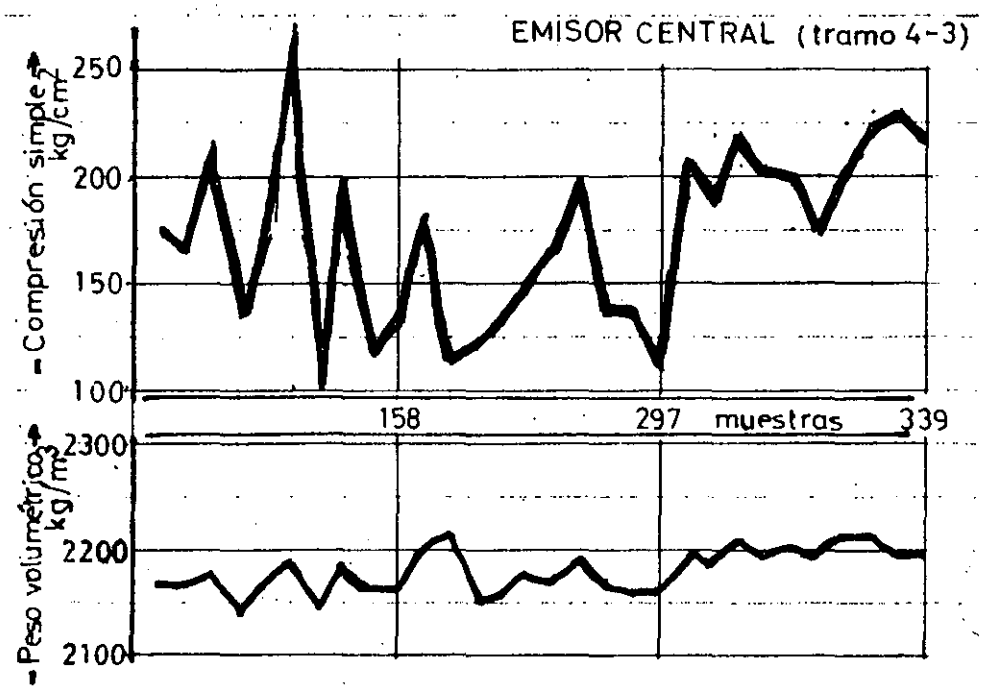
ANALISIS ESTADISTICO DE CARACTERISTICAS DE CONCRETO LANZADO
TRAMO: DE LUMBRERA 4 A LUMBRERA 3 EMISOR CENTRAL
PERIODO: NOVIEMBRE 1971 A BIERO 1973

U N E L, S.A. DE C.V.
GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	23	116 kg/cm2	28.5 kg/cm2	176 kg/cm2	70 kg/cm2
Resistencia 14 días	32	156 kg/cm2	35.5 kg/cm2	276 kg/cm2	99 kg/cm2
% Grava	27	34.9 %	12.3 %	59.4 %	9.7 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	28	11.2 %	2.1 %	16.6 %	7.8 %
Contenido de cemento	27	23.1 %	7.9 %	40.4 %	11.0 %
Peso volumétrico	31	2181 kg/m3	20.5 kg/m3	2214 kg/m3	2140 kg/m3

ANALISIS ESTADISTICO DE CARACTERISTICAS DE CONCRETO LANZADO (TODO EL EMISOR). PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973.	TUNEL, S.A. DE C.V. GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	227	116.9 kg/cm2	35.7 kg/cm2	310 kg/cm2	27 kg/cm2
Resistencia 14 días	316	155.7 kg/cm2	42.3 kg/cm2	334 kg/cm2	63 kg/cm2
% Grava	267	34.3 %	12.9 %	74.9 %	4.2 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	271	10.5 %	2.3 %	20.1 %	2.4 %
Contenido de cemento	263	20.5 %	7.2 %	50.5 %	5.4 %
Peso Volumétrico	316	2179 kg/m3	27.6 kg/m3	2282 kg/m3	2070 kg/m3



1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe

hacerse por peso en una mezcladora o revolvedora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

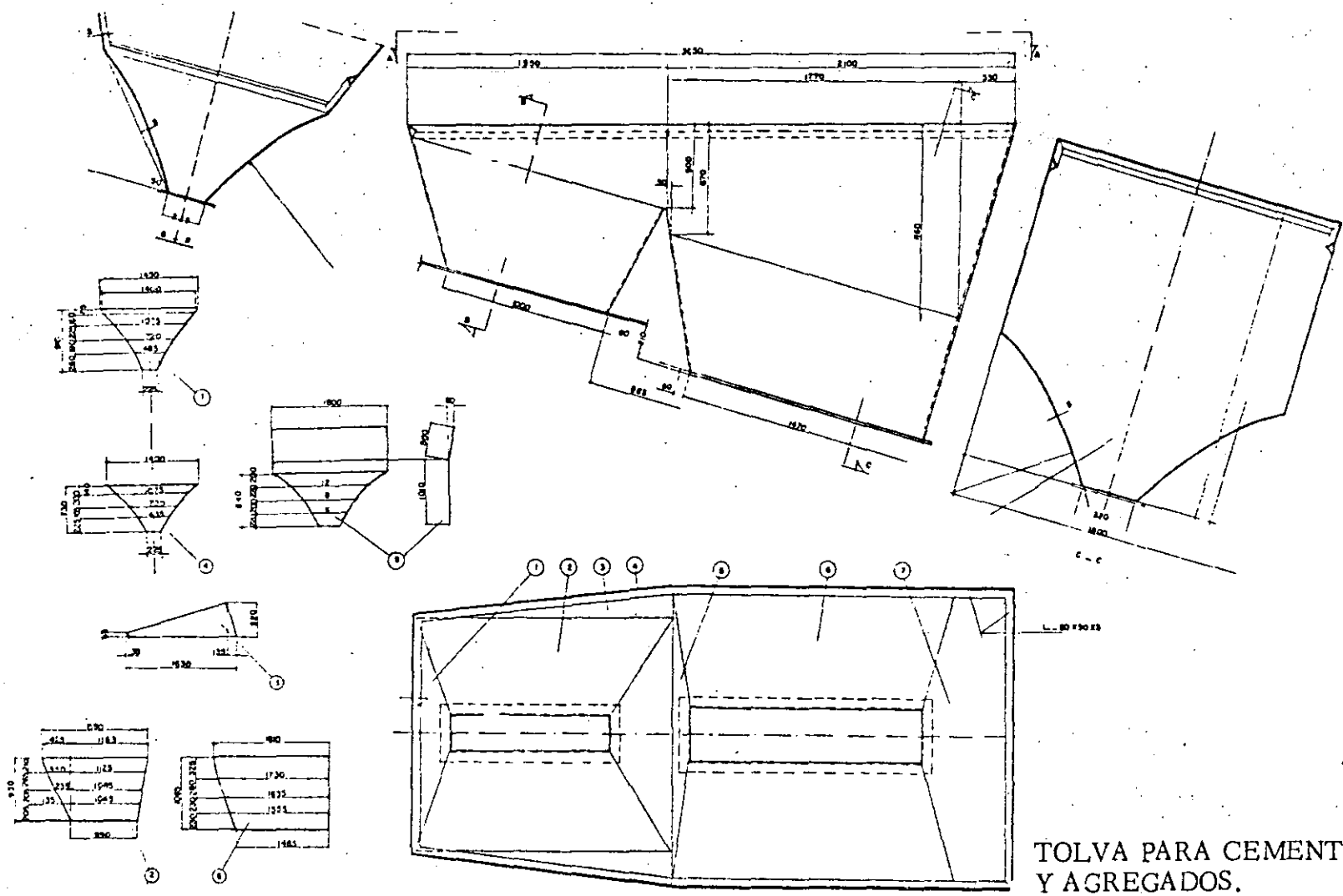
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., sí se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

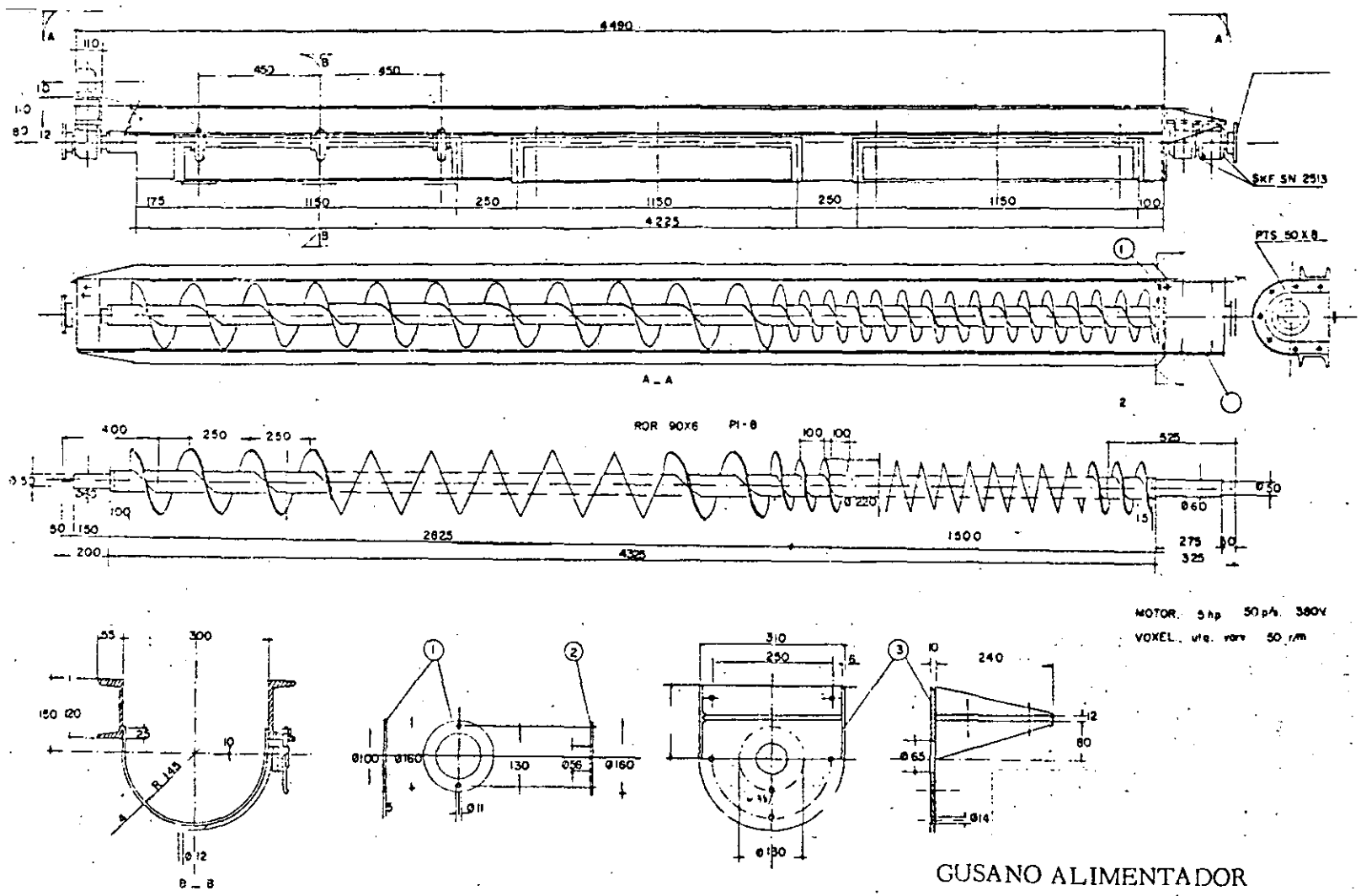
El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso; éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



TOLVA PARA CEMENTO
Y AGREGADOS.

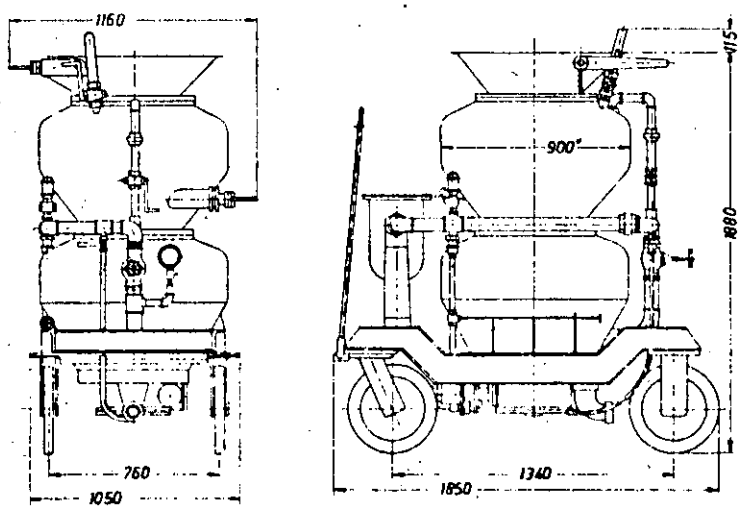

4490
450
650
175
1150
250
1150
250
1150
100
4225
SKF SN 2513
PTS 50 X 8
A _ A
ROR 90X6 PI-8
400
250
250
100 100
525
2825
1500
4325
200
275
325
MOTOR. 5 hp 50 p/s. 380V
VOXEL. vlg. var 50 r/m
B _ B
310
250
240
GUSANO ALIMENTADOR

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

1-7. EQUIPO DE COLOCACION

Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.

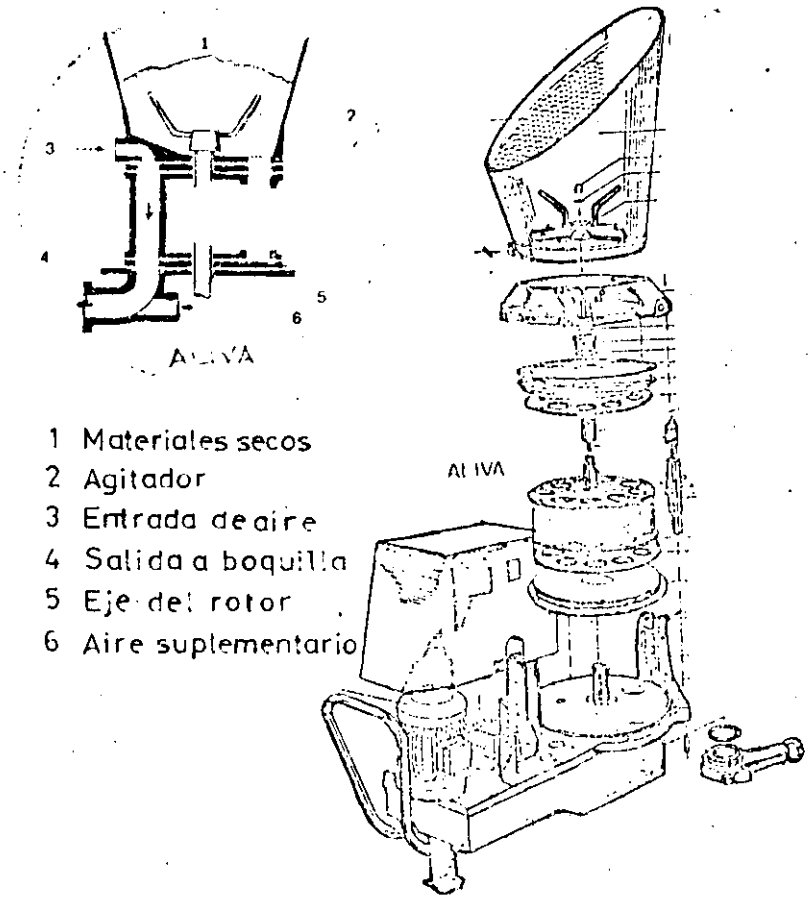


LANZADORA
BSM 603

1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

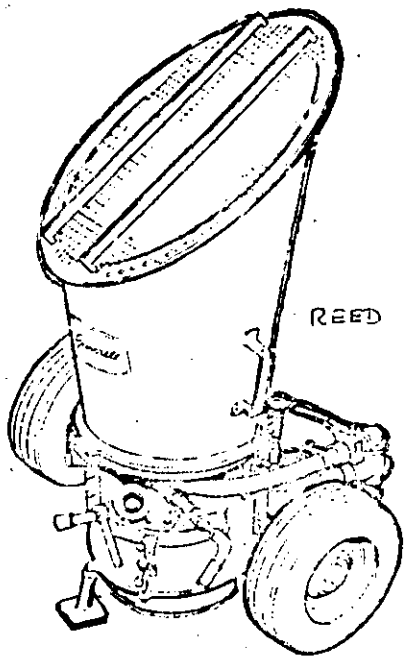
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga descarga prácticamente contínua. Requiere entonces una contínua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

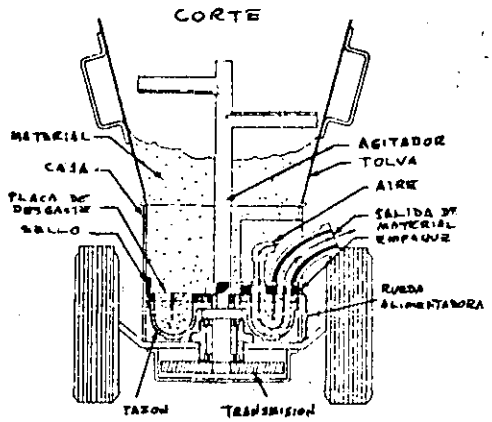
2.– El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta contínuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan contínua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m.

Los rendimientos varían entre 6 y 9 m^3/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de nangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.





En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueron emanas, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejo, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades —la mayoría— con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

1-8. TRANSPORTACION Y CONDUCCION

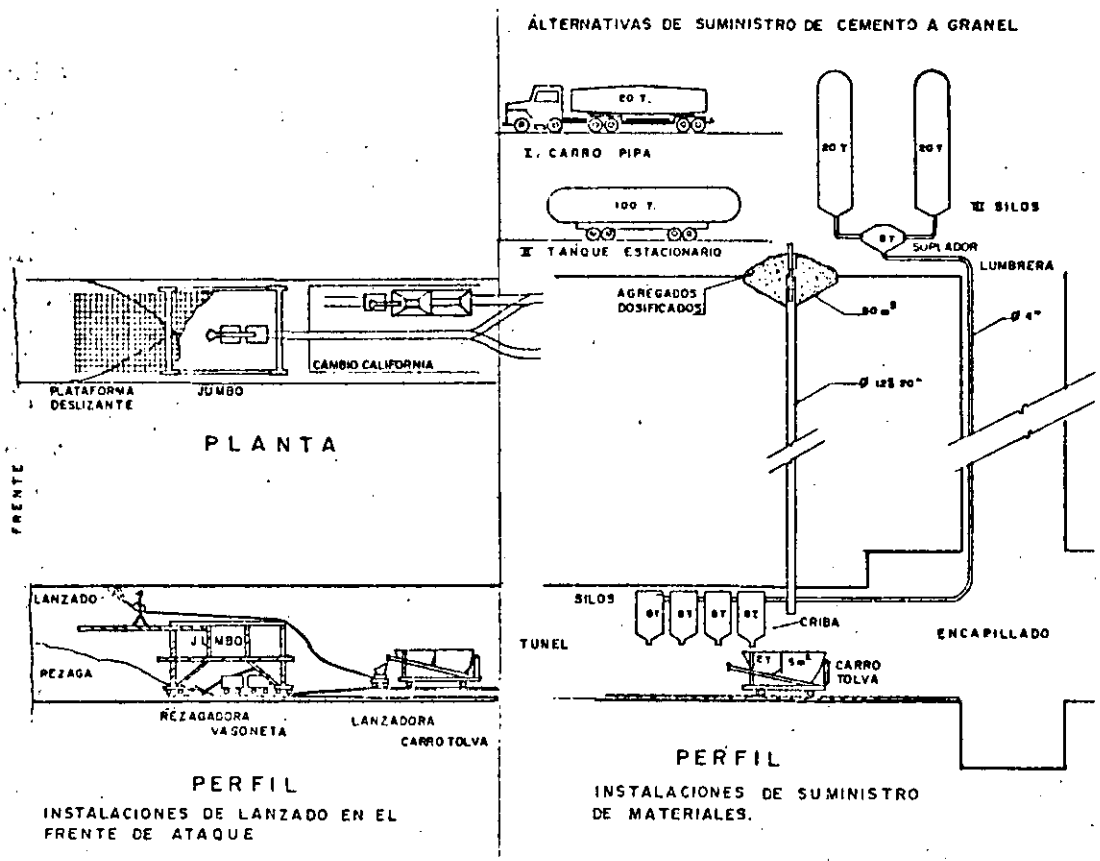
La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras en la misma unidad de transporte, otros tienen silos y máquinas montadas sobre los jumbos de barrenación, algunos más llevan, además, un brazo telescopiable con una plataforma para el lanzador, el cual opera la boquilla directamente o a control remoto a través de un brazo robot semi-automatizado.

En la obra citada de la Ciudad de México, el sistema típico consistió en el almacenaje del cemento en silos, para cubrir el consumo de uno o dos días según el rendimiento de avance de la excavación (30 a 40 ton.). Se usaron silos de 8 ton. en el interior del túnel, ajustados a las dimensiones de los espacios libres del mismo y, en algunos casos, silos de 15 y 20 ton. en superficie. En una lumbrera se dejó estacionada una "salchicha" de 100 ton. El cemento a granel, que fue del tipo I Tolteca, y del tipo II Cruz Azul, se surtió en pipas de 20 ton. La descarga a los silos del túnel se hacía a través de tubería de 10 cm. (4") de diámetro, de acero, directamente de las pipas o desde los silos de superficie por intermedio de un silo pequeño de 5 ton., con un sistema de inyección neumática.

Los agregados venían ya dosificados de planta y se almacenaban en pilas cerca de la boca de la lumbrera, de donde se descargaban por tuberías verticales de acero de 30 cm. (12") de diámetro (en temporadas de lluvias se producían taponamientos con cierta frecuencia porque la humedad apelmazaba el agregado, por lo que se prefirió usar tubería de mayor diámetro, 51 cm. (20") directamente a los carros tolva o "trixers" que lo trasnportaban al frente.

La descarga se hacía paleando a mano, con bandas transportadoras o a través de tolvas y de válvulas tipo "pimentero" en la extremidad superior de las tuberías. Para eliminar los sobretamaños, había malla en las extremidades de las tuberías.

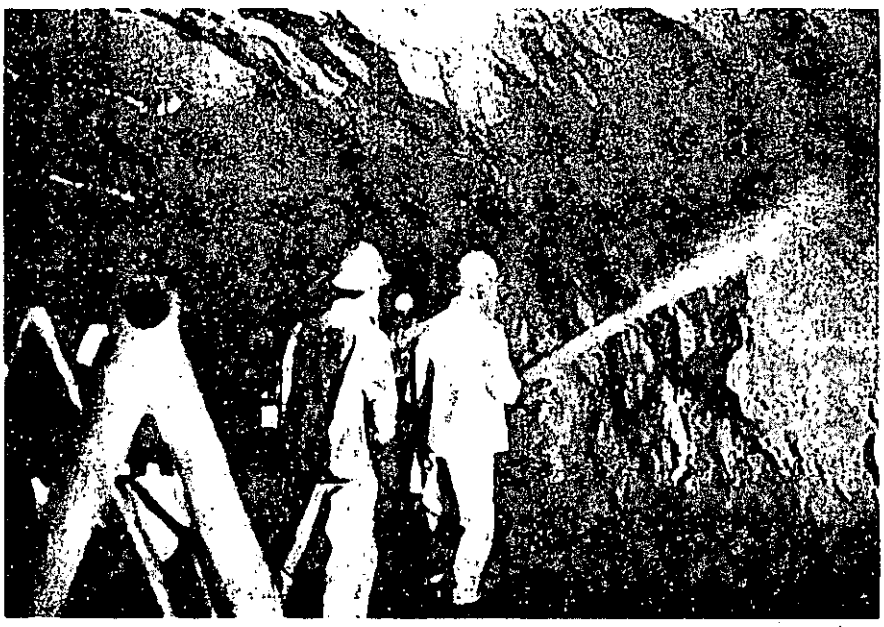
Los carros tolva o "trixers", como ya se dijo, fueron de diseño sueco (Stabilator AB) y se fabricaron en México. Constan de tolva de agregados ($5m^3$), tolva de cemento (2 ton.), gusano alimentador que en su mitad inferior transporta el agregado y, en su mitad superior recibe, además, el cemento, para descargar, al final, directamente a la máquina lanzadora, vibrador eléctrico adosado a las tolvas y plataforma o "truck" y lanza para ser transportada en vía con una locomotora.



Las máquinas lanzadoras se colocaban en espuelas de vía, adelante del cambio California, y por lo general, a distancia del frente no mayor de 50 m. Las Aliva iban montadas por parejas en su "truck", mientras una lanzaba la otra se limpiaba. En los

frentes donde el terreno se autosoportaba por poco tiempo, inmediatamente antes de detonar se procuraba tener un carro tolva lleno, cerca del frente, dispuesto a alimentar las lanzadoras para empezar la aplicación del concreto tan pronto se terminara de ventilar y amacizar, poco después de la voladura.

1-9 LANZADO



De primordial importancia es la constancia del aire, el agua y el flujo de materiales hacia la máquina lanzadora y a través de la boquilla de expulsión. No puede lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro varía en composición o tiene intermitencias.

El aire y el agua deben mantenerse a presiones constantes, unos 3.5 a 4kg/ cm^2 la del primero y 1 kg/cm^2 más la de la segunda. Debe haber trampas de agua en la línea de aire para mantener reducida su humedad. No deben aceptarse pulsaciones en la línea de agua, si las hay debe contarse con un suministro independiente con una bomba y un tanque de presión.

La presión del aire debe aumentarse 0.3 kg/cm^2 por cada 15 m. de manguera que se añada a los primeros 30 m.

El lanzador siempre debe estar ubicado en una posición desde la que pueda lanzar en dirección normal a la superficie de la roca y a una distancia de ella de 1 a 1.2m para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote. Es para ello necesario contar con andamios portátiles o equivalentes. En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron andamios portátiles, tarangos y unas plataformas deslizantes, accionadas hidráulicamente e integradas al piso superior de los jumbos de barrenación.

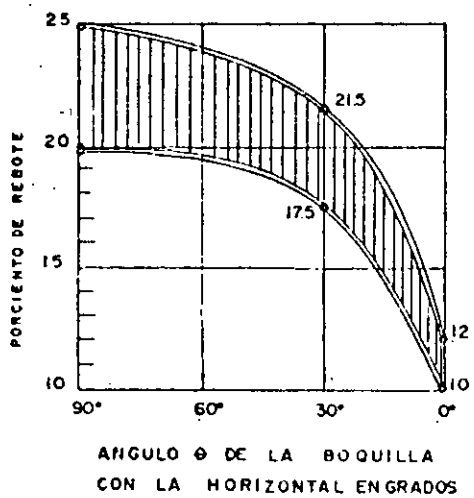
1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

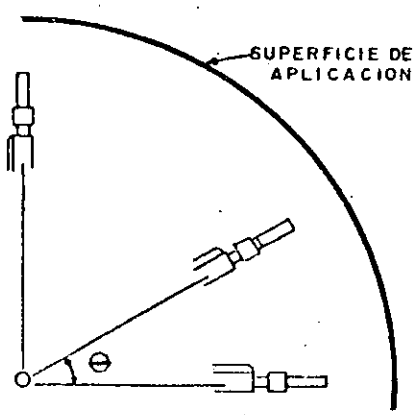
La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote ó de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla de lanzado para dicha limpia, es preferible usar un soplador con un niple tobera de 13mm. (1/2") conectado a las líneas de aire y agua a presión. La presión puede regularse con las válvulas de las líneas.

1-11 REBOTE

Las superficies húmedas o las infiltraciones de agua aumentan el rebote. Este es mayor además, cuando la calidad del lanzado es pobre.

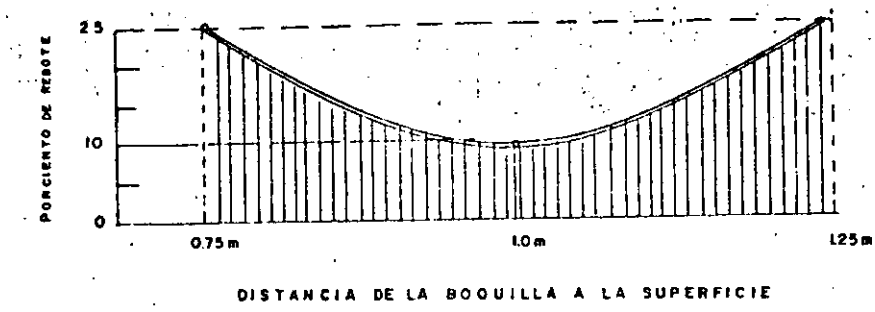
INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.

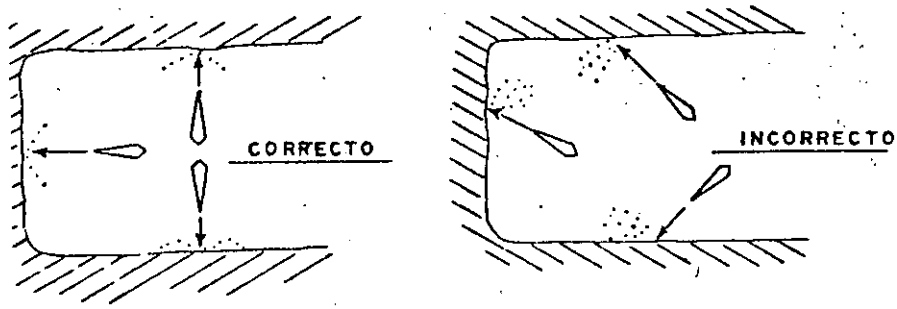




EFECTO DE LA DIRECCION DEL LANZADO EN EL PORCIENTO — DE REBOTE NOTESE QUE LA BOQUILLA SE MANTIENE ORTOGONAL A LA SUPERFICIE MIENTRAS QUE EL ANGULO CON LA HORIZONTAL VARIA. (SEGUN DROGSLER)

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.





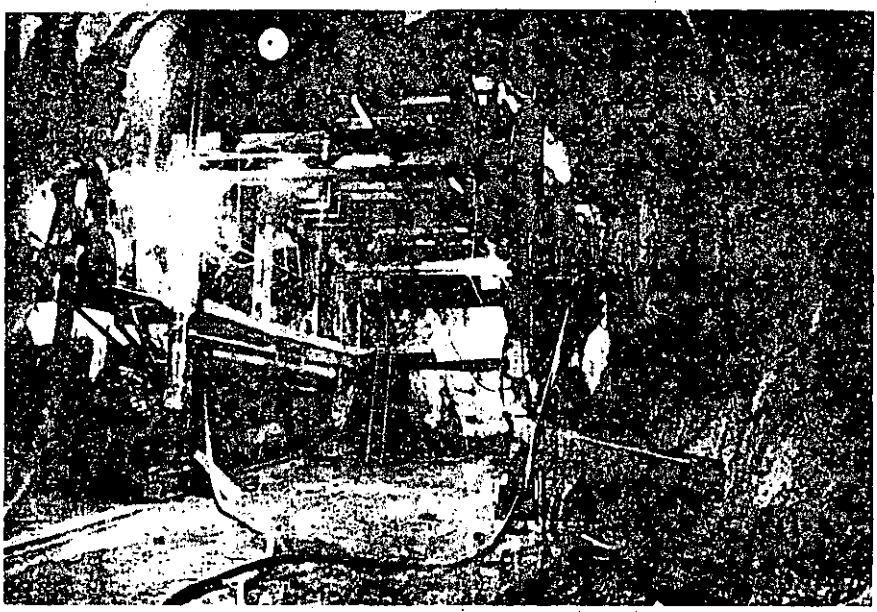
En el lanzado hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES

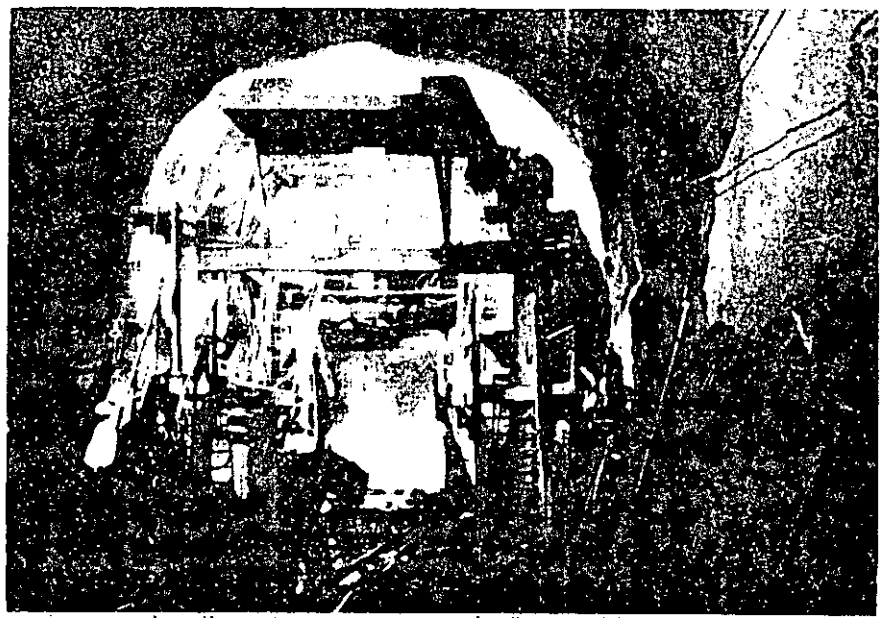
El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo puente en que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóbeda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

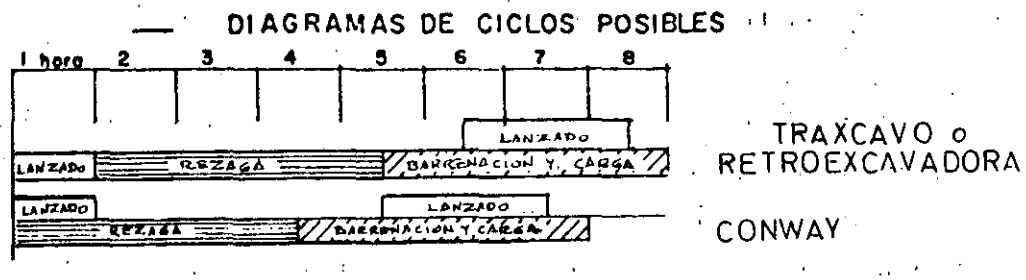
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga; para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; ésto acorta notablemente los cilos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurran 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada; requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

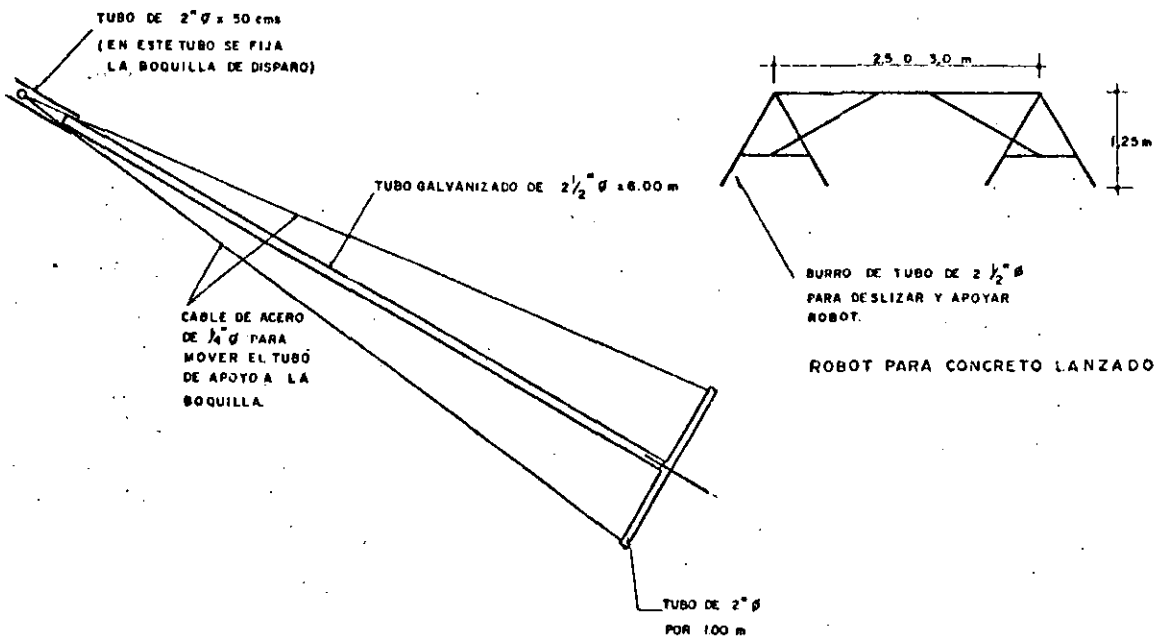
Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

La instrumentación con celdas de presión, extensómetros y puntos de referencia es, en ciertos casos, de primordial importancia para seguir paso a paso el comportamiento del sistema de concreto lanzado en roca.

1.14. LANZADO MECANIZADO

En ciertas aplicaciones se ha mecanizado el lanzado de concreto. Stabilator AB de Suecia, aprovechando la regularidad de la excavación con máquina tuneladora en el túnel carretero de Heitersberg, en Suiza, (11 m. de diámetro), diseñó y puso a funcionar una estación automatizada de lanzado con brazos robots dirigidos desde un tablero de control. De este mismo tipo es el diseño de los brazos robots que han tenido gran aceptación en Europa, sobre todo en Suecia, ya que permiten al lanzador estar operando la boquilla a distancia, fuera de la zona de peligro de desprendimientos, y alejado del polvo y el impacto directo del rebote. La casa EIMCO también fabrica otro tipo similar de "robots". En la obra ya mencionada de la Ciudad de México, se construyeron unos "robots" elementales, no tan elaborados como los originales, que resultaron muy útiles en el lanzado de zonas que graneaban o estaban en proceso de desprendimiento.



1-15. SOPORTES COMPLEMENTARIOS

Cuando la masa de roca es competente, pero está formada por bloques relativamente grandes que pueden desprenderse en piezas individuales, es aconsejable utilizar anclas o pernos de tensión, para evitar el desprendimiento. Estos pueden usarse en combinación con el concreto lanzado, el cual sella las juntas entre bloques e impide o retrasa el aflojamiento.

En rocas poco competentes, donde cabe esperar movimientos importantes por relajación de esfuerzos al abrir la excavación, y donde las anclas de tensión no encuentran buen apoyo del expansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser del tipo PERFO, o simplemente varillas de refuerzo introducidas en barrenos inyectados con un mortero plástico, de consistencia de pasta de dientes, con un acelerador de fraguado y estabilizador de volumen.

Salvo las anclas que se aplican para sostener bloques individuales, el resto debe utilizarse en forma sistemática, en las condiciones dichas, con un patrón de distribución previamente elegido. Es común usar varillas de 16mm. (5/8") a 25mm. (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.0m. y a separaciones de 1.50 a 2.50 m. En ocasiones se utilizan anclas de expansor huecas, para inyectar a través de ellas; el expansor en estos casos no es para levantar tensión, sino para mantener en posición el ancla, en tanto se inyecta, en aplicaciones sobre cabeza.

La malla de acero se acostumbra utilizarla como refuerzo del concreto lanzado, un poco pensando en que éste funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión que es del orden del 20% de la resistencia a la compresión y puede fluír y flexionarse como una membrana estructural para adaptarse a los movimientos de la roca. Por ello, en una gran cantidad de casos puede trabajar como soporte sin refuerzo alguno. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austríaca sólo se utiliza ocasionalmente, ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

En lo posible debe evitarse el empleo de la malla porque presenta estos inconvenientes:

– Liga grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales, tiende a arrastrar todo el resto

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

– La malla no se adapta a la geometría quebrada de la excavación y deja espacios donde se entrampa el rebote y no permite pasar el concreto lanzado posteriormente, por lo que el producto final queda de calidad muy irregular.

– La malla vibra al recibir el impacto del lanzado, y despega o desprende el concreto tierno recién colocado.

La malla se usa a veces para formar columnas o trabes de concreto lanzado en combinación con anclas, varillas de refuerzo o, en algunos casos, armaduras simples de celosía. Estos elementos se utilizan como refuerzo en grandes vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad o para recibir cavidades formadas por caídos o desprendimientos.

Los marcos metálicos se usan también con frecuencia en combinación con el concreto lanzado; éste suele actuar en estos casos como revestimiento de protección contra intemperismo y como liga estructural, pero el resultado suele ser un ademe excesivamene rígido y muy sobrado.

2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiac, que tenían revestimiento de mampostería ya muy deteriorado; el revestimiento nuevo se formó con concreto lanzado con agregado grueso de tamaño máximo de 9.5 mm. (3/8"). El procedimiento fue el de mezcla seca y se emplearon máquinas BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar concreto lanzado en los frentes de excavación 0-1 del Emisor y 0-13 de los Interceptores desde el entronque de los mismos con el Emisor. El primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicción de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treita y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

El volumen lanzado supera los 225,000m^3 de mezcla seca pasada por la máquina, (que fue la unidad de medida utilizada para estimar la obra ejecutada). La mayor parte de este volumen se lanzó en los años 1971, 1972 y 1973, por lo que fue necesario contar con una organización del trabajo a la medida de las necesidades de producción.

Hasta la fecha ha sido la aplicación subterránea de concreto lanzado de mayor volumen y con mayor concentración de equipo en el mundo.

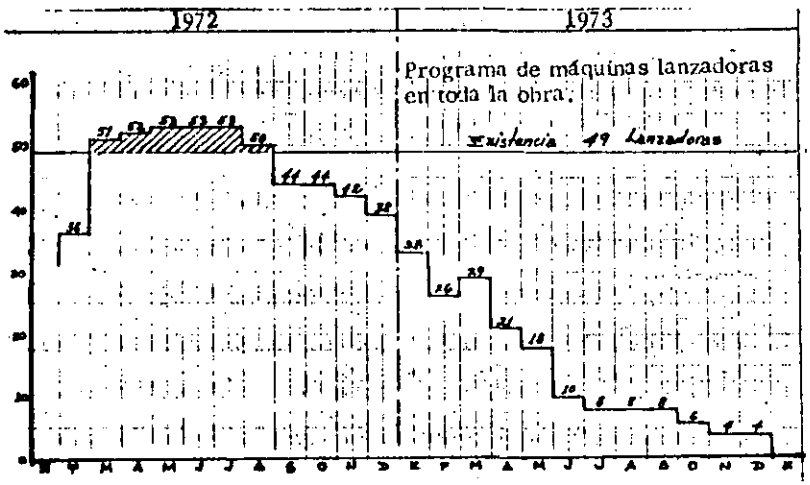
2-2 ORGANIZACION

Se contó para el control de calidad y para el diseño con la asesoría de la firma Mason, Stewart y Dolmage de Canadá, que fue la introductora de la técnica del concreto lanzado en norteamérica y la que asesoró las primeras aplicaciones en los frentes de la lumbrera 0 del Emisor.

En la capacitación del personal y en el aspecto operativo de la producción del concreto lanzado se contó con el auxilio de la firma sueca Stabilator AB que también había participado en las primeras aplicaciones antes dichas. Durante el período de mayor producción, Mason mantuvo a un ingeniero de planta en la obra, y Stabilator a un ingeniero y a seis sobrestantes. Con esta combinación de asesorías, se aplicaron, en donde más convino a la obra, principios de los métodos austríaco y sueco, con los ajustes locales.

La obra se organizó, para el empleo del concreto lanzado, en grupos de producción y en un grupo de diseño, control de calidad y coordinación. Los grupos de producción eran brigadas de lanzado adscritas a los frentes de excavación, formadas, para cada turno, por un cabo, dos lanzadores y sus ayudantes, un operador de lanzadora y su ayudante, dos tolveros en superficie y dos tolveros en el túnel. Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

	LANZADORAS	CARROS DE AGREGADOS
L-11 Ote.	1 BSM	2
L-0 0-13 C.	1 REED	1
L-2 2-4	2 REED	3
L-4, 4-3	2 ALIVAS	2
4-5	2 Alivas	3
L-5, 5-4	2 REED	2
5-6	2 REED	3
L-6, 6-5	2 ALIVAS	2
6-7	2 ALIVAS	3
L-10 10-9	2 BSM	3
10-11	1 BSM	2
L-11, 11-10	2 REED	2
11-12	2 REED	3
L-12, 12-11	2 ALIVAS	3
L-14, 14-15	2 BSM	3
L-15, 15-14	2 BSM	2
15-17	1 BSM	3
L-17, 17-15	2 BSM	2
17-18	1 BSM	3
L-18-, 18-17	2 REED	2
18-19	1 REED	1
L-19, 19-18	2 REED	1
19-20	1 REED	1
L-10, 20-19	2 REED	1
20-P	1 REED	1
PORTAL	1 REED	-
T.M.C.	1 REED, 2 ALIVAS 1 BSM.	
TOTALES	22 REED, 12 ALIVAS 13 BSM. (existencia presente)	54 (existencia 45)



1.- El plan propuesto de distribución de maquinaria se hizo con el criterio siguiente: una BSM por frente, más una extra por lumbrera; dos REED por frente para asegurar una siempre operando; dos ALIVAS por frente para dar la producción adecuada; cinco tolvas por lumbrera de producción (dos por frente y una extra), y una como mínimo en frentes de protección.

El grupo de control, llamado Gerencia de Concreto Lanzado, estaba formado por un Gerente, los asesores, un laboratorio de control de calidad, un auxiliar técnico, un auxiliar de maquinaria, tres inspectores de tramo y diez inspectores de frente. Este grupo formuló las especificaciones generales, los diseños del concreto lanzado en cada tramo, los instructivos de operación, catálogos de partes y máximos de refacciones de cada máquina, las normas de calidad y los controles; coordinó la

VI.- DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.
(Complementarla con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y espaciamiento de fracturas, cantidad de agua, descripción del --- perímetro tronado y del perfil del tramo avanzado, V.gr. regular, irregular o rugoso etc. La roca encontrada en la frente y en paredes es del tipo andesita, es roca fracturada lo cual no ofrece ninguna seguridad para poder trabajar con comodidad se aprecian pequeños escurrimientos superficiales en el techo; el perfil tronado es de forma irregular

b) Cantidad de sobrexcavación, (en el perímetro y en el perfil -- longitudinal), promedio 35 cm.

c) Condiciones del lanzado. Buenas

1.-Indicar desde donde se hizo el lanzado, la clave? De banqueo y jumbo y las paredes? de jumbo y pico natural

2.-Presión del aire 4 Kg/cm² distancia de boquilla 2 Mt. angúlo del lanzado 90°/75° tiempo del fraguado 60 Seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de --- refacciones y accesorios (incluír equipo en operación, en reparación y en espera u ocioso) Trabajó en buenas condiciones el equipo y maquinaria, se les ha indicado a los operadores de las lainas que tengan en precaución de mantener en buenas condiciones estas maquinas ya que limpiándolas cada vez que haya oportunidad y haciendo el mantenimiento preventivo.

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado)

VII.- DESCRIPCION DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes)

1.- BARRENACION: De 1300-1433 hs. De 2005-2140 hs.

2.- CARGA: 1435-1459 hs. 2145-2230 hs. 3-TRONO: 1520 hs 2240 hs. 4-REZAGA: 1520-1650 hs.

5. LANZADO: 1700-1950

b) Equipo y personal del concreto lanzado en túnel y superficie-- (número de gentes y puestos. Dar una relación detallada la primera vez y cada vez que haya cambios). EQUIPO EN TUNEL: 3 ALIVAS 2 en el frente 1 en confluencia de interceptores, 2 Tolvas 317-7001 y 317-7003. PERSONAL 1 cabo de lanz. 2 lanc. 2 Ayts. de lanz. 1 op. de aliva 2 Ayts. de op. de aliva

c) Descripción del sistema de adere y del procedimiento de instalación. Se continúan colocando anclas longitudinales a base de barras de 1 1/4", recibiendo el marco de acero. En esta ocasión no se colocaron marcos de concreto. espaciados cada 2.00 mts.

d). Trabajo de lanzado en otras localizaciones aparte de los frentes: (indicar cadenamiento, características del trabajo y tolvas lanzadas).

VIII.- INVENTARIO DE MATERIALES, REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA EL --- CONCRETO LANZADO DESCRIPCIONES Y CANTIDADES. (movimientos de almacén y de bodegas o depósitos de materiales)

No hubo movimientos de almacén

IX.- O B S E R V A C I O N E S :

de 5 a 17h Durante el turno del día no se lanzó se estuvo barrenando para salidas de agua y terminando de recibir el marco. Se barrenó la media sección de arriba de 12 á 15 y trató 15.15 hasta las 1645 no se lanzó el concreto.

R E V I S O :

S U P E R V I S O :

Ing. Alfonso Ramos Hdez.

colocadas en barrenos de 2 ó 3 m. de profundidad rellenos de un mortero espeso inyectado con bomba; la separación varió entre 1.50 y 2.50 m. En algunos tramos se usaron anclas de expansor huecas, ya comentadas antes; el expansor servía no para dar tensión sino para detener el ancla en posiciones difíciles. La efectividad de las anclas fue demostrada tanto por la estabilidad del túnel como por los resultados de numerosas pruebas de extracción.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION. DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS.F INSTALADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 Y 17 DEL EMISOR CENTRAL.

Localización de la lechada muestreada	Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en kg/cm² a la edad de 1 día	3 días	7 días	Observaciones
L15 + 700	3-V-73	-	-	97	
L15 + 700	3-V-73	20	60	149	
L15 + 700	25-IV-73	-	-	223	
L15 + 565	25-IV-73	-	-	145	
L15 + 565	25-IV-73	30	75	232	
L17 - 2340	16-V-73	57	127	70	Nota 1

Nota 1.- Aparentemente la lechada no se mezcló uniformemente.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION EN LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 3 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1972

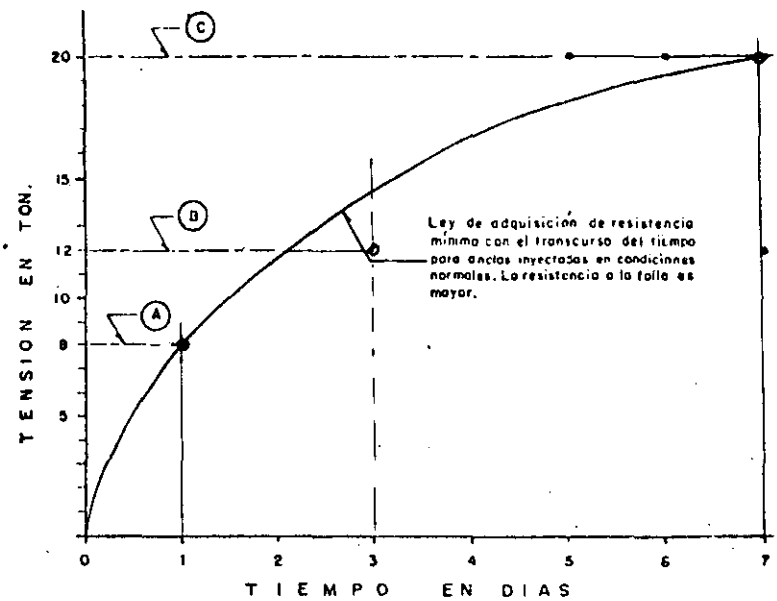
Localización de la lechada muestreada			Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm² a la edad de:		
Lumbrera	Frente	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	56	0+725	3-X-72	31	60	216
6	65	0+180 (muro)	3-X-72	48	163	226
5	54	0+500	10-X-72	58	129	209
5	56	0+750	10-X-72	42	102	183
5	54	0+595	24-X-72	23	67	115
6	65	0+240	24-X-72	20	53	113
5	54	0+630	31-X-72	106*	106*	88*
5	56	0+810	31-X-72	60	106*	117*
5	54	0+660	7-XI-72	118	130	178

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EXTRACCION EFECTUADAS EN LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS.F COLOCADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 y 17 DEL EMISOR CENTRAL. TODAS LAS ANCLAS REPORTADAS SON DE 3/4"ø x 4.0m DE LARGO COLOCADAS EN BARRENOS DE 1.5/8"ø .

Localización del ancla probada	Fecha de prueba	Tiempo de inyectadas (días)	Tensión Máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
Caido L15 + 700	17-IV-73	5	17	Nota 1
Muro Este	"	5	20	Nota 2
Caido L15 + 700	24-IV-73	7	20	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L15 + 573	9-V-73	6	20	Nota 2
Muro Este	"	6	20	Nota 2
"	"	6	20	Nota 2
L15 + 573	16-V-73	7	12	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L17 -1367	18-V-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
L17 -1524	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Oeste	"	5	20	Nota 2
L17 -1526	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Este	"			
L17 - 436	15-VI-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
"	"	1	8	Nota 2

Nota 1.- La prueba se suspendío, ya que aparentemente el ancla estaba fallando y dado que se había superado la tensión mínima requerida, no tenía objeto fallarla.

Nota 2.- La prueba se suspendió sin que el ancla fallara.



ANCLAS DE ¾"ø X 4 m. DE LARGO COLOCADAS EN BARRENOS DE 1⅝" ø

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L5 Fte. 54 0+520 (Oct. 17,72)	7	1.0	11.5	Falló en la cuerda de sujeción.
L6 Fte. 65 0+280 (Nov. 14,72)	7	1.0	16.0	Falló en la cuerda de sujeción.

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L6 Fte. 67 Cad. 0+510 Muro oriente	+ 7	2.7	5	Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado.
L5 Fte. 56				
Cad. 0+390	+ 7	2.7	20	Nota 1
0+532 Muro oriente	+ 7	2.7	4	Aparentemente estaba mal inyectada.
Cad. 0+580 Muro poniente	+ 7	2.7	15	Falló entre la lechada y la varilla.
L5 Fte. 54				
Cad. 0+620	+ 7	2.7	0	No estaba inyectada.
0+700 Muro poniente	+ 7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+500 Muro oriente	+ 7	2.7	20	Nota 1
L6 Fte. 65				
Cad. 0+135 Muro oriente	+ 7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+150 Muro poniente	+ 7	2.7	20	Nota 1
L5 Fte. 56				
Cad. 0+920 Muro poniente	+ 7	2.7	13	Presentan inyección deficiente.
Cad. 0+910 Muro oriente	+ 7	2.7	8	

Nota (1) Prueba suspendida a las 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973

Localización de la lechada muestreada			Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm^2 a la edad de:		
Lumbrera	Frente	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	54	0+674	13-XI-72	17	81	122
5	54	0+674	13-XI-72	12	53	106
5	54	0+840	4-I-73	20	121	149
5	56	0+980	4-I-73	20	82	128
6	65	0+461	5-I-73	93*	108*	124

Entre las lumbreras 9A y 11 (serie Tepotzotlán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 à 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que rademar dos y tres veces.

En las series Huehuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica sueca de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados, en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

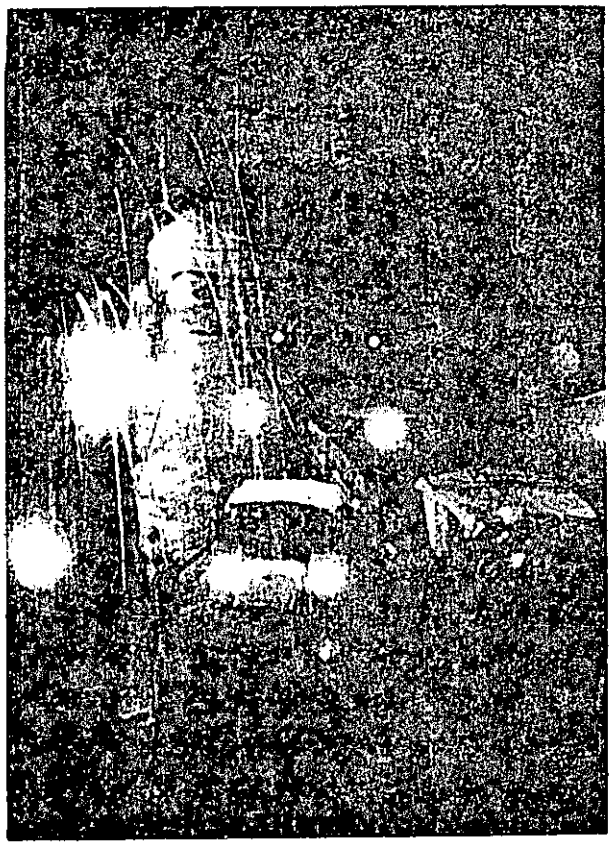
2-4. COMPONENTES Y TECNICAS

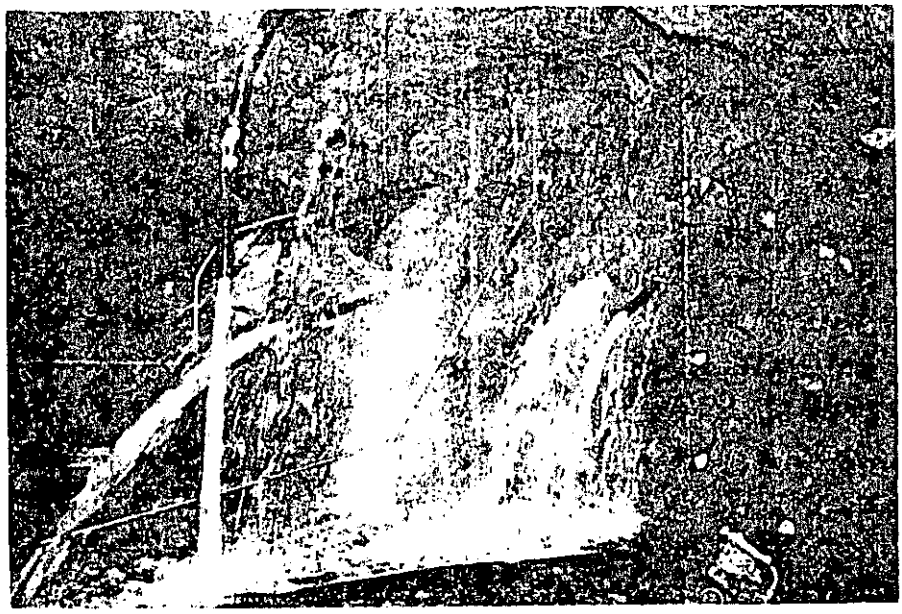
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

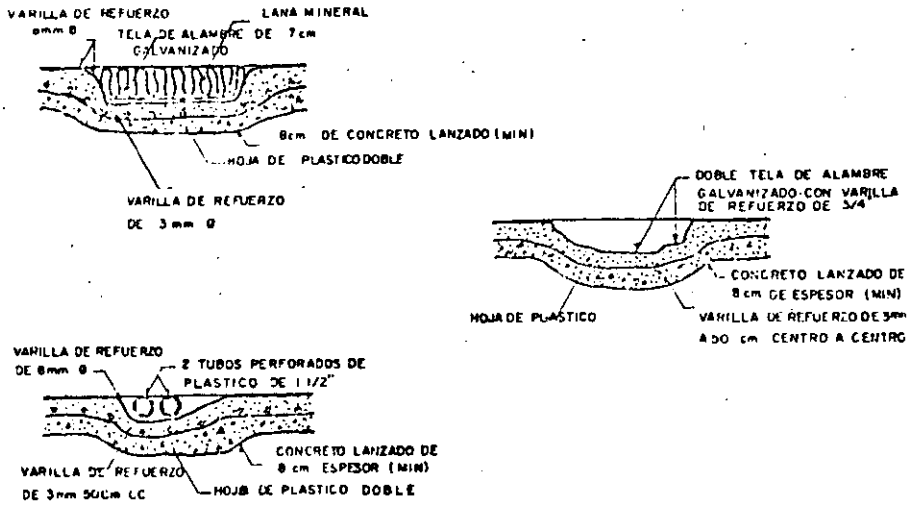
La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fue de unos 450 kg/m^3., que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autosoporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y canalizando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autosoporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples niples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el aguaproveniente de grietas o fracturas que el agua que trasminaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.







DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN TERRENO HUMEDO

2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquélla, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm^2 de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuífera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y

algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastre por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos, en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30 abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuídos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.

2-6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más graneaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de reforzar, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuneleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad

REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)
  Section 12 Rock Mechanics
  Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.

- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.

- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE 1973.

- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Desing of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.

- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.

- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

" RESIDENTES DE CONSTRUCCION "

TEMA:----TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS-----

1.- Especificaciones:
Precios Unitarios
Contratación
Estimaciones
Seguros
Daños Típicos
Seguridad.

2.- Herramientas:
Grilletes
Cables
Estrobos
Grampas
Ganchos
Cadenas
Templadores.

3.- Equipos:
Trailers.
Plataformas Normales
Plataformas Telescópicas
Low-Boy
Dolly
Módulos
Grúas montadas en camión Telescópicas Hidráulicas
Grúas montadas en camión de Pluma Estructural.
Grúas montadas en orugas de Pluma Estructural.
Grúas
Grúas Torres sobre camión.
Grúas Torres fijas en Obra.

4.- Estructuras de acero:
Columnas.
Trabes
Largueros
Arcos.
Armaduras.
Tanques horizontales, elevados verticales

5.- Estructuras de Concreto:
Zapatas.
Columnas.
Trabes.
Largueros.
Losas Planas.
Doble "T"
Dovelas para Tanques.
Dovelas para Tomar Tubería.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

IMPERMEABILIZACION

ING. MARIO GÓMEZ GALBARRIATO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

IMPERQUIMIA, S.A.
ING. H. MARIO GOMEZ GALVARRIATO

I.—MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

Estos materiales tienen por definición, la cualidad principal de impedir el paso del agua a través de las películas que forman. Sin embargo, ésta no debe ser su única característica, pues existen otras que son también de mucha importancia. Por ejemplo: deben ser dúctiles, tener cierta elasticidad y plasticidad, ser resistentes al envejecimiento o a la intemperie y tal vez al tránsito, no deben escurrir a temperaturas ambientes máximas y su instalación debe ser fácil, además de tener una buena adherencia sobre los substratos y tener precio razonable, por mencionar algunas más. Todas éstas son características que deben reunir estos materiales para que su uso se justifique en las construcciones.

Existen normas de calidad hechas por la American Society For Testing and Material (A.S.T.M.) para todos estos materiales. Estas y otras normas, han sido establecidas para definir con toda claridad la calidad de un impermeabilizante determinado, con las cuales el constructor puede establecer requerimientos y comparaciones, y así, solicitar a proveedores o contratistas, materiales que cubran las normas de calidad correspondientes. Por lo tanto, al solicitar impermeabilizantes que cubran especificaciones determinadas, ya se está dando el primer paso para obtener mejores impermeabilizaciones, pues al menos no habrá fallas motivadas por la mala calidad del material.

El estudio de los materiales impermeabilizantes se ha dividido en dos grandes grupos: los bituminosos y los no bituminosos. Los bituminosos están fabricados a partir de asfaltos de petróleo o bien de alquitrán de hulla. En el caso concreto de México, el asfalto es especialmente abundante y el alquitrán de hulla bastante escaso, por lo cual prácticamente sólo se emplea el asfalto para la fabricación de impermeabilizantes.

Los bituminosos se pueden subdividir por su forma de aplicación, ya que ésta se puede efectuar en caliente, en frío, en forma prefabricada o en combinación de ellos tres.

A continuación se explica el uso de cada material y se describen las principales características que ellos deben poseer:

1o. — LOS CEMENTOS PLASTICOS ("BITUPLASTIC")

Ellos son mastiques asfálticos que se emplean en el calafateo de grietas y zonas críticas.
Las características que deben reunir estos materiales son las siguientes:
Tendrán como vehículo, solvente en pequeñas cantidades, para que no se produzcan resecamientos ni contracciones fuertes.
Su consistencia es la de una pasta espesa no escurrible, aplicable a espátula.
Ellos deben tener una alta ductilidad, pues deben soportar movimientos en grietas y juntas.
Su resistencia al intemperismo debe ser muy buena, pues algunas veces quedan expuestas a la intemperie, como por ejemplo, cuando se usa para sellar tornillos en techos de lámina o para trabajos de mantenimiento, y de hecho, se puede decir que estos materiales nunca deben de perder su ductilidad.

2o. — LA BASE IMPRIMADORA.

a) — BASE IMPRIMADORA EN SOLVENTES ("IMPERPRIM SOLVENTE"):

Ellos son líquidos de color negro que se emplean como base "tapa poros" en las superficies por impermeabilizar y sirven también para asegurar la adherencia de las capas subsecuentes.
Deben tener como características necesarias una viscosidad muy baja, pues deben penetrar lo más posible en la porosidad de la superficie.
Su secado debe ser rápido para que no se interrumpan demasiado los trabajos de impermeabilización.
Debe lograrse una adherencia en húmedo buena, porque generalmente cuando se usa sobre las losas de concreto, éstas tienen un alto contenido de humedad.
Puesto que la mayoría de los solventes empleados no son compatibles con el agua, es necesario que la fórmula contenga solventes aditivos que contrarresten este inconveniente.

b) — BASE IMPRIMADORA EN EMULSION ACUOSA ("IMPERPRIM S-L"):

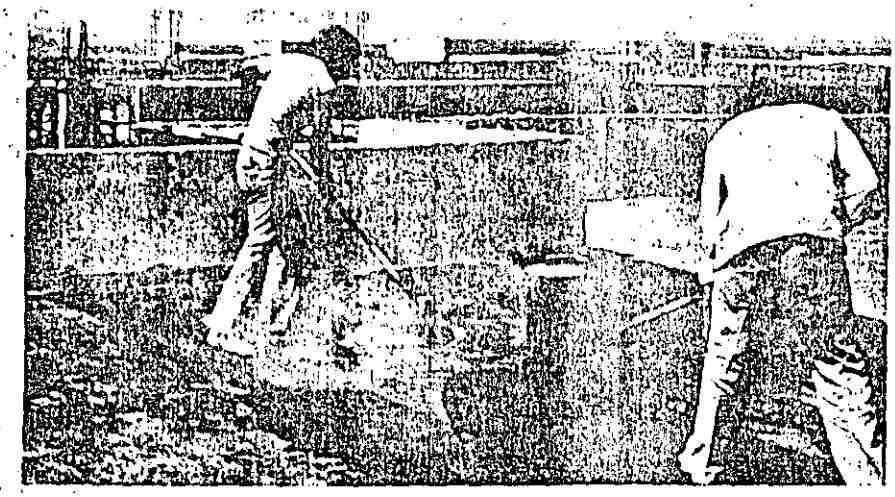
Es un líquido café oscuro que tiene el mismo uso y características que la base imprimadora en solventes, pero con la ventaja de que se penetra más en el concreto húmedo, debido a que el vehículo adelgazador es agua, en lugar de solventes derivados del petróleo, con lo cual se logra también un manejo menos peligroso, si bien su secado es un poco más lento.

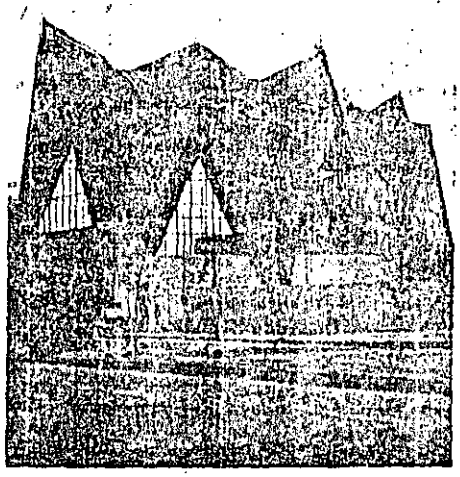
3. — REVESTIMIENTOS IMPERMEABLES.

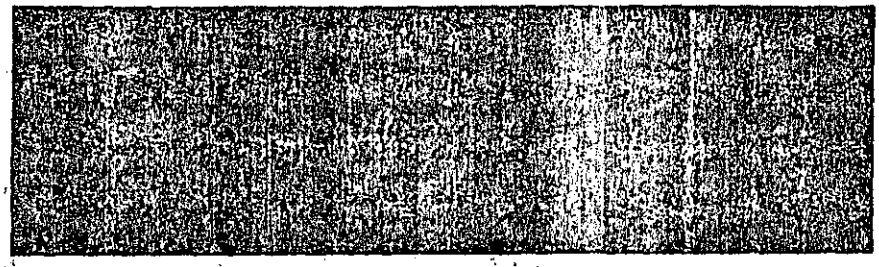
a) — DE APLICACION EN CALIENTE ("OXIBIT 1412"):

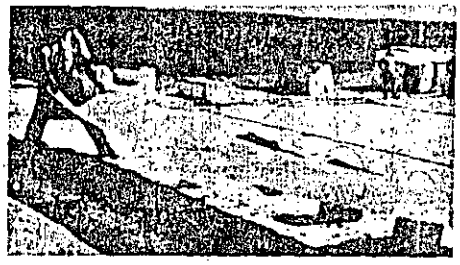
Desde mediados del siglo pasado tomó gran popularidad el uso de asfalto soplado u oxidado para la impermeabilización de techos, ya que para un mismo punto de reblandecimiento, se obtiene mayor ductibilidad en asfalto oxidado que en los asfaltos endurecidos exclusivamente por destilación con arrastre de vapor, lo cual se traduce en mayor resistencia al agrietamiento motivado por los cambios de temperatura y por los movimientos de los techos.
Las características más notables y sencillas de medir de un asfalto son "el punto de reblandecimiento" y "la penetración".
El "punto de reblandecimiento", mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir qué tipo de asfalto oxidado se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientes. Obviamente para mayor inclinación o temperatura, se requiere un mayor punto de reblandecimiento.
La "penetración" es una medida muy importante, porque está directamente relacionada con la ductilidad del material, es decir, con la propiedad de estirarse sin romper la continuidad de la película, lo cual produciría grietas en el sistema impermeable y permitiría el paso del agua. Generalmente un asfalto con mayor punto de reblandecimiento tiene menor penetración (menos ductilidad), por lo cual es conveniente emplear asfalto con la mayor penetración posible, procurando que no disminuya el punto de reblandecimiento, para evitar que la carpeta impermeable se escurra e inutilice la impermeabilización. Cuando se utilicen estos productos, es muy importante no sobrecalentar ni recalentar el material, ya que en ambos casos se eliminan aceites plastificantes, provocándose un degradamiento en las características y propiedades del asfalto, lo que origina un envejecimiento prematuro del material. Por ello es necesario disponer del equipo adecuado de calentamiento, como son las calderas especiales para este fin, que disponen de termómetros, aislamiento térmico, etc.
Los usos específicos de cada tipo de asfalto oxidado, dependen de la pendiente del techo; de las máximas temperaturas, del color, peso y tipo de acabado, etc. En términos generales, podemos decir que el tipo "A" sólo debe utilizarse en techos con poca pendiente y en climas extremadamente fríos, no en México.
El tipo "B" en techos con poca pendiente y en climas fríos, aplicable a muy pocas regiones de México.
El tipo "C" en techos con pendientes hasta de 50°, en climas templados o en techos con pendientes pequeñas y en clima cálido.
Finalmente, el tipo "D" en techos con pendientes fuertes y en clima cálido.
De lo anterior se desprende que para las condiciones de nuestro país, el tipo "C" debe ser el de uso general, y solamente en casos extremos se deberá emplear el tipo "D".
Los asfaltos oxidados de aplicación en caliente pueden mejorarse, dándoles mayor ductilidad, mediante un proceso de oxidación catalítico, haciéndolos más elásticos mediante la incorporación de hules sintéticos, o confiriéndoles mayor resistencia al intemperismo mediante la incorporación de ciertas cargas minerales.
Sin embargo, se recomienda a los técnicos especificadores, que constaten que esas adiciones se efectúen en fábricas debidamente instaladas y bajo control químico, porque, cuando se hacen en forma empírica, generalmente degradan la calidad del revestimiento asfáltico.
Puede pensarse que la impermeabilización con asfalto oxidado de aplicación en caliente, seguirá siendo por muchos años la alternativa más económica para impermeabilizar y que, siguiendo los lineamientos de instalación correctos, bajo un sistema impermeable fuerte y completo, resuelve con éxito la protección de muchos tipos de techos.

MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

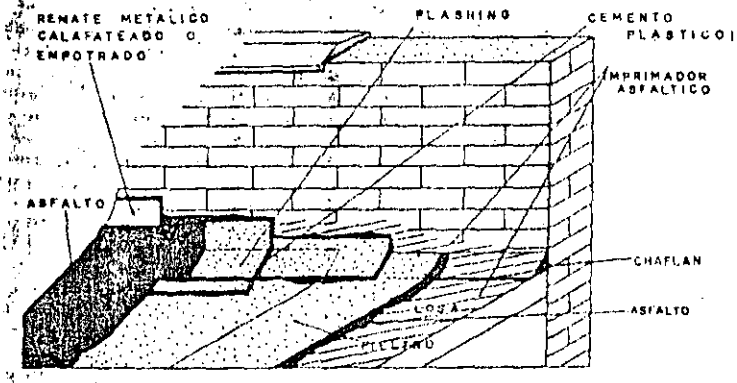




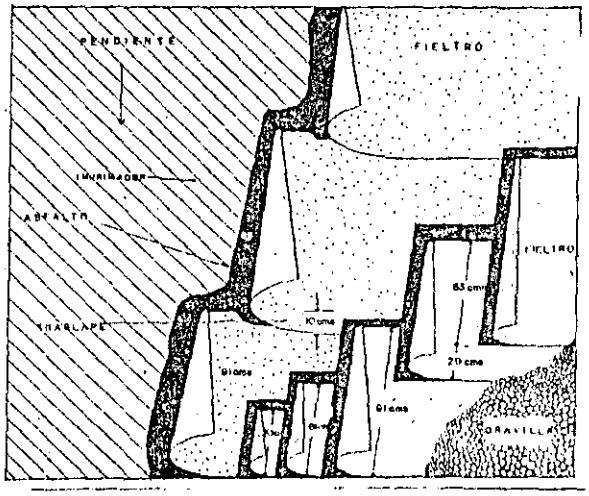


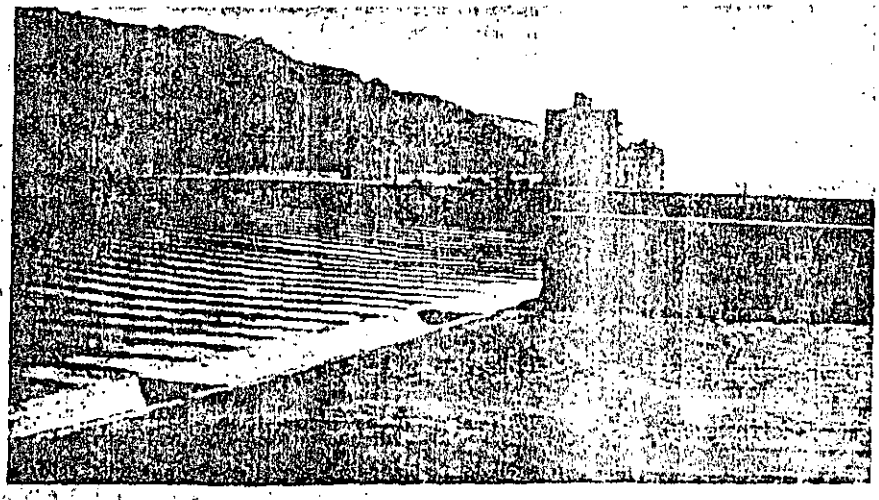


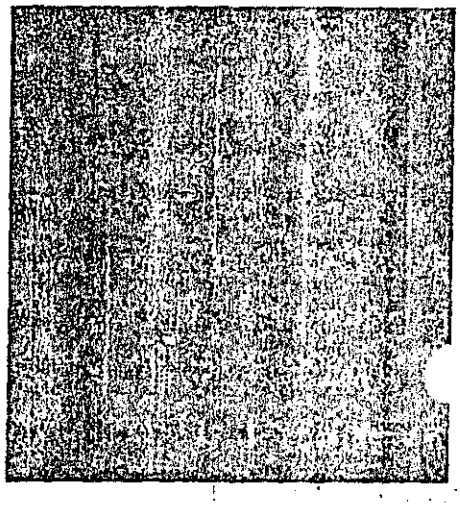
DETALLE DE REMATE EN PRETILES



IMPERMEABILIZACION EN CALIENTE A BASE DE FIELTROS







b) — DE APLICACION EN FRIO.

b.1) — REVESTIMIENTOS EN FRIO CON BASE EMULSION ACUOSA ("IMPERCOAT S-40", "ELASTICOAT", "FIBRACOAT").

Estos revestimientos impermeables reúnen notables ventajas entre las que destacan las siguientes:
Se obtienen ya listos para usarse y no es necesario calentarlos previamente. Son flexibles a bajas temperaturas y no escurren en las condiciones más extremas.
Se adhieren sobre todo tipo de superficies o materiales húmedos o secos.
Funcionan sobre pendientes con cualquier inclinación, aún verticales.
Su manejo es sencillo y exento de peligros.
Se pueden aplicar en forma manual o con equipo neumático.
Conservan sus propiedades por largo tiempo, aún en exposiciones directas al intemperismo.
Se pueden emplear solos o combinados con membranas de refuerzo, para obtener sistemas multi-capas.
Las limitaciones de estos productos son las siguientes:
No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.
Requieren de 4 o 8 horas de tiempo de secado por capa, y su costo es algo mayor que los revestimientos de aplicación en caliente, pero tienen ventajas que, en algunos casos, los justifican ampliamente.

b.2) — REVESTIMIENTOS EN FRIO EN BASE DE SOLVENTES ORGANICOS ("ASFASOL", "FLEXOL").

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos productos impermeabilizantes que se aplican directamente del envase y cuyo vehículo es un solvente; reciben también el nombre de impermeabilizantes rebajados. Estos impermeabilizantes son productos asfálticos mejorados con la adición de fibra de asbesto, elastómeros y rellenos minerales, que alargan su vida y permiten que formen capas, con una gran resistencia al agrietamiento producido por los efectos de la intempérie.
Los impermeabilizantes rebajados forman películas flexibles y sumamente impermeables con características de gran adhesividad, lo que permite que se utilicen no sólo como impermeabilizantes en sistemas nuevos, sino también como productos para rejuvenecimiento en sistemas ya aplicados y que puedan tener cierto deterioro. Además, ellos soportan inmersión continua.

4o. — MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIELTROQUIM", "IMPERFELT", "VITROCOAT").

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esto impermeabilizaciones más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua.
Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

1o. — Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
2o. — Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
3o. — Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
4o. — Aumentan la resistencia del sistema impermeable a los esfuerzos mecánicos.
5o. — Retrasan el avance de las grietas superficiales hacia la losa.

Las diversas membranas de refuerzo que se obtienen en el mercado mexicano, cubren las funciones enumeradas y es aceptado que dichas membranas son elementos recomendables en un buen sistema de impermeabilización.
En el mercado nacional existen diferentes tipos de membranas, teniéndose entre ellas los fieltros, elaborados a base de fibras de celulosa, madera, algodón o fibras sintéticas, con las que se forman fieltros laminados que se saturan con asfalto y se utilizan como elementos de refuerzo con impermeabilizantes de aplicación en caliente. Estas membranas son impermeables por sí mismas, por lo cual aumentan la efectividad del sistema, además del refuerzo que le confieren.
Existen también membranas de filamentos de fibra de vidrio que se saturan o no con asfalto y que se utilizan como refuerzo en impermeabilizaciones de aplicación en caliente o en frío. Estas membranas no son impermeables de por sí, por lo cual sólo actúan como refuerzo.

5o. — MATERIALES PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Los materiales prefabricados contienen tres de los elementos enunciados para un sistema impermeable, en un solo conjunto, ya que constan de un fieltro de celulosa o fibra de vidrio, recubierto con asfaltos estabilizados, terminando o no, con gravillas minerales opacas y decorativas.
De acuerdo con las necesidades del diseño, se pueden colocar como capas intermedias o de acabado.

6o. — ACABADOS.

Los acabados son un elemento fundamental en la impermeabilización y con mucho acierto se ha dicho que, la vida útil del acabado, es la vida del sistema impermeable.
Lo anterior es comprensible, si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y por los destructores: rayos ultravioleta de la luz solar. También debe considerarse que los materiales asfálticos, principalmente los de aplicación en caliente, son muy poco resistentes a la acción de la intemperie, por lo cual no es recomendable que queden directamente expuestos. Por ello, debe procurarse mantener siempre en condiciones, el acabado de cualquier impermeabilización.
Los acabados para impermeabilizaciones deben ser de colores claros, con el objeto de que los techos se calienten lo menos posible, lográndose con esto que los interiores se mantengan más frescos y que la vida útil de la impermeabilización se vea incrementada.
Los acabados más frecuentes para terminar los sistemas de impermeabilización, son los siguientes:

1 — Las gravillas naturales o pigmentadas.
2 — Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
3 — Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
4 — Las pastas reflejantes (Fabricadas empleando "QUIMIWELD").
5 — El papel aluminio.
6 — En enladrillado u otro recubrimiento cerámico.
7 — Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXOCRETO").
8 — Los recubrimientos elastoméricos con alta resistencia a la abrasión ("TIROLPLASTIC").
9 — Los acabados prefabricados ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Veamos ellos con más detalle:

1. — LAS GRAVILLAS NATURALES O PIGMENTADAS, son muy interesantes por su naturaleza inorgánica que les confiere alta resistencia al intemperismo, lográndose una amplia vida útil. Sin embargo, debe hacerse notar, que entre partícula y partícula hay intersticios en los cuales queda expuesto el asfalto al ataque de los elementos, además de que estas gravillas, generalmente tienen algún contenido de humedad, por lo que, al aplicarse en asfalto caliente, hay un anclaje pobre, lo cual ocasiona que posteriormente las gravillas se desprendan y quede "calvo", por así decirlo, el recubrimiento impermeable. Para evitar estos problemas, se recomienda aplicar una capa de acabado adicional sobre la base de gravillas, con lo cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.

2 — LAS PINTURAS BITUMINOSAS ("BITUCOLOR ALUMINIO"), de color aluminio, son un acabado muy fácil de instalar, por lo que son ideales para trabajos de mantenimiento continuo, tienen una vida útil del orden de 1 a 3 años, dependiendo de su calidad y deben ser renovados frecuentemente. No se recomiendan para techos con tránsito y su reflectividad es de primera clase.

3 — LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"), son muy decorativos y durables, pero deben de tener ciertas características para asegurar buenos resultados.
Ellos no se deben aplicar directamente sobre asfalto de aplicación en caliente, sino sobre una base previa de gravilla o fibras ancladas al asfalto y pueden ser aplicados en forma directa, sobre algunos revestimientos de aplicación en frío.
Deben formar películas con buena elasticidad y estar formuladas con resinas exentas de plastificantes volátiles, para que no se rigidicen rápidamente con la exposición directa al sol. Un acabado que cumpla las anteriores consideraciones, aplicado con un rendimiento del orden de 1/2 litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.

MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

4 — LAS PASTAS REFLECTIVAS, se fabrican a partir de cal, cemento blanco y un ligante a base de resinas emulsionadas que les confiere cohesión y buena adherencia ("QUIMIWELD").
Estas pastas son durables y económicas, por lo cual su uso se ha extendido bastante. Son resistentes al intemperismo y soportan bien el tránsito eventual.
Por ser rígidas, pueden aparecer ligeras fisuras, pero ellas no crean fallas de impermeabilidad.

5 — EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflejante y es resistente al intemperismo. Sin embargo, su uso se ha visto limitado por su pobre adherencia al asfalto, que ocasiona rápidos desprendimientos y roturas que dejan al descubierto el asfalto en un tiempo muy breve.

6 — EL ENLADRILLADO, es el recubrimiento tradicional de azoteas en nuestro país, y es un magnífico elemento protector para impermeabilizaciones. Entre sus cualidades podemos enumerar que es un material decorativo, que da un buen aislamiento al calor, siendo resistente a la intemperie y al tránsito frecuente.
Cuando el ladrillo se coloca cuidadosamente sobre una impermeabilización, sin dañar a ésta, se puede asegurar que la impermeabilización tendrá una vida útil prolongada.
Sin embargo, en la práctica se observa que los enladrilladores destruyen la carpeta impermeable, casi en forma inevitable, con lo que las filtraciones se manifiestan en seguida. La viciada práctica constructiva de fijar los hilos de nivel con clavos, directamente sobre la superficie; la de palear mezcla sobre la azotea; la de hacer pilas de ladrillos o de transitar con carretillas sobre las impermeabilizaciones, producen daños que rompen la continuidad del sistema y se presentan posteriormente las humedades.
Es muy importante llamar la atención sobre el punto anterior, para así poder lograr una mayor colaboración entre los residentes, albañiles e impermeabilizadores, que redunde en trabajos más seguros, mejor coordinados y ejecutados. Siempre el trabajo en equipo, dará mejores frutos.

7 — LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS ("FLEXOCRETO"), han ido adquiriendo en los últimos tiempos mayor importancia, como acabados para impermeabilización.
Ellos son verdaderos sustitutos del enladrillado, ya que soportan tránsito pesado, aún de vehículos, y su vida útil es muy prolongada. Estos acabados se aplican con espesores mínimos de 1 cm. y se hacen a base de emulsiones asfálticas, con agregados de granulometría controlada y cemento Portland, colocándose sobre el techo por medio de maestras y emparejando con reglas de madera, en la misma forma en que se cuela un piso de concreto, pudiéndose obtener tanto acabados finos, como ásperos.
Como estos acabados son colocados por el mismo instalador de la impermeabilización, se logra una garantía total sobre la impermeabilidad del techo, ya que se elimina la posibilidad de que durante el enladrillado se dañe la impermeabilización.
Creemos que este tipo de acabados se irá aplicando cada vez más por las ventajas que posée. Estos acabados son magníficos sustitutos del ladrillo, pero no deben emplearse como impermeabilización única. Con ellos se obtendrá un funcionamiento óptimo si se colocan siempre sobre un sistema de impermeabilización completo, que contenga todos los elementos requeridos.

8 — RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION ("TIROLPLASTIC"). En los últimos tiempos se han venido desarrollando algunos recubrimientos "tipo pintura", que llevan en su formulación agregados de muy alta resistencia a la abrasión, con lo cual se obtienen superficies que no se desgastan fácilmente con el tránsito de personas.
Estos revestimientos especiales superan a otro tipo de materiales semejantes, en cuanto a su resistencia al tránsito. Son de muy alta duración y se instalan fácilmente, teniendo también la característica de poderse colocar prácticamente en cualquier color.

9 — ACABADOS PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO"). La característica de estos acabados es que son sumamente resistentes a la intemperie y de color uniforme, son fáciles de colocar y dan buena impermeabilidad a los sistemas en los que se aplican.
Estos son, a grandes rasgos, los materiales impermeabilizantes más usados hoy en día. Claro está que faltarían mencionar otros tales como las láminas metálicas, ya de cobre o plomo, u otros materiales como tejas o pizarras que en sí no son materiales impermeabilizantes.

II.—SISTEMAS IMPERMEABLES.

Ya se ha establecido que los sistemas impermeabilizantes deben constar con un mínimo de tres componentes principales que son:

1 — EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
2 — LA CARPETA IMPERMEABLE.
3 — EL ACABADO.

El primario o base adherente tendrá por objeto sellar la porosidad y las partículas de polvo sueltas en la superficie. La carpeta impermeable, será la verdaderamente responsable de la impermeabilidad del sistema. Estas carpetas pueden estar formadas por capas alternadas de revestimientos y membranas de refuerzo. Se acepta generalmente que, a mayor número de capas, se obtiene más seguridad y mayor duración, lo cual es relativamente cierto cuando se comparan entre sí sistemas a base de los mismos materiales. Sin embargo, debe de considerarse también, que existen materiales de mejor funcionamiento con los que se obtienen óptimos resultados a espesores menores. Podemos establecer que un material más elástico, dúctil, impermeable y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menor espesor. Los acabados, como ya quedó dicho también, tienen por función proteger a la carpeta impermeable contra el ataque del intemperismo y del ataque físico por el uso inadecuado e imprevisto al que se somete esa carpeta.
Una vez establecidos ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

1 — Los de aplicación en frío.
2 — Los de aplicación en caliente.
3 — Los de aplicación mixta.
4 — Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

1 — LOS DE APLICACION EN FRIO.
Ellos se efectúan partiendo de materiales listos para usarse, sin necesidad de calentarlos.
Los materiales de aplicación en frío se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, en algunos casos aún estando húmedas, lo cual reduce la posibilidad de que se presenten las tan comunes burbujas y desprendimientos, aunque algunas veces aparecen cuando se trabaja con superficies con alto contenido de humedad.
Otro aspecto interesante es que los refuerzos que se emplean para aplicaciones en frío son generalmente dúctiles y flexibles, lográndose con ello trabajos mejor adaptados a las sinuosidades de las superficies.
Ventajas también muy importantes de estos sistemas de aplicación en frío, son que no se escurren, sea cual fuera la inclinación de las superficies o la temperatura de operación y que tampoco se cristalizan.
Se debe mencionar que estos sistemas son muy resistentes al intemperismo y al envejecimiento natural, manteniéndose impermeables, flexibles y dúctiles durante muchos años.
Así pues, los impermeabilizantes en frío son sumamente ventajosos en la mayoría de los casos, ya que su instalación es rápida y sin molestias, además de que tienen una gran efectividad y larga duración.
Por otra parte, estos materiales son bastante indicados para trabajos de mantenimiento local, ya que por su facilidad de aplicación pueden ser instalados por personal que tenga poco entrenamiento.

2 — SISTEMAS DE APLICACION EN CALIENTE.

Los sistemas de impermeabilización que se aplican en caliente, tienen la ventaja de ser económicos, formar carpetas fuertes y resistentes a la penetración y resistir el tránsito y el uso rudo que suele existir en algunas obras en construcción. Por estas razones es recomendable su uso en techos que serán recubiertos con enladrillado, además de cualquier otro tipo de obra en las que se requiera una buena protección a bajo costo. Ventaja adicional de estos materiales es la de que están exentos de solventes.
Para que estos materiales se puedan aplicar en forma adecuada, deben de ser calentados hasta que se fundan. Sin embargo, la temperatura del calentamiento no debe ser superior de 270°C., porque se degradan. Tampoco debe recalentarse el material durante más de 10 hs., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies hú-

medos. Se puede decir pues, que los procedimientos de impermeabilización a base de asfaltos oxidados aplicados en caliente, están llamados a perdurar en la industria de la construcción, mientras no se encarezcan demasiado los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

3 — SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA.

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminados con una capa superior de impermeabilizante en frío, con lo cual se logran conjugar las ventajas de ambos procedimientos, que son: obtener fuerza y resistencia al mal trato, que confiere la impermeabilización en caliente; protegerla por un recubrimiento en frío, que soporta el intemperismo y el envejecimiento. Simultáneamente se fijan mejor las gravillas y se pueden terminar bien varios detalles que son fundamentales para asegurar la eficacia de la impermeabilización, tales como: pretiles, bajadas pluviales, tuberías, etc., lográndose además una cubierta superior, sumamente resistente al agrietamiento.
Lo anterior explica el porqué, con los sistemas mixtos, se obtienen carpetas impermeables seguras y durables.

4 — SISTEMAS A BASE DE PREFABRICADOS.

Estos sistemas tienen la ventaja de poseer un espesor uniforme controlado en fábrica, con lo cual se obtiene una protección adecuada en todos los puntos recubiertos.
Son indicados para recubrir superficies desde bajas temperaturas, hasta de 60°C, sin riesgo de escurrimiento.
Además, debemos mencionar que su acabado granulado en colores, se aplica en fábrica, lográndose con ello un aspecto decorativo de larga duración.
Este tipo de sistemas se pueden fijar sobre la superficie, bien por medios mecánicos o bien por medio de adhesivos asfálticos en frío o caliente, con bastante rapidez; es recomendable colocar membranas de refuerzo adicionales.

IMPERMEABILIZANTES NO BITUMINOSOS.

Todo lo que se ha mencionado anteriormente se refiere a impermeabilizantes de índole asfáltica. Sin embargo, hay que indicar que existen otros impermeabilizantes de distinta base, los cuales se pueden dividir en:

1 — ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR", "ALBERQUIM"), que pueden ser líquidos o ya en membranas prefabricadas.

LOS ELASTOMERICOS LIQUIDOS — Son los productos que se aplican por medio de brocha o equipo de aspersión, sobre las superficies.
Algunos de ellos curan por evaporación del solvente y algunos otros por reacciones químicas, significando que son cien por ciento sólidos.
Estos materiales tienen magníficas propiedades generales. Por ejemplo: los hay que son a base de neoprene-hypalón, poliuretanos o hule clorado, y se emplean con éxito en el acabado de albercas. Tienen alta resistencia al intemperismo y una gran elasticidad. Sin embargo, su uso en techos es bastante limitado, debido al muy alto precio del producto.

LOS ELASTOMERICOS SOLIDOS, que se presentan ya en forma de membranas prefabricadas, tales como las de hule butilo, P.V.C. o similares; tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, como las superficies no son siempre totalmente planas, sino que hay algunas irregularidades, se forman pequeños olanes durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pegar en forma eficiente. El resultado es que aunque a través de la membrana no logra pasar el agua, ella pasará por el traslape, ocasionando muy serios problemas. Por esta razón, la aplicación de estos materiales se debe encargar a compañías muy especializadas en este tipo de trabajos.

2 — MATERIALES VARIOS

Otro grupo sería el formado por los materiales rígidos, cerámicos, materiales rígidos laminados tales como las tejas, las láminas metálicas, que pueden ser de cobre, plomo, fierro o aluminio y un tercer grupo que estaría formado por los materiales de capilaridad negativa o hidrófugos, en los cuales podríamos señalar dos grupos: los siliconas para impermeabilizaciones de superficies verticales y el de los impermeabilizantes integrales, formados a base de jabones metálicos.

3 — MATERIALES CERAMICOS — En el grupo de los materiales rígidos, cerámicos, tenemos por ejemplo las tejas, que en algunas épocas se han usado como materiales únicos en los techos, pero que debido a que se rompen y desacomodan fácilmente con el viento, se considera que su uso, hoy en día, debería de destinarse más bien a fines únicamente decorativos y de protección contra la intemperie. Lo correcto sería colocar debajo de las tejas una impermeabilización formal, como sucede en otros países. Este material día a día va cayendo en desuso.

4 — LAMINAS METALICAS.

Podríamos citar las láminas metálicas de plomo o de cobre. Como ejemplo de la aplicación de ellas se pueden mencionar el Palacio de los Deportes o la misma Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en la Ciudad de México. Con su uso se pueden lograr efectos decorativos muy interesantes y de muy alta duración. Sin embargo, se debe señalar que su colocación significa una verdadera obra de artesanía, ya que deben de soldarse con todo cuidado los traslapes oblicuos. Además, en ellas deben de hacerse recortes muy finos y su costo es muy elevado, lográndose muy buenos resultados, aunque deben ser tomados en cuenta los inconvenientes ya mencionados.
En cambio, no es lo mismo cuando se usan láminas de fierro, aun cuando éste esté galvanizado, porque existen puntos, sobre todo donde se daña el galvanizado a la hora del engargolado en los traslapes, que inevitablemente se oxidan, se corroen y dan puntos de penetración al agua. Lo más grave de este tipo de recubrimientos, es que posteriormente el agua se almacena debajo de ellos y "sigue lloviendo" muchos meses después de que pasa la temporada de lluvias. Así pues, se recomienda que estos acabados sean tratados con mucho cuidado, cuando decidan usarse las láminas de fierro como impermeabilizantes.

5 — Un quinto grupo sería, como ya se mencionó, el de los MATERIALES DE CAPILARIDAD NEGATIVA. Estos materiales no forman verdaderas películas sobre los materiales que protegen, sino que su acción consiste en invertir la capilaridad de las porosidades, de tal manera que de ser afinos hacia el agua, sean repelentes hacia ella, por lo cual habrá cierto rechazo al agua que esté en contacto con esa superficie. Naturalmente que el agua es rechazada en tanto que la presión que la empuja hacia dentro, no supere a la fuerza de repelencia.
Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos a su vez, divididos en dos grupos, formados por:

a) — SILICONES REPELENTES ("AQUASIL "A" Y "S"), los cuales se emplean para proteger de la entrada de agua de la lluvia, superficies verticales. Debe hacerse hincapié en que estos repelentes a base de siliconas, no son para impermeabilizar techos, puesto que ahí se acumulan tirantes de agua con presiones suficientes para vencer a la repelencia de los siliconas. Deben emplearse exclusivamente en fachadas en las cuales se tengan acabados a base de materiales absorventes, con la limitación de que los poros de dichos materiales deben de ser de tamaño capilar. Si son poros grandes, entonces la acción de los siliconas se ve bastante disminuida y el agua será absorbida hacia el interior.

b) — El segundo grupo de estos materiales es el formado por los IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES ("IMPERQUIM POLVO, LIQUIDO Y PASTA") que, generalmente, están formados a base de jabones metálicos, con lo cual se disminuye grandemente la absorción del agua. Debe decirse que estos materiales tampoco son una solución completa en losas de concreto, ya que ahí el agua no entrará exclusivamente por la porosidad que queda en el concreto, sino que también penetrará a través de las fisuras capilares y por todos los detalles constructivos que componen la losa, independientemente de que en ellos invariablemente se presentan agrietamientos posteriores al colado, por la hidratación natural del cemento, o bien, por los asentamientos de las construcciones. Así pues, los impermeabilizantes integrales son adecuados y se recomiendan más bien para disminuir en alto grado la absorción de agua a través de cimentaciones, en muros de concreto, cisternas, etc., pero con las serias reservas ya mencionadas. Una vez enumerados los diferentes materiales impermeabilizantes con que se cuenta, y explicada la forma de combinarse para lograr lo que se llama un sistema impermeable, se señalan algunos sistemas:

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

TIPO DE SUPERFICIE	VIDA UTIL ESPERADA					
	3 AÑOS		5 AÑOS		10 AÑOS	
	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE
LOSAS MONOLITICAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
LOSAS ALIGERADAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CASCARONES DE CONCRETO	IQF1	——	IQF2	——	IQF4	——
LOSAS DE SIPOREX	IQF1S	IQC1S	IQF2S	IQC2S	IQF4S	IQC4S
BOVEDA CATALANA	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
MADERA	IQF1M	IQC1M	IQF2M	IQC2M	IQF4M	IQC4M
TRABELOSAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CHAROLAS DE BARO	——	——	IQF1	IQC1	IQF2	——
GORDRAS DE CIMENTACION	——	——	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2

"IQF1"

- Limpieza y preparación de la superficie, eliminando materiales sueltos o mal adheridos.
- Calafateo de zonas críticas, tales como grietas, juntas, chaflanes, bajadas, tuberías, etc., empleando "Bituplastic".
- Aplicación de una mano de imprimador "Imperprim S-L", para sellar la porosidad de la superficie a razón de 0.2 lt/m².
- Aplicación en frío de una capa de impermeabilizante "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF2"

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQF1".
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una segunda malla "Vitricoat".
- Aplicación de una tercera capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC1"

- Síganse los tres primeros pasos realizados para "IQF1".
- Aplicación en caliente de una capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512" a razón de 1.5 kg/m².
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC2"

- Síganse los cuatro primeros pasos realizados para "IQC1".
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim" No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Colocación de una segunda lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una tercera capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF4"

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQF2".
- Colocación de una tercera malla de "Vitrocoat".
- Aplicación de una cuarta capa de "Impercoat S-40".
- Colocación de una cuarta malla de "Vitricoat".
- Aplicación de una quinta capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC4"

- Síganse los ocho primeros pasos realizados para "IQC2".
- Colocación de una tercera lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una cuarta capa de "Asfalquim 1512".
- Colocación de una cuarta lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una quinta capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

NOTAS:

"S.": En los sistemas terminados en "S", aumántese lo siguiente al punto segundo: sellado de juntas entre losa y losa, empleando "Gasolastic".

"M.": En los sistemas terminados en "M", sustitúyase el punto tercero por lo siguiente: clavetaado sobre toda la superficie de, una lámina de "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 20 cm.

ACABADOS PARA IMPERMEABILIZACION

MATERIAL	VIDA UTIL ESPERADA	RESISTENCIA AL TRANSITO	COLOR	NIVEL DE PRECIO	CICLO DE MANTENIMIENTO
FLEXODECOR	5 AÑOS	EVENTUAL	TODOS COLORES	25 %	5 AÑOS
PASTA QUINIMEL	5 AÑOS	EVENTUAL	BLANCO	5 %	5 AÑOS
BITUCOLOR ALUMINIO	5 AÑOS	NO	ALUMINIO	5 %	5 AÑOS
BITUCOLOR ROJO	5 AÑOS	NO	ROJO OBSCURO	5 %	5 AÑOS
FLEXOCRETO	20 AÑOS	EXCELENTE	TODOS COLORES	70 %	10 AÑOS
ENLADRILLADO	20 AÑOS	EXCELENTE	ROJO	100 %	10 AÑOS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, ESTIMACIONES Y ESPECIFICACIONES

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS

1. DEFINICIONES Y ALCANCES DE LOS CONCEPTOS BASICOS

COSTO.- De acuerdo al diccionario de la lengua española, - "Costo es lo que se paga por una cosa"; en un sentido mas amplio "Costo es el conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para lograr un fin."

Generalmente dentro del Ramo de la Construcción, este concepto se interpreta como: El conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para la realización de un proyecto o una obra.

PRESPUESTO.- Según el diccionario de la lengua española, - "Prespuesto es lo que se supone previamente, cómputo anticipado de los gastos o ingresos".

En el sentido que comunmente se entiende en México, cuando este vocablo es aplicado a un aspecto de construcción es el siguiente:

Prespuesto es el conjunto ordenado de los costos de las partes integrantes de un proyecto, calculados previamente a la ejecución de este.

De acuerdo a esta definición, la palabra Presupuesto resulta ser sinónimo de "Presupuesto de Costos".

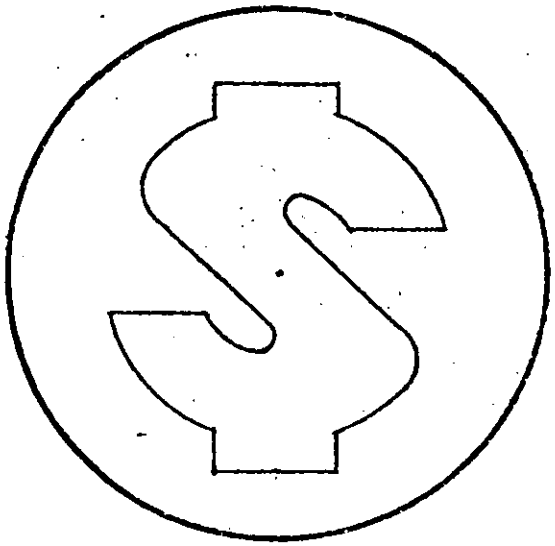
Un presupuesto está integrado por diversas clases de cargos ó costos, tales como Costos Directos, Indirectos, Contingencias, Honorarios, etc. Esta clasificación de los costos - obedece a su identificación con el Proyecto mismo.

Asimismo la presentación de un presupuesto se puede dividir en precios unitarios, unidades de obra, y los conceptos de trabajo correspondientes.

Las definiciones de cada uno de los conceptos anteriores - las expresaremos a continuación:

PRECIO UNITARIO

Remuneración ó pago en moneda que el Contratante deberá cubrir al Contratista por unidad de Obra y por concepto de trabajo que ejecute.



UNIDAD DE OBRA

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.

CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales, que el Contratista emplea en la realización de la Obra de acuerdo a Planos y Especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.

PRECIO UNITARIO

DIVISION DE CARGOS

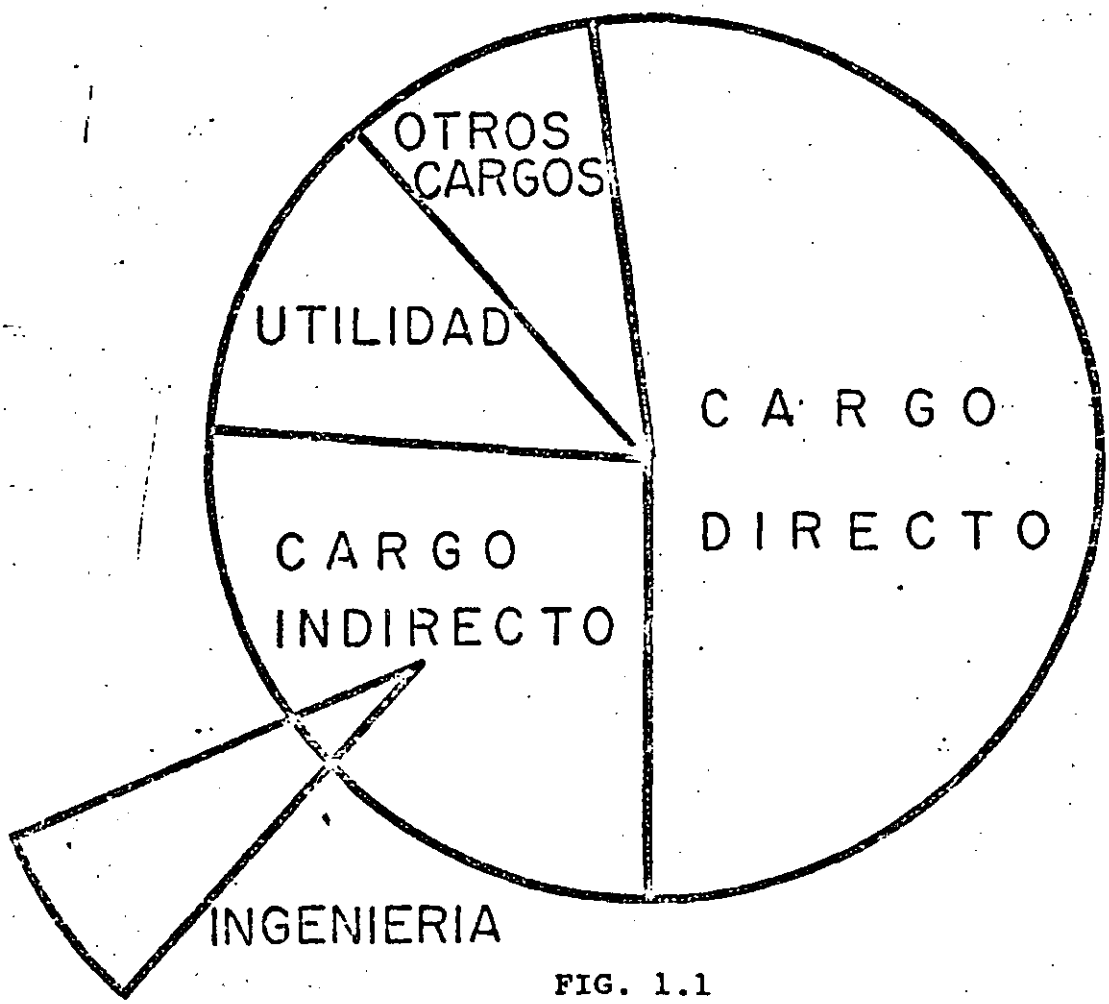


FIG. 1.1

El precio unitario como unidad está compuesto por diversos -- cargos reunidos en cuatro grandes divisiones como lo muestra la Figura No. 1.1.

Esta división corresponde a Obras de Construcción sobre pro-- yectos terminados. Cuando deba la misma Compañía realizar el - proyecto de Ingeniería. podrán cargarse los gastos relativos en la división de Cargos Indirectos, Oficina Central y si es- te cargo no se desea su prorrateo en el precio unitario, se - considerará como un contrato separado del de Construcción.

2.0 CARGOS DIRECTOS

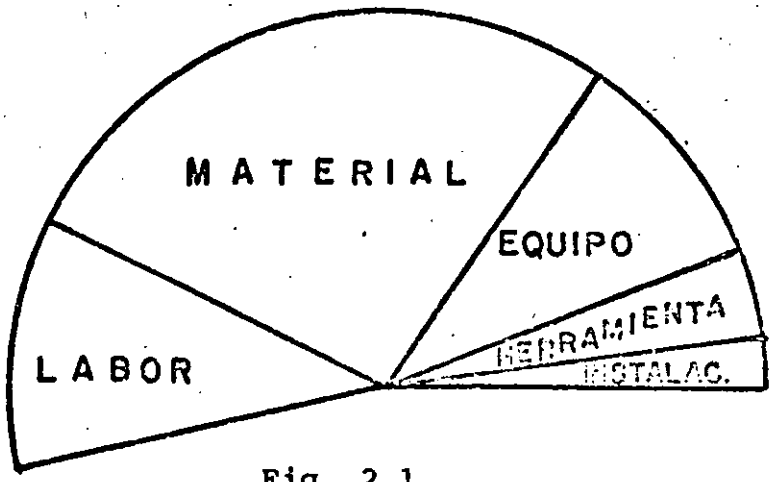


Fig. 2.1

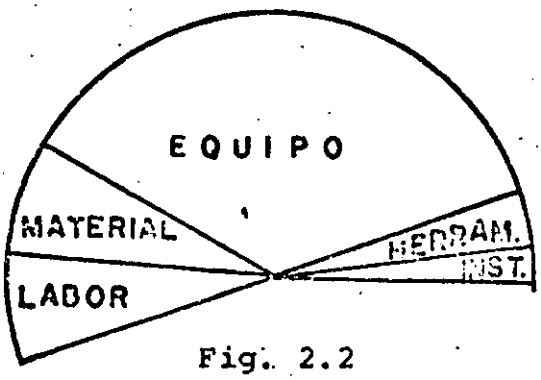


Fig. 2.2

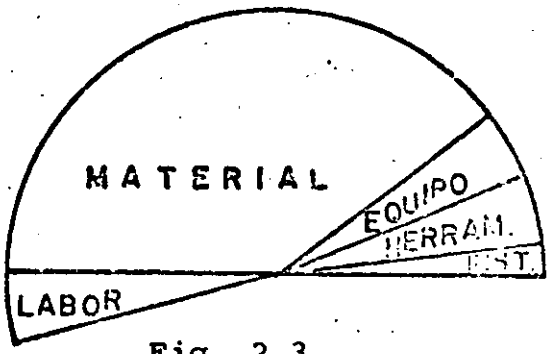


Fig. 2.3.

CARGOS DIRECTOS.- Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten determinar los porcentajes de participación de cada uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de edificación donde la labor presenta un porcentaje de participación aproximado del 25% al

35 %, el material 45% al 55%, el equipo del 10% al 20%, la - herramienta del 1% al 1.5% y las instalaciones de 0.5% al 1%.

La Fig. 2.2 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de infraestructura ó pesada; en este caso el Parámetro Equipo representa el porcentaje mayor, 60% al 70% indicando el uso de equipos pesados de - capital importancia para la realización de la obra, la labor puede representar una variación del 10% al 20%, materiales - 15% al 25%, herramienta 0.5% al 1%, instalaciones 0.5% al 1%.

La Fig. 2.3 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en Plantas Industriales, el Parámetro de Materiales aparece muy amplio en proporción a las - - otras partes y es resultado del incrementar en forma excesiva los conceptos electromecánicos e instrumentación con una gran cantidad de material de proceso como tuberías, recipientes, equipo, etc., para el funcionamiento de la Planta, éste desde luego varía con el tipo de Planta y de proceso propio de la misma, sin embargo, las estadísticas muestran siempre que el porcentaje de presencia mayor en obras de este tipo, corresponde a los materiales y equipo de proceso, con una - variación aproximada entre el 70% al 80%, el equipo de construcción y herramienta del 5% al 9%, la mano de obra del -- 15% al 25%, y las instalaciones del 0.5% al 1%.

CARGOS DIRECTOS

CARGO POR MANO DE OBRA

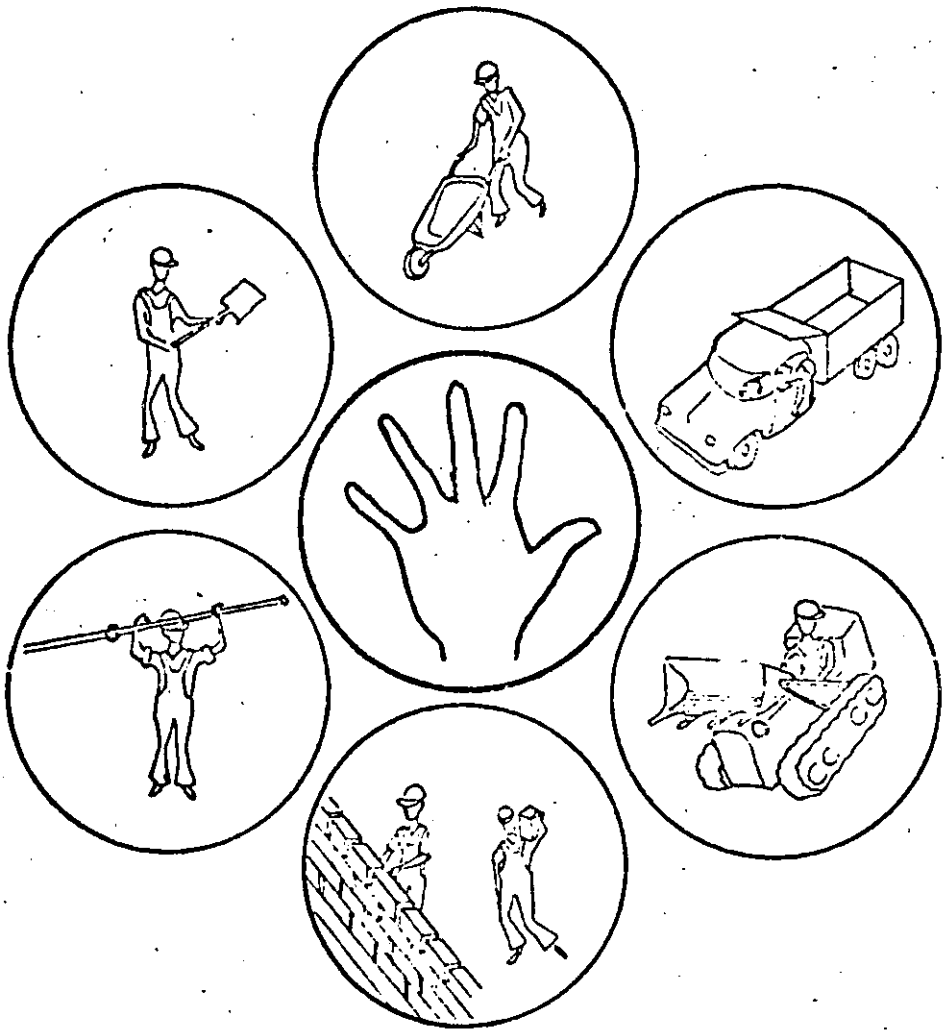


Fig. 3.1

Los cargos por Mano de Obra son los resultantes de prorratear el pago de salarios al personal individual ó por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las -- unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado)

$$Mo = \frac{S}{R}$$

CARGOS DIRECTOS

SALARIOS

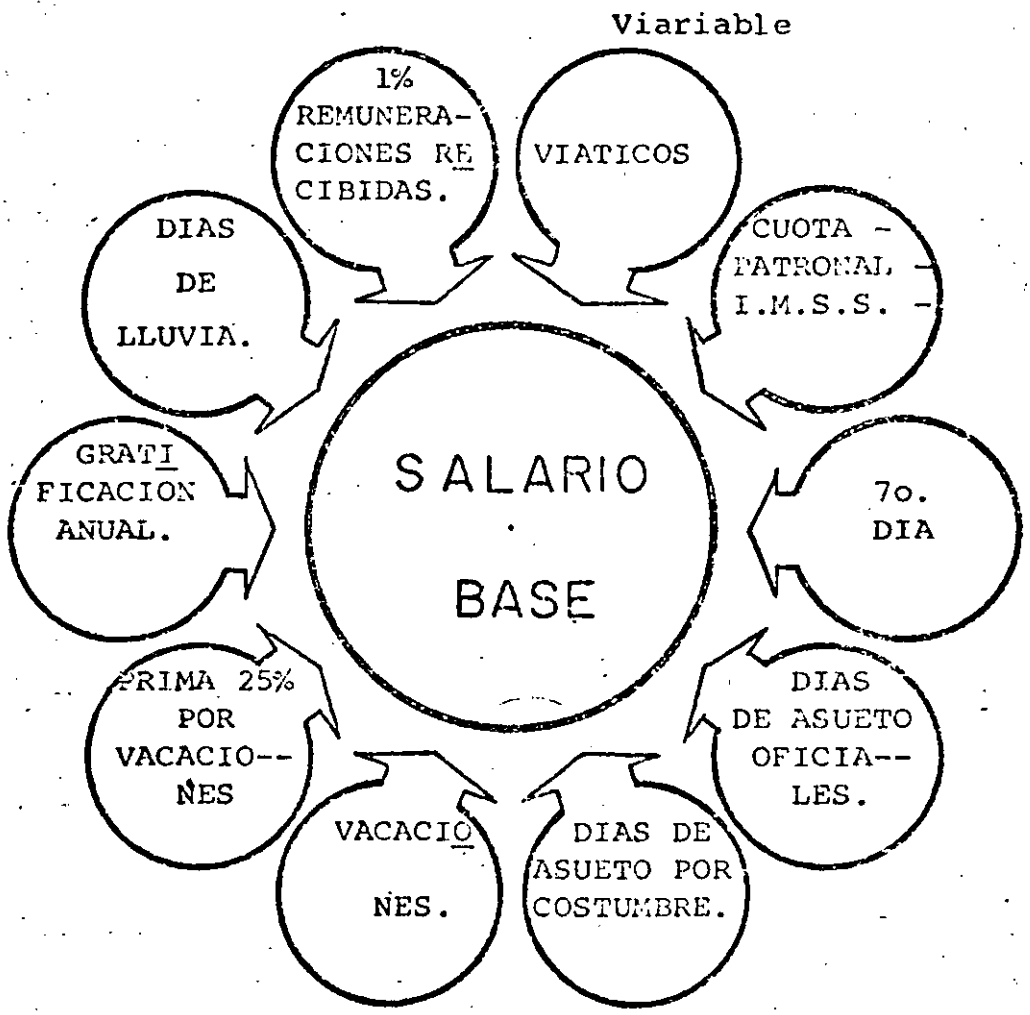


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real.

C A R G O S D I R E C T O S

S A L A R I O

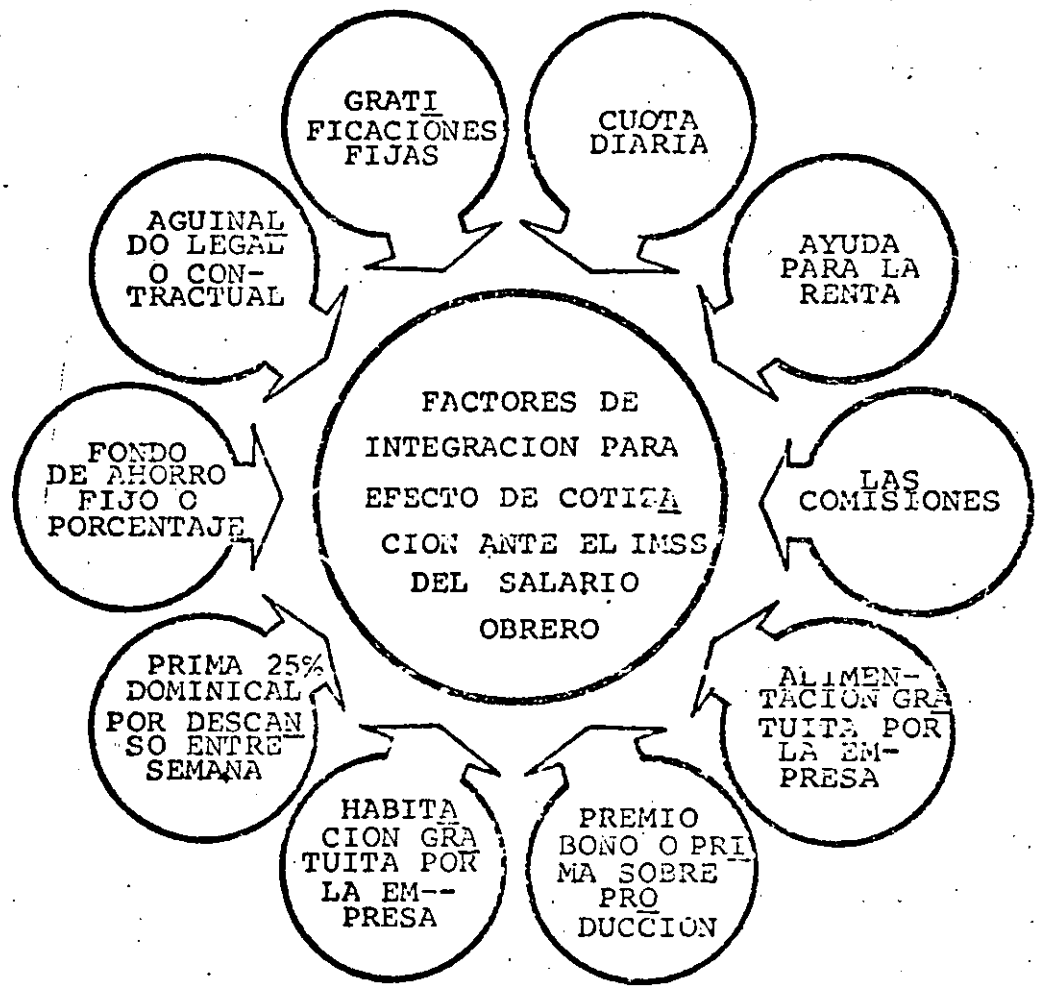


Fig. 3.3

NOTA 1.1 El salario mínimo legal de la zona respectiva no podrá ser descontado en forma alguna, aunque haya factores distintos que adicionen la cuota diaria.

C A R G O S D I R E C T O S

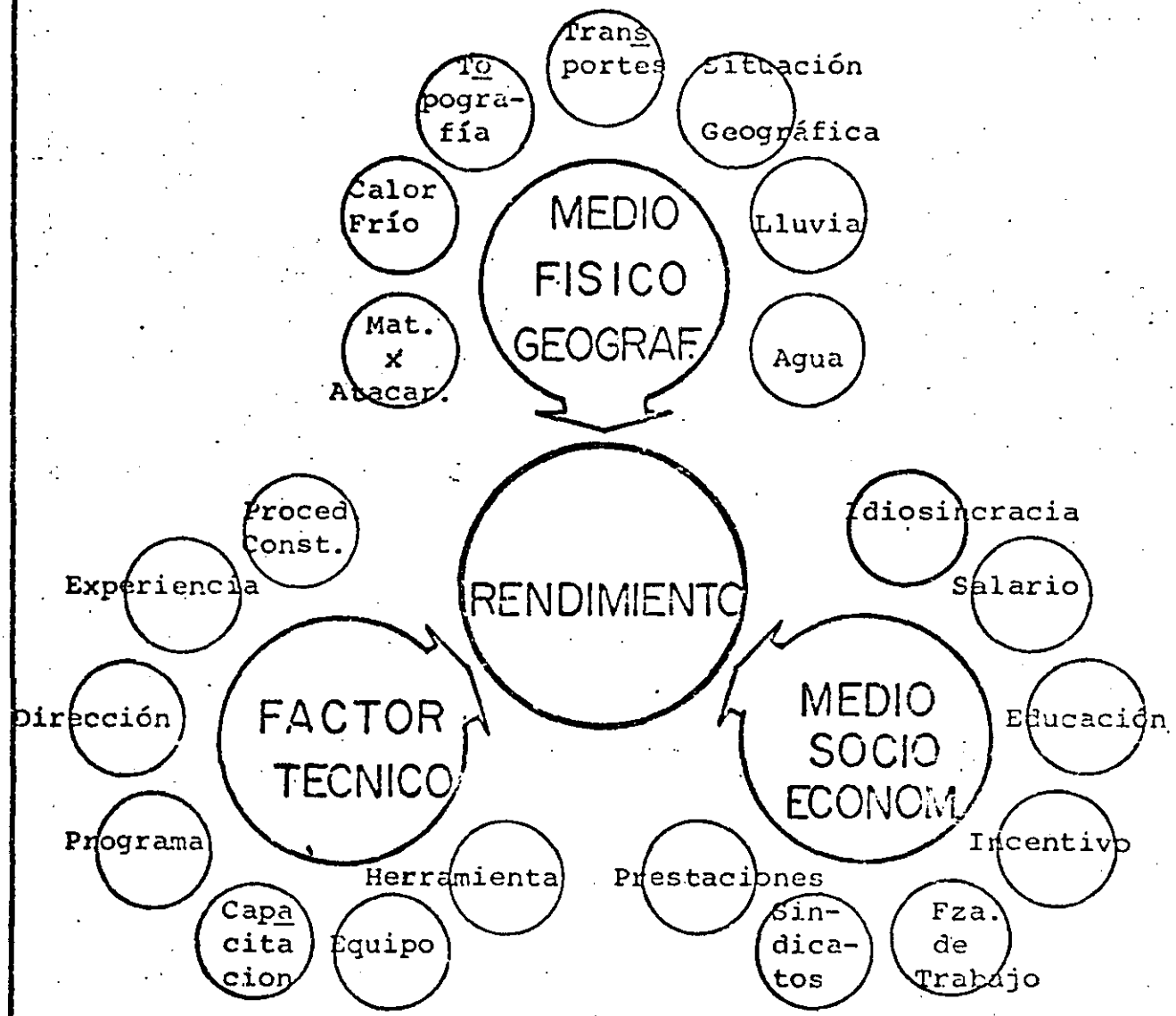


Fig. 3.4.

Factores de influencia que afectan la capacidad de producción del personal individual ó por cuadrilla y que determinan los rendimientos.

Siendo la capacidad de producción de primordial importancia en la determinación del costo, la minuciosa investigación del sitio de la obra, facilitará los conocimientos necesarios para obtener los rendimientos adecuados.

C A R G O S D I R E C T O S

M A T E R I A L E S

CARGO DIRECTO POR MATERIALES.-

Las erogaciones que efectúa el Contratista para adquir los materiales necesarios para la ejecución del concepto de obra, determinan el cargo directo por materiales.

Estos pueden ser permanentes, ó sea que forman parte integrante de la Obra, y temporales ó auxiliares que son consumidos en la Obra después de uno ó varios usos.

Los materiales son adquiridos del mercado ó producidos en la Obra, los adquiridos sufren una variación según Fig. 4.1 y los segundos, son motivo de un análisis especial.

C A R G O S D I R E C T O S

M A T E R I A L E S

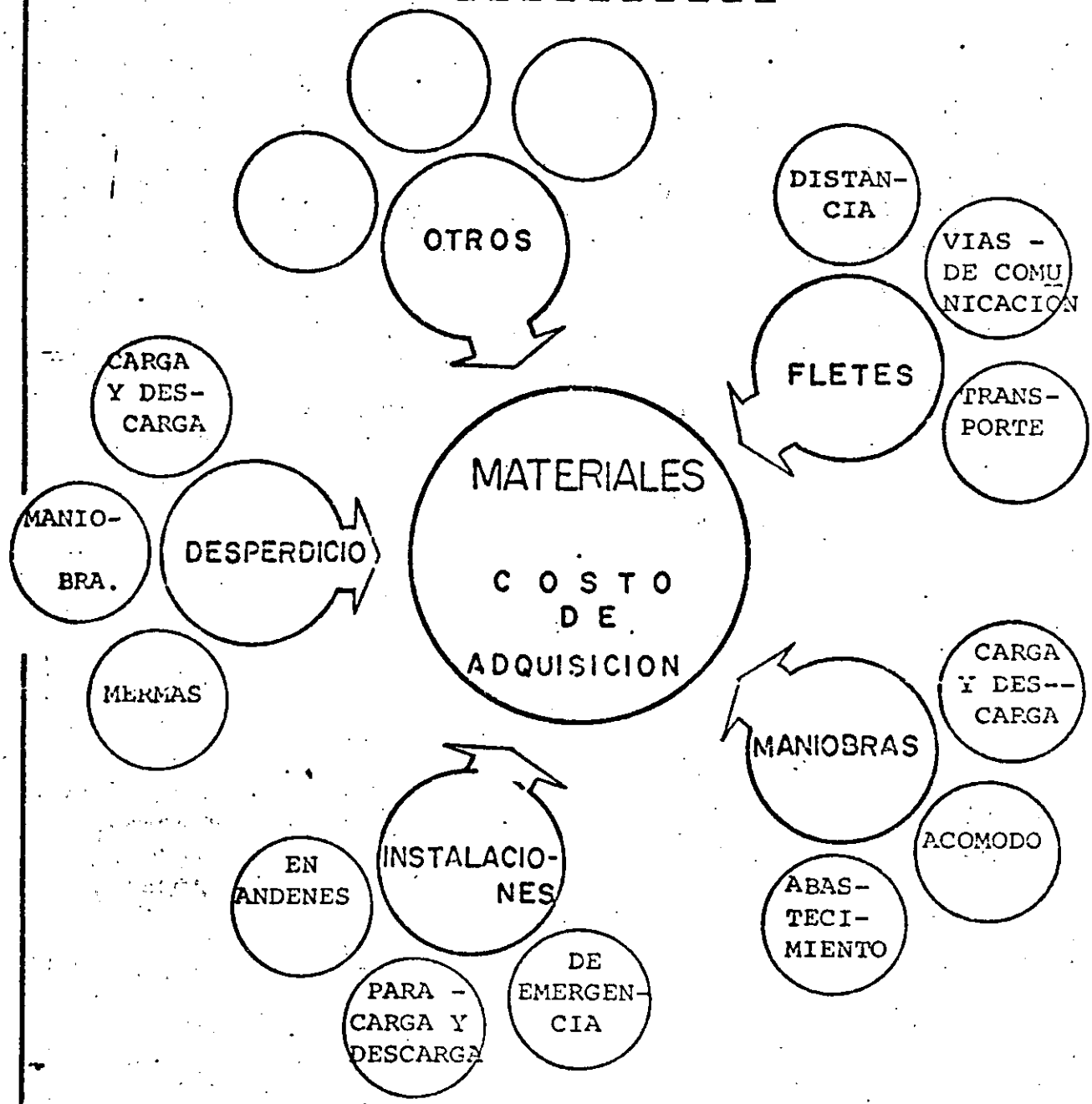


Fig. 4.1

Factores de influencia que determinan el incremento de costo sobre el costo de adquisición.

C A R G O S _ _ D I R E C T O S

E Q UI_P_O_ _ _C_O_S_T O

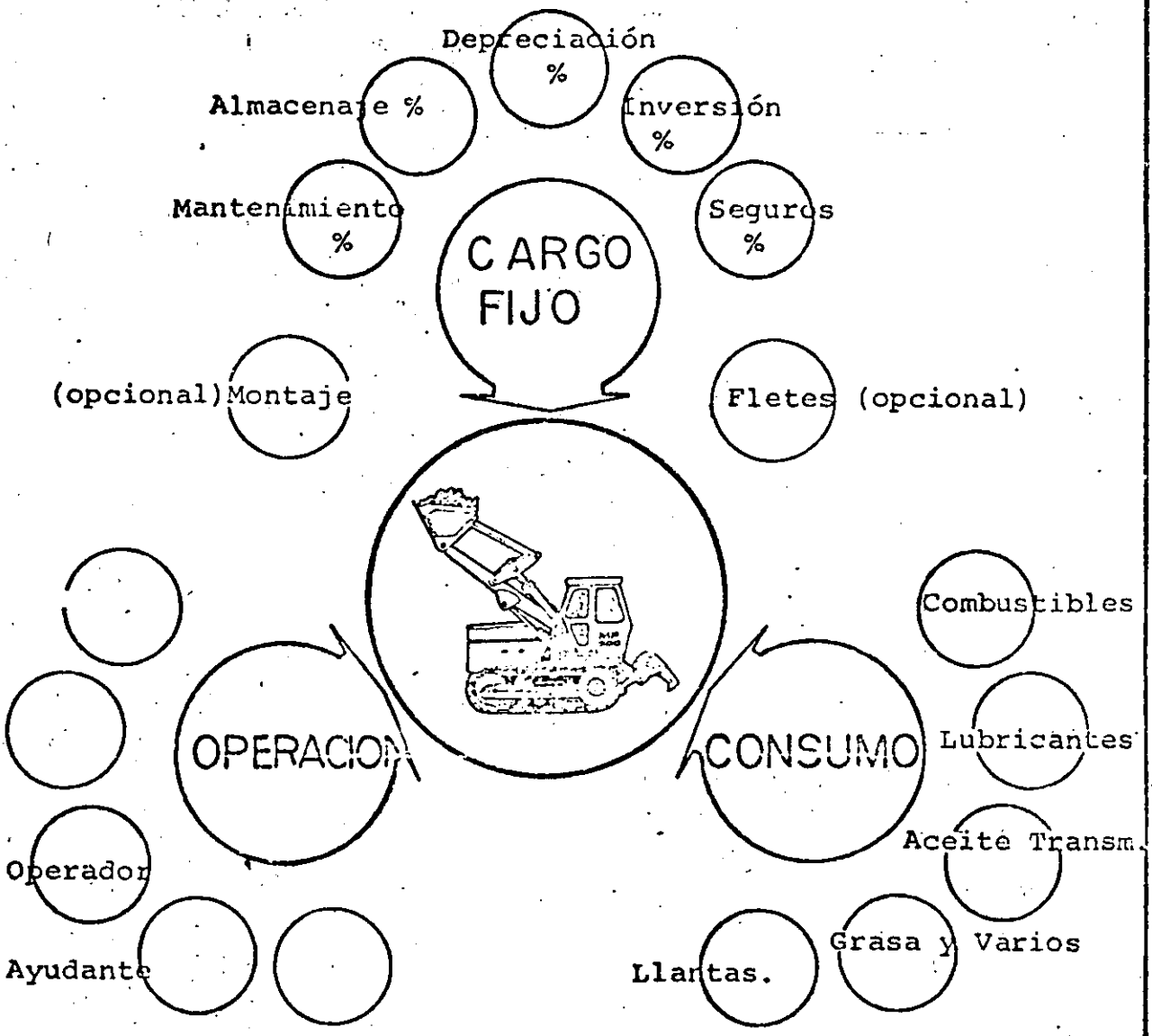


Fig. 5.1

CARGO DIRECTO POR EQUIPO.- Lo determinan según las bases y normas generales para la contratación y ejecución de Obra Públicas, los cargos fijos, los de consumo y los de operación por un tiempo determinado y dividido por el rendimiento efectivo que dicho equipo realice en el mismo tiempo determinado de costo.

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

Sin embargo, como lo muestra la figura 5.1, los cargos se dividen como todos los costos ó sea una Labor, un Material y el Equipo Intrínseco.

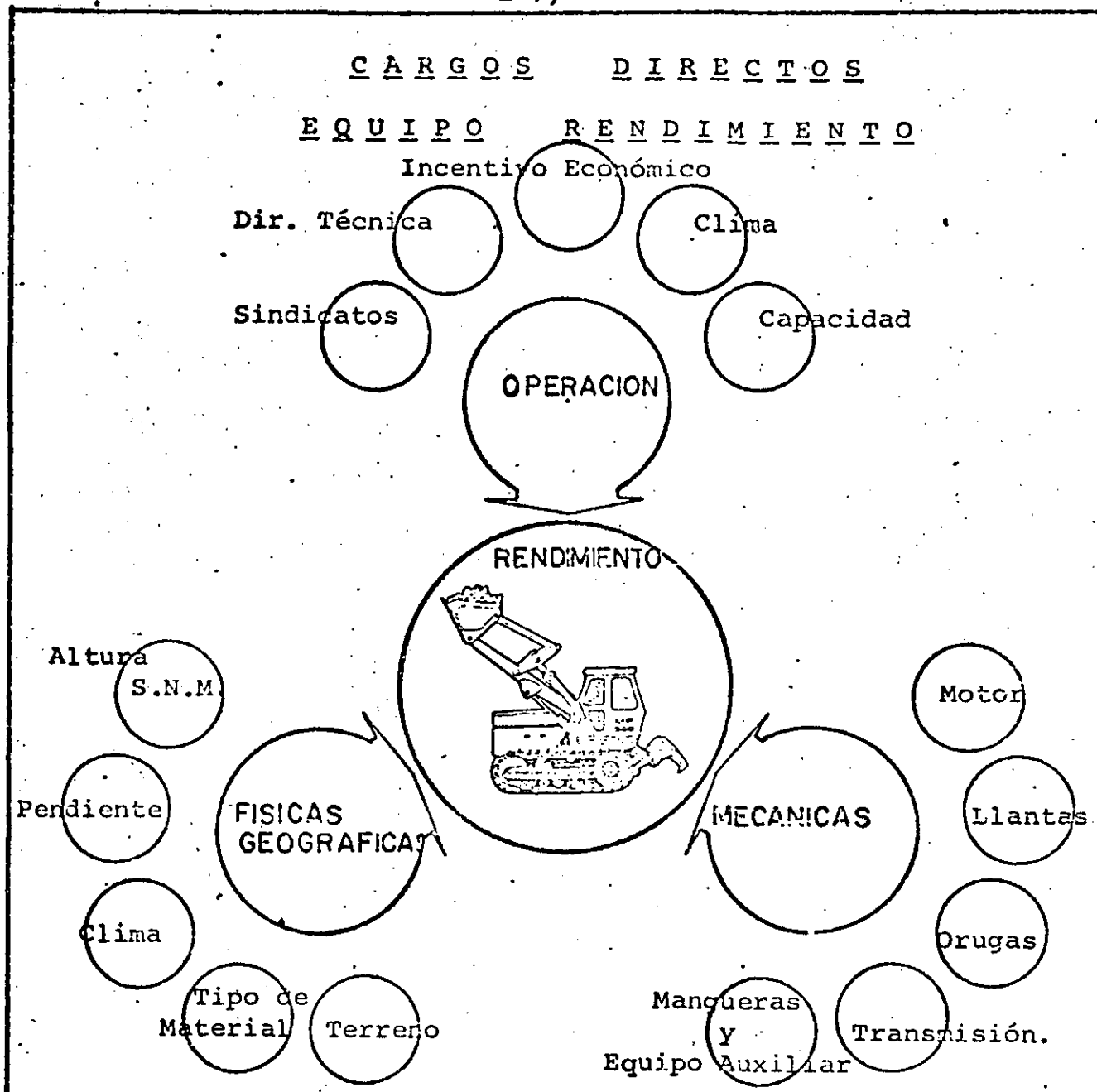


Fig. 5.2

Casi todos los factores que determinan la variación de los rendimientos del equipo, están señalados en esta gráfica, los factores principales son afectados por otras y así sucesivamente, por esto para determinar los rendimientos más adecuados, es necesario llevar datos estadísticos de diversos tipos de obras.

CARGOS DIRECTOS

HERRAMIENTA DE MANO

INSTALACIONES

Fig. 6.1

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo ó desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con estadísticas.

Fig. 7.1

El cargo por Instalaciones corresponde a las erogaciones realizadas por el Contratista para construir las instalaciones accesorias, necesarias para realizar conceptos de trabajos definidos y no deberá incluir ninguna instalación de servicio general en la obra.

P R E C I O U N I T A R I O

C A R G O S I N D I R E C T O S

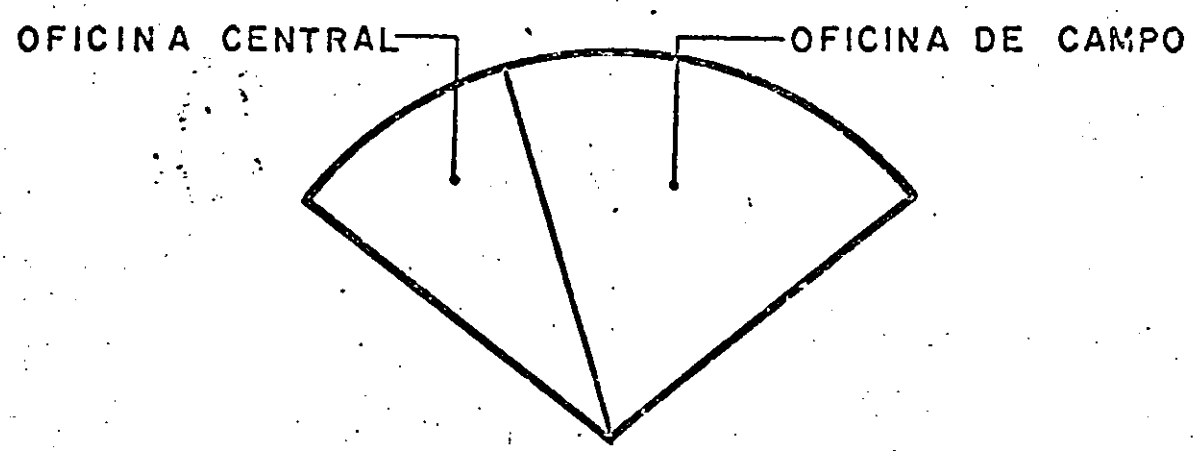


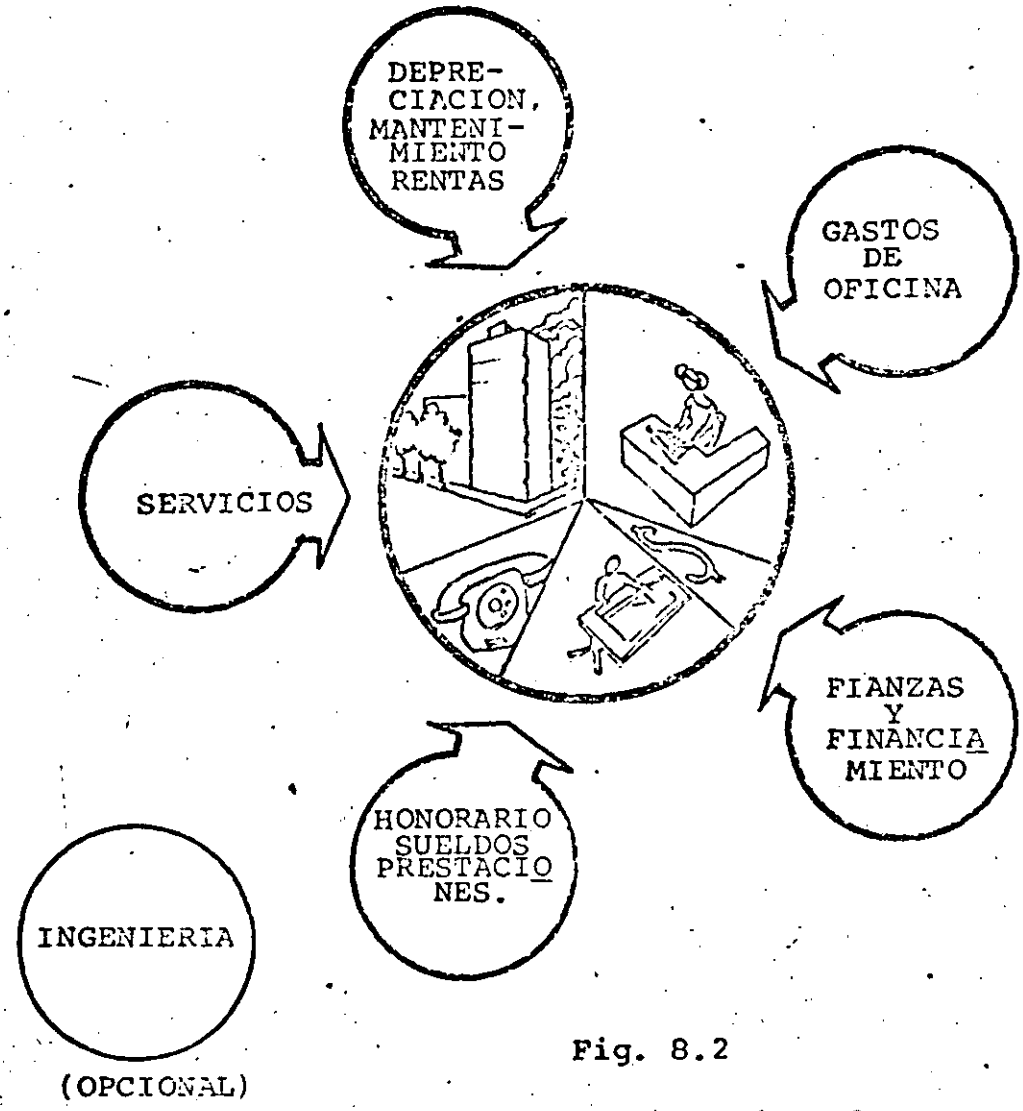
Fig. 8.1

TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN PARA LA CONSTRUCCION DE UN -- PROYECTO NO CONSIDERADOS EN LOS CARGOS DIRECTOS SE DENOMINARAN CARGOS INDIRECTOS COMO MUESTRA LA FIG. 8.1 SE DIVIDEN EN GASTOS DE OFICINA CENTRAL Y GASTOS DE OFICINA DE CAMPO.
LAS FIG. 8.2 Y 8.3 MUESTRAN LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTEGRAN DICHOS CARGOS SEGUN LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CON-- TRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS, ESTOS CARGOS SE EX-- PRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESUL TADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CAR- GOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIEN.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

C A R G O S I N D I R E C T O S

O F I C I N A C E N T R A L



(OPCIONAL)

Fig. 8.2

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de Oficina Central.

Ver Anexo 1

CARGOS INDIRECTOS
OFICINA DE CAMPO

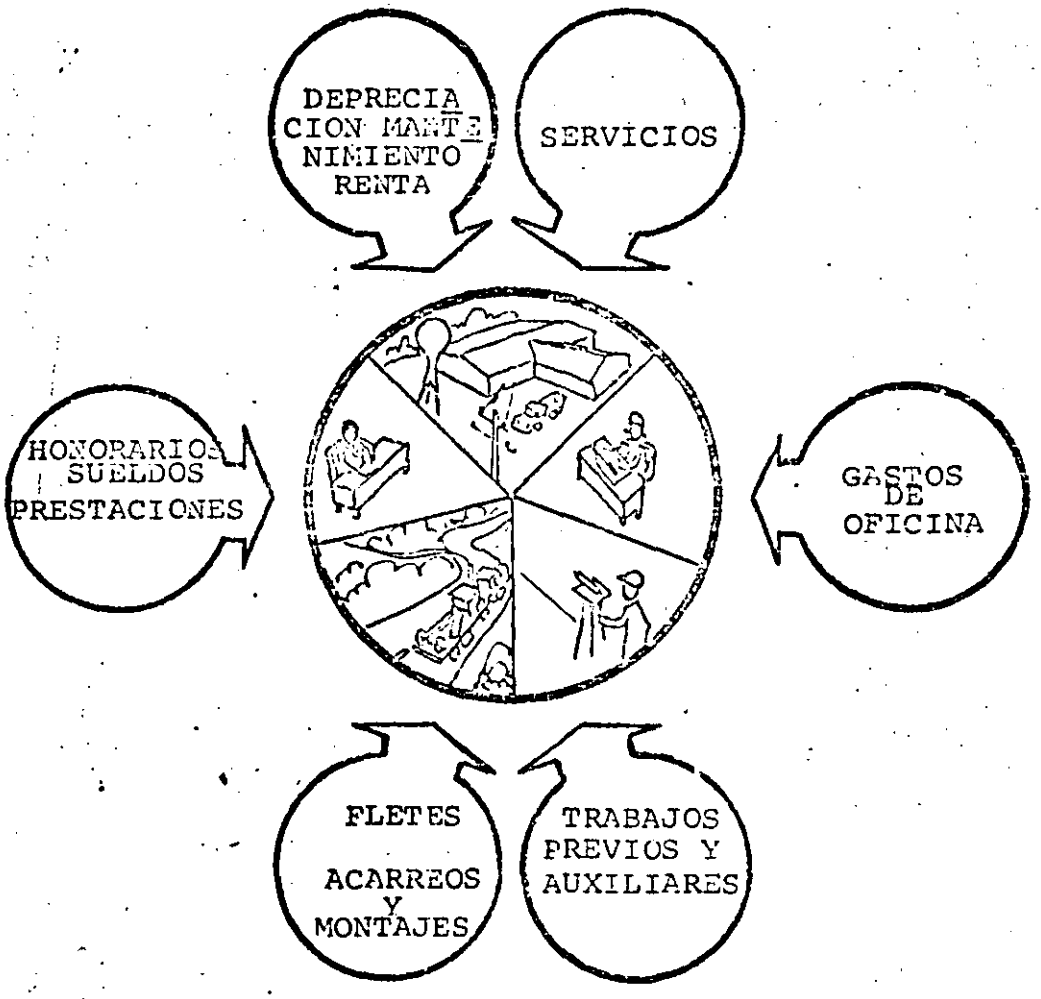


Fig. 8.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.
Ver Anexo 1.

A N E X O I

BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

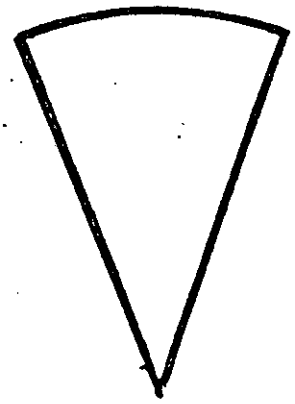
		Admón. central	Admón. de obra
		X De posible aplicación - No aplicable	
9.3.1.	Honorarios, sueldos y prestaciones.		
1.	Personal directivo	X	-
2.	Personal técnico	X	X
3.	Personal administrativo.	X	X
4.	Personal en tránsito	-	X
5.	Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para items 1 a 4	X	X
6.	Pasajes y viáticos	X	X
7.	Consultores y asesores	X	-
8.	Estudios e investigaciones	X	-
9.3.2.	Depreciación, mantenimiento y rentas.		
1.	Edificios y locales	X	X
2.	Campamentos	-	X
3.	Talleres	-	X
4.	Bodegas	-	X
5.	Instalaciones generales	-	X
6.	Muebles y enseres	X	X

	Admón. central	Admón. de obra
	X De posible aplicación - No aplicable	
9.3.3. Servicios.		
1. Depreciación o renta y operación y vehículos	X	X
2. Laboratorio de campo	-	X
9.3.4. Fletes y acarreos.		
1. De campamentos	-	X
2. De equipo de construcción	-	X
3. De plantas y elementos para instalaciones	-	X
4. De mobiliario	-	X
9.3.5. Gastos de oficina.		
1. Papelería y útiles de escritorio	X	X
2. Correos, teléfonos, telégrafos, radio.	X	X
3. Situación de fondos	-	X
4. Copias y duplicados	X	X
5. Luz, gas y otros consumos	X	X
6. Gastos de concursos	X	-
9.3.6. Fianzas y financiamientos.		
1. Primas por fianzas	X	-
2. Intereses por financiamientos	X	-

	Admón. central	Admón. de obra
	X De posible aplicación - No aplicable	
9.3.7. Trabajos previos y auxiliares.		
1. Construcción y conservación de caminos de acceso	-	X
2. Montajes y desmantelamientos de equipo, cuando así proceda	-	X
* 9.3.8. Imprevistos		
Proposición de modificación en trámite	-	X

PRECIO UNITARIO

CARGOS ADICIONALES



OTROS CARGOS

Fig. 10.1

Las Normas y Bases Generales para Contratación y Ejecución de Obras Públicas .. Los define claramente como aquellos - correspondientes a las erogaciones que realiza el Contra-- tista por estipularse expresamente en el contrato de Obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los Indirectos, ni en la Utilidad y se expresa generalmente como un porcentaje, - sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utili-- dad.

PRECIO UNITARIO

CARGOS ADICIONALES

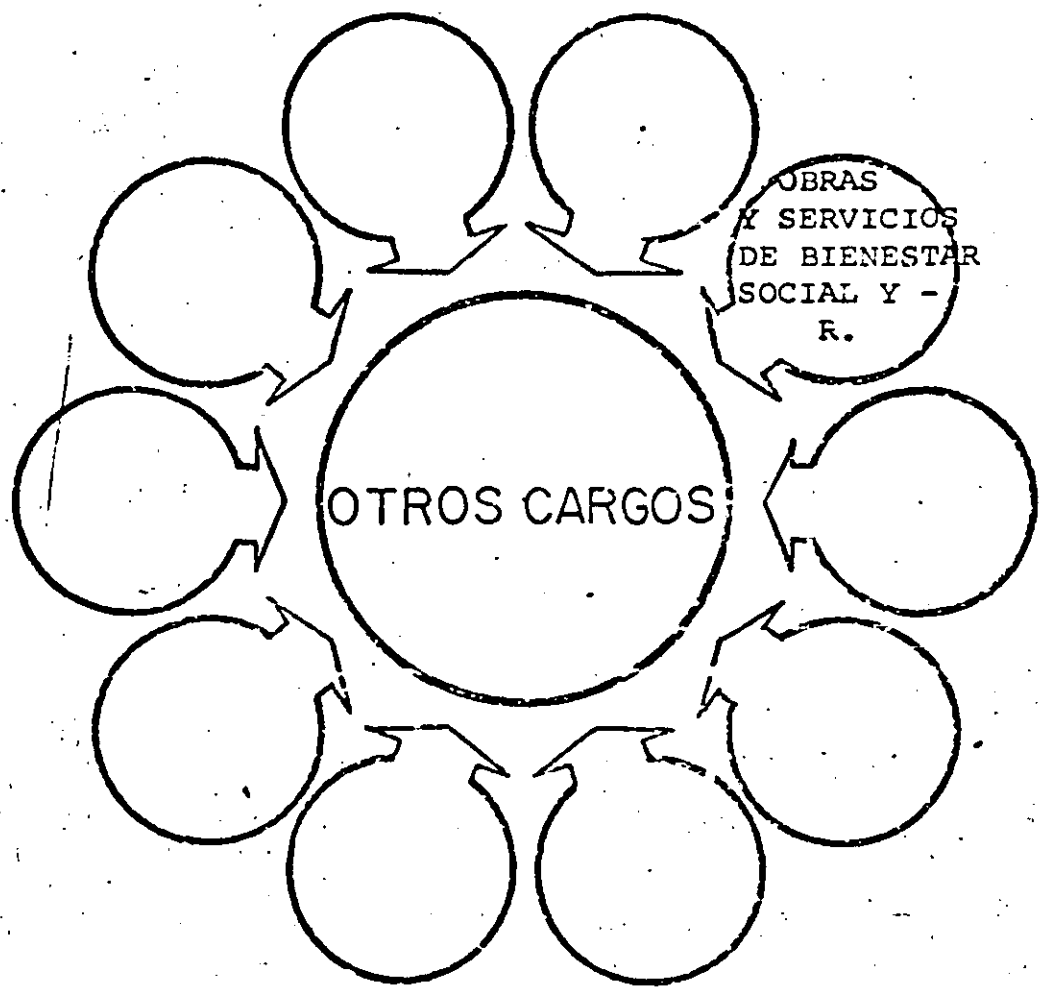


Fig. 10.2

Integración del Cargo Adicional.

CONTINGENCIAS.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir los costos imprevistos, el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la incertidumbre que se tenga en los datos básicos empleados para el cálculo del presupuesto.

ESCALACION.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir las variaciones esperadas en los costos a un futuro.

Dicho de otra manera: es la diferencia entre los costos actuales y los costos que se tendrán durante la ejecución del proyecto, que no es posible precisar, pero que de acuerdo a estadísticas se espera que surgirán.

HONORARIO.- Es la remuneración económica a que toda empresa tiene derecho, al desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto dependa de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas, desee percibir.

3. CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO.

Un presupuesto entre otros muchos factores, está basado en estadísticas, registros de resultados, experiencias pasadas, todas ellas obtenidas de proyectos concluídos, realizados.

Si bien hemos de hablar de un ciclo de un presupuesto, esto es solamente en sentido figurativo, pues nunca o casi nunca un presupuesto se repite por iguales que sean las obras, ya que de una obra a otra cambiarán las condiciones, si se quiere en un mínimo, pero cambiarán. Por decir algo, supongamos las escuelas, tipo que desarrolla el comité constructor de escuelas, podrá tratarse de dos edificios exactamente iguales, pero forzosamente tendrán que estar ubicados en sitios distintos, posiblemente con únicas diferencias en: la topografía del lugar, resistencia del suelo, climatología, factores que reflejados en el presupuesto, arrojarán resultados diferentes. Es más, si a esto aunamos la diferencia en tiempo en que se inicie una obra y otra, tendremos posiblemente diferencias en precios de materiales, en tabuladores de salarios, etc. (esto también por la diferencia en sitios de construcción.

A continuación presentaremos un diagrama de secuencias para el cálculo de presupuestos de construcción.

INSTRUCTIVO PARA RECOPILACION DE DATOS PARA PRESUPUESTOS DE OBRAS FORANEAS

A.- CONCEPTOS GENERALES

1.- Elementos Basicos.-

El investigador deberá contar con los siguientes elementos, antes de salir hacia la Plaza por investigar:

a) Conocimiento absoluto de todos los planos relativos a la obra.

b) Estudio detallado y resumen de las especificaciones generales y complementarias.

c) Dominio absoluto de todos los conceptos y cantidades de obra.

d) Lista de materiales necesarios para la ejecución de la obra con cantidades lo más aproximadas posible de los mismos.

e) Lista de conceptos de mano de obra, también con volumenes por ejecutar de los mismos.

f) Conocimiento de la localización precisa del sitio de la obra.

g) Preferentemente contactos con personas de la localidad que puedan colaborar a hacer la investigación o aportar datos importantes.

h) Conocimiento del procedimiento aproximado que se seguirá para la construcción.

2.- Investigación de Materiales.-

Deberán tomarse en cuenta los siguientes puntos, para la recopilación de cotizaciones de materiales:

a) En caso de necesitar materiales que no existan en el mercado en cuestión averiguar de donde llegan habitualmente y si hay posibilidad de obtenerlos en otras plazas distintas a esa.

b) Tratar de obtener siempre un mínimo de tres cotizaciones para cada material, con el máximo descuento que sea posible conseguir.

c) Pensar en la posibilidad de fabricar nosotros ciertos materiales, especialmente de los provenientes de bancos - (arena, grava, tepetate, etc.), y averiguar las condiciones que influirían en su explotación y tratamiento (rentas, concesiones, permisos, etc.).

d) Investigar siempre hasta que fecha son válidas las cotizaciones obtenidas y en que términos se sostienen los - descuentos ofrecidos.

3.- Investigación de Mano de Obra.-

Para la mano de obra, el investigador deberá considerar los siguientes puntos:

a) Si es o no operante el Seguro Social y hasta que punto o en que magnitud debe tenerse en cuenta.

b) Si existe uno o varios sindicatos y en su caso investigar de que clase es o son y que tan estrictos son, pero sobre todo la magnitud de las exigencias económicas que habitualmente tienen.

c) Obtener un tabulador de precios de mano de obra del sindicato o los sindicatos.

d) Aclarar cual es el salario mínimo legal

e) Anotar los salarios reales por día para todas las categorías de todas las especialidades (incluyendo carpinteros, herreros, pintores, yeseros, etc.) operantes en la Plaza.

f) Investigar muy a fondo la disponibilidad y eficiencia de la mano de obra local y el sitio más cercano para obtenerla y cuanto cuesta (punto e). En este caso investigar - costo de viáticos para operarios llevados de otra localidad

g) Dirigirse a tres o cuatro obras en proceso de construcción y hablar con los maestros o sobrestantes, nunca con los - Ingenieros o Arquitectos responsables, a menos que sean - conocidos o recomendados y obtener de ellos los costos unitarios reales de mano de obra.

4.- Investigación de Subcontratos.-

Para este capítulo regirán básicamente los mismos puntos que en el capítulo 2.

Entendemos por subcontratos: Instalación Hidráulica y Sanitaria, Instalación Eléctrica, Herrería, Carpintería, Yesería, Pintura, etc.

Siempre es conveniente pensar en la posibilidad de ejecutar nosotros directamente uno o varios de estos trabajos, siempre y cuando los datos aportados por el investigador sean reales y ventajosos para la compañía.

5.- Fleteros Locales.-

Es necesario conocer perfectamente la disponibilidad y costo de flotillas de camiones para hacer fletes locales o para los siguientes trabajos. Extracción de tierra, venta de tierra para rellenos, introducir arena, grava, tabique, tepetate, etc.

En caso de no haber en la localidad, buscar en lugares cercanos y averiguar en que términos trabajarían en nuestra plaza.

B.- CUESTIONARIO

I - DATOS DEL LUGAR

1.- Del sitio preciso de la obra:

a) Describa las características, propias del terreno incluyendo las del subsuelo. (topografia, agua freática, capa resistente, etc.).

b) Colindancias y límites del terreno.- Descripción.

c) Localización respecto a la población.- Anexe un croquis de localización respecto al centro de la ciudad y donde aparezcan: Aeropuerto, estación de FF.CC. estación de Autobuses, Teléfonos, Institución Bancaria, etc.

d) Caracteristicas de los accesos al lugar de la obra y distancias de los mismos.

e) Disponibilidad y Costo de energía eléctrica.

f) Disponibilidad y Costo de agua y drenaje.

2.- De la ciudad investigada:

a) Condiciones climatológicas de la localidad.- Tiempo y magnitud de lluvias, temperaturas, fenómenos meteorológicos, etc.

b) ¿Existen laboratorios de Ingeniería?.

c) ¿Hay lugares donde hagan copias heliográficas?.

d) ¿Hay algunos otros contratistas trabajando en la región? ¿Quienes son?

¿Con que equipo cuentan? Si están por desocuparlo, investigar posibilidad de obtenerlo en renta.

e) Cuanto cuestan los fletes de equipo y materiales (cemento, varilla, madera, muebles de baño, etc.) desde la Ciudad de México y desde otras Plazas importantes más cercanas, Investigar en FF.CC. y en camión.

f) ¿Que Instituciones Bancarias hay en la localidad? ¿Cuales son sus matrices en México?.

g) ¿Hay posibilidad o antecedentes de importación de materiales? ¿En que condiciones?.

h) ¿Que empresa (s) aerea (s) vuela (n) a la plaza investigada? ¿Con que frecuencia? ¿Con que equipo? ¿Cual es el costo de pasaje y de express aerco?.

i) ¿Que líneas de autobuses? ¿Cuánto cuentas pasajes y express?

j) ¿Hay ferrocarril?

k) ¿Hay posibilidad de obtener teléfono en la obra? ¿Cual es la tarifa de teléfonos?.

l) ¿Hay alguno o algunos telex en la ciudad? ¿Quién los tiene?.

m) ¿Que otras obras se encuentran en construcción actualmente en la ciudad? ¿Quién las esta haciendo?

n) ¿Hay escuela de Ingeniería en la localidad? ¿De que clase? ¿Se pueden conseguir estudiantes para trabajar en la obra¿. ,Con que horario y de que precio?

o) Investigar en la oficina de Obras Públicas local que costo tendrían Licencias provisionales que pudieramos necesitar (tapial, ocupación de banqueta, etc.) y obtenga un ejemplar del reglamento de construcciones y Servicios Urbanos vigente en la actualidad.

p) Investigue disponibilidad de combustibles y lubricantes.

q) ¿Hay distribuidora de refacciones de equipo de construcción y de transporte? ¿De que magnitud? ¿De que marcas?

r) ¿Hay talleres mecánicos? ¿De que magnitud y de que tipo?

s) ¿Hay días festivos especiales o tradicionales de la región?

II.- MATERIALES:

Aquí deberá llevar el ingestigados ya elaborada una lista de materiales perfectamente especificados y con cantidades aproximadas necesarias para la obra.

Es importante no alvidar: materiales de Instalación Sanitaria, de Instalación Eléctrica, Yeso, Pintura, Herrería, Carpintería, etc.

III.- MANO DE OBRA:

Igualmente deberá llevar la lista de conceptos en que se requiere conocer el costo unitario de mano de obra operante en la localidad, con especificaciones y volumenes de obra.

IV.- SUBCONTRATOS:

Independientemente de obtener precios de materiales y mano de obra para la elaboración de subcontratos directamente por la Compañía, el investigador deberá solicitar a personas o empresas de la localidad presupuestos de los mismos, para lo cual deberá llevar suficientes copias de planos y especificaciones, recordando que deberá obtener un mínimo de tres presupuestos por cada partida.

V.- OBSERVACIONES PERSONALES:

Aquí deberá anotar el investigados cualquier dato que juzgue necesario y no este expresamente solicitado en los puntos anteriores.

Asimismo deberá escribir sus impresiones personales sobre fenómenos políticos, económicos, sociales, sindicales, etc. - que puedan en un momento dado afectar los costos de la obra o la intervención de nuestra compañía en una obra en la localidad investigada.

NOTAS:

1.- Todos los presupuestos y cotizaciones deberán venir por escrito y firmadas, con indicación de vigencia y descuentos.

2.- Este reporte deberá ser entregado por el investigador a mas tardar 24 horas después de su regreso a México, D.F., y escrito a máquina, con todos sus anexos, catálogos, - fechado y firmado por el investigador.

3.- En su caso, deberá el investigador anexar constancia de su visita en el lugar de la obra emitida por quien designe la convocatoria.

4.- Deberá anexar al informe, una relación de los gastos efectuados durante la investigación, para compararla con el presupuesto elaborado previamente.

CATALOGO DE CUENTAS

INTRODUCCION

Toda empresa está integrada por personas que desarrollan - dentro de ella múltiples funciones y que por su calidad humana tienen diferentes mentalidades, a todas ellas se requiere unificarlas sobre la cobertura de los elementos que integran las funciones de dicha empresa, con el fin de minimizar y jerarquizar esfuerzos, para lograrlo será necesario contar con una herramienta común e indispensable parallevar una adecuada identificación de costos, ya sea en el aspecto Contabilidad, en el aspecto Presupuesto, Control Presupuestal ó bien Estadística; esta herramienta se le da el nombre de "Catálogo de Cuentas".

Definición

Catálogo de cuentas es un sistema simbólico generalmente - numérico o alfa-numérico que permite desglosar e identifica lógica y uniformemente todos los conceptos que intervienen en el costo de un proyecto y/o de una empresa.

Objetivos

Debe unificar los criterios respecto al alcance de ca-

da uno de los elementos en que se divida.

Mediante un lenguaje numérico identifica todas las operaciones que impliquen un costo, para la empresa.

Debe organizar lógicamente todos los elementos que implican un costo.

Características

Todo Catálogo debe estar planeado en una forma tal, que permita agrupar o desglosar, unir o separar los conceptos que forman cada una de las partes fundamentales y que forman los costos de la empresa.

Contemplan una sola forma para clasificar un concepto.

Identificará todos los costos que se requieran para el buen manejo de la empresa.

Diferenciará las partes principales.

Costo Directo
Costo Indirecto — Presupuestos, controles, estadísticas.

Cuentas de resultados generales

Cuentas de Orden.

Su flexibilidad será tal, que se adapte a todos los proyectos y controles que se manejen en la empresa.

Estará basado en las políticas empresariales.

Todo Catálogo debe ir acompañado de un instructivo - que permita y facilite su comprensión y su manejo, - así como de un reglamento de aplicación, pues sin este, el Catálogo no funcionará ni dará la información deseada.

Aplicaciones

La comunicación eficiente es vital para un empresa, - esta se facilita enormemente si los conceptos mencionados en la documentación que la empresa genera, son - identificados por un número de cuenta.

Un Catálogo de Cuentas bien planeado, sirve como lista de verificación de todos los conceptos que se involucran en un presupuesto, lo que evita omisiones o duplicidades.

El control de costos de un proyecto, no se concibe, si no es fundamentado en un Catálogo de Cuentas.

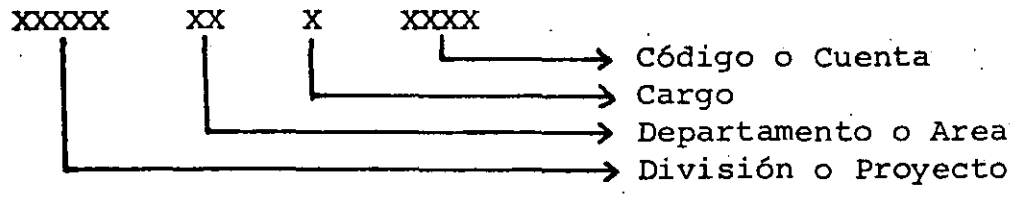
En la programación también tiene un papel preponderante, además de servir como lista de verificación, identifica los tiempos programados, con los costos correspondientes, ya sea en los presupuestos o en los resultados de costos.

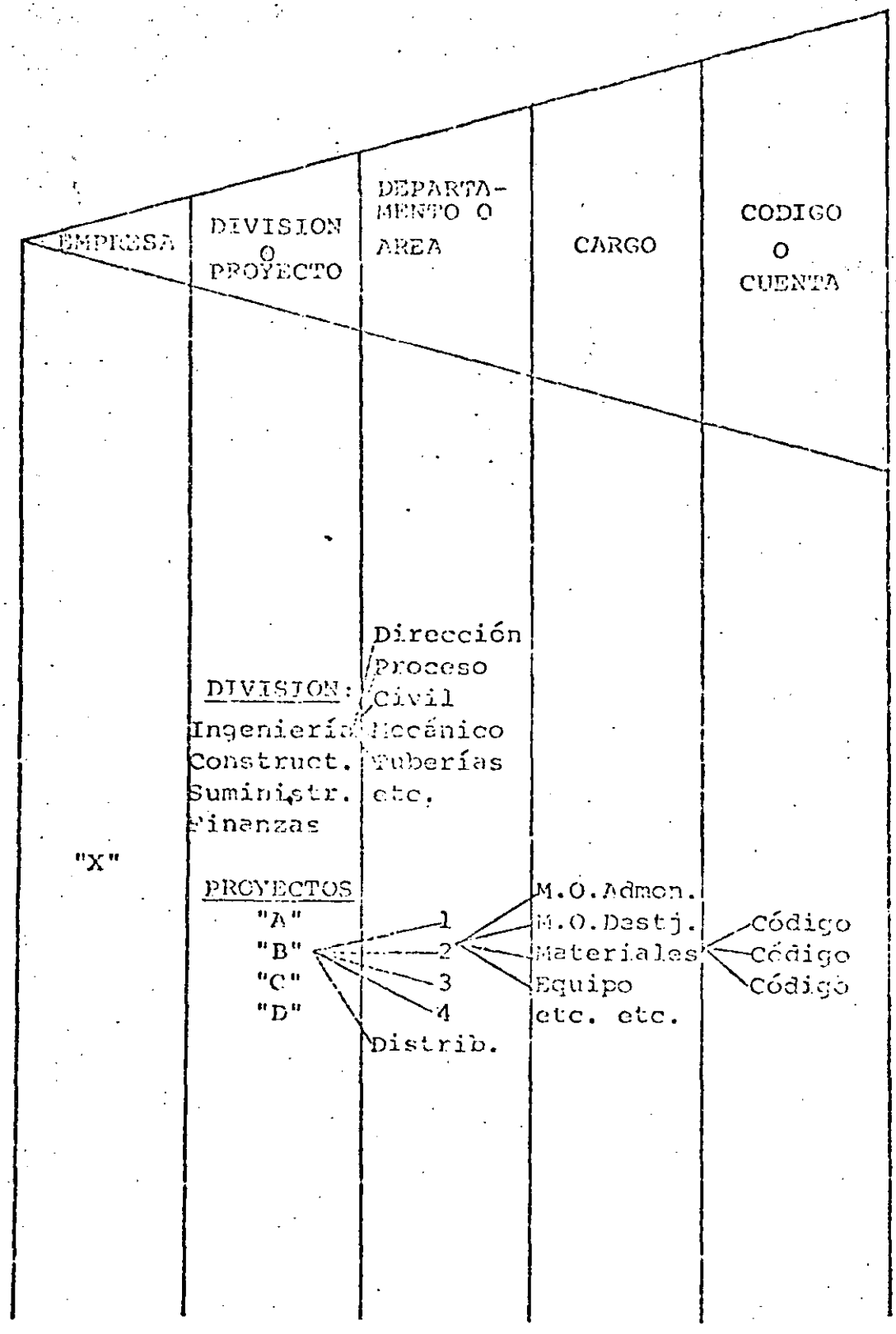
Es indiscutible su aplicación en los archivos y estadísticas que maneja la empresa.

Así mismo, es el paso esencial y básico para introducir información a las máquinas de computación.

EN RESUMEN, la idea que debe prevalecer en el estudio de un Catálogo de Cuentas, es la simplificación del mismo, sin perder de vista los objetivos básicos requeridos para su desarrollo efectivo, así como la facilidad de usarlo totalmente manual, manual con asistencia mecanizada o completamente mecanizado, en todas las etapas de un proyecto y operaciones de una empresa, es decir en la planeación, organización, desarrollo y control, aunado a ello, el registro ordenado y lógico que permita el establecimiento de estadísticas confiables, aplicables a futuras labores y proyectos de la Empresa.

trataremos de describir y aclarar lo que puede obtenerse en forma general o detallada, siguiendo la "Teoría del Abanico" (Fig. 1), la cual permite conocer en primer lugar los Costos Totales de la empresa, en segundo lugar, los Costos Totales de cada una de las divisiones que formen la empresa o proyecto que se esté efectuando; en tercer lugar, los Costos Totales de cada uno de los departamentos que forman cada División o las Areas en que haya sido dividido un proyecto; en cuarto lugar el desglose por tipo de costo (mano de obra, material, etc.) y por último y quinto lugar los costos por código en que haya sido dividido el Area.





TEORIA DEL ABANICO

Fig. No. 1

INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR CUBICACIONES
OBRA CIVIL

El presente instructivo ha sido formulado para que el trabajo de cubicación se elabore bajo un mismo criterio, así mismo se establecen formas para que se lleve un determinado orden de - operaciones que faciliten su revisión.

CUBICACION

En la obtención de volúmenes, superficies, longitudes, unidades y piezas de los elementos que intervienen en la construcción, generalmente ésta se elabora desglosada, según los materiales y elementos que intervienen en una construcción.

MOTIVO

Conociendo las cantidades de materiales que intervienen en la obra, podrá asignárseles el costo correspondiente, tanto por el material mismo, como por la mano de obra necesaria para la colocación de éstos en su posición definitiva.

CONSIDERACIONES BASICAS

Se deberá comenzar calculando el área del edificio por cubicar, que servirá como referencia general, dividiéndola en áreas interiores y exteriores.

Al estar efectuando la cubicación, es necesario de alguna manera ir señalando sobre el plano, los conceptos ya considerados, así como indicar los errores de diseño observados a simple vista. Para ésto utilizaremos colores como sigue:

Amarillo Café Azul Negro	Conceptos ya considerados

Rojo { Correcciones al diseño e indicaciones al mismo.

Es frecuente también, que una parte del sistema no se haga necesario cubicar y entonces tenemos que diferenciarla de la parte que se va a tomar en cuenta, para lo que utilizaremos el color verde, pintando con él, lo que no se considere o elimine.

La descripción de los materiales deberá de hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos y en las especificaciones de diseño y construcción, dándose preferencia a los planos.

FORMAS

Las formas impresas que se utilizan en la cubicación civil, son las siguientes:

1) Forma LM-1 Denominada hoja de trabajo.

2) Forma LM-2 " " " "

28-D

FORMATO "A"

CONT.	C O N C E P T O	SECCION	ALTURA LONGITUD	CANT.	TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCION DE OBRA

PLANTA _____
EDIFICIO _____
LUGAR _____
AREA _____

BUFETE INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE CUBICACIONES
ESTIMADO CANTIDADE DE OBRA

PROYECTO Nº _____ PLANO Nº _____
ESTIMO _____ REVISO _____
FECHA _____ HOJA ____ DE ____

FORMA LM-1
REV ☐

FORMATO "B"

ELEMENTO	CON	CANT.	PESO	LONG.	0.248	0.384	0.557	0.996	1.560	2.250	3.034	3.975	6.225	8.938	
					1/4" – 2	5/16"–2.5	3/8" – 3	1/2" – 4	5/8" – 5	3/4" – 6	7/8" – 7	1" – 8	1 1/4" – 10	1 1/2" – 12	
	SUB TOTALES PASA A HOJA Nº____														

BUFETE INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE CUBICACIONES
ESTIMADO ACERO DE REFUERZO

PLANTA________________ EDIFICIO____________ AREA________
PROYECTO Nº________________ PLANO Nº________ HOJA____ DE____
ESTIMO ________________ REVISO________ FECHA____ ________

FORMA LM-2

71-8

01 CIMENTACION

1) LIMPIEZA Y TRAZO M2

Para cubicar este concepto se determinará el área del edificio en planta baja, considerando sus dimensiones entre ejes con 2 metros adicionales perimetralmente. (Ver Fig. I)

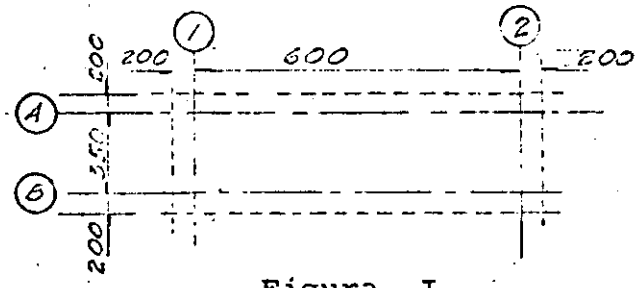


Figura I

2) DEMOLICIONES (Indicar material) Pza., M2 ó M3
3) DRENADO DEL TERRENO M3
4) POZO DE BOMBEO Pza.
5) EXCAVACION M3

Indicar si es a mano o a máquina, considerando una franja perimetral según los siguientes desplantes: (Ver Fig. 2)

a) De 0.00 a 2.00 Mts. una franja de 0.50 mts.
b) De 2.00 a 4.00 Mts. una franja de 0.80 mts.
c) De 4.00 a 6.00 Mts. una franja de 1.20 mts.
d) De 6.00 a 8.00 Mts. una franja de 1.50 mts.
e) De 8.00 a 10.00 Mts. una franja de 1.75 mts.

Nota: Cuando la separación entre dos excavaciones sea menor o igual a 50 cms. se excavará corrido.

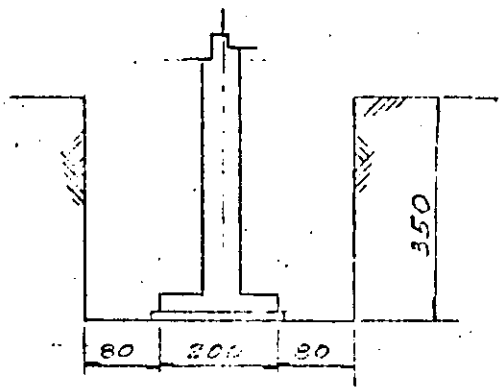


Figura 7

6) EXCAVACION PARA TUBERIA . M3

(Considerar una franja según los siguientes diámetros).

DIAMETRO mm.	pulg.	ANCHO en cms.	PROFUNDIDAD en cms.
76	3	60	100
102	4	60	105
152	6	60	110
203	8	70	115
254	10	70	120
305	12	80	125
356	14	80	130
406	16	90	135
457	18	90	140
508	20	110	145
610	24	120	160
762	30	140	175
914	36	160	210

7) RELLENO PRODUCTO DE LA EXCAVACION M3

(Indicar procedencia) c/mat. de excavación o c/material de banco.

El volumen total de excavación menos el volumen del concreto igual a relleno (Ver Fig. 3)

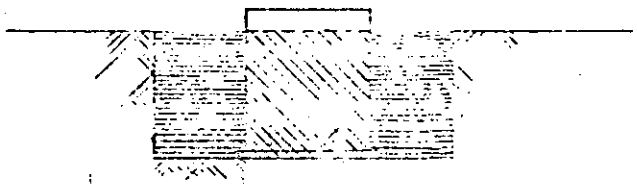


Figura 3

8) ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE, PRODUCTO DE LA EXCAVACION. M3

El volumen total desplazado por elementos de cimentación mas un X % de abundamiento. (Ver figura 4)

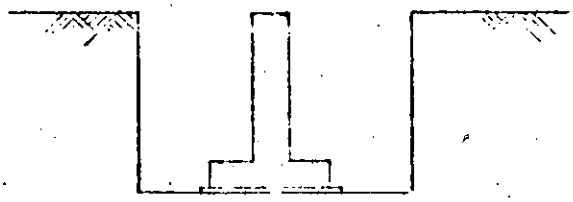


Figura 4

9) ATAGUIA (Indicar material, profundidad e hincado) ML. ó PZA.

10) PILOTES (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 5) PZA.

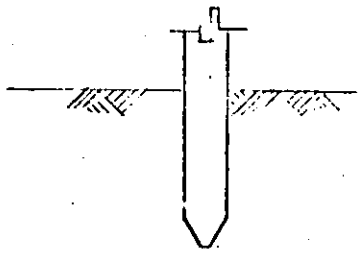


Figura 5

11) PILAS (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 6) PZA.

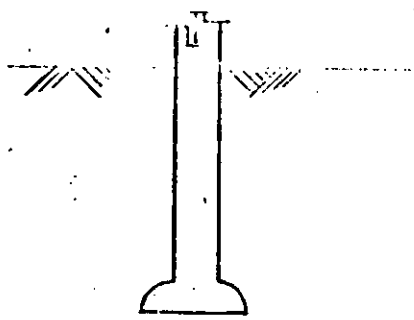


Figura 6

12) PLANTILLA DE CONCRETO M2

Indicar material y espesor. A la superficie de la

sección de desplante se le sumará una franja perimetral de 10 cms. de ancho a menos que se indique otra dimensión. (Ver Fig. 7)

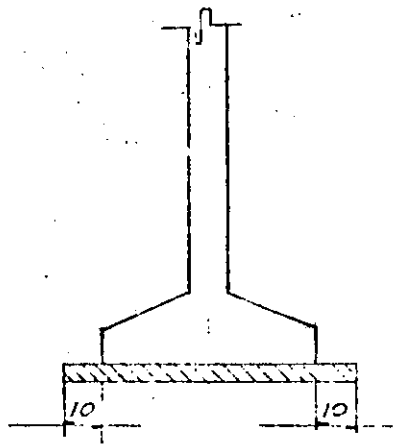


Figura 7

13) CIMENTACION DE MAMPOSTERIA O MUROS.

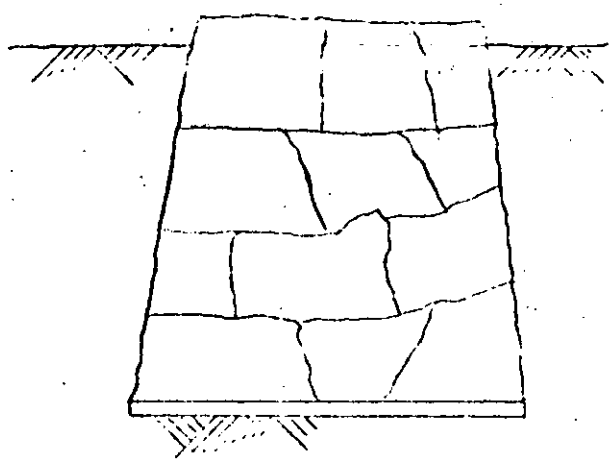


Figura 8

CONCRETO: Para cubicar este elemento en cimentación o estructura, se pueden tomar las dimensiones a ejes sin considerar desperdicio.

14) CONCRETO EN ZAPATAS. (Indicar resistencia y especificaciones en general) M3
(Ver Fig. 9)

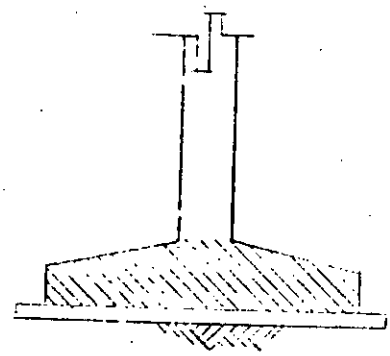


Figura 9

15) CONCRETO EN DADOS (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 10)

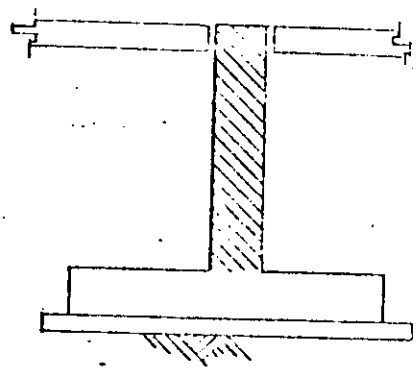


Figura 10

16) CONCRETO EN CONTRATRABES (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 11)

Figura 11

17) CONCRETO EN LOSAS DE CIMENTACION Y MUROS
DE RETENCION (Indicar espesores) M3
(Ver Fig. 12)

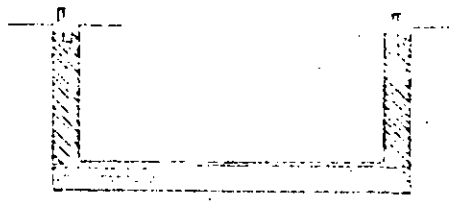


Figura 12

17') CONCRETO EN CASCARONES DE CIMENTACION M3
(Indicar resistencia y espesor)
(Ver Fig. 13)

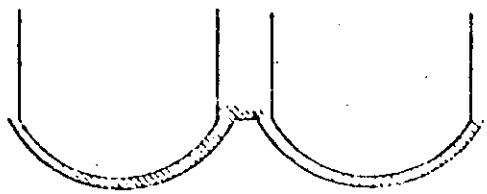


Figura 13

18) CONCRETO EN BASES DE EQUIPO (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 14)

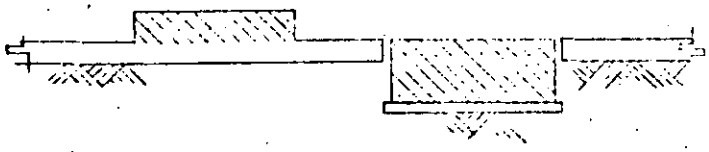


Figura 14

ACERO DE REFUERZO

Al cubicar el acero de refuerzo no se considerarán desperdicios, solamente ganchos, traslapes y escuadras.

DIAMETRO #	PULG.	GANCHOS PARA ESTRIBOS	GANCHOS EN CABECERA O INTERMEDIOS	TRASLAPES	ESCUADRAS.
2	1/4"	8	11	25	10
2.5	5/16"	10	13	25	15
3	3/8"	12	15	30	18
4	1/2"	18	19	40	24
5	5/8"	24	23	50	30
6	3/4"		30	60	35
7	7/8"		34	70	40
8	1"		46	80	50
10	11/4"		59	100	64
12	11/2"		70	120	70

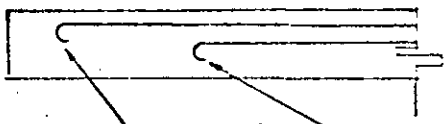


Figura 15

gancho de cabecera

gancho intermedio

19) ACERO DE REFUERZO: a) ZAPATAS. (Ver Fig. 16) Kgs.

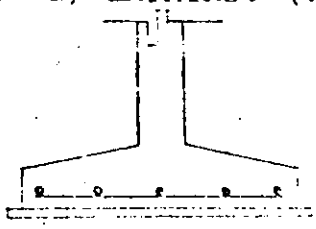


Figura 16

ESTIMACION DE OBRA

1.- TIPOS DE CONTRATOS

1.- Precio alzado.

2.- Precios unitarios.

3.- Administración:

a) Costo más porcentaje.

b) Costo más honorario fijo.

c) Máximo garantizado.

d) Máximo garantizado con diferencias compartidas.

Dado que en esta plática solo hablaremos acerca de los posibles procedimientos de cobro al cliente, no entraremos en detalle acerca de las características de cada tipo de contrato, o sus ventajas o desventajas.

2.- CONTRATO A PRECIO ALZADO.

En este tipo de contrato, el precio es fijo, siempre y cuando no cambie el alcance del trabajo. Los sistemas más usuales de cobro pueden resumirse como sigue:

A.- Cubicación de obra ejecutada.- En este caso, con la periodicidad que haya sido convenido en el contrato, se lleva a cabo la determinación de cantidades de obra o cubicación de los conceptos de trabajo que se hayan ejecutado hasta la fecha de corte. Aplicando los precios unitarios que se hayan fijado en el presupuesto base, al volumen de trabajo efectuado, se determina el valor del mismo.

Ya que el precio total del trabajo es fijo, deberán hacerse ajustes periódicos en los volúmenes de obra, a fin de apegarse a los volúmenes fijados en el presupuesto y por lo tanto al importe de las partidas presupuestales.

Este procedimiento es laborioso y dadas las características del contrato (precio fijo) es poco usado.

B.- Avance Físico.- En este caso, y en la misma forma que en el caso anterior, con la periodicidad convenida en el contrato, se determina el porcentaje de Avance Físico alcanzado en el trabajo a la fecha de corte y aplicando este al valor total del contrato se determina el valor del trabajo ejecutado.

Consideramos que este es el procedimiento más adecuado de cobro en los contratos a precio alzado y dado que en nuestro medio cada día es más popular este tipo de contrato, vamos a explicar más adelante, con todo detalle, el procedimiento para determinar el Avance Físico de los Proyectos.

3.- CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS.

En este tipo de contrato, el valor de los trabajos ejecutados durante el período convenido en el contrato, se cuantifica, aplicando los precios unitarios establecidos, a las cantidades de obra ejecutadas en el período.

Es muy importante conocer con todo detalle el alcance de los trabajos incluídos en cada precio unitario, ya que es frecuente, que durante el desarrollo de la obra, cambien las condiciones que sirvieron de base para la elaboración del precio unitario y por lo tanto, en muchos casos se haga necesario negociar con el cliente un nuevo precio.

Los procedimientos para llevar a cabo una cubicación, en una forma ordenada, que nos garantice que no haya omisiones o duplicaciones.

4.- CONTRATO POR ADMINISTRACION.

En general, podemos decir que, en este tipo de contrato es relativamente sencillo. De acuerdo a los procedimientos que se convengan se presentará al cliente una relación de los gastos efectuados en un determinado período de tiempo, debidamente soportados, los cuales son reembolsados o pagados por el cliente. De acuerdo con la alternativa del tipo de contrato que se haya seleccionado se procederá en la siguiente forma:

A.- Costo más procentaje.- A los gastos totales del período se les aplicará el porcentaje convenido de honorarios, determinando de este modo el valor del cobro al cliente.

B.- Costo más honorario fijo.- En este caso, de acuerdo al procedimiento que se fije, generalmente en función de un determinado calendario de pagos, se procede al cobro de los honorarios.

C.- Máximo garantizado.- En este caso se procederá de acuerdo a cualquiera de los procedimientos fijados en los puntos A y B, con la diferencia de que, generalmente, se forma un fondo de garantía importante, que garantice al cliente la recuperación, en su caso, del dinero gastado en exceso al valor máximo garantizado del trabajo. Este tipo de contrato es poco usado y desde luego no es recomendable ya que para el Contratista, reúne todos los peligros de un contrato a precio alzado y los inconvenientes de un contrato por administración.

D.- Máximo garantizado con diferencias compartidas.- Este tipo de contrato no tiene un uso muy extendido en nuestro medio, aunque se reúnen en él las ventajas de los contratos a precio alzado y por administración.

En este caso se establece un costo estimado con un margen de variación fijo (por ejemplo, 50 millones más 10%). Si al terminar el trabajo, el costo real del mismo resulta inferior al límite mínimo del estimado (en nuestro ejemplo inferior a 50 millones - 10% de 50 millones, es decir, inferior a $45 millones), la diferencia entre el costo real y el límite inferior del estimado se reparte entre el cliente y el contratista, en la proporción que se estipule en el contrato.

Del mismo modo, si el costo real resulta superior al límite máximo del estimado (en el ejemplo, superior a $55 millones), el exceso con respecto al límite máximo del estimado, lo cubren el contratista y el cliente en la proporción que estipule el contrato.

5.- ALTERACIONES.

Se dice que nunca se construye lo que se presupuesta. Creemos que ésta es una afirmación completamente acertada, ya que durante el transcurso de la construcción siempre se presentan cambios en el alcance del trabajo, en las especificaciones, etc., que justifican, desde el punto de vista del Contratista, una razón para efectuar un cambio en el precio convenido por un determinado trabajo. Es sumamente importante llevar un adecuado sistema de control de todos los cambios que se efectúen durante el trabajo y su efecto tanto en el costo total del proyecto como en el tiempo de ejecución. Lo anterior puede determinar la diferencia entre obtener una utilidad legítima o perder dinero, entre quedar bien con el cliente o dejarle una mala impresión.

DETERMINACION DEL AVANCE FISICO EN CONSTRUCCION INDUSTRIAL.

1.0 DEFINICION.-

Se entiende como Avance Físico el avance real, objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Físico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100% del Avance Físico se tiene sólo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

2.0 OBJETO.-

El objeto de determinar el Avance Físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir proyectar su costo final o para efectos de cobro.

3.0 NOMENCLATURA.-

Para el cálculo del Avance Físico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación

Valor como Unidad

Avance Global

La definición de cada uno de estos conceptos es:

3.1 Calificación es el procentaje que representa cada área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del Proyecto. La suma de las "Calificaciones" de cada área en que haya sido dividido el Proyecto será de 100% y representa el total del mismo.

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, es decir, que la suma de las "Calificaciones" de las cuentas de un área será de 100%. El mismo criterio se sigue con la "Calificación" de cada una de las sub-cuentas que forman una cuenta.

3.2 Valor como Unidad es el porcentaje de "Avance Físico" que se ha alcanzado en cada área, cuenta o subcuenta, considerando a ésta como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluído en cada una de ellas, se alcanza el 100%.

3.3 Avance Global. Representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo. La suma de esta columna será 100% para el caso del avance global de las áreas en que ha sido dividido el Proyecto, cuando el Proyecto ha sido terminado y recibido por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las sub-cuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

4.0 CALCULO DE LA CALIFICACION.-

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución. Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "Calificaciones", la obra de mano, que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el Campo.

Ahora bien, tenemos obra de mano en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encarguen a sub-contratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

4.1 Unicamente la obra de mano correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que sólo ésta se tomará en cuenta.

4.2 Los Sub-Contratos requieren también de obra de mano, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio, el 25% del valor de un sub-contrato, es la obra de mano necesaria para su ejecución, por lo que este valor será

el que consideraremos en el cálculo de las "calificaciones". Desde luego, debe aclararse que sólo los sub-contratos en que se ejecuten trabajos incluídos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

4.3 En la Figura 1 incluímos un ejemplo del cálculo de las "calificaciones" de las áreas que forman un proyecto cualquiera. Para el cálculo seguimos los siguientes pasos:

4.3.1. Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

a) Número de Area

b) Valor de la obra de mano y de los subcontratos correspondientes a cada uno de las áreas.

4.3.2. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.

b) Sub-Contratos.- Se calcula el 25% del valor de los sub-contratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.

c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la calificación de cada área.

4.3.3. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas tituladas "calificación", se procederá en la siguiente forma:

a) Obra de Mano.- Se divide el valor de la obra de mano en el área que se está "calificando" por la suma total de la obra de mano más el 25% del valor de los sub-contratos y multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo: Utilizaremos el Area 42.

$$\text{Calificación O. de M.} = \frac{218,443}{2,307,213} \times 100 = 10.3\%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán directamente por el Contratista en el Area representan el 10.3% del trabajo total a realizar hasta la terminación del Proyecto.

b) Sub-Contratos.- Se calculan en igual forma que en el caso de la Obra de Mano.

c) Total.- Es la suma de las dos columnas anteriores y representa la "calificación" de cada área en relación al Proyecto completo. La suma de esta columna será siempre 100%.

Cuando se esté utilizando el Sistema Mecanizado, la computadora calculará estas "calificaciones".

El valor de las "calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alteraciones que hayan sido aprobadas por el Cliente.

4.4 En la Figura 2 podremos ver el cálculo de las "calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un área y en la Figura 3 el mismo cálculo para las sub-cuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "calificaciones de las áreas".

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

LOS ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

ARQ. ANDRÉS FUEYO CÁNOVAS

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

LOS ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

La apariencia que guarden nuestros acabados será el reflejo de nuestra calidad de construcción en general.

Los acabados como parte muy importante de nuestro proceso constructivo se basan en la calidad con que los podamos construir.

Para esto es necesario que el constructor o supervisor conozcan los materiales, determinando cuáles son los más adecuados para cada uso; clasifique la mano de obra por contratarse y se afinen o mejoren los sistemas constructivos por emplearse.

En este trabajo se le dá mayor importancia a los acabados más comunes y en forma especial a los relacionados con la construcción de vivienda económica o de interés social.

Para mayor utilidad de este trabajo el lector puede complementarlo anexando en cada sub-tema los acabados que con más frecuencia utilice, acompañándolos de sus análisis de costos, con esto tendrá una información completa de cada acabado.

Este trabajo ha sido elaborado por el :

ARQ. ANDRES FUEYO CANOVAS

TEMA

ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

SUBTEMAS:

1.- CALIDAD DE LOS ACABADOS.

CALIDAD.

La calidad de las obras dependen de los siguientes elementos:

1) Materiales.
2) Mano de obra.
3) Procedimiento constructivo.
4) Proceso constructivo.

1) MATERIALES.

Los materiales empleados en las obras INFONAVIT, deberán de ser de una misma calidad y especificaciones, no admitiéndose diferencias de calidad en los materiales que son suministrados por proveedores que tienen convenios con INFONAVIT. El Contratista es el responsable de lograr esta uniformidad de calidad y especificación, para lo cual, si lo considera necesario, hará pruebas de calidad de los materiales o productos que reciba, y debe rechazar los que no pasen dicha prueba, ya que es el responsable de la calidad de la vivienda terminada.

El supervisor, con base en los reportes de laboratorio, deberá ordenar el retiro de los materiales que no hayan pasado dichas pruebas.

En el momento de muestrear una etapa en la obra, verificará que no se hayan empleado materiales de mala calidad, y si éstos fueron empleados ordenará la suspensión de la obra hasta que se lleven a cabo las correcciones o sustituciones necesarias.

Para verificar la calidad de estos materiales puestos en obra, el supervisor podrá solicitar al laboratorio que se obtengan las muestras necesarias. Si las pruebas de laboratorio indican que las deficiencias fueron corregidas, se le pagarán al contratista los resanes y gastos de laboratorio ocasionados por el muestreo, si las pruebas fueron negativas todos los gastos en que se incurra serán por cuenta de la contratista, y se procederá de acuerdo con las instrucciones marcadas en los párrafos anteriores. (Repetir muestreos por módulos de 5 viviendas).

2) MANO DE OBRA.

La calidad de la mano de obra se definirá en base a las tolerancias establecidas en las especificaciones, no debiendo confundir la deficiencia de mano de obra con la falta de herramientas adecuadas para su realización. La supervisión de la Contratista deberá checar que todos los trabajos que se realizan, no rebasen las tolerancias especificadas (desplomes, desviaciones de ejes verticales u horizontales, espesores de juntas, calidad de acabados en albañilería, - etc), en caso de que ésto suceda deberá proceder a hacer las correcciones necesarias.

3) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Es el sistema que se realiza en cada una de las partes de la obra y su calidad - dependerá no solo de los materiales y mano de obra, sino también y en forma - muy importante de las herramientas, equipos y preparaciones previas para la - realización de la etapa de obra (niveles, limpieza, compactación, vibrado, - etc)., preparación que generalmente es la que se revisa en forma permanente - por la supervisión, y que deberá estar a cargo de la contratista.

Como verificar la calidad de:

Acabados.

Aplanados de mezcla o yeso:

Estos deberán estar a plomo o nivel.
No deberán tener espesores mayores de 2 cm.
Cuando estén aplicados sobre superficies de concreto, éste deberá estar debidamente picada.
Las boquillas o remates deberán estar perfectamente perfilados.

Pisos.

Deberán estar a nivel, salvo donde se marque pendiente.
Los cortes para ajuste, deberán ser a máquina cuando se trate de mosaico o azulejo, deberán estar perfectamente lechadeados, no permitiéndose juntas mayores de 1.5 mm., y el material deberá ser de acuerdo con lo especificado.

Lambrines y Recubrimientos.

Deberán ser de la calidad especificada y colocados a plomo.

Los cortes para ajuste, deberán ser a máquina, debiendo estar perfectamente - lechadendos, no permitiéndose juntas mayores de 1.5 mm., y el material de - acuerdo con lo especificado.

4) PROCESO CONSTRUCTIVO.

La alteración del orden lógico de ejecución de las obras, trae por consecuencia riesgos de deterioro y la pérdida parcial de obra, obstrucciona las labores que sí deben estar en secuencia, provoca zonas abandonadas, distrae recursos de la empresa y finalmente atrasa la obra y afecta la calidad.

Además la contratista realizará erogaciones fuera de control que pretenderá recobrar según su ingenio, dado los daños y efectos negativos que esto ocasiona.

No se deberá considerar esta obra en las etapas de muestreo.

Obra no integrada debidamente por falta de ejecución de detalles, por errores de obra o por los que surgen en el proceso normal por los procedimientos - usados, o bien por no haber realizado otras actividades complementarias en - conceptos íntimamente ligados, de suerte que ofrezca riesgos de deterioro en - alguno de los trabajos realizados, en la formulación de paquetes se debe preveer.

De un modo u de otro, los trabajos en estas condiciones no se considerarán para fines de muestreo, ni se computará como avance real de obra.

Como las muestras pueden o no coincidir con paquetes para fines de estimación, los paquetes se pagarán de acuerdo con su realización en tiempo, considerando este pago como un pago a cuenta para que la contratista continue con la obra y no como una aceptación de la calidad de la etapa realizada.

La verificación de la calidad se hará a través de los muestreos.

Solo a la liquidación de la obra se requiere para su autorización que se haya - realizado el último muestreo que dará la seguridad de que la obra realizada - cumple con las normas y especificaciones marcadas por el INFONAVIT. Esta recepción no libera a la Contratista de la responsabilidad de reparar todas - aquellas fallas ocultas que durante el tiempo de garantía se manifiesten, no - lo liberará de las responsabilidades de la estabilidad de la vivienda aún cuando haya fenecido el plazo de garantía.

CRITERIO DE ACEPTACION DE OBRA.

a) Atendiendo a la calidad, se podrá aceptar o rechazar un trabajo y dependiendo de ésto se computará para avance efectivo de obra o no.

Para ello se basará la supervisión en las especificaciones predeterminadas, las tolerancias de error y los rangos de aplicación de las mismas.

El juicio sobre este aspecto, lo basará en las observaciones directas de obra, en cuanto a materiales, obra de mano, procedimientos y organización de la Constructora y contará además con el apoyo de laboratorios para realizar las pruebas necesarias y en su caso con asesoría técnica tanto del Instituto como externa.

Como indicadores universales de calidad, tomaremos los siguientes, sin que por ello se quiera limitar otros aspectos.

1. Materiales de acuerdo a las especificaciones atendiendo a sus características físicas, químicas, aspecto e índices de deterioro o contaminación y la comparación pertinente.

2. Obra de mano en apoyo también a especificaciones y su comparación con resultados, de acuerdo a tolerancias y rangos.

3. Aspecto dimensional de acuerdo al proyecto y los resultados de interpretación del mismo y la efectividad de trazo de obra en todos sus aspectos.

II.- MATERIALES PARA LOS ACABADOS:

a) ALBAÑILERIA DE ACABADOS

b) YESERIA Y PINTURA

c) CARPINTERIA

d) VIDRIERIA

e) DIVERSOS.

LADRILLO Y TABIQUE DE BARRO COMUN

Este material ha sido empleado desde época inmemorial, y su uso ha sido constante a través de los siglos. Los ladrillos comunes se hacen con arcillas que contienen una pequepa proporción de arena, no debiéndose usar únicamente arcillas plásticas en su fabricación, pues los ladrillos sufren una gran contracción y deformación al pasar por el proceso de cocimiento. A la pasta debe mezclarse arena o margas calcáreas en proporción no mayor de una quinta parte del total, y sólo cuando falte plasticidad a las arcillas se le podrán mezclar arcillas plásticas o, en su defecto, margas o calizas. La arcilla más conveniente para la fabricación es quella que contiene 45 a 80 partes de sílice; 15 a 40 de alúmina y menos de 18% de agua.
Una vez preparada la mezcla se le va añadiendo agua y se va pisando o batiendo con objeto de darle la mayor homogeneidad posible y quitarle los guijarros que contenga, adicionándole la arena o elementos necesarios para mejorarla. La masa así preparada es moldeada en pequeños moldes sin fondo que se colocan sobre un piso de arena para evitar la adherencia de la arcilla al piso, pudiendo ser estas gaberas para dos, cuatro, seis y hasta ocho piezas. La pasta es allí comprimida a mano, retirando la gabera después de un corto tiempo y dejando los ladrillos crudos en el suelo, donde permanecen en un proceso de secado natural.
Generalmente son apilados en muros de poca altura y con cuatrapeos tales que permiten la circulación de aire por todas sus caras, asegurando en esta forma un secado uniforme. Para proceder al horneado de estas piezas, es preciso que se encuentren perfectamente secas, pues si son horneadas cuando contengan todavía un porcentaje alto de humedad, se deforman y tuercen perdiendo su forma original. El tiempo de reposo correcto para este material es de dos a tres meses.

HORNEADO.- En los hornos se disponen los ladrillos por capas sucesivas encontradas, con objeto de que el fuego las envuelva y la cocción sea uniforme y, con objeto de evitar que en el centro reciba más calor que a los lados, es preciso que la flama y el calor pasen entre sus paredes, por lo que se necesita cierta habilidad para disponerlos dentro del horno.
Una vez lleno éste, se procede a su calentamiento lentamente, con objeto de que el calor suave acabe de secar los ladrillos, y se va activando el fuego paulatinamente hasta que se considera que el contenido del horno está suficientemente caliente; en ese momento, es detenido el fuego y sellado el horno no abriéndose éste hasta que se juzgue que se ha enfriado su contenido lentamente, pues de otra manera un enfriamiento brusco ocasionaría que las piezas así obtenidas fueran frágiles y quebradizas. El tiempo de cocción varía según la capacidad del horno, pero en hornadas comunes, que son las de 50 millares, debe ser de 10 a 12 días dedicándose cinco días para su enfriamiento.
Hay tres clases de tabique: el tierno de un color anaranjado, color que puede deberse a falta de cocción o porque tenga más arena de la indicada; el recocho, que es de un color amoratado, debido a un exceso de cocción y que por lo general es un tabique

deforme y con características muy especiales; y, finalmente, el recocido, que es el de mejor calidad, de un color rojo parejo - en el cual la cocción ha sido uniforme, sus medidas también son uniformes y es el que más ventajas presenta para su uso.
Un buen tabique debe tener las siguientes cualidades: ser uni-- forme de color y textura, uniforme de cocción de dimensiones, - sonoro, y tener un porcentaje de un 15 a 20% de absorción de humedad. Las dimensiones que deben tener los tabiques para una -- conveniente colocación en muros son las siguientes: el largo debe ser igual a dos veces el ancho más un espesor de junta, o - cuatro espesores y tres juntas y el ancho dos espesores y una - junta.
La medida de los tabiques más usados en la Ciudad de México es- de 7 x 14 x 28 cms. teóricos, pues en realidad son un poco más- pequeños. El ladrillo o loseta se fabrica en tamaño de 2 x 14 x 28 cms. teóricos. Se ha dado la anterior denominación, pues así es como se conocen en la Ciudad de México estos materiales; el- ladrillo es el de menor tamaño y es una verdadera loseta, y el- tabique es el que generalmente se conoce en otras partes con el nombre de ladrillo.

BLOQUES HUECOS DE BARRO COMPRIMIDO

Esta industria fabrica una serie muy grande de este tipo de piezas, por lo que siempre debe tenerse un especial cuidado en seleccionar la correcta, dependiendo del uso a que vaya a estar destinado el material.
En la ilustración correspondiente aparecen los diversos bloques perforados verticales, el horizontal, el denominado block rojo, así como la cornisa comprimida y sus distintos tamaños de fabricación.

FABRICACION.- Estos materiales se hacen siguiendo exactamente el mismo proceso usado en la fabricación de tabique comprimido, es decir, selección de los barros, molienda, tamizado, preparación de la pasta, prensado, secado, quemado y selección del material en primeras y segundas según su acabado.
Su variación está, únicamente, en la boquilla y en la colocación, al frente de la máquina de prensado, de unos puentes que dejan espacios libres paralelos a las paredes de la boquilla; al forzar la pasta a salir por estos espacios, se forma la pieza hueca de las dimensiones y formas deseadas. La columna que sale de la máquina es una columna hueca y al ser cortada en secciones quedan las piezas huecas según la forma de la columna, y de acuerdo con el tamaño del corte.

CARACTERISTICAS.- Las características más sobresalientes de estos productos son las siguientes:

1.- RESISTENCIA.- Su resistencia a la compresión, abrasión y flexión sobrepasan las normas marcadas para este tipo de productos.

2.- ADHERENCIA.- El acabado de sus superficies permite una perfecta adherencia de los morteros para pegar las diversas piezas entre sí.

3.- ABSORCION.- Debido a las altas temperaturas a que han sido sometidos estos productos, se obtiene una mayor vitrificación de las pastas logrando con ello una mayor impermeabilidad, y por consiguiente un menor porcentaje de absorción.

VENTAJAS.- Los tipos estructurales con perforación vertical, permiten la facilidad de colocar castillos armados sin necesidad de cimbras, y tanto éstos como las formas huecas de perforación horizontal, ofrecen la facilidad de colocar dentro del muro líneas de conducción de agua y de instalaciones de gas y eléctricas. todas estas formas presentan la ventaja de hacer los muros aislantes térmicos y acústicos.

TAMAÑOS Y MEDIDAS.

El perforado vertical rojo se fabrica en	6 x 10 x 20 cms.
	10 x 10 x 20 cms.
	10 x 10 x 30 cms.
	15 x 10 x 30 cms.
Block rojo en	6 x 14 x 20 cms.
	10 x 14 x 20 cms.

CIA. MEX. DE TUBOS DE ALBAÑAL, S.A.
STA. JULIA

Block hueco horizontal en	6 x 10 x 20 cms.
Cornisa comprimida en	5 x 8 (10) x 20 cms.

TABIQUES Y BLOQUES HUECOS DE BARRO COMPRIMIDO

FABRICACION. Las características fundamentales de la arcilla con que se produce el barro que se emplea en la fabricación de estos materiales, por su alto contenido de arcilla pura (más del 33%) resulta un barro sumamente plástico, dando como resultado un acabado terso en las caras expuestas de estos productos y uniformidad en sus medidas.

El porcentaje en su contenido de sílice, alúmina, óxido de hierro, carbonato de cal y la pérdida de calcinación, corresponde a una arcilla grasa sin contenido de cal ni yeso, óptimo para la fabricación de tabiques.

VENTAJAS. Por ser arcilla quemada a 850°C, el coeficiente de dilatación elimina fisuras posteriores por contracción en los elementos de las construcciones fabricadas con estos productos. La absorción (15%) nos garantiza una adherencia perfecta con los morteros y no varía la relación agua-cemento (deshidratación) del concreto cuando se emplea en la estructuración integral de muros construidos con estos materiales.
Característica importante resulta el peso de estos productos, pues se logra una economía considerable en las construcciones por la reducción de secciones en la cimentación y estructura.

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

TABIQUE MACIZO (6 x 10 x 20 cms.).

Peso por pieza: 2 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 10 cms..... 68
Peso por m2 en muros de 10 cms. ..... 135 Kgs.
Resistencia a la compresión ..... 170 Kg./cm2.

USOS. Su uso es principalmente industrial para forro de calderas, chimeneas, hornos, etc., es usado también para repisones de ventanas.

TABIQUE HUECO VERTICAL (6 x 10 x 20 cms.).

Peso por pieza: 1.100 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 10 cms. 68
Peso por m2 en muros de 10 cms. ..... 74.8 Kgs.
Resistencia a la compresión ..... 150 Kg./cm2.

TABIQUE HUECO VERTICAL (6 x 12 x 24 cms.).

Peso por piezas: 1.700 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 12 cms. 57
Peso por m2 en muros de 12 cms. ..... 97 Kgs.
Resistencia a la compresión 150 Kg./cm2

BLOQUE HUECO VERTICAL (10 x 10 x 20 cms.).

Peso por pieza: 2 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 10 cms. 43
Peso por m2 en muros de 10 cms. ..... 86 Kgs.
Resistencia a la compresión 150 Kg./cm2

BLOQUE HUECO VERTICAL (12 x 12 x 24 cms.).

Peso por pieza: 3.4 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 12 cms. 30
Peso por m2 en muros de 12 cms. ..... 102 Kgs.
Resistencia a la compresión 150 Kg./cm2

USOS: Son muy recomendables para muros aparentes, pues tienen un acabado terso y si se desea, pueden barnizarse o tratar con pintura directamente sobre el tabique. En esta forma se economizan los aplanados o recubrimientos, que además de su costo inicial, tienen un costo de conservación muy elevado. Además se puede integrar la estructura del edificio usando los huecos para "ahogar" los castillos, sin que queden a la vista, ni se requiera el uso de madera para cimbrarlos. También pueden usarse los huecos como ductos para las bajadas de la instalación eléctrica, sin necesidad de usar tubos conductores ni hacer ranuras para empotrarlos, lo que indudablemente debilita los muros cuando son de carga y por otra parte, impide lograr un muro aparente.

TABIQUE HUECO HORIZONTAL (6 x 12 x 24 cms.).

Peso por pieza: 1.800 Kgs.
Piezas por m2 en muros de 12 cms. 57
Peso por m2 en muros de 12 cms. ..... 102.6 Kgs.
Resistencia a la compresión 70 Kg./cm2

USOS: Similares a las del tabique hueco vertical en cuanto se refiera a muros aparentes.
Los huecos se utilizan como ductos horizontales; también para colar en ellos y formar viguetas que servirán como "cerramientos" en puertas y ventanas.

BLOQUES DE CEMENTO PARA MUROS

Estos materiales son muy aceptados pra la construcción de muros, porque ofrecen muchas ventajas. Son de los materiales de carga más livianos que hay en el mercado, excelentes retardadores de fuego y aislantes térmicos y acústicos. Además, por la belleza de su acabado, pueden usarse en muros aparentes.

FABRICACION

Los bloques se fabrican con cemento PORTLAND y se pueden usar como agregados, el pómez o la arena volcánica, cuando se trate de agregados livianos, y la arena y grava, cuando se trate de agregados densos. En el proceso de elaboración hay que tomar en cuenta varios factores:

1. Que los agregados sean de buena calidad y seleccionados de acuerdo con la granulometría especificada.
2. Que se use en la fabricación cemento PORTLAND de primera calidad.
3. Que se fabriquen en máquinas de alta vibración para lograr un acomodamiento perfecto en el grano.
4.- Que la cantidad de agua sea debidamente controlada.
5. Que sea curado en cuarto de vapor y después permanezca 30 días en el patio. El curado es sumamente importante para conseguir un producto de calidad y resistencia uniforme.

ESPECIFICACIONES

MEDIDAS

Los materiales se fabrican en las medidas siguientes:

ESPESOR		ALTO		LARGO
10	x	20	x	40 cms.
12	x	20	x	40
15	x	20	x	40
20	x	20	x	40

En vista de las necesidades de la construcción, se elaboran estos productos en tres distintas fabricaciones, que se diferencían entre sí por el tipo de agregado empleado, peso, resistencia y contracción.

PESOS POR METRO CUADRADO DE LOS DIVERSOS TIPOS

MEDIDAS	LIVIANO	INTERMEDIO	ARENA Y GRAVA
10 x 20 x 40 cms.	56.25 Kg.	100 Kg.	113 Kg.
12 x 20 x 40 cms.	75.00 Kg.	103 Kg.	125 Kg.
15 x 20 x 40 cms.	93.75 Kg	123 Kg.	156 Kg.
20 x 20 x 40 cms.	125.00 Kg.	175 Kg.	200 Kg.

CAPACIDAD DE CARGA EN TONELADAS
POR METRO LINEAL DE MURO

MEDIDAS	LIVIANO	INTERMEDIO	GRAVA Y ARENA
10 x 20 x 40 cm.	2.95 Ton.	3.75 Ton.	5.5 Ton.
12 x 20 x 40 cm.	3.85 Ton.	4.95 Ton.	7.2 Ton.
15 x 20 x 40 cm.	4.50 Ton.	5.80 Ton.	8.5 Ton.
20 x 20 x 40 cm.	6.15 Ton.	7.90 Ton.	11.4 Ton.

BLOQUES DE FABRICACION LIVIANA

Son sumamente ligeros. Se usa en su elaboración piedra y arena-pómez. Tienen gran aislamiento acústico y térmico y se consideran excelentes retardadores del fuego. Es conocido que todo concreto tiene contracciones; pero esto es más acentuado en materiales de concreto liviano. En estos materiales algunas veces la contracción puede ocasionar pequeñas fisuras en las juntas del mortero.

BLOQUES DE FABRICACION INTERMEDIA.

Son un poco más pesados. Se usa en su elaboración una mezcla de agregados livianos y agregados densos debidamente graduados. La resistencia es mayor aún que la del tabique de barro recocido y se consideran, al igual que los de material liviano, excelentes retardadores del fuego. En los materiales de esta fabricación la contracción es tan pequeña que no llega a aparecer en los muros.

BLOQUES DE FABRICACION PESADA.

Son los de mayor peso en esta clase de materiales; pero también los de más alta resistencia. Los agregados que se emplean son arena y grava. La absorción es sumamente baja y la contracción mínima. Se pueden considerar también excelentes retardadores del fuego.

COLOCACION CORRECTA DEL BLOQUE.

Todos los bloques huecos tienen un espacio reducido para colocar el mortero de las juntas horizontales. Una de las bases del bloque es más angosta que la otra. Hay que fijarse que el mortero de la junta horizontal se coloque siempre en la base más ancha y asentar el bloque de la hilada siguiente por la parte angosta.

BLOQUES HUECOS "PIRAMIDE" PARA MUROS

RECOMENDACIONES SOBRE LA COLOCACION DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO "PIRAMIDE"

Para obtener muros aparentes:

FIGURA No. 1. En ella se muestran las herramientas necesarias para este trabajo: dos rayadores para junta, nivel de burbuja, harnero de 4 hilos por pulgada, mazo de albañil, cuchara y cincel. El primer requisito para obtener un trabajo correcto, lógicamente debe ser el de contar con las herramientas adecuadas. Otro requisito indispensable es tener el mortero apropiado. en la práctica se ha visto que el mortero que da mejor resultado es el que tiene las siguientes proporciones:
Una parte de cemento.
Una parte de cal hidratada.
Seis partes de arena cernida.

FIGURA No. 2. Como se ve en esta figura, el mortero debe tener una consistencia pastosa. Un mortero que contiene exceso de agua, además de dificultar el control en el espesor de la junta, mancha los muros. La falta de agua en el mortero le resta adherencia. No hay que olvidar que el aspecto de un muro depende tanto de la colocación del bloque como de la junta y que sólo es posible obtener una junta de buen aspecto con mortero plástico.

FIGURA No. 3. Muestra el trazo inicial del muro. Esto se hace colocando los bloques, sin mortero, espaciados entre sí 9 mm. (3/8"). Para facilitar este trabajo puede usarse la punta del rayador corto que tiene ese espesor. Haciendo esta previa distribución se ahorran futuros cortes innecesarios.

FIGURA No. 4. los muros deben levantarse primero en sus dos extremos. Estas piezas sirven de guía para el resto del muro y nunca debe prescindirse del uso de hilos como guías.

FIGURA No. 5. Los huecos del bloque son de forma cónica, por lo cual una de las bases presenta mayor superficie para colocar el mortero. El bloque se debe colocar en forma de que esta base siempre quede hacia arriba.

FIGURA No. 6.Al colocar el bloque se presiona hacia su posición final, con objeto de lograr una mejor adherencia entre bloque y mortero. Haciendo lo anterior, el mortero es expulsado hacia ambos lados. Nunca debe mojarse el bloque antes de colocarlo.

FIGURAS Nos. 7, 8 y 9. La correcta colocación de los bloques requiere tres ajustes. Estos se hacen cuando el mortero está fresco, pues una vez iniciado el fraguado del mortero no deberá moverse el bloque, ya que se rompería la liga entre el bloque y el mortero debilitándose así la resistencia del muro y creando la posibilidad de filtraciones de agua a través de la junta.

FIGURA No. 10. Los ajustes que sea necesario hacer, se logran - golpeando con el mazo en la dirección conveniente.

FIGURA No. 11. Una vez que el bloque se encuentra en su posición definitiva, se quitan los sobrantes de mortero.

FIGURA No. 12. Cuando sea necesario resanar alguna esquina, esto se hace antes de repasar la junta.

FIGURA No. 13. Las juntas que se muestran en esta figura son las únicas recomendables para muros exteriores aparentes.

FIGURA No. 14. También puede dejarse la junta al paño con el muro como en el caso de la junta vertical en esta fotografía. Para esto, primero se repasan las juntas con un rayador y una vez hecho lo anterior, se rellenan las juntas con mortero, frotándolas con un pedazo de bloque. Es necesario hacer hincapié, en que solamente rayando la junta con una herramienta apropiada, pueden - obtenerse juntas impermeables y lograrse una adherencia correcta. Para muros aparentes exteriores no se recomiendan las juntas remetidas, por la posibilidad de acumulación de agua y en conse--- cuencia el peligro de las humedades.
Para poder efectuar correctamente el rayado es necesario tener - una junta con un espesor mínimo de 9 mm. (3/8"). Cuando este espesor se reduce no se puede trabajar debidamente la junta. El -- grueso recomendado permite eliminar las pequeñas imperfecciones- en las aristas del bloque.

FIGURA Nos. 15 y 16. El rayado se hace cuando el mortero ha empezado a endurecer. La junta vertical se trabaja con el rayador -- corto y la horizontal con el largo. Solamente un rayador de un - mínimo de 50 cms. de largo permite obtener juntas rectas.

FIGURAS Nos. 17 y 18. Obsérvese el aspecto que presentan las juntas terminadas.

FIGURA No. 19. Los amarres verticales alojados en los huecos del bloque pueden ocultarse, eliminándose al mismo tiempo la necesidad de usar madera.

FIGURA No. 20. También los amarres horizontales pueden alojarse- en piezas "U".

FIGURA No. 21. Para ligar muros transversales, sin romper el aparejo de los bloques, pueden usarse anillos de alambrón alojados- en la junta, sujetándose con colados verticales en ambos muros. Para las instalaciones eléctricas, deben aprovecharse los agujeros de los bloques para alojar el tubo conduit (véase la sección sobre instalaciones eléctricas).

FIGURA No. 22. Uno de los procedimientos para fijar la herrería- sin necesidad de romper el bloque, es el que se muestra en esta- figura y que consiste en soldar las puertas y ventanas a canes - metálicos previamente sujetados en los muros.

FIGURAS Nos. 23 y 24. Para limpiar manchas en los muros de bloques huecos, es conveniente esperar a que la plasta de mortero o yeso empiece a secar, frotándose después con un pedazo de bloque y posteriormente limpiando el muro con un cepillo de cerdas adecuado.

Para quitar las manchas de mortero o yeso ya endurecido, puede ayudar grandemente el uso de una solución de ácido muriático y agua en proporción hasta de 1 a 5.

ENTREPISOS - PAVIMENTOS

Como ya ha quedado dicho, este elemento es el sometido directamente al desgaste en un entrepiso o piso simplemente.
El pavimento deberá llenar una serie de requisitos, según el problema a solucionar, los que enumeraremos a continuación: dureza, flexibilidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico, higiene, impermeabilidad, facilidad de limpieza, fácil o nula conservación. Estos serán quizás los principales elementos por considerar, pero claro está que muchos de ellos pueden ser obtenidos, no mediante el pavimento propiamente, sino con algún material complementario.
Los materiales usados para pavimentos pueden ser, o bien elaborados en el lugar, como serían los pisos de concreto y de terrazo, o bien materiales prefabricados que son colocados en la obra tales como losetas, cerámica, linóleo, losetas asfálticas de hule, vinílica y otros más. En todos ellos, la superficie que va a recibirlos y que, por lo general, es o bien de concreto o de madera, debe prepararse de acuerdo con determinadas normas, las que en las páginas siguientes se especifican para todos y cada uno de los pavimentos más comúnmente usados.
Es costumbre especificar a la ligera el material por emplear, pero es un capítulo tan importante que, en diversos países, existen institutos especializados en investigación de problemas constructivos, a los cuales las consultas que más frecuentemente se hacen son sobre tipos de pavimentos para usar en diversas construcciones.
Si analizamos el pavimento más común, como puede ser el de concreto, diremos que consta de dos elementos: el firme o entortado, y el fino o superficie propiamente de rozamiento. Su dureza es ampliamente conocida, pero habrá muchos casos en que no sea suficiente, como en andenes, muelles de carga y descarga, determinado tipo de circulaciones, etc. Se puede mejorar mediante la adición de otros productos hechos a base de partículas metálicas, con lo que se obtiene un aumento en su resistencia, tanto al desgaste como a la corrosión. El piso de cemento podrá ser equivocadamente aplicado en industrias en que se necesite que el piso en sí no presente posibilidades de polvo, el cual se desprende de este pavimento al irse desgastando. En determinados casos podrá ser un piso exageradamente duro para una circulación constante, que acarreará la sobrefatiga de los obreros o personas que tengan que transitar sobre él, casos en los que será necesario cambiar totalmente de especificación. Quizá también el factor color influya y sea necesario, o bien pintarlo, o bien mezclarle determinados pigmentos para obtener una coloración necesaria.
Vemos pues, que al especificar sólo pavimento de concreto, este material por sí sólo no resuelve diversas exigencias y se hace necesario el conocimiento de otros materiales que, agregados a él, lo puedan mejorar.
En uno de los principales conjuntos de habitaciones hechos en la Ciudad de Nueva York, con objeto de obtener un entrepiso por una parte económico, y por otra de un espesor mínimo, se usó losa de concreto sobre la cual se colocó directamente loseta de un tipo determinado. Tratándose de habitaciones colectivas, la solución era totalmente equivocada, cosa que la práctica demos-

tró, ya que, al haberse inaugurado dicho conjunto, era imposible para las personas vivir tranquilamente dentro de los departamentos así proyectados, toda vez que el entrepiso y pavimento seleccionado no reunían ninguna característica de aislamiento acústico, obligando a la compañía propietaria del inmueble a instalar alfombras en todos los entrepisos con objeto de mejorar las condiciones acústicas y, en esta forma, subsanar el enorme defecto de proyecto.

En algunos casos, como en cuartos de baño, se especifican materiales con superficies sumamente lisas, lo que ocasiona una serie de accidentes al resbalar sobre ellos, factor que deberá ser determinante en muchos casos tales como éste, rampas y otros más. Aquéllos en que sea indispensable que el pavimento reuna características antiderrapantes se usa, o bien materiales de este tipo, o bien adicionando a otros comunes, materiales abrasivos.

Lugares habrá en que el factor predominante será la conservación, y conviene desde luego asentar que, cuanto más rudo sea el trato que se dé a un entrepiso, más fino y de mejor calidad deberá ser el pavimento usado. Desgraciadamente el criterio predominante es el contrario y así se tiene que en escuelas, hospitales, estaciones, etc., por razones de economía mal entendida, se han especificado pavimentos de muy baja calidad, que han originado que posteriormente se tengan que hacer cambios completos en los pavimentos por haber éstos tenido una duración mínima, aunque con un costo inicial muy bajo que, a la larga, resultó más caro que si hubiera usado una buena especificación.

Una buena especificación deberá por supuesto contar con el factor economía, pero si ésta realmente está bien estudiada, deberá tener comprendido dentro de este renglón el gasto de conservación.

En otros casos, no obstante que el pavimento ha sido bien escogido, no ha sido correcta la especificación dada para su colocación, cosa que la mayoría de las veces obedece a ignorancia del procedimiento constructivo y de las características propias del material. Se han colocado grandes superficies de piso hecho a base de losetas de barro o cerámica, las que estando muy expuestas al sol, fueron colocadas "a hueso", sin tomar en consideración la dilatación propia del material. Al no haberse previsto este detalle, los cambios de temperatura hicieron aparecer abultamientos debidos a que el pavimento se desprendió del firme y fué necesario el reponerlo.

An algunos casos será indicado usar pavimentos de cemento, o hechos con productos derivados de él, tales como mosaico, terrazo; en otros será conveniente usar materiales cerámicos como azulejo antiderrapante, cerámica o losetas; en otros, productos derivados del hule, corcho, asbesto o asfalto, tales como las losetas hechas a base de estos materiales y, finalmente, pavimentos derivados de la industria textil como son las alfombras en todas sus variedades. Unos reunen requisitos de dureza o resistencia, otros son más blandos y suaves al transitar sobre ellos, otros reunen características de aislamiento acústico, otros facilidad de limpieza y conservación, otros impermeabilidad, y así en cada caso, deberá seleccionarse el indicado de acuerdo con los requisitos por cumplir.

MOSAICO DE CEMENTO

USOS

La predilección manifiesta por los pisos de mosaico de cemento-Portland para vestíbulos, cuartos de baño, terrazas, cocinas, - hospitales, bodegas, locales comerciales, fachadas y demás aplicaciones generales, así como para lambrines, se debe a las grandes ventajas que reúne este material, en cuanto a condiciones - higiénicas y gran resistencia a todos los agentes destructivos. Los pisos y lambrines embaldosados con mosaicos, además de presentar un decorativo aspecto, pueden lavarse muy fácilmente, no albergan roedores ni insectos dañinos; tampoco les afecta el -- fuego y poseen gran resistencia y duración ilimitada.
La elevada resistencia que alcanzan los mosaicos de cemento -- Portland, no obstante que su espesor no excede por lo regular - de 2.5 ó 3 cms., se debe a la formidable presión a que se someten bajo prensas especiales. Presiones de 150 kilogramos o más- por centímetro cuadrado a que generalmente trabajan estas prensas, comprimen las revolturas y unen en una sola pieza muy compacta, las tres capas de que consta el mosaico, lo que se traduce en gran resistencia e impermeabilidad.

COLOCACION EN PISOS

La base sobre la que va a colocarse un piso de mosaico debe estar bien nivelada, ser sólida, plana y bien apisonada. La base- ideal para esta clase de pisos es una capa de concreto de unos- tres o cuatro centímetros de espesor (firme), compuesta de una- parte de cemento Portland gris, dos partes de arena y tres partes de hormigón o piedra triturada, medidas estas cantidades -- por volumen.
Una vez dispuesto y nivelado el piso, se procederá a colocar el mosaico usando para pegarlo en la base una mezcla compuesta de- una parte de cemento Portland gris, por cuatro partes de arena- fina. El mosaico deberá mojarse en agua limpia conforme se vaya necesitando para colocarlo, con objeto de que la mezcla de la - base se adhiera bien.
Se colocará el mosaico al nivel deseado, partiendo con preferencia del centro del piso que se está pavimentando hacia los la-- dos y teniendo cuidado de que todos los mosaicos queden al mismo nivel y a escuadra. Concluida la colocación se procederá a - llenar las juntas entre cada mosaico, usándose para esto una lechada de cemento Portland blanco. La forma más sencilla de aplicar este procedimiento es preparando la lechada de cemento blanco en un cubo, vaciándola en la superficie del piso y haciéndo- la penetrar en las juntas hasta llenarlas por completo, por medio de una escoba limpia. Un rato después, pero antes de que el cemento se seque por completo, se extiende una capa de aserrín- (que no sea de madera fina o de color, para evitar que se tiña- el mosaico), y con un trapo o por medio de zacate o escobeta, - se frota bien el piso hasta dejar completamente limpio el mosaico.
Cuando se trata de grandes extensiones o si el mosaico es grabado, se tendrá cuidado de aplicar la lechada por partes, no abarcando sino tramos de tres o cuatro metros cuadrados a la vez, - para tener tiempo de limpiar y que no vaya a quedar cemento pegado en las canales de los grabados de los mosaicos.

No deberá andarse sobre el mosaico inmediatamente después de colocado, y si esto fuera indispensable se pondrán tablas para andar encima de ellas. A los tres días se pueden quitar las tablas y hacer uso del piso.
A los ocho o diez días de colocado el piso, se lavará con agua y jabón blanco repitiendo diariamente el lavado el tiempo que sea necesario hasta que el mosaico adquiera brillo y se avivenlos colores. Ya logrado esto, bastará trapear el piso con frecuencia para conservarlo limpio y de bonito aspecto. No deberánunca usarse piedra pómez para raspar alguna mancha, porque ésta quitaría la película de cemento del acabado y se haría poroso y opaco el mosaico.

ESPECIFICACIONES

TAMAÑOS

El mosaico se fabrica en diversos tamaños y esta industria ha ido evolucionando de acuerdo con las necesidades del arquitecto. Los tamaños más usuales son el de 0.20 x 0.20 mts. y el de 0.30 x 0.30 mts.
Se hacen también en 0.10 x 0.20, 0.15 x 0.30 mts. y algunas fábricas usan otras medidas especiales, tales como 0.10 x 0.10 mts. 0.15 x 0.15 mts. y 0.40 x 0.40 mts.
Se fabrican también todas las piezas complementarias para pisos y lambrines, tales como zoclos, remates, vaguetas, etc., en tamaños relacionados con el mosaico de que se trate.

DISEÑOS

1. LISO.- Mosaico hecho con pasta de un solo color. Se fabrica en muy diversos colores y es de los de tipo económico.

2. MARMOLEADO.- Mosaico que pretende imitar al mármol, haciéndose también en muy diversos colores y tonos.

3. CON DIBUJO O BRABADO.- Este tipo ha venido decayendo en su uso y su variedad llegó a ser muy grande, pues cada fábrica lanzaba constantemente nuevos dibujos al mercado. Se tenían los dibujos más variados en toda la gama de colores cada uno.
Los hay en cenefas simples, entrelazadas, dibujos en cocol, imitación cerámica y muchos otros más.

4. IMITACION GRANITO.- Es probablemente este tipo el más popular actualmente y está hecho con cemento blanco coloreado y granos diversos de mármoles o piedras. Cuando el grano llega a ser muy grande se le denomina "granzón". Su apariencia imita la del granito natural.

5. IMITACION TERRAZZO.- Este tipo se hace en losetas más grandes ya sea de 0.30 x 0.30 cms. o de 0.40 x 0.40 cms. y con él se trata de obtener la misma apariencia que con los pisos de terrazzo. Se acostumbra en ellos también insertar juntas metálicas para igualar más su apariencia.

6. IMITACION DE LOSETAS DE HULE O ASFALTICAS.- Se fabrican en tamaños de 0.20 x 0.20 mts. y de 0.30 x 0.30 mts., en gran diversidad de colores.

AZULEJO

FABRICACION

La pasta se hace a base de feldespato, sílice y caolines, perfectamente molidos y mezclados, con un porcentaje de humedad muy bajo, que varía entre el 5 y el 10%. Luego pasa a las prensas donde, con diversos dados, se hacen las diferentes piezas.
Estas piezas se acomodan en plataformas para pasarlas a secadores en donde se reduce su humedad a 1.5%.

Para el esmaltado se usa un esmalte, que es una mezcla de "fritas" (vidrio a base de minio, boro, silicio, aluminio, zinc, etc.)
Se trata de un material fundente que tiene alguna de las substancias que lo mantienen en suspensión, tales como caolines o barros plásticos. Si se desea obtener un azulejo opaco se le agregan materiales opacificantes.
Los colores se logran a base de minerales tales como óxido de cobalto (azul), de cobre (verde), fierro (amarillo y rojo, etc.).-
Se ponene los sólidos y con una cantidad de agua determinada pasan a los molinos hasta obtener el esmalte, perfectamente terso y uniforme. Después de esmaltado se acomoda en charolas refractarias, las que se colocan sobre plataformas para meterlas al horno y cocer el esmalte.
Finalmente se pasa a la selección y clasificación.
El tamaño perfecto de un azulejo es de 11 cms. x 11 cms. x 7 mm. Pero es muy importante hacer notar, que en todo material cerámico, es decir, que está sujeto a horneado, no es posible, por más cuidado que se tenga, obtener medidas uniformes debido, en primer lugar, a que no obstante que se hacen de materias primas de la mejor calidad, su deformación no es siempre la misma, lo que trae como consecuencia un mayor o menor tamaño de la pieza.
Lo que se dice respecto a su tamaño, se puede decir igualmente respecto al color, por lo que no es posible obtener siempre los mismos tonos, no obstante que se emplean las mismas fórmulas para la preparación de los esmaltes. Es por esto por lo que la clasificación del azulejo se hace en 2 calidades STANDARD Y UNIVERSAL.
La clasificación de tonos se hace de 9 en cada color y, finalmente la clasificación de tamaños se lleva a cabo presentando diferencias de 1 mm.
La calidad STANDARD es un azulejo perfectamente seleccionado y clasificado, por lo que respecta a tamaño y tono en el color. La clase UNIVERSAL puede presentar pequeñas imperfecciones.

USOS

El azulejo, como es bien sabido, presenta características ya muy conocidas por todos, que hacen que sea un material de muy fácil conservación y de muy alta resistencia al desgaste.
Su aplicación puede ser, por lo tanto, todo lo variada que se quiera.

TIPOS

"IDEAL STANDARD", lo fabrica en 4 calidades o variantes:

El tipo LISO que se fabrica en 16 colores diferentes; el tipo DIAMANTE en 12 colores; los DISEÑOS DECORADOS con 27 variantes; el tipo TAPIZ en 10 diferentes diseños y el DECORADO tipo TALAVERA en 4 diseños diferentes. Se fabrica la variedad denominada DIAMANTE 9 cuadros.

GUARNICIONES PARA AZULEJOS

De acuerdo con las diversas colocaciones del material y con objeto de permitir recubrir cualquier superficie, se fabrican las siguientes guarniciones para azulejos tanto LISO como DIAMANTE: Cornisa (5 x 11 cms.), Rincón cornisa (2.5 x 11 cms.), Esquina Cornisa (2.5 x 5 cms.), Esquina (2.5 x 11 cms.), Rincón (2.5 x 11 cms.), Zoclo (5 x 11 cms.), Esquina Zoclo (2.5 x 11 cms.) y Rincón Zoclo (2.5 x 11 cms.), todos ellos representados en la figura correspondiente.

COLOCACION

La colocación del azulejo es igual a la de todos los materiales similares. Es decir, debe dejarse en remojo por lo menos durante 12 horas antes de colocarse. Para ello, la revoltura que se usa debe ser de cemento y arena en proporción de 1 a 6 y para "juntearlo" o "lechadearlo" se usa cemento blanco.
El tiempo de secado, después de haber sido colocado, es aproximadamente de 15 días.
En ciertas ocasiones particulares, en vez de usar el sistema tradicional de colocación, puede hacerse mediante el empleo de ciertos adhesivos, con lo que se logra obtener una colocación en seco.

PIEDRAS NATURALES

Para chapeos, o recubrimientos en general, es muy común el uso de canteras, existiendo una gran variedad.

LOSA PARA JARDINES

Lógicamente, este tipo de losas es comúnmente usada en jardines, aunque en ocasiones puede ser empleada en chapeos. Presente gran dificultad al labrado. Su espesor varía de 5 a 8 cm.

LOSA PARA CHAPEOS O RECUBRIMIENTOS RUSTICOS

La losa en cuestión se puede labrar; las dimensiones en las que generalmente se obtiene varían de 12 a 15 cm., pudiendo encontrarse el tamaño de piedra de 3/4 (28 x 42 x 63 cm.). Este tipo de piedra procede, en su mayor parte, de Huixquilucan y Dos Ríos en el Estado de México.

PIEDRA DE TAXCO

Tiene la peculiaridad de que se puede labrar fácilmente, y la desventaja de que con el tiempo tiende a disgregarse. Se obtiene en el mercado, y su espesor varía de 4 a 6 cm.
PIZARRAS. Ultimamente se empiezan a explotar yacimientos de pizarra, cuya característica principal es la dureza y alta resistencia a la intemperie. Su labrado, al igual que el de la anterior, es muy fácil de hacer. Usase preferentemente, en recubrimientos y pisos de forma irregular; sólo en casos particulares se le encuentra pulida y colocada en forma regular.

CANTERIAS

Cantería gris. La característica principal de la cantería es su suavidad, por lo que es fácilmente laborable. Presenta una gran resistencia a la intemperie. El color predominante es el gris claro. En general, es de las que resultan de costo reducido.

PIEDRA NEGRA DE SAN ANGEL

En este tipo de piedra, el labrado sube su costo en forma, pudiéramos decir, alarmante, por lo que generalmente se opta por ponerla semilabrada, en forma de lajas. Su espesor más común varía entre 10 y 12 cms. Se usa principalmente para mampostería.

JALOS

Podemos decir que en la capital de la República casi no ha sido empleada, ya que, fuera de contados casos, no se le ha usado en forma que, dada su calidad, merece.
Es originaria del estado de Jalisco, que es precisamente de donde se deriva el nombre que recibe.
Su característica principal es su poca densidad y gran cantidad de porosidades salteadas y profundas.
Se puede obtener en una gran diversidad de colores: blanca, café, rosa, azul, verde, amarilla, roja, etcétera.

Pertenecen a este grupo la titaliquia y la yahualica, cuyo color es violeta pálido, encontrándose en forma de block.

CHILUCAS

De éstas podemos citar tres clases.

Chiluca Echegaray. Tiene la misma particularidad que la piedra de Taxco, es decir, se disgrega con el tiempo. Su color es blanco mosqueado. Los espesores usuales son muy variados, pues se encuentra desde 4 a 10 cm.

Chiluca Púlpito del Diablo. Entre las chilucas, es la mejor, su color es blanco amarillento. Se obtiene en los estados de Tlaxcala y Puebla. Su espesor usual, al igual que la clase anterior, varía entre 4 y 10 cm. Generalmente, es en forma de block.

Chiluca de Tulpetlac. Se encuentra en el mercado, en espesores de 4 a 10 cm. Es de color rosa, originaria de Tulpetlac, de donde recibe su nombre.

PIEDRA DE OAXACA

De color blanco y verde. Su característica principal es la suavidad. Tiene la particularidad de que con el tiempo cambia de color, del blanco al amarillento, y se le forma una capa muy resistente a la intemperie.

PIEDRA DE XALTOCAN

Se caracteriza por su poca porosidad; usada especialmente en escaleras y basamentos. El color predominante de esta piedra es el gris oscuro.

PIEDRA CUARTON DE GUANAJUATO

En épocas pasadas no tenía gran demanda debido a que, como nadie se dedicaba a traerla al mercado de la Ciudad de México, su costo se elevaba demasiado al ser traída exclusivamente para una obra. Pero en la actualidad hay una gran afluencia de cuartón al mercado local; se ha aumentado la oferta; se ha incrementado su uso, y a la vez, se ha observado una baja en su poder adquisitivo. Sus colores son el verde amarillento o bien el morado pizarra. Su superficie presenta un sinnúmero de vetas en las que puede apreciarse una escala cromática que va del verde hasta el morado. Es fácil labrar y se coloca en acabados rústicos y en emparrillado. El espesor de uso varía de 8 a 10 cm.

CHILUCA TULPETLAC AZUL

Américas. Se encuentra en color rojo, café o negro. Esta es una piedra que no se puede labrar bien, pues las motas negras que presenta son generalmente mucho más duras que el resto de la piedra.

RECINTO NEGRO DE CHIMALHUACAN

Se emplea generalmente en pisos y en escaleras de mucho uso, sien

do este tipo de piedra el más resistente. De inferior calidad - podemos encontrar en Ixtapalapa y en Jalapa.

CUIDADOS O PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE AL RECIBIR LA PIEDRA

1° Que no venga estrellada
2° Que no venga relisada (agrietada)
3° Que no venga incompleta
4° Que tenga las medidas requeridas
5° Que sea de la calidad pedida.

FORMAS DE COMPRA DE PIEDRA

Cabe la aclaración de que la compra de piedra se hace en función del trabajo por desarrollar. Se anotarán las formas, ilustrándolas con ejemplos.

Por unidad. Se compra en esta forma cuando se va a ejecutar un-trabajo con losa labrada regular.

Por docena. En el caso de que el trabajo por ejecutar sea un -- chapeo rústico de piedra de Taxco (pudiendo comprarse también -- por m2).

Por m2. Cuando se hace un recubrimiento con piedra chiluca laminada tamaño normal, es decir, con piedra de 60 x 40 cm.

Por m3. En el caso de recubrimiento con piedra chiluca de tamaño mayor que el normal (moldura palmeo).

TIPOS DE ACABADO

1° Chapeos rústicos: rústico regular, rústico irregular.
2° Emparrillado.
3° Chapeos regulares, y labrados (pueden ser con juntas, o a -- "hueso").
4° Forma de molduras.

INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN EL PARTIDO Y LABRADO DE PIEDRA

1. Martillo y punzones (de estos últimos hay anchos y angostos,- y sirven para desvastar la piedra).
2. Maquinaria
3. Escoplo (para formar las aristas).
4. Raspador.
5. Martelina (que entra a sustituir a las anteriores herramientas en el caso de piedras muy duras, es decir, hace las veces de-punzón ancho; tiene generalmente una boca con diamante grande, y otra con diamante chico).
6. Gradina (martillo más chico y con diamante más pequeño).
7. Falsa escuadra (para el caso del rústico).
8. Lápiz Parley y esmeriles.

INSTRUMENTOS USADOS EN LA COLOCACION DE PIEDRA

Estos son ya conocidos, por ser usados en albañilerías; el plomo, el nivel, hilos, cuchara, pala y cinta métrica.

CUIDADOS AL COLOCAR LA PIEDRA

En el caso de la losa hay que lavarla, y en el de piedra hay -- que mojarla.

MORTEROS

El más recomendado y más usado es el de cemento-arena en proporción 1:3; aun cuando pueden usarse los de cemento-arena en proporciones 1:4 y 1:5, no son recomendables porque la arena se -- parte fácilmente.

DESPERDICIOS

El porcentaje del desperdicio varía según las diferentes piedras; así tenemos que:

En losas es de un 30%, igualmente en la piedra de Taxco; en cuartón hasta un 40%, y en chilucas varía entre 18 y 20%, siendo, en este último tipo de piedra, más bien por descuido de los trabajadores, pues debería aprovecharse el 90%.
En general, se puede considerar, en piedra, un desperdicio de -- 10%.

ERRORES

Aparte de los que podemos llamar errores perfectamente visibles, debidos a mala colocación en su aspecto exterior, tenemos: los - desprendimientos, la falta de nivel o plomo, y quebraduras.

Rústico a hueso, rústico con junta. Podemos observar que todas las piezas tienen más de cuatro aristas, que es lo correcto; así mismo, se aprecian claramente los errores que deben evitarse -- (cuatro aristas a un punto).

EMPARRILLADO

En el esquema de la pág. 297, se observa la disposición de las - piezas. No es tan regular (cuatrapeo) como la del tabique.

YESERIA

Antes de iniciar este capítulo, será conveniente indicar lo que es el yeso, así como su proceso de obtención y fabricación.
El yeso es un material que proviene de la calcinación del sulfato de cal hidratado. Es un polvo blanco, que fragua rápidamente al contacto del agua, cuando ésta ha sido agregada en cantidad suficiente, ya que si es excesiva retardará en algunos casos el fraguado, pudiendo llegar a impedir su producción. Es empleado en aplanados interiores aprovechando su grano fino, así como en determinadas mamposterías de ladrillo y, sobre todo, en las primeras capas de bóvedas ligeras.
En algunos casos, mezclado a la cal, se usa para aplanados exteriores de gran solidez que resisten bien los agentes atmosféricos.
Debe evitarse su uso en los sitios húmedos donde se ablanda mucho y compromete la cohesión de las mamposterías.

MEZCLAS

El yeso se usa en la confección de pastas aglutinantes para unir diversos tipos de materiales de construcción, y deberá procurarse siempre usar yeso blanco, ya que el de un color amarillento es siempre de mala calidad.
Para formar la pasta se emplean dos partes de agua por tres de polvo, procurando revolver o batir bien ambos ingredientes para obtenerla uniforme; a los pocos momentos se inicia un aumento de temperatura y la pasta empieza a solidificarse creciendo el volumen notablemente, al grado de que puede llegar hasta un 18% al solidificarse, y ya en este estado sigue aumentando hasta alcanzar un 1% más. A causa de este rápido endurecimiento, no es posible preparar en conjunto la pasta, sino que, los operarios se proveen de pequeñas artesas y un saco de yeso del cual van tomando el polvo necesario, y mezclándolo con el agua hasta obtener la cantidad requerida. No obstante que se le ponga agua en demasía, el yeso sólo tomará la cantidad de agua necesaria para su fraguado y el resto puede tirarse sin afectar en nada a la pasta así preparada.
Con el fin de darle mayor dureza, ya que sólo carece de esta cualidad, hay varios procedimientos, siendo los más usados:

1. MEZCLA DE YESO Y CAL. El yeso, en vez de ser batido con agua pura, se bate con lechada de cal bastante líquida o se le mezcla cal en polvo batiéndose normalmente. Este procedimiento reporta la ventaja de que el tiempo no altera las mezclas así hechas, conservando una muy buena cohesión, y según la dureza que se desea, se empleará la lechada o el polvo, elementos que retardan el fraguado.

2. AGUA DE ALUMBRE. El alumbre (sulfato doble de aluminio y potasio) se agrega al agua que va a servir para batir el yeso y hace que la pasta adquiera mayor dureza al solidificarse. En esta forma se emplea principalmente para aplanados y molduras que tienen que llevar aristas vivas.

3. ESTUCO. El yeso se mezcla también con agua caliente a la que se le ha disuelto gelatina, la cual le comunica una gran resistencia y aprieta su grano, en tal forma, que se le puede pulir, y barnizando después estas superficies, se puede llegar a obtener una superficie lisa y brillante. En esta forma es empleado para aplanados de paredes y, en algunos casos, se le agrega polvo de mármol del No. 00, dando ya una pasta propiamente decorativa.

4. YESO ORNAMENTAL. Estos trabajos requieren el empleo de obreros muy especializados en decoración. Está hecho mediante molduras con tarraja o vaciados con moldes. Generalmente son recibidos por telas metálicas o de yute, con objeto de darles mayor consistencia y evitar desperdicio de material, disminuyendo con esto el peso de las mismas. Dada la maleabilidad y moldeabilidad del material, pueden hacerse las más diversas formas y dibujos, por lo que es posible reproducir en yeso, mediante este procedimiento, cualquier idea que se tenga al respecto.
No debe usarse el yeso junto a la madera, porque tiene un coeficiente muy bajo de adherencia y, en caso de querer corregir este defecto, se le pondrá una pequeña cantidad de agua-cola al agua; en cambio tiene una magnífica adherencia con las mamposterías y el hierro. Como este metal se oxida en contacto con el yeso, debe procurarse emplear para su trabajo, instrumentos hechos con metales inoxidables u otro material, de preferencia la madera.
Cuando el yeso deba quedar en contacto con superficies de hierro, es conveniente pintar el hierro o recubrirlo con cualquiera de los procedimientos aceptados. En el caso muy particular de instalaciones de tuberías de hierro, que han sido colocadas en ranuras hechas en muros a los que se va a aplicar un aplanado de yeso, es conveniente taparlas con revolturas, que no sean de este material, para evitar el fenómeno anteriormente mencionado que ocasionaría la destrucción del tubo.

5. YESO ESTATUARIO. El yeso usado dentro de este ramo es fabricado actualmente por la industria, y sus características son una gran fineza, un fraguado lento y una alta resistencia final. En caso de no encontrarse el producto ya elaborado, puede hacerse con yeso normal, al que se le adiciona agua de ixtle, con lo que su fraguado se vuelve lento y, al final, adquiere la resistencia necesaria.

YESOS ACUSTICOS.- Cuando se quiera obtener un yeso acústico, del que, desde luego, hay gran variedad de productos ya elaborados, al yeso se le adicionan materiales tales como polvo de mica, asbesto, perlita, corcho o papel. Cuando se quiera obtener un aplanado con características de aislamiento térmico, se le deberá agregar al yeso, vermiculita.

APLANADOS DE YESO

Existen diversos tipos de aplanados, no tanto por lo que respecta al material en ellos usado, sino también por el proceso de mano de obra en ellos seguido. Los principales son:

a) YESO A "TALOCHA". El yeso es embarrado a la superficie por aplanar con una herramienta denominada "talocha" o "plana", y posteriormente es afinado con una llana metálica.

b) YESO A REVENTON. Con este procedimiento, antes de proceder al embarrado del yeso, son fijadas en las paredes maestras del mismo, entre las cuales se colocan hilos para absorber los errores en las superficies para aplanar, pasando la regla entre estos puntos.

c) YESO A REGLA Y PLOMO. Se ponen reglas a plomo en los muros y en los plafones a nivel y, sobre estas maestras, se corre el yeso a base de reglas metálicas, afinándose posteriormente con llana.

HERRAMIENTAS USADAS. Conviene, para mayor explicación, definir todas las herramientas usadas en los procesos anteriormente indicados. La plana es una tabla de madera, con un mango en su parte central, y aproximadamente de 25 x 50 cms. usándose madera de 6 mm., con objeto de obtener la mayor ligereza posible.
La llana ha quedado ya descrita en las herramientas de albañilería y las reglas usadas en yesería son hechas con longitudes aproximadamente de 2.50 Mts. El recipiente de madera, en el cual se bate el yeso, se denomina cajón o artesa y es batido con una pieza de madera en forma de "T" denominada "diablo".
Aparte de las ya dichas, se usan: el "guillame" que es una tira de madera de más o menos 7.5 x 30 cms. que lleva una punta plana y metálica del mismo ancho de la tira, para hacer rebajos en los rincones y esquinas de los muros; espátulas para limpiar los cajones y hacer recortes en los muros o plafones y la lamaque es una hoja de lámina acerada muy fina, de aproximadamente 10 cms., que sirve para retapar las pequeñas porosidades que hayan quedado en el aplanado.
Lugar muy especial ocupan las tarrajas, piezas de madera y lámina, que se usan para todo lo que concierne al trabajo de molduras o perfiles, como se indica en la ilustración.

PLAFONES FALSOS

Los plafones falsos ocupan en la actualidad uno de los lugares predominantes dentro de este ramo, debido al uso de estructuras tanto metálicas como de concreto armado, y que resuelven, como ya se indicó en la parte correspondiente, una serie de problemas tales como el alojar unidades de iluminación, de clima artificial, como anemostatos, rejillas, etc. Los plafones son soportados del elemento estructural mediante colgantes, que pueden estar constituídos por alambrones, varillas, perfiles laminados o tiras de madera cuando se usen plafones constituidos con este material, por lo que podemos clasificarlos en metálicos, de madera, mixtos o de otros materiales.

a) PLAFONES METALICOS.- Se usan los colgantes ya indicados y sobre ellos se fijan perfiles de acero o de lámina (canaletas), sobre los cuales es amarrada o soldada la tela metálica o metal desplegado que recibirá directamente el aplanado o recubrimiento de yeso u otro material.

b) PLAFONES DE MADERA.- En este caso los tirantes, así como el bastidor propiamente que formará el plafón, estarán constituídos por este material, pudiéndose aplicar, para recibir el yeso, telas metálicas, metal desplegado, yute o costal, latilla o tirilla de madera, hojalata de desperdicio de la fabricación de corcholata, etc.

c) PLAFONES MIXTOS.- Denominamos así los que podrán estar hechos con fierro y madera como elementos estructurales, y los otros, ya enumerados, como elementos para recibir el aplanado propiamente.

A estos plafones se les deberá dar la resistencia que el proyecto requiera, ya que puden soportar unidades de iluminación que, en algunos casos, llegan a tener un gran peso; en otros será necesario poder transitar sobre ellos para hacer revisiones periódicas de instalaciones y en otros, finalmente, el peso propio del plafón debido a las decoraciones que comprende, llega a ser tan exagerado, que es necesario proyectar detalladamente la estructura que lo soportará, como en el caso de cines u otras construcciones.
Cuando se dejan unidades de iluminación embutidas, y con objeto de facilitar su instalación, es conveniente, al formar y aplicar la superficie que recibirá el yeso, fijar a ella marcos metálicos con objeto de definir perfectamente las aristas y facilitar en esta forma el empotramiento de las unidades.

CIELOS RASOS.- Este es el plafón de tipo más económico y que fué usado en México por mucho tiempo. Para su construcción se fijan tiras de madera en los muros, sobre las cuales se ha colocado una serie de clavillos sin cabeza, o alfilerillos, a distancias aproximadas de 5 cms. Sobre estos clavillos se sujetan lienzos de "manta de cielo" cosidos con anterioridad, restirando la tela progresivamente. Ya restirada en esta forma la superficie de tela, se le aplicará una mano de agua-cola, con lo cual restira hasta obtener una tensión tal, que es posible darle una mano con blanco de España diluído con agua, con objeto de tapar la trama de la tela, obteniéndose así una superficie sobre la cual es posible pintar, recomendándose sólo el uso de pinturas a base de agua, y no debiéndose usar nunca pintura de aceite ya que su empleo origina abultamientos.
Cuando se quiera pintar con pintura al aceite, en vez de la preparación de blanco de España, la tela es sumergida en baño caliente de aceite de linaza y, ya exprimida, es colocada. Al restirar ésta y ya seca, es posible aplicarle cualquier pintura de aceite. Cuando se use la solución de cielo raso será necesario dejar ventilas, con objeto de permitir la circulación del aire y evitar en esta forma humedades debido a la condensación de la atmósfera. Cuando los plafones son hechos en lugares salinos como, por ejemplo, en las costas, debe evitarse el uso de elementos metálicos en su manufactura, dándosele preferencia a la madera, y el yeso aplicado en estas condiciones queda sujeto a las reservas del caso.
Cuando se usen plafones metálicos también en instalaciones tales como baños de vapor o sujetas a atmósferas con gran porcentaje de humedad, no deberán hacerse con aplanados de yeso, sino que se empleará en su lugar aplanados hechos a base de cemento, pulidos o impermeabilizados en tal forma de que se tenga absoluta certeza de que no habrá condensación de humedad en el plafón que pueda afectar la estabilidad del mismo.
Cuando se usa este tipo de aplanados, es decir el de cemento, no puede ser aplicada la revoltura por la parte inferior del plafón sin nates haber colocado una capa por la parte superior, la que tratará de penetrar y pasar a la inferior, y que, al fraguar, dejará una superficie adherente.

PROTECCION DE ARISTAS

Debido a la poca resistencia del yeso a la fricción y a los golpes, no es conveniente por ningún motivo dejar aristas vivas -- que estén expuestas a deteriorarse, por lo que la solución más- económica será matar las aristas redondeándolas.
Si se quiere mejorar esta solución, es conveniente la aplicación de manta, que quedará embutida dentro del aplanado, y, finalmente, la especificación óptima será mediante el uso y aplicación - de esquineros metálicos especialmente fabricados para estos ca-- sos. Este será el caso de remates de muros, aristas en vanos de- puertas y ventanas y, en general, cualquier arista que quede ex- puesta en la forma ya mencionada.
En el caso especial de cajones de puertas, así como el de zoclos en que se tendrá superficie de madera en contacto con la de yeso es costumbre aplicar tiras de manta denominadas "lienzas", las - cuales son pegadas a ambas superficies con cola, y sobre las cuales se aplica la pintura o acabado final.

PINTURAS DEVOE

ESMALTE DERAYCO

Esmalte que pude ser aplicado sobre cualquier superficie, tanto en interiores como en exteriores. Se caracteriza por su alto brillo y gran duración.

APLICACION. Las superficies deben estar perfectamente secas y libres de polvo, grasa u óxidos. Al ser aplicado sobre superficies pintadas con anterioridad, deben eliminarse las partículas de pintura vieja o desvanecerse con lija antes de aplicar el esmalte, con lo cual se obtiene un acabado más terso. Puede ser aplicado con brocha de pelo o con pistola de aire.

REDUCCION. Viene envasado, listo para ser aplicado con brocha de pelo, pero cuando se haga necesario diluirlo ligeramente, puede hacerse utilizando para ello diluyente DEVOE, o aguarrás puro, en una proporción no mayor de 10%. Para su aplicación con pistola de aire, puede ser reducido hasta un 25% con los mismos diluyentes.

SECAMIENTO. Seca al tacto en un tiempo aproximado de 4 a 6 horas y por completo en 24. Si se aplican dos manos, deben dejarse transcurrir 18 horas entre una y otra mano.

PINTURA "DEVO-TONE" (Emulsionada)

DESCRIPCION. Recomendable para superficies interiores, pues se aplica en un mínimo de tiempo y seca en una hora aproximadamente. Produce un acabado mate que adquiere propiedades de lavabilidad en alto grado. Es resistente al amarilleo y el decoloramiento. Cubre a una sola mano superficies recién enyesadas.

PREPARACION. Es menester quitar la calcimina y el encolado con una esponja y agua caliente, rellenando a la vez los huecos y cavidades con yeso, dejándolo secar suficientemente para evitar manchas en el acabado.

REDUCCION. A una parte de pintura agréguese media parte de agua, echando ésta poco a poco y revolviendo la mezcla hasta obtener una consistencia apropiada para pintar.

SECAMIENTO. Entre una y dos horas, secamiento completo. Para trabajos de dos manos, déjese secar un mínimo de 3 horas.

RENDIMIENTO. 3.785 lts. (un galón de pasta) producen galón y medio de pintura que cubre 60 mts.2 de una mano, dependiendo de la porosidad de la superficie.

SUPER BARNIZ 4500

Transparente, claro y brillante para aplicarse sobre pisos, muebles y madera en general. Deja una superficie muy resistente al desgaste, impacto y abrasión, así como a soluciones de

agua de jabón fría o caliente, limpiadores domésticos, alcoholes y ácidos de frutas.

APLICACION. La superficie debe estar limpia de polvo y grasa y, si se trata de madera nueva, se recomienda la aplicación de tres manos delgadas, siendo suficiente dos, sobre madera que ya ha sido barnizada con anterioridad. En superficies pintadas con solución de gomalaca, es indispensable eliminar ésta en su totalidad antes de aplicar el barniz.

REDUCCION. Se recomienda el diluyente DM-A-162 en proporción máxima de 10% para aplicarlo con brocha de pelo y 15 a 20% cuando se haga con pistola de aire.

SECAMIENTO. Seca libre de polvo en una hora y endurece en 6 horas, pudiéndose aplicar la segunda mano de un día a otro.

RENDIMIENTO. Se cubren 58 mts2 a una mano con 3.785 lts. (un galón).

CHAPA Y TRIPLAY

CALIDADES

CALIDAD A

Chapa obtenida con sistema rotatorio y libre absolutamente de defectos de color como manchas o albura, nudos o manchas de resina y perfectamente sólida. El objeto de estas especificaciones es que el triplay de esta calidad pueda recibir acabado al natural dando buen aspecto.

CALIDAD AR

Las mismas especificaciones que el anterior, pero con chapa rebanada y con veta combinada simétricamente aceptando la albura que, de hecho, lo hace más vistoso.

CALIDAD B

Triplay cuya cara no tiene defectos de solidez como grietas, nudos, huecos, picaduras de insectos, etc., pero que admite defectos de color como algunas manchas, grano no combinado etc. Esta calidad, aún cuando en algunos casos se usa en acabado natural, de hecho se produce para ser pintado.

CALIDAD C

Es la calidad inferior que admite defectos, como grietas, nudos con huecos o picaduras, siempre y cuando los mismos no afecten la resistencia de la hoja y debe usarse para partes no expuestas. Ninguna de las calidades admite defectos de manufactura, como partes despegadas, defectos de grosor etc.

TRIPLAY ESPECIAL RANURADO Y CLAVACOTEADO

Es triplay calidad A o B, pero al cual se le han hecho unas ranuras en la cara, que le dan aspecto de un panel formado de lambrín machihembrado y en el cual se hacen aparecer uniones ficticias así como clavacotes que resaltan por ser de madera de otro color.

DIMENSIONES

Los largos standard son: 1.52 m., 1.83 m., 2.13 m. y 2.44 m. Los anchos son: 0.76 m., 0.91 m. y 1.22 m.

Los espesores comúnmente usados son:

Triplay de 3 mm. de 3 capas
Triplay de 6 mm. de 3 capas
Triplay de 9 mm. de 5 capas
Triplay de 12 mm. de 5 capas
Triplay de 19 mm. de 7 capas

El triplay debe ser balanceado, es decir que las capas de ambos lados del plano central deben tener los mismos grosores.

USOS GENERALES DEL TRIPLAY

Debido a sus propiedades de estabilidad dimensional y al hecho de que, encontrándose formado de capas cuyas fibras corren a 90 grados de las de la capa siguiente, no tiene línea de falla, por lo que no se puede rajar ni hinchar o encoger. Se puede utilizar para trabajarlo mecánicamente, pues se calcula que su resistencia es de 2 1/4 veces mayor que la de la madera aserrada. Por lo anterior se deduce su infinidad de aplicaciones y sólo mencionaremos algunas tales como: canceles y divisiones, lambrines, mostradores, puertas, cimbras, muebles, etc.

TIPOS DE PEGAMENTO

ORDINARIO

Triplay para muebles e interiores que es ligeramente resistente al agua, pero no puede mojarse en forma prolongada.

INTEMPERIE

Triplay resistente al agua fría, que puede usarse en exteriores en climas no muy fuertes y puede mojarse bastante sin peligro de que se despegue.

MARINO

Triplay con pegamento fortificado con resina de melamina de úrea, lo que lo hace resistir pruebas sucesivas con agua hirviendo y secado rápido, sin que se logre separar la línea de unión. Util para los climas y condiciones muy rigurosos.

MADERAS UTILIZADAS

PINO

Características ya ampliamente conocidas

CEDRO

(Cedrela mexicana, odorata, etc.) Madera sumamente fácil de trabajar que acepta un alto grado de acabado y tiene pocos nudos; muy estimada en el mercado por su olor agradable que le ayuda a repeler la polilla y otros insectos.

CAOBA

(Swietenia Machrophylla) Justamente considerada la reina de las maderas y utilizándose en la producción la de la zona cercana al Río Hondo que es la mejor en calidad. Se obtiene un producto con grano muy fino que permite un acabado perfecto y aún cuando es algo más dura que el cedro, es fácil de trabajar siendo mucho más vistosa por su veta. Es inmejorable para toda clase de muebles, canceles, lambrines, y es muy frecuentemente usada por su estabilidad en la construcción de botes.

PUERTAS DE MADERA

POR SU FUNCIONAMIENTO PUEDEN SER:

SUJETAS POR UNO DE SUS LADOS

Se usa para ello una variedad muy grande de herrajes que se denominan bisagras. Sirven éstas para sujetar la puerta y permitir que gire sobre sus ejes. Dentro del tipo residencial es el sistema más empleado para todas las puertas de comunicación en las que se usan por lo general bisagras de 76 x 76 mm. (3" x 3"). Este tipo permite generalmente un giro de 90°a la puerta, existiendo también bisagras denominadas de doble acción, las cuales hacen posible que la puerta se abra en uno y otro sentido, por lo que entonces su giro alcanza 180°, volviendo siempre a su posición inicial.

CORREDIZAS

Son las que corren sobre rieles, ya sea colocados en su parte inferior o en su parte superior; en el primero, las carretillas quedan embutidas dentro de la puerta y los rieles en el piso; y en el segundo, quedan colgadas con las carretillas en la parte superior y guías en la parte inferior. Indudablemente el mejor sistema de estos dos es el de colgar, y para el mismo se fabrica una serie muy grande de herrajes, siendo probablemente los más recomendados aquéllos a base de rieles de aluminio y carretillas embaladas, cuya superficie rodante es de plástico, con lo que se consigue una gran eficiencia, evitando el ruido en su funcionamiento. Al mismo tiempo, tiene la ventaja este sistema, sobre el de carretilla de piso, de que, al colocarse cerraduras en las mismas, se obtiene una mayor seguridad, ya que las apoyadas en el piso, aunque tengan cerrradura, se puede fácilmente desmontar la puerta haciendo palanca en la parte inferior.

POR SU CONSTRUCCION PUEDEN SER:

PUERTAS HECHAS A BASE DE TABLAS O TABLONES
UNIDOS ENTRE SI MEDIANTE ELEMENTOS RESISTENTES

Es probablemente este tipo el más rudimentario y primitivo, y actualmente se encuentra casi en desuso dentro de la construcción urbana.

PUERTAS ENTABLERADAS

Se denominan así todas aquéllas que tienen un marco hecho a base de tabla al que se sujetan los tableros, ya sean éstos de madera, triplay o fibracel y aún podríamos incluir dentro de este tipo las que llevan cristal.
CONSTRUCCION. Los tableros pueden ser de muy diversas especies y diseños, como se ilustra en la figura, ya que pueden estar constituidos por madera de 22 mm. frisados; de triplay de 6 ó 12 mm.; haciendo las molduras de estas puertas en el mismo cerco o sobrepuestas. En los Estados Unidos este tipo de puertas se hacen únicamente con espiga redonda, pero para esto es nece-

sario que la madera que se use sea secada en estufa, teniendo la ventaja de que por el canto de la puerta no se ve la escopleadura; en México es más común fabricar las puertas con espiga, escoplo y cuñas, lo que permite poder prensar más la puerta y lograr en esta forma que, al abrirse un poco, cuando la madera se reseque, se note menos y que, al estar acuñada, no sufra un major -- desajuste. La moldura en este tipo de puertas puede correrse en- dos formas: ya emboqullando o bien transmoldando.

DE TAMBOR

Se consideran de este tipo aquellas puertas constituidas por una armazón o bastidor hecho ya sea con tiras de madera, o con panal de tiras de triplay o Fibracel, sobre los cuales se colocan ho-- jas de materiales tales como triplay, Fibracel o similares, y son las de más uso en la actualidad. En las figuras se ilustran di-- versas formas de este tipo de puertas que obedecen a diversas características.

CONSTRUCCION. El sistema constructivo de este tipo de puertas podemos decir que varía en cada país, y los sistemas más comúnmente usados en México son los siguientes:

a) Con bastidor de tiras de 50 x 33 mm., en la forma que la figura representa.

b). Con panal, ya bien sea de triplay o de Fibracel, en los cuales deben colocarse en algunos huecos del panal, pequeños trozos de madera con objeto de obtener una mayor área de contacto del - bastidor con las hojas de las caras de la puerta.

c). Con bastidor interior de madera y Celotex doble en el centro para obtener en esta forma una puerta acústica, cualidad muy necesaria en lugares tales como despachos, salas de conferencias,- hospitales u otros lugares en que el proyecto así lo requiera. - En casos extremos, pueden hacerse las puertas con doble rebajo,- para evitar el sonido o el paso de luz. Cuando sea indispensable obtener un aislamiento acústico aún mayor, puede colocarse una - tira de hule doblado en la parte inferior de la puerta para que- ésta se ajuste al piso y evite el paso del sonido, o haciendo el rebajo en el piso como ya se indicó.

Como se ve en las figuras de los bastidores, estos tienen, tanto en la parte inferior como a mitad de la puerta, unas piezas de - madera cuyo objeto es: las inferiores, recibir bisagras de doble acción de piso y, las de los lados, las cerraduras, dando con esto la posibilidad de poder colocar la puerta en cualquier posi-- ción, ya sea derecha o izquierda y usar cualquier tipo de bisa-- gra, ya sea lateral o de piso.

Sobre cualquiera de estos tipos de bastidores se aplica el forro que puede ser de triplay de 3 ó 6 mm. Fibracel, etc. Pueden colocarse en una sola lámina o bien en tiras, esta lámina o forro, - se aplica mediante pegamento, pasando después por el sistema de- prensado en grandes prensas hidráulicas, con lo que se obtiene - una perfecta adherencia entre todas las partes de la puerta; para ello se emplean pegamentos de los cuales los más usados ac--- tualmente son aquéllos hechos con caseína y algún álcali y se conocen con el nombre de pegamentos de caseína en frío, que dan -- muy buena resistencia, teniendo algunas propiedades fungicidas.-

Hay también pegamentos líquidos a base de resinas sintéticas, a prueba de agua, y que se emplean para pegar puertas para aquellos lugares donde el clima es muy húmedo.
Como ya se dijo, puede usarse triplay en gruesos de 3 y 6 mm., siendo este último el más aconsejable para puertas de buena calidad, y, en caso de que se use el primero, deberán aumentarse las tiras de madera en el bastidor con objeto de evitar que pueda haber un abombamiento en el triplay, lo que originaría que, al pintarse o barnizarse, se señale el bastidor de la misma.
En casos en que, por necesidades especiales de proyecto se requiera forrar las puertas con materiales de características especiales, tales como plásticos laminados, piel, plásticos en tela, etc., no es aconsejable aplicarlos directamente sobre el bastidor, sino forrar la puerta con una lámina dura y sobre ella colocar el recubrimiento que se quiera.
Comúnmente se pone una boquilla alrededor de la puerta del tambor, de 15 mm., de la misma madera de que está hecho el triplay pero, en puertas finas, puede emplearse en vez de esta boquilla chapa de madera, ya sea de nogal, caoba o cualquier otra madera, consiguiendo con esto que la puerta tenga un mejor acabado.
Cuando se usa forro de Fibracel, es aconsejable humedecerlo antes de pegarlo al bastidor, ya que este material con la humedad se dilata y al secar se contrae; pero debe tenerse cuidado de que las dos hojas tengan el mismo grado de humedad para que las contracciones sean iguales y evitar que la puerta se pueda torcer. Esta operación es aconsejable hacerla para evitar principalmente queel panal interior de la puerta se señale.
Hay la creencia errónea de que a las puertas de tambor debe dárseles ventilación, es decir, intercomunicar el bastidor interiormente, así como hacer perforaciones a través de la boquilla; esto es absolutamente innecesario y perjudicial, pues facilita la entrada de insectos.
Cuando es necesario poder ver de un lado a otro se complementa la puerta de tambor mediante el uso de mirillas, que pueden ser centradas o laterales, según el uso a que estén destinadas. Se deberá prever su ubicación en la construcción del bastidor.

MADERAS QUE SE EMPLEAN

Comenzaremos clasificando las maderas según sus cualidades. Llámase madera selecta aquélla que es blanca, es decir, que no está manchada por hongos o humedad y que está absolutamente libre de nudos. Clasifícase como madera de primera, aquélla que, sin tener nudos, puede estar manchada; madera de segunda, la que tiene nudos firmes; y la de tercera, la que tiene nudos que pasan de un lado a otro de la tabla y que, con el tiempo, cuando esta madera acabe de secar, pueden botarse o aflojarse los mismos. Para obtener una puerta de buena calidad, la madera que se emplea en su construcción debe ser limpia de nudos sueltos, es decir, de preferencia debe usarse madera de tipo selecto. Debe estar además secada en estufa o al aire con un máximo de humedad de 6%.

VIDRIERIA

I. VIDRIO PLANO

FABRICACION. El vidrio se hace con una mezcla de arena, sulfato de sodio, carbonato de sodio, dolomita, caliza, feldespato, carbón, arsénico y vidrio de desperdicio.

Con objeto de obtener una buena calidad de vidrio, esta mezcla debe ser perfectamente uniforme, cuidando en ella, desde luego, la calidad de los materiales que la constituyen.

La mezcla se proporciona mecánicamente y es llevada por un transportador hasta una revolvedora, y posteriormente al horno donde se funde llegando a elevarse la temperatura en él a 1400°C.

Después de fundido pasa a un refinador donde se baja la temperatura a 1100°C., y de ahí es distribuido a las cámaras en donde ya sale en lámina, al pasar a través de una ranura hecha en una piedra refractaria, especialmente manufacturada para el caso. Por esa ranura va saliendo y elevándose una lámina continua que se va cortando, y las láminas de vidrio así obtenidas son colocadas sobre mesas especiales.

Estas grandes láminas de vidrio pasan posteriormente a corte, donde son fraccionadas a medidas comerciales.

CLASES DE VIDRIO PLANO. El vidrio plano del país se fabrica en las siguientes clases: sencillo, semi-doble (medio-doble), doble triple de 5 y 6 mm.

TAMAÑOS Y ESPECIFICACIONES

a) VIDRIO SENCILLO. Su peso es de 6 kgs. por m2 y se corta en anchos desde 20 cms. hasta 81 cms. y largos standard de 1.50 mts. aproximadamente, manteniéndose existencia de todas estas medidas

b) VIDRIO SEMI-DOBLE (MEDIO-DOBLE). Su peso es de 9 kgs. por m2 y es fabricado en anchos de 20 cms. hasta 1.20 mts. y largos standard de 1.80 mts., cuyas medidas también se mantienen en existencias.

c) VIDRIO GRUESO. El doble de 4 mm. tiene un peso de 12 kgs. por m2; el triple de 5 mm. de 15 kgs. por m2 y el triple de 6 mm. de 17 kgs. por m2. Se fabrican en anchos de 30 a 180 cms. con largos de 250 a 300 cms.

III. VIDRIO TRANSLUCIDO O IMPRESO (ESPECIAL)

FABRICACION. Se pesa el material de acuerdo con su fórmula, y después la masa líquida pasa por los roles donde se le imprime el dibujo que se quiera, de donde es llevado a los templadores para, de ahí, seguir hasta unas mesas donde es cortado y empacado.

CLASES. Se fabrican en 3.5 mm. de espesor, los denominados con los nombres de "Gota de Agua", "Florentino", "Concha", "Tapiz", "Amartillado" y "Nido de Abeja"; y en 5 mm. de espesor el "Rayado", "Cuadrícula" y "Acanalado Tapiz".

TAMAÑOS Y ESPECIFICACIONES

a) EL VIDRIO TRANSLUCIDO DE 3.5 mm. de espesor cuyos estilos y variedades han quedado definidos, tiene un peso aproximado de 13 Kgs. por m2 y se fabrica en anchos standard de 80 a 100 cms. con largos de 280 a 300 cms.

b) EL VIDRIO TRANSLUCIDO DE 5 mm. de espesor, en sus diferentes dibujos, tiene un peso aproximado de 14 kgs. por m2 y se fabrica en anchos standard de 80 a 100 cms. con largos de 280 a 300 cms.

c) EL VIDRIO RAYADO DE 5 mm. de espesor, tiene un peso aproximado de 15 kgs. por m2 y es fabricado en anchos standard de 51 y 102 cms. por largos de 130 a 280 cms.
El uso de estos vidrios es muy extenso, pero normalmente es aplicado en aquellas partes en que se quiera tener translucidez sin transparencia, y sus múltiples dibujos nos permiten obtener las más variadas soluciones y efectos, mediante el paso de la luz a través de ellos.

COLOCACION DE VIDRIOS

En la lista anterior se han mencionado detalladamente las medidas en que se cortan los diferentes tipos de vidrios planos del país, pero cabe siempre hacer una recomendación muy especial a todos los arquitectos y constructores para el proyecto y diseño de ventanas, en el sentido de los claros máximos para cubrir con los diversos tipos de vidrio. Así tendremos:

60 x 90 cms. para vidrio sencillo
100 x 140 cms. para vidrio medio doble
150 x 250 cms. para vidrio doble de 4 mm.
180 x 270 cms. para vidrio triple de 5 mm.
180 x 280 cms. para vidrio triple de 6 mm.
100 x 250 cms. para vidrio translúcido de 3.5 mm.
100 x 280 cms. para vidrio especial de 5 mm.

Son, desde luego, muy variadas las formas para colocar el vidrio según el tipo de marco sobre el cual vaya a estar puesto por una parte; según su tamaño por otra y, finalmente, según las características especiales a que pueda estar sujeto.

a) GRAPAS O CLAVOS Y MASTIQUE. El sistema más sencillo es el de usar clavos para marcos de madera, y grapas metálicas para marcos metálicos que ayudarán a sujetar el vidrio, tapando la junta posteriormente con mastique. Es éste, desde luego, el sistema más humilde de colocación.

Es muy importante hacer notar que el mastique no es un pegamento, sino simplemente un sellador para evitar el paso de agua, polvo, etc., así como hacer un empaque entre el vidrio y el marco para evitar las vibraciones de éste. No siendo, por tanto, un pegamento, no debe usarse nunca el mastique sólo, pues pueden desprenderse los vidrios.

b) PERFILES O MOLUDRAS. En ventanas de mejor calidad y hechas con secciones más amplias, se usan molduras o tiras de madera sobrepuestas, sobre marcos de madera, y cañuelas metálicas o portavidrios, para la sujeción de los mismos sobre marcos metálicos, las que son atornilladas a los diversos manguetes. Pueden ser estos perfiles sólidos ya sean de fierro, aluminio u otro metal, o formados con perfiles tubulares de lámina.
Es muy importante especificar que se debe dejar siempre un espacio libre entre el costado de la moldura y el marco de la ventana donde se va a alojar el vidrio, igual al 50% del espesor del vidrio que se vaya a colocar para poder obtener en esta forma, y mediante el uso de mastique u otra pasta, un buen empaque.

c) MOLDURAS DE APARADOR. Se designa con este nombre a una enorme diversidad de molduras expresamente diseñadas y fabricadas para sujetar vidrios o cristales de gran tamaño, que, por ser su uso más general en aparadores o vitrinas comerciales, se les ha dado este nombre. Ellas son fabricadas en aluminio y latón mediante el proceso de extrusión.

IV. CRISTAL PULIDO

Hemos hablado hasta ahora únicamente del vidrio plano, es decir, el producto más corriente de este ramo. El cristal, en cambio, es un vidrio fino, transparente, con ambas superficies desvastadas y pulidas en grandes máquinas, para obtener así una visión y reflexión claras y sin ninguna ondulación o torcimiento de las figuras.
Se fabrica en espesores desde 5.5 hasta 25 mm., siendo la producción normal de 5.5 a 8 mm. Este tipo de cristal es el indicado para su colocación en edificios públicos y construcciones en general, donde se quiera obtener una óptima calidad, así como en aparadores o escaparates comerciales, en la fabricación de espejos, cubiertas de muebles y, en general, en todos aquellos lugares en donde se exija una visión clara y perfecta, aunada a una gran resistencia.
El cristal de 6 mm. es fabricado en todas las medidas deseadas, hasta superficies máximas de 18 m2 cada hoja, y el precio del cristal, como es lógico, va aumentando en proporción a sus medidas o superficies.
Las principales fábricas del mundo usan para la elaboración de este tipo de cristal el "proceso gemelo", en el cual ambas superficies quedan desbastadas simultáneamente, produciendo así un cristal con un paralelismo que se acerca al paralelismo óptico, obteniéndose una falta casi completa de ondulación.

PISOS DE MADERA

La madera empleada en la fabricación de DUELA y PARQUET, además de la belleza de su aspecto, debe reunir características especiales, tales como dureza adecuada, buena estabilidad, acabado terso, etc. No todas las especies de madera resultan apropiadas para pisos, pues algunas son demasiado duras y rebeldes y otras, por el contrario, demasiado suaves. Además de emplear madera de la especie adecuada, es indispensable que esta madera se sujete a minucioso y científico procedimiento de estufado antes de transformarla en DUELA y PARQUET.

La madera serrada al salir del monte contiene gran cantidad de agua y substancias en disolución. En muchos casos el peso del agua es con frecuencia igual al peso de la madera cuando seca. Por lo tanto, para que la madera pueda ser usada comercialmente con resultados satisfactorios, hay necesidad de extraerle una gran proporción del agua que contiene.

La proporción de humedad adecuada que debe contener la madera para usos comerciales normales, es de 8% aproximadamente con relación a su peso seco. Esta proporción de 8% es precisamente la necesaria para que en la madera exista un equilibrio con la humedad relativa, o estado higrométrico medio en el Distrito Federal.

PISOS DE DUELA Y PARQUE.

FABRICACION DE DUELA Y PARQUET

Para fabricar duela y parquet se requiere maquinaria de precisión.
La técnica consiste en hacer pasar la madera a una velocidad adecuada por las cuchillas de las máquinar de labrar, cortar y moldurar. La velocidad del paso de la madera, el número de cuchillas de una máquina y la velocidad de rotación de éstas, son los factores que deben combinarse para obtener el necesario número de cortes por centímetro, que permite obtener un acabado terso.
La uniformidad en la elaboración de la duela y el parquet es un requisito indispensable, ya que todas las duelas que se fabrican deben embonar o "machihembrar" perfectamente entre sí, independientemente de la época en que fueron fabricadas. Para lograr esto, constantemente la producción que está saliendo de las máquinas, debe cotejarse con el patrón o standard y, en el momento en que existe alguna diferencia, debe suspenderse la producción hasta encontrar y corregir la falla.
El almacenamiento de la DUELA debe ser hecho cuidadosamente en bodegas cubiertas, así como protegidas por el sol, y bien secas.
La DUELA terminada tiene las siguientes características:

1. Labrada por sus dos caras y sus dos cantos.

2. "Machihembrada" por sus cantos y cabezas. Se entiende por "Machihembrar" el hecho de que esté dotada por un diente o "macho" en uno de sus cantos y en una de sus cabezas, y de un canal o "hembra" en el otro canto y en el otro extremo.

CALIDADES

Estas DUELAS y PARQUETS, aun siendo de la misma madera y fabricación, se seleccionan como sigue:
DUELA Y PARQUET DE ENCINO

1. CALIDAD EXTRA. En esta calidad queda incluída toda la duela y parquet cuya tonalidad es más clara y uniforme y totalmente libre de defectos.

2. CALIDAD SELECTA. En esta calidad queda incluída toda la duela y parquet cuyas tonalidades son más acentuadas que la calidad extra. Esta clasificación permite algunos pequeños defectos.

3. CALIDAD No. 1 COMUN. En esta calidad queda incluída toda la duela y parquet cuyas características sobresalientes son el marcado contraste en sus tonalidades, madera más veteada y que admite pequeños nudos (que no excedan del diámetro de un lápiz) y grietas.
Lo que se ha dicho respecto al ENCINO, es muy similar a las calidades en otras maderas.
Desde luego la calidad EXTRA en duela y parquet no es de un color completamente uniforme, ya que no se trata de un producto artificial, sino natural, cuya belleza estriba precisamente en sus diferentes vetas y tonalidades. El color de la madera varía en el mismo árbol y más aún de un árbol a otro.

COLOCACION DE LOS PISOS DE DUELA Y TABLON

La duela y tablón, pueden colocarse como sigue:

1. Clavados con clavo corrugado directamente sobre vigas o polines.

2. Clavados con clavo corrugado sobre una cama de madera.

El primer caso constituye el sistema normal y habitual en casi todos los pisos.

El segundo caso es excepcional, ya que solamente se emplea para darle mayor resistencia al psio cuando se destina a uso pesado, como por ejemplo gimnasios, bodegas, etc. Eventualmente se coloca en estas condiciones para el piso de uso normal, ya sea porque se trate de colocar duela sobre un piso ya existente o con el objeto de obtener un piso de propiedades acústicas y de óptima calidad.

PISOS DE DUELA Y PARQUET

COLOCACION DE PARQUET

El PARQUET, tanto el formado por duela como por tablón, se coloca como sigue:

1. Pegado con pegamento directamente sobre concreto.

2. Pegado con cola y clavado sobre cama de madera.

El PARQUET colocado directamente sobre concreto, puede instalarse indistintamente en plantas bajas o en plantas altas. Cuando se trate de plantas bajas, debe procederse en la forma siguiente:

1. Sobre un buen apisonado de tierra o cascajo, se cuela un firme de concreto, con las características siguientes: grueso mínimo de 7 cms., proporciones ricas, bien nivelado y repellado fino.

2. En virtud de que el firme de concreto está en contacto directo con el sub-suelo o tierra, es indispensable impermeabilizar éste, antes de proceder con la colocación de los pisos. Esta impermeabilización es necesaria, ya que la humedad del sub-suelo atraviesa, por capilaridad, el firme de concreto y daña el piso de madera.

Cuando se trate de plant as altas debe procederse en la forma siguiente:

1. Sobre la losa de concreto ya existente, se cuela un firme, de las mismas características citadas en el párrafo anterior, pero de un grueso mínimo de 2 cms. Esto, desde luego, solamente se puede hacer cuando la estructura del edificio tiene en estas plantas, las trabes hacia abajo.

2. Si las trabes de la estructura del edificio están colocadas hacia arriba, entonces será necesario rellenar estos huecos con cualquier material, en tal forma que deje una superficie apropiada para colar un firme de las mismas características de los firmes para plantas bajas. En caso de haberse optado por rellenos de tetzontle u otro material, estos deben de estar debidamente apisonados.

3. En virtud de que estos pisos no están en contacto con el subsuelo o tierra, no se requiere impermeabilización.

La instalación de un piso, debe hacerse siempre en el momento oportuno y a continuación se enumeran casos de los inconvenientes que con mayor frecuencia se encuentran en las obras:

1. No deben colocarse los pisos de madera antes de tiempo, sino hasta que esté la obra perfectamente seca. Esto quiere decir que habrá que esperar a que todos los trabajos de albañilería y yeso estén terminados y secos; no debe pretenderse ejecutar estos trabajos después de colocar el piso de madera, ni tampoco querer que la instalación se lleve a cabo antes de que desaparezca la humedad propia de aplanados y emboquillados, resanes y encorazados de polines.

2. Los pisos de mosaico, terrazzo, granito o mármol, que colinden con los pisos de madera, deben colocarse o pulirse antes de los últimos.

3. Antes de colocar los pisos de madera deben estar colocados los vidrios en las ventanas y puertas, así como los cajones de estas últimas.

4. Las jardineras o elementos similares que se encuentran dentro del lugar donde se vaya a colocar esta clase de pisos, o que colinden con éstos, deben estar perfectamente impermeabilizadas.

5. Los pisos que se vayan a colocar en lugares inmediatos al exterior deben estar perfectamente protegidos por medio de sardineles y de bota-aguas, y en caso de haber ventanales que lleguen hasta el nivel del piso, debe comprobarse que el agua no se introduce a través de los vidrios por mala colocación de éstos, mala herrería o mala colocación de la misma.

LOSETA ASFALTICA "DURAPISO"

ESPECIFICACIONES

COMPOSICION

Esta loseta está compuesta de asfalto y sus derivados, resinas, fibras e ingredientes minerales. Los mencionados materiales se funden con calor formando una pasta que, por medio de presión, es laminada y, en estado caliente, cortada en tamaños adecuados para su uso.

TAMAÑOS

Se fabrica en tamaños de 22.8 x 22.8 cms. con un espesor de 3.2 mm. Su peso aproximado es de 6 Kgs. por M2 y vienen empacadas en cajas de cartón con 96 piezas, las cuales cubren una superficie de 5.28 M2.

COLORES

Se fabrican en 17 colores jaspeados o marmoleados y en 3 colores lisos.

COLOCACION DEL PISO

Pocas habitaciones son rectangulares. Como el "campo" de un piso de LOSETA DE ASFALTO, debe ser colocado dentro de un rectángulo perfecto, es necesario tender líneas centrales o guías que estén en ángulo recto una de otra, de las cuales partirá la colocación de la LOSETA.

Cuando se cubre de LOSETA una habitación, se deben medir únicamente las paredes principales sin hacer caso de quiebras y otras divisiones. En todos los casos se debe colocar, empezando del centro del salón hacia las paredes, donde el faltante puede ser colocado con facilidad.

CONSERVACION

PROTECCION DEL PISO

Para proteger el piso contra futuros desperfectos de la superficie, es necesario que, antes de amueblar, se equipen todos los muebles con los aditamentos necesarios para evitar que las cargas concentradas que ellos produzcan en un punto, causen marcas profundas.
Las piezas pequeñas de metal que se usan de base en las patas de las sillas y muebles, se deberán quitar y en su lugar se podrán deslizadores planos con muelle. En caso de tenerse muebles con ruedas giratorias, éstas deberán ser recubiertas con hule blando, substituyéndolas por las ruedas duras y en los escritorios y mesas pesadas se deben usar bases de hule para las patas.

USOS

La loseta asfáltica se puede colocar prácticamente para cualquier uso, pero es muy importante hacer algunas observaciones al respecto, tales como la de que no debe ser usada nunca en ex

teriores, así como que no es aconsejable instalarla en sitios sujetos a recibir la luz del sol directa por un gran número de horas. En todos estos casos debe protegerse la loseta por medio de pantallas, persianas, cortinas, marquesinas, etc., pues una grande y continua exposición de la loseta al sol produce un ablandamiento de la misma.

LUGARES ADECUADOS PARA SU INSTALACION

Describiremos a continuación aquellos lugares en que es más común y adecuada su aplicación, haciendo en cada uno de ellos la mención de los lugares en los que no debe colocarse.

1. ESCUELAS.- Se debe colocar en salones de clases, corredores interiores, cafeterías y cocinas de la calidad resistente a grasas, oficinas, laboratorios en los colores A y B, gimnasios auditorios y no en cuartos de regaderas, orillas de piscinas y en sanitarios.

2. EDIFICIOS DE OFICINAS.- Debe usarse en corredores, y en superficies rentables de oficinas, pero nunca en sanitarios.

3. EN RESIDENCIAS Y APARTAMIENTOS.- Se puede colocar en estancias, comedores, recámaras, cuartos de servicio, cocinas, cuartos de baño y cuartos de recreo; no debiéndose usar en casetas de regaderas, vestíbulos exteriores o terrazas.

4. HOSPITALES.- Mismo criterio que para las anteriores, debiéndose evitar su uso en solariums exteriores así como en terrazas cubiertas de cristal.

5. COMERCIO.- En almacenes, farmacias, panaderías, y demás tiendas, se puede colocar en toda su superficie teniendo la precaución únicamente de que en aquellos lugares en que pueda haber grasas, se debe colocar loseta resistente a las mismas y nunca debe colocarse en aparadores.

6. LUGARES DE REUNION.- En iglesias, bancos, teatros y sitios de espectáculo se puede colocar en todas las superficies menos en los sanitarios.

ALFOMBRAS

GENERALIDADES

El origen de las alfombras se remonta a muchos siglos atrás y encontramos que las principales razones de su utilización se derivan de la vanidad humana al haber considerado este elemento como medio de ostentación. Al mismo tiempo se perseguían también fines utilitarios tales como preservarse del frío, así como obtener una agradable sensación de confort en el pisado. Estas razones, que se aplican a multitud de países de variados climas y en diversas épocas de la historia, siguen manteniéndose y aumentando actualmente en forma considerable. Entre otras es muy importante hacer notar las de orden económico. Haremos varias consideraciones a este respecto.

Antiguamente la alfombra era un material de lujo debido a las miles de horas de obra de mano que llevaba la confección de sus tejidos y dibujos. Actualmente, con la técnica moderna, con un esfuerzo humano mínimo, se pueden hacer miles de metros cuadrados en gran variedad de materiales, calidades, texturas y colores para adaptar la alfombra a las distintas necesidades y, mediante esta mecanización, ha sido posible poner este material a la altura de cualquier otro recubrimiento de piso de tipo fino y con ventajas muy superiores.

Igualmente es de tomar en consideración la economía que se obtiene al evitar gastos de conservación que se presentan en el uso de otros pisos, tales como madera, parquet, en los que hay que considerar el costo inicial de los mismos en los que interviene el valor propio de la madera, el pulido, barnizado y encerado de la misma, y posteriormente, todos los mismos trabajos repetidos con la frecuencia necesaria para mantener en buen estado dicho piso.

En cambio, en la alfombra, se tiene que el gasto inicial y el gasto de conservación son casi nulos dada la gran duración que alcanzan las calidades actualmente fabricadas.

Aparte de estas razones, en la actualidad, al emplear una alfombra, se persiguen otros fines además, tales como obtener un material acústico en el piso y lograr ciertos efectos de decoración al combinar las diversas texturas en que se fabrican las alfombras hoy en día, con el resto de las superficies a componer.

III.- DESCRIPCION.

IV.- NORMA Y ESPECIFICACION.

V.- PROCESO CONSTRUCTIVO. (COMO SE CONSTRUYE).

VI.- ACEPTABILIDAD (COMO SE REVISA SU CALIDAD).

VIII.- FORMA DE PAGO DE LOS ACABADOS:

a) ALBAÑILERIA DE ACABADOS.

b) YESERIA Y PINTURA.

c) CARPINTERIA.

d) HERRERIA.

e) VIDRIERIA.

d) CERRAJERIA.

I N S T R U C T I V O

CATALOGO DE CONCEPTOS DE OBRA.

Este catálogo está formado por los conceptos que se consideran básicos para la construcción de una unidad de vivienda y se va a enriquecer - tanto en la información que debe contener cada concepto como en el - número de los mismos, conforme surja información en cada localidad - de acuerdo con sus características.

La información que contiene este catálogo por conceptos es, descrip-- ción, norma, especificación, descripción de cómo se construye, como se revisa su calidad y cómo se mide para su pago.

La descripción del concepto, su norma y la información de cómo se cons truye, se revisa su calidad y se mide para su pago, se maneja como un conjunto para tener congruencia, continuidad en la información, al - mismo tiempo que se complementa.

En la parte de material se pusieron los nombres de los materiales básicos que intervienen, no así la cantidad ya que ésta variará de acuerdo con las características de fabricación o cualidades físicas de los materiales por región o localidad.

En mano de obra no se puso ni operarios ni rendimientos, ya que esto - tendrá que ser captado en la localidad inicialmente por información -- proporcionada por los constructores y sindicatos y posteriormente de las obras que se realicen.

DESCRIPCION.-

Muros de tabique de 14 cms.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de tabique de barro recocido de 0.14 m. de espesor asentado con mortero cemento, arena 1:6 acabado común - en cualquier nivel.

Las dimensiones de los tabiques, su textura, grado de cocción, color y forma, estarán dados por el proyecto y/o por el Instituto.

En ningún caso se aceptaran tabiques con una resistencia a la compresión inferior a 50 k/cm2, ni se aceptaron tabiques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otra clase de irregularidad que a juicio del Instituto pudiera afectar la - resistencia y/o apariencia del muro.

COMO SE CONSTRUYE.

En la ejecución de muros de tabique de arcilla recocida deberá atenderse lo siguiente:
Previamente a su colocación los tabiques deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.
El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.
Las hiladas de tabique deberán construirse horizontalmente, los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrapearse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o el Instituto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son tabiques, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de 1 cm.
Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del tabique, mochetas y enrases, terminado de juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas, castillos).

DESCRIPCION.-

Muros.de Block.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de block hueco de concreto tipo pesado de 0.15 m. de espesor asentado con mortero cemento-arena 1:6 con acabado común incluyendo refuerzo horizontal de 1 Ø 1/4" cada 2 hiladas en cualquier nivel.

El tipo de los bloques, sus dimensiones, textura, color y forma estarán dados por el proyecto y/o por el Instituto. En ningún caso se aceptarán bloques de cemento con resistencia a la compresión inferior a los 50 k/cm2.

Los bloques que se utilicen para la construcción de muros, deberán fabricarse con equipos de alta vibración y compactación y el curado deberá hacerse con vapor de preferencia a presión.

No se aceptarán bloques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otra clase de irregularidades que a juicio del Instituto pudiera afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

COMO SE CONSTRUYE.

En la ejecución de muros de block de cemento deberá atenderse lo siguiente:

Previamente a su colocación los blocks deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.
El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el block, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.
Las hiladas de block deberán construirse horizontalmente, los blocks de hiladas contiguas deberán cuatrapearse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o Instituto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son block, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de un cm.
Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del block, mochetas y enrases, terminado con juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptarán desplazamientos relativos entre blocks en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas, castillos).

DESCRIPCION.-

Muros de tabique hueco vertical de 12 cm.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de tabique de espesor asentado con mortero cemento, arena 1:6 acabado aparente en cualquier nivel.

Las dimensiones de los tabiques, su textura, grado de cocción, color y forma, estarán dados por el proyecto.

En ningún caso se aceptaran tabiques con una resistencia a la compresión inferior a 50 k/cm2, ni se aceptaran tabiques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otra clase de irregularidad que a juicio del Instituto pudiera afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

COMO SE CONSTRUYE.-

En la ejecución de muros de tabique hueco vertical deberá atenderse lo siguiente:

Previamente a su colocación los tabiques deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.

El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

Las hiladas de tabique deberán construirse horizontalmente, los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrapearse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o el Instituto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son tabiques, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de 1 cm.

Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del tabique, mochetas y enrases, terminado de juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores de 2 mm.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas, castillos).

DESCRIPCION.-

Muros de Concreto.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de concreto f'c=210 kg/cm2., de 0.15 m., de espesor, colado en obra, acabado aparente. Incluye materiales, mano de obra y curado con concreto rojo o similar.
Los muros se construirán de acuerdo con los niveles y medidas de diseño marcados en los planos.

COMO SE CONSTRUYE.-

Ya teniendo lista la cimbra, se humedecerá la parte que se va a colar, cuando se vacie el concreto deberá de ser de forma continúa, teniendo especial cuidado en el vibrado, lo cual tiene una gran importancia en la apariencia del muro.
Inmediatamente después de descimbrar ya curado el muro, se procederá a pintarlo con una lechada que cierre el poro que pudiera haber quedado, limpiándola después para que no quede encima del concreto ya fraguado y se desprenda al secarse (si el muro fuese martelinado se procederá a martelinar).
Ya seco el muro puede limpiarse con un zacate de cerda o con una solución de ácido muriático rebajado según el estado en que se encuentre el muro.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son: cemento, agua, grava, acero de refuerzo y demás materiales. Trazo, rectificación de niveles, dosificación, elaboración, pruebas, colado, vibrado, secado y curado del concreto y muy importante su terminación final.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La cuantificación de los muros se estimará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Recubrimiento de Mortero.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Repellado con mortero de cemento-arena 1:5 en muros, en cualquier nivel, incluye material y obra de mano. Se denominan repellados los recubrimientos de mortero emparejados a regla o a plana de madera, sin pulir.

COMO SE CONSTRUYE.

El paño por tratar deberá previamente humedecerse a fin de evitar pérdidas de agua en el proceso de fraguado del cemento, se cuidará importantemente la dosificación del mortero, que a su vez se colocará sobre la superficie por recubrir, lanzándolo con cuchara de albañil, hasta dar aproximadamente el espesor requerido y emparejándolo con plana de madera y regla, sin pulir.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Estará sujeto el repellado a las siguientes condiciones: desplomes no mayores de 1/600 de altura del elemento recubierto, con un valor máximo de un centímetro. Desviaciones horizontales no mayores de 1/600 de la longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cms. Ondulaciones en su superficie que no excedan a 1 mm., por metro de longitud.
No se aceptarán espesores menores a un centímetro ni mayores de 2.5 cms.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

La medición de los recubrimientos de mortero se hará por superficie tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal. Dicha medición deberá incluir las superficies correspondientes a emboquillados.

DESCRIPCION.-

Recubrimiento de mortero.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Aplanado con mortero de cemento-arena 1:5 en muros a plomo con acabado fino, rústico orugoso, material y mano de obra en cualquier nivel, incluyendo perfilados, emboquillados y remates. Se denominan aplanados a los repellados con acabado en su superficie.

COMO SE CONSTRUYE.

El paño por tratar deberá previamente humedecerse a fin de evitar pérdidas de agua en el proceso de fraguado del cemento, se cuidará importantemente la dosificación del mortero, que a su vez se colocará sobre la superficie por recubrir, lanzándolo con cuchara de albañil, hasta dar aproximadamente el espesor requerido y emparejándolo con plana de madera y regla e inmediatamente se le dará el acabado de superficie utilizando para la elaboración del mortero, arena cernida a través de malla, debiéndose hacer la operación de aplanado inmediata al repellado, antes de que éste pierda su plasticidad por fraguado inicial.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Estará sujeto el aplanado a las siguientes condiciones:
Desplomes no mayores de 1/600 de altura del elemento recubierto, con un valor máximo de un centímetro.
Desviaciones horizontales no mayores de 1/600 de la longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cms.
Ondulaciones en su superficie que no excedan a 1 mm., por metro de longitud.
No se aceptarán espesores menores a un centímetro ni mayores a 2.5 cms.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

La medición de los recubrimientos de mortero se hará por superficie tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una decimal. Dicha medición deberá incluir las superficies correspondientes a emboquillados.

DESCRIPCION.-

Aplanados de pasta.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Aplanado de pasta de mortero cemento-arena 1:5 en muros, en cualquier nivel, incluye material y mano de obra, previamente a la aplicación de la pasta se humedecerá el repellado, el espesor de la pasta será de 5 mm., en promedio, el acabado final será: picado con cepillo de alambre o de clavos, martelinado o como lo señale el proyecto respectivo.

COMO SE CONSTRUYE.

Los proporcionamientos serán dados para cada caso específico y será marcado por los planos y/o por el Instituto, y en su caso el aditivo - integral si se requiere impermeabilizar el aplanado.
Previamente a la aplicación de la pasta se humedecerá el repellado.
El espesor de la pasta será de 5 mm. en promedio.
El acabado final será: picado con cepillo de alambre o de clavos, -- martelinado o como lo señale el proyecto respectivo.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

El humedecimiento previo del repellado , la fabricación de la pasta, la colocación de maestras, la aplicación de la pasta respetando los - plomos, niveles, alineamiento y geometría de las piezas, emboquillados, aristas y remates.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Para la cuantificación del aplanado de pasta se tomará como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Lambrines de azulejo.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de azulejo de 11 x 11 cms., en muros asentado con mortero cemento arena 1:4 o con aplanado previo de mortero cemento arena 1:4 y masilla de cemento o cemento Crest, incluyendo con cemento blanco, cortes y boquillas en cualquier nivel.

La arena con que se fabrique el mortero será fina o cernida, utilizando la cantidad de agua indispensable para obtener una mezcla trabajable. Las hiladas podrían colocarse cuatrapeando las piezas, al cartabón, al hilo o según lo indique el Instituto. Las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 2 mm. para absorber las irregularidades y sobre las juntas seaplicará lechada de cemento blanco o cemento blanco con color.

COMO SE CONSTRUYE.

La arena con que se fabrique el mortero será fina o cernida, utilizando la cantidad indispensable para obtener una mezcla trabajable, antes de proceder a colocar el lambrín el muro deberá humedecerse a fin de que no absorba el agua del mortero; a su vez el mortero se aplicará en una capa de 3 cm. de espesor promedio. Las hiladas podrán colocarse cuatrapeando las piezas, al cartabón, al hilo o según lo indique el Instituto. Las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 2 mm. para absorber las irregularidades del material, sobre las juntas se aplicará lechada de cemento blanco con color y se limpiará perfectamente

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Se revisará la calidad del material empleado, así como también la dosificación y especificación del mortero, el humedecido de la base, la colocación de maestras para lograr un solo paño libre de ondulaciones, remates emboquillados y esquinas.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

La cuantificación de los lambrines de azulejo se hará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Firmes de concreto.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Firme de concreto f'c - 90 k/cm2 de 0.08 m. de espesor con agregado máximo de 1 1/2". Incluye nivelado y maestrado en cualquier nivel.

La superficie del terreno sobre la que se va a colocar la plantilla deberá estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños que estorben o perjudiquen el trabajo, además el terreno deberá compactarse previamente y deberá estar húmedo antes de colarse el firme para evitar pérdidas del agua del fraguado.

COMO SE CONSTRUYE.

En la ejecución de los firmes deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

Que el terreno de desplante posea el grado de compactación demandado por el proyecto y/o por el Instituto; tanto el espesor del firme como la f'c del concreto empleado, serán fijados por el proyecto y/o por el Instituto. Sin embargo, la resistencia, en ningún caso, será menor de 90 kg/cm2., antes de colocarse la revoltura en el terreno, éste deberá humedecerse para evitar pérdidas de agua en el fraguado del concreto.
Cuando la superficie de los firmes requiera acabado pulido, éste deberá hacerse integral al colado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son: cemento, agua, arena, grava, acero de refuerzo en su caso y demás materiales que intervengan.
Trazo y rectificación de niveles, nivelado del mismo, dosificación, elaboración, pruebas, colado, vibrado, picado y curado del concreto, y muy importantemente su terminación final.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los fimes se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Fino de Concreto.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Fino de concreto de 0.03 m. de espesor en proporción cemento arena gravilla 1:2:3 para recibir loseta vinílica o similar, incluyendo nivelado y maestrado en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.

Previamente al colado del fino, deberá limpiarse la superficie de contacto, picarse en el grado y con la herramienta que señale para cada caso el Instituto y lavarse con cepillo de raíz y agua. La humedad deberá conservarse durante un período mínimo de 2 horas, antes de la iniciación del colado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

No se aceptarán errores en niveles mayores a 1 cm. ni ondulaciones mayores de 1 mm. por metro.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los firmes se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pisos de concreto.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Piso de concreto de f'c-140 k/cm2 con agregado máximo de 1 1/2" de 0.05 m., de espesor con acabado pulido, rayado, escobillado o costaleado, incluyendo materiales, obra de mano y curado, en cualquier nivel e invariablemente se ajustarán a los niveles que se estipulen mediante el empleo de las muestras necesarias.

COMO SE CONSTRUYE.

En la ejecución de los pisos de concreto deberá tomarse en cuenta lo siguiente:
Que el terreno de desplante posea el grado de compactación demandado por el proyecto y/o por el Instituto; tanto el espesor del firme como la f'c del concreto empleado, serán fijados por el proyecto y/o por el Instituto. Sin embargo, la resistencia, en ningún caso será menor de 90 kg/cm2 antes de colocarse la revoltura en el terreno, éste deberá humedecerse para evitar pérdidas de agua en el fraguado del concreto. Para el acabado final, éste deberá hacerse integral al colado y sin que éste haya perdido su plasticidad por efecto del fraguado; se espolvorearán 2 kg., de cemento mezclado con arena cernida en prop. 1:2 por cada m2., de superficie, para darle el acabado pulido, rayado, escobillado o costaleado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son:
cemento, arena, grava, acero de refuerzo en cu caso, y demás materiales que intervengan.
Trazo y rectificación de niveles, nivelado del mismo, dosificación, elaboración, pruebas, colado, vibrado, picado y curado del concreto, y muy importantemente su terminación final.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los firmes se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Sardinales.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Sardinales hechos con concreto, cemento, gravilla, arena 1:2:3, de las medidas especificadas en los planos armados con 2 ø 3/8" 1265 k/cm2 y separadores de ø 1/4 a cada 20 cm. anclados a los muros, recubiertos con material especificado en plano, asentados con pasta de cemento blanco, incluyendo cortes, boquillas y piezas especiales, en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.-

Sobre el terreno previamente preparado, es decir, debidamente compactado y pisonado con sus pendientes bien definidas, se colará el firme para definir propiamente el sardinel.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Su calidad estará sujeta a la revisión de la calidad, cantidad y dosificación de los materiales que intervienen como son: arena, gravilla, cemento, los recubrimientos especificados, su ejecución y su terminación final.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los sardineles se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pavimento de concreto.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Pavimento de concreto f'c= 210 kg/cm2., de 0.15 m., de espesor, - colado con losas de x acabada .
Incluye materiales, mano de obra y curado con concreto rojo o similar.
Los pisos se construirán de acuerdo con los niveles y pendientes de - diseño marcados en los planos y/o por el propio Instituto.

COMO SE CONSTRUYE.-

Previamente se consolidará la superficie donde se va a colocar el pavimento; una vez efectuada esta operación, se humedecerá la zona - compactada y se vaciará el concreto en los moldes previamente fabricados.
El espesor del pavimento será el indicado en el proyecto.
El vaciado se podrá hacer en dos formas, continua o alterna, siguiendo las especificaciones requeridas en los planos y/o por el Instituto para cada caso.
Si el colado de las banquetas se ha efectuado con cemento normal, - éstas se protegerán del paso de peatones con un mínimo de tiempo de 72 horas; si el cemento usado fue de resistencia rápida el tiempo mínimo de protección deberá ser de 48 horas.
El acabado final se hará con cuchara, banda, malla, costal, rayadores, escoba, etc., de manera que se obtenga una superficie no resbaladiza.
Las pendientes serán las indicadas en el proyecto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se revisará la calidad de los materiales empleados así como su dosificación y pruebas; la consolidación y compactación del terreno, la colocación de moldes y juntas, su espesor que sea el requerido en los - planos, así como también su terminado final.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La cuantificación de los pavimentos se estimará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Zampeado con piedra bola de la región.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Zampeado con piedra bola de la región en taludes, asentada sobre un firme de mortero de cemento-arena 1:5 de cm., de espesor; incluye materiales y mano de obra.
El proyecto y/o el Instituto fijará la inclinación de los taludes.
Estos recubrimientos serán de piedra labrada o sin labrar y son obras de protección contra erosiones.

COMO SE CONSTRUYE.-

Los zampeados podrán ser secos o junteados con mortero de cemento-arena o cal hidratada-arena.
El proyecto y/o el Instituto fijará la inclinación de los taludes.
Cuando por razones de proyecto el talud no se pueda variar y el material de que está constituído resulte inestable para la inclinación dada, el Instituto determinará el procedimiento para conseguir su estabilización.
La superficie que se va a zampear estará libre de todo material extraño y previamente se compactará el terreno a la medida indicada, se humedecerá la superficie, las piedras se colocarán con la separación que indique el proyecto y/o el Instituto, una vez terminada la colocación de las piedras, se rellenarán todas las juntas con mortero de cemento o de cal hidratada, según lo indique el proyecto y/o el Instituto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se verificarán los trabajos siguientes:
Operaciones de rectificación de taludes y preparación de las superficies por zampear, la limpieza y deshierbe, compactación y afine, trazo y referencia de niveles, aplicación de mortero, labrado en el grado requerido, colocación, ajuste, asentado y junteado de las piedras.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los zampeados se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una decimal.

DESCRIPCION.-

Losas de concreto precoladas.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Losas de concreto precoladas de y x de concreto f'c= 140 kg/cm2, armadas con Ø 5/16" a cada 20 cms., con acabado asentadas con mortero de cemento-arena en proporción 1:5, incluye suministro y colocación de material y mano de obra.

COMO SE CONSTRUYE.-

Las piezas se fabricarán en taller conforme a los requerimientos del proyecto, los reglamentos vigentes y estas especificaciones. Se utilizarán los medios mecánicos apropiados para su traslado y colocación.
Previamente a la colocación, la base se compactará adecuadamente y se correrán niveles a fin de lograr las cotas del proyecto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se revisan los siguientes puntos:
La colocación de las piezas, el humedecido de las bases, el asentamiento de las mismas.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Las cuantificaciones de losas de concreto precoladas se estimarán por metro cuadrado, con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pavimento de piedra bola.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Pavimento de piedra bola de cm., de espesor, colocada sobre terreno apisonado, rellenando los huecos con tierra y compactando. Incluye material y mano de obra.

COMO SE CONSTRUYE.-

La superficie donde se colocará el piso de piedra bola se preparará - compactando el suelo, afinándolo y colocando maestras a los niveles y pendientes requeridos de acuerdo con el proyecto.
Posteriormente se colocará la piedra bola, debiendo respetar el nivel y pendientes requeridos con la ayuda de maestras y regla.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Que el material usado, piedra bola, medallón o cantos rodados sean de las dimensiones que indique el proyecto, así como la preparación su nivelación, afine y humedecido hayan sido los correctos.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los pisos de piedra bola se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Azotea enladrillado.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Enladrillado- sobre el relleno que se ha especificado se colocará un enladrillado que deberá cumplir con las siguientes especificaciones. Enladrillado en azoteas, con ladrillo de barro rojo recocido de la región, asentado con mortero cemento, cal, arena 1:1:9, lechadeado, escobillado y sellado con alambre y jabón, incluye materiales y obra de mano, según H.G.C. en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.-

El enladrillado se colocará de la siguiente manera: el ladrillo será pegado directamente sobre el relleno usando como mezcla un mortero cemento-cal hidratada-arena en proporción 1:1:9, con espesor mínimo de 2 cms. Para la colocación del ladrillo se utilizará el tejido de petatillo o a hilo, y se podrán poner el número suficiente de "maestras" a una separación conveniente una de otra. Se dará un lechadeado general a toda la superficie, usando lechada cemento-cal hidratada-agua en igual proporción, agragando agua suficiente para obtener una lechada muy fluída. Finalmente se dará un escobillado con una lechada de cemento cal hidratada-agua, pero más espesa, cuya función será únicamente de servir como sellador o tapaporo del ladrillo.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Que el material empleado cumpla con las condiciones requeridas por los planos y/o el Instituto, que la superficie final que se obtenga en la azotea sea en su superficie alabeada, es decir, continua, sin la existencia de aristas o lomos. No se permitirá la colocación de ladrillos rotos; se deberán detectar cuidadosamente todas las fisuras, las cuales serán resanadas.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Las azoteas se medirán por metro cuadrado con aproximación al décimo, de superficie afectada.

DESCRIPCION.-

Chaflanes en Azoteas.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Una vez concluida la colocación del enladrillado el cual deberá terminarse 3 cms., antes de llegar al pretil se procederá a la construcción del chaflan que será mixto es decir; chaflanes de mortero cemento, cal arena 1:1:6 de sección triangular de 10 cms., sobre la que se colocará ladirllo junteado con pasta de cemento cal 1:3 según E.G.C.A. en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.-

Una vez concluída la colocación del enladrillado el cual deberá terminarse 3 cms., antes de llegar al pretil, se procederá a la construcción del chaflán que será mixto, de mezcla y ladrillo, con un mortero de cemento-cal hidratada-arena en una proporción volumétrica 1:1:6. Las dimensiones de ese chaflán serán aproximadamente 10 cms., por cateto, posteriormente se procederá al junteo y pegado del ladrillo dándole una terminación igual que al enladrillado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

QUe previa su iniciación la superficie sobre la cual vaya a quedar el chaflán haya sido limpiada y picada vigorosamente, así como también humedecida, que la hechura del mismo esté limpia y a nivel y libre de fisuras.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los chaflanes en azoteas se medirán para su pago en metros lineales, con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Herrería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

En el nombre genérico de herrería se agrupan todos aquellos elementos constructivos fabricados de hierro y/o aluminio y algún otro material - cuando se especifique. Los elementos que se consideren dentro de este capítulo puertas, ventanas, canceles, rejas, zoclos molduras y barandales.
La colocación de la herrería se hará plomeando, nivelando y amacizando anclas con mortero cemento-arena 1:5 en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.-

Se entiende por colocación y amacizado a la operación que tiene por - objeto fijar en forma definitiva un elemento, mueble o accesorio en su lugar correspondiente.
Las colocaciones y amacizados pueden ser de muy variadas formas: a - base de cánes, taquetes, balazas, adhesivos, morteros, anclas, pijas, etc.
Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponda para verificar dimensiones y funcionamiento de mecanismos.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Para efectuar la revisión de su calidad se tendrán que supervisar las - operaciones de: la apertura de las cajas, la presentación de la herrería, la colocación del mortero y la pieza. Si las piezas son de hierro, se comprobará que lleven una aplicación de pintura anticorrosiva, que en el caso de usarse taquetes o balazos, éstos se atornillarán o remacharán perfectamente, que la misma colocación de las piezas estén de acuerdo con los paños, ejes y posiciones de proyecto con las holguras y referencias permisibles.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

La cuantificación de la fijación de herrería se hará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Suministro de herrería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro de herrería exterior (puertas, ventanas, canceles, molduras, remates, botaguas y zoclos) de secciones tubulares de lámina No. incluyendo herrajes, junquillos, zoclo y molduras así como pintura anticorrosiva, según diseño con planos No.

Las características de los metales usados y de calidad y procedimiento de soldadura deben satisfacer las condiciones fijadas en las especificaciones generales de construcción de la Secretaría de Obras Públicas, toda herrería deberá ser hermética e impermeable.

COMO SE CONSTRUYE.-

Los elementos deberán fabricarse en forma tal que la limpieza, cambio o reposición de vidrios o cristales pueda efectuarse con facilidad. Se utilizarán perfiles cuyas muestras hayan sido aprobadas previamente por el Instituto; las hojas no presentarán deformaciones, debiendo ajustar los marcos con precisión, la holgura máxima entre elementos deberá ser de 3 mm., si no se especifica otra cosa; toda herrería deberá ser hermética e impermeable, la unión entre dos piezas deberá hacerse en diagonal.

La unión definitiva de los elementos que formen una pieza se hará según el caso por medio de:

1) Soldadura 2) Tornillería 3) Remachado 4) Engargolado

Todo material oxidado deberá protegerse con 2 capas de recubrimiento protector anticorrosivo.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Las características de los metales usados y de calidad, y procedimiento de soldadura deberán satisfacer las condiciones fijadas en los planos y/o por el Instituto, cada elemento deberá ser de una pieza a menos que el proyecto indique otra cosa.

Todas las medidas deberán ser comprobadas en obra, no se permitirá la colocación de piezas que muestren signos de oxidación o que no hayan sido debidamente protegidas.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La cuantificación para fines de pago de los elementos de herrería se hará según el caso y el Instituto lo indique de acuerdo con alguna de las dos formas siguientes:

a) Por metro cuadrado con aproximación al décimo.

b) Por pieza.

DESCRIPCION.-

Colocación de contramarcos.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponde para verificar dimensiones. Para la colocación de contramarcos metálicos con el desarrollo marcado en planos se procederá plomeando, nivelando, amacizando con concreto, cemento-arena-gravilla 1:2:3 en todo el perímetro troquelando y enderezando, en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.

Se entiende por colocación y amacizado a la operación que tiene por objeto fijar en forma definitiva un elemento, mueble o accesorio en su lugar correspondiente.
Las colocaciones y amacizados pueden ser de muy variadas formas: a base de cánex, taquetes, balazos, morteros, anclas, adhesivos, pijas, etc.
Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponda para verificar dimensiones y funcionamiento de mecanismos.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Para efectuar la revisión de su calidad se tendrán que supervisar las operaciones de: la apertura de las cajas, la presentación de la herrería, la colocación del mortero y la pieza. Si las piezas son de hierro, se comprobará que lleven una aplicación de pintura anticorrosiva, que en el caso de usarse taquetes o balazos, éstos se atornillarán o remacharán perfectamente, que la misma colocación de las piezas estén de acuerdo con los paños, ejes y posiciones de proyecto con las holguras y referencias permisibles.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La cuantificación de la fijación de herrería se hará tmando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Yesería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Aplanado de yeso en muros y plafones con maestras a plomo y regla, incluyendo, boquillas, remates, cortes de diamante y buñas en cualquier nivel.
Previamente a la aplicación del yeso se humedecerán las superficies.
El espesor del aplanado no será mayor de 2 cms.
No se aceptarán aplanados en donde la adherencia no sea completa o denote irregularidades en su aplicación.
Su forma más común es la llamada mortero simple aunque también puede ser, mortero bastardo, mortero de yeso con alumbre, estuco y el yeso ornamental.

COMO SE CONSTRUYE.

Previamente a la aplicación del yeso se humedecerán las superficies, el espesor del aplanado no será mayor de 2 cms., así como también antes de aplicar el yeso, si la superficie es muy lisa, se picará con cincel, con el objeto de lograr adherencia; si existen irregularidades notables que puedan requerir un aumento en el espesor del yeso superior a 2 cms. deberán eliminarse o en caso contrario se usará metal desplegado. En caso de que existan oquedades o partes descubiertas, éstas se resanarán previamente con mortero cemento-arena 1:3; una vez aplicado el yeso se pulirá con llana metálica y las aristas podrán ser vivas, biseladas, acabadas con tarraja o con el acabado que indique el Instituto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

No se aceptarán aplanados en donde la adherencia no sea completa o denote irregularidades en su aplicación. La preparación de la superficie y su humedecido, la colocación del yeso, maestras y su afinado, los emboquillados, perfilados, remates, esquinas, se cuidará, verificando que hayan sido respetados los plomos, niveles, alineamientos y geometría de las piezas.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los aplanados se cuantificarán según las siguientes modalidades:
1) Por metro lineal con aproximación al décimo.
2) Por metro cuadrado con aproximación al décimo.
3) Por pieza.

DESCRIPCION.-

Pinturas vinílicas sobre superficies de yeso.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y aplicación de pintura vinílica en plafones, losas y trabes acabados con yeso, retapando, plasteciendo y dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y obra de mano, en cualquier nivel.
Se usarán exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicados por el Instituto.
Las pinturas se aplicarán apegándose estrictamente a las instrucciones del fabricante y/o del Instituto.
En su ejecución, las superficies por cubrir serán sujetas a un proceso de: limpieza preliminar, resanes en general, lijado, aplicación de resanes y terminado.

COMO SE CONSTRUYE.-

En su ejecución, las superficies por cubrir deberán ser sujetas al siguiente proceso:

a) Limpieza con zacate y cepillo de raíz hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida.
b) Resane general con plaste hecho a base de blanco de España y la pintura aprobada, aplicada con espátula.
c) Lijado para eliminar rebabas o bordes de plaste.
d) Aplicación en los resanes exclusivamente, de una mano de pintura del color y calidad aprobadas (chivear).
e) Terminado con brocha de pelo con dos o más manos, a juicio del Instituto, obteniendo una superficie tersa y unifroem.
f) No se aplicará pintura sobre superficies húmedas, salitrosas, engrasadas o con yeso flojo o pasado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguiente características: zacateado y limpieza de la superficie por recubrir, plastecido, lijado y limpieza; aplicación de la pintura en el número de manos que sean requeridas, que hayan sido usadas exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los trabajos de pintura vinílica se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pintura de aceite sobre acabados de yeso.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y aplicación de pintura de aceite en plafones, losas y trabes acabados con yeso retapando, plasteciendo y dando dos aplicaciones como mínimo.
Incluye materiales y mano de obra, en cualquier nivel.
Las pinturas se aplicarán apegándose estrictamente a las instrucciones del fabricante y/o el Instituto así como la calidad y marca de la pintura será la estrictamente marcada por el Instituto.

COMO SE CONSTRUYE.-

En su ejecución, las superficies por cubrir deberán ser sujetas al siguiente proceso:

a) Limpieza con zacate hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida o partículas sueltas.
b) Resane general con plaste hecho a base de blanco de España y la pintura aprobada, aplicada con espátula.
c) Lijado para eliminar rebabas o bordes de plaste.
d) Aplicación de una mano de sellador.
e) Aplicación en los resanes exclusivamente, de una mano de pintura del color y calidad aprobadas.
f) Terminado con brocha de pelo con dos o más manos, a juicio del Instituto, lijando suavemente entre mano y mano, hasta obtener una superficie tersa y uniforme.
g) No se aplicará pintura sobre superficies húmedas, salitrosas, engrasadas o con yeso flojo o pasado.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguientes características: zacateado y limpieza de la superficie por recubrir, plastecido, lijado y limpieza, aplicación del sellador; aplicación de la pintura en el número de manos que sean requeridas, y que hayan sido usadas exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los trabajos de pintura de aceite se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pintura de esmalte anticorrosiva en herrería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y aplicación de pintura de esmalte anticorrosiva en herrería (medida por un solo lado), limpiando, removiendo, plasteciendo y dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y mano de obra en cualquier nivel.
Se usarán exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.
En la ejecución se atenderá el proceso de: limpieza de la superficie, desengrasado y desoxidado y aplicación de dos manos.

COMO SE CONSTRUYE.-

En la ejecución se atenderá el siguiente proceso:

a) Limpieza de la superficie metálica por tratar con fibra de acero, espátula o cepillo de alambre, para eliminar todas las partículas extrañas adheridas y óxidos.
b) Desengrasado y desoxidado.
c) Aplicación de una o dos manos, a juicio del Instituto, de primario anticorrosivo.
d) Plastecido de irregularidades.
e) Aplicación de dos o más manos, a juicio del Instituto, de esmalte, hasta dejar la superficie uniforme y tersa.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguientes características:
Limpieza de la superficie, desengrasado en su caso y enjuague, aplicación del esmalte.
Se verificará que hayan sido usados exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los trabajos de pintura anticorrosiva se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Pintura de cal.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y aplicación de cal en muros y plafones, dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y mano de obra en cualquier nivel.
Si son necesarios resanes o reposiciones de aplanados, éstos se harán previamente.
La pintura se aplica con chulo o si se quiere obtener un acabado mejor y más uniforme, se utilizará aspersor de bomba de aire.

COMO SE CONSTRUYE.-

La superficie donde se aplicará la pintura a la cal, será limpiada de polvo o materias extrañas.
Si son necesarios resanes o reposiciones de aplanados, éstos se harán previamente.
La pintura se prepara como sigue:
Se mezclan el agua y la sal y posteriormente a esta solución se le agrega cal.
En seguida se mezclan en otro recipiente, alumbre y agua.
Ambas soluciones se juntan agregando el color para cemento.
La pintura se aplica con chulo.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Los conceptos que se deberán tomar en cuenta para la revisión de este trabajo serán: la limpieza y preparación del muro, la fabricación de la pintura y su aplicación en tantas manos como se requiera.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La pintura de cal se estimarán tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

DESCRIPCION.-

Carpintería en puertas.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de puertas de . . . . x . . . . m., construída con bastidor de madera de . . . . . cabezales y largueros de 1 1/2 x 1 1/2" forro de triplay. . . . . mm., por ambas caras acabado con . . . . y canto perimetral de . . . . . llevando refuerzos para alojar cerradura, incluyendo bisagras de 4" latonadas o de aluminio.
Los materiales podrían ser pino, caoba, cedro, chechén, fibracel, honey comb, plásticos espumados, fibra de vidrio, triplay, perma play, lignoplay, plástico laminado, clavo, tornillos, clavacotes, adhesivos.

COMO SE CONSTRUYE.-

Atendiendo a su funcionamiento las puertas pueden ser: embisagradas, empivotadas.
Para su ejecución se atenderá que la superficie de contacto esté libre de polvo, basura o materiales extraños.
Para lograr una mayor adherencia, las piezas se sujetarán por medio de prensas u otro aditamento hasta lograr el fraguado del adhesivo; las dimensiones de los elementos serán las que fijen los detalles constructivos con toda exactitud y se tomará en cuenta lo siguiente: el proyecto indicará tipo, calidad, dimensiones y acabados de los materiales empleados; se anclarán y reforzarán de acuerdo con las indicaciones del proyecto. Las uniones de piezas serán por medio de adhesivos, herrajes, ensambles o combinaciones de ellos.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se verificarán entre otras operaciones las siguientes:
La hechura de bastidores, la colocación de los forros, la colocación de la boquilla perimetral, la colocación y fijación de herrajes, la aplicación de barniz o cualquir otro material especificado, que las superficies estén lisas, tersas, sin torceduras, alabeos ni rajaduras.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Las puertas se cuantificarán por pieza.

DESCRIPCION.-

Carpintería en puertas.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de puertas de . . . . x . . . . construida con bastidor de madera de . . . . . cabezales y largueros de - 1 1/2 x 3" y seis peinazos de 1 1/2 x 1 1/2 forro de triplay de . . . . mm. por ambas caras acabado con . . . . . y canto perimetral de . . . . . llevando refuerzos para alojar cerradura, incluye bisagras de 4" latonado o de aluminio.

COMO SE CONSTRUYE.-

Atendiendo a su funcionamiento las puertas pueden ser: embisagradas, empivotadas.
Para su ejecución se atenderá que las superficies de contacto estén libres de polvo, basura o materiales extraños.
Para lograr una mayor adherencia, las piezas se sujetarán por medio de prensas u otro aditamento hasta lograr el fraguado del adhesivo; las dimensiones de los elementos serán las que fijen los detalles constructivos con toda exactitud y se tomará en cuenta lo siguiente: el proyecto indicará tipo, calidad, dimensiones y acabados de los materiales empleados; se anclarán y reforzarán de acuerdo con las indicaciones del proyecto. Las uniones de piezas serán por medio de adhesivos, herrajes, ensambles o combinaciones de ellos.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se verificarán entre otras operaciones las siguientes:
La hechura de bastidores, la colocación de los forros, la colocación - de la boquilla perimetral, la colocación y fijación de herrajes, la aplicación de barniz o cualquier otro material especificado, que las superficies estén lisas, tersas, sin torceduras, alabeos ni rajaduras.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Las puertas se cuantificarán por pieza.

DESCRIPCION.-

Carpintería en closets.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Closet en . . . . . plano . . . . . de . . . . . x . . . . . x . . . . . m., construido con bastidor de . . . . . forrado con . . . . . consta de . . . . . cajones. . . . . entrepaños, puertas corredizas. . . . . y de abatir.
El proyecto señalara las dimensiones, distribución, materiales herrajes, acabados, refuerzos y anclajes materiales los indicados en proyecto.

COMO SE CONSTRUYE.-

El proyecto señalará las dimensiones, distribución, materiales, herrajes, acabados, refuerzos, y anclajes, que se emplearán en la construcción de los closets.
Los entrepaños podrán ser de madera maciza o de bastidor con tambor de triplay, duela, fibracel, etc., con los cantos exteriores emboquillados.
Las cajoneras, charolas, portazapatos, se construirán de acuerdo con las medidas indicadas en los planos de detalle.
Los acabados serán los indicados en el proyecto.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Se revisarán las siguientes operaciones:
La fabricación y colocación de bastidores, la fabricación de las cajoneras, bastoneras, zapateros, la colocación de herrajes, pintura, etc. a su vez el movimiento de los cajones deberá efectuarse con facilidad y sin esfuerzo, así como también en la colocación de los herrajes se hará con limpieza, sin dañar los acabados de la madera.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los closets se cuantificarán tomando como unidad la pieza o lote.

DESCRIPCION.-

Vidriería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de vidrio medio doble, asentado con mastique metalset en cualquier nivel.

Deberá ser un vidrio fino, transparente uniforme, con superficies pulidas y desbastadas a máquina carecer de ondulaciones o alabeos. Se produce en láminas de 1.30 m x 1.80 m., se recomienda emplearlo en vanos no mayores de 1.00 x 1.00 m. su peso es de 9 k/ m2.

COMO SE CONSTRUYE.-

Para la colocación del vidrio existen varias formas:

a) Por medio de grapas y mastiques.

b) Por medio de cañuelas o molduras.

c) Por medio de molduras para aparador.

Para nuestro caso el sistema principal será el enunciado primero.

Para la aplicación del mastique, la superficie debe estar exenta de polvo y humedad, además el vidrio no debe colocarse directamente con el marco metálico, pues puede quebrarse, para posteriormente sellar por fuera con abundante mastique.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Que el vidrio haya sido asentado primeramente sobre una capa de mastique y presionado para no haber dejado oquedades o grietas que permitan la penetración del agua. Finalmente que haya sido sellada toda su longitud con abundante mastique, todo éste en forma achaflanada, si la ventana es estructural, o en forma de cordón, si la ventana es tubular. Se revisará también el corte del vidrio a las dimensiones apropiadas del vano, el pulido y esmerilado de los vanos.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Todos los materiales especificados para este concepto se cuantificarán por metro cuadrado con aproximación al décimo. Medido colocado.

DESCRIPCION.-

Vidriería.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de vidrio especial, tapiz, gota de agua o nido de abeja, asentado con mastique metalset en cualquier nivel.

Tiene un peso aproximado de 13 k/m2 y se fabrica en anchos de 0.80m a 1.00 m. con largos variables de 2.80 a 3.00 m. se recomienda no - usarlo en claros mayores de 1.00 x 2.50 m.

Estos vidrios tienen usos muy variados; pero por lo general se utilizan en aquellas partes donde se requiere translucidez pero no transparen-- cia.

COMO SE CONSTRUYE.-

Para la colocación del vidrio existen varias formas:

a) Por medio de grapas y mastiques.

b) Por medio de cañuelas o molduras.

c) Por medio de molduras para aparador.

Para nuestro caso el sistema principal será el enunciado primero.

Para la aplicación del mastique, la superficie debe estar exenta de - polvo y humedad, además el vidrio no debe colocarse directamente con el marco metálico, pues puede quebrarse, para posteriormente sellar - por fuera con abundante mastique.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.

Que el vidrio haya sido asentado primeramente sobre una capa de mastique y presionado para no haber dejado oquedades o grietas que permitan la penetración del agua. Finalmente que haya sido sellada toda - su longitud con abundante mastique, todo éste en forma achaflanada - si la ventana es estructural, o en forma de cordón, si la ventana es tubular. Se revisará también el corte del vidrio a las dimensiones apropiadas del vano, el pulido y esmerilado de los vanos.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Todos los materiales especificados para este concepto se cuantificarán por metro cuadrado con aproximación al décimo. Medido colocado.

DESCRIPCION.-

Cerrajería.

NORMAY ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de cerradura.
Se entiende por herrajes a la serie de elementos o dispositivos metálicos con que se guarnece o decora una puerta, ventana mueble.
Se incluyen en estos las bisagras, chapetones, jaladeras, chapas, picaportes, portacandados, etc., de hierro, bronce, aluminio, cobre, etc.
Las cerraduras serán del tipo, clase y marca determinados por el proyecto o el Instituto.
Los lugares de colocación de las cerraduras en general estarán indicadas en los planos de proyecto.
En cada caso particular el proyecto y/o el Instituto determinarán el tipo, clase y marca del mecanismo a emplear.

COMO SE CONSTRUYE.-

Los lugares de colocación de las cerraduras en general estarán indicados en los planos de proyecto o serán señalados por el propio Instituto.
En cada caso particular el proyecto y/o el Instituto determinarán el tipo, clase y marca del mecanismo a emplear.
Al colocarse los mecanismos, éstos estarán debidamente lubricados con grasa grafitada; se desechará el uso de aceites en general.
El proyecto y/o el Instituto indicará los casos en que se requieran maestreamientos de las cerraduras. Todas las chapas tendrán contra metálica.

COMO SE REVISA SU CALIDAD.-

Previa la fijación de éstas, se hará la presentación de las mismas y se comprobará su funcionamiento. Se cuidarán y revisarán las operaciones de: taladros, la apertura de la caja, la presentación, fijación y aseguramiento de su mecanismo, así como la limpieza en la ejecución del trabajo.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Se consideran dos alternativas:

a) El costo de los herrajes estará incluído en el de la puerta o elemento donde se colocarán.
b) Chapas por pieza colocada.

VIII.- SUPERVISION DE LOS ACABADOS.

a) CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCION DE LA VIVIENDA.

b) CONTROL DE CALIDAD DE OBRA.

CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCION DE LA VIVIENDA.

Al aviso de terminación de la vivienda por parte de la Constructora, el Supervisor verificará de una en una, todas las viviendas terminadas, haciendo uso de las formas que se anexan, en las cuales se revisará la apariencia, el funcionamiento y las tolerancias de los conceptos enlistados, no siendo esta relación limitativa sino únicamente enunciativa de los conceptos que se consideran más importantes.

Para la verificación de:

Apariencia.	Se hará con los siguientes criterios: En pintura, que no tenga cambios de tono; en pisos, que no tenga manchas de cualquier tipo de material usado en obra o que haya penetrado, color y textura uniforme; en muros aparentes que sus juntas sean uniformes y la superficie libre de impurezas; en muros de concreto que sea homogéneo, porocidad mínima, sin resanes, sin lechadeado y aristas a reventón.
Funcionamiento.	Se verificará que todas las instalaciones y accesorios funcionen adecuadamente.
Tolerancia.	Se basará en la tabla aprobada, estableciendo la calificación que le corresponda al Contratista, de acuerdo con su calidad de obra, esta verificación de tolerancias podrá hacerse en forma estimativa, recurriendo a elementos de medición más precisos en caso de duda o cuando considera que la tolerancia rebasa la establecida.
Resistencia.	Se deberá de haber verificado durante el proceso de obra.

VERIFICACION DE TERMINACION DE VIVIENDA

:c ad: _____
ente: _____
npresa Constructora: _____
ontrato: _____

IDENTIFICACION VIVIENDA: _____

1a. Verificación. Fecha _____

2a. Verificación. Fecha _____

OLERANCIAS.

ONCEPTO	Aceptación Sí	Aceptación No	OBSERVACIONES	Aceptación Sí	Aceptación No	OBSERVACIONES
Obras exteriores.						
achada principal.						
Muros interiores.						
Ri interiores.						
lorones.						
Puertas.						
entanas.						
scaleras.						
Muebles de baño.						
atio servicio.						
achada posterior.						

ONAMIENTO.

ONCEPTO.	Aceptación. Si	Aceptación. No	OBSERVACIONES	Aceptación. Si	Aceptación. No	OBSERVACIONES
nstalación hidráulica.						
avabos.						
W.C.						
egaderas.						
avaderos.						
Fregadero.						
alentador.						
llaves de agua.						
Instalación sanitaria.						
renaje y coladeras.						
nstalación gas.						
Instalación eléctrica.						
ontactos.						
Apagadores.						
Interruptores.						
nstalación antenas T.V.						
ntenas.						
Puertas.						
Desagues azoteas.						

REPRESENTANTE
a. Verificación

2a. Verificación

REPRESENTANTE CONSTRUCTORA

VERIFICACION DE TERMINACION DE VIVIENDA

Localidad: _____

rente: _____

mpresa Constructora: _____

Contrato: _____

IDENTIFICACION VIVIENDA _____

1a. Verificación.
Fecha: _____

2a. Verificación.
Fecha: _____

OLERANCIAS.

CONCEPTO.	CALIDAD				No se acepta	OBSERVACIONES	CALIDAD			
	A	B	C	D			A	B	C	D
Muros de:										
Tabique ejes.										
Block ejes.										
Concreto ejes.										
Tabique verticalidad.										
Block verticalidad.										
Horizontalidad hiladas.										
ncreto espesor.										
ventanas verticalidad.										
Ventanas nivel.										
Pisos nivel.										
Lambrines verticalidad.										
Aplanados verticalidad.										
Escalones nivel.										
Escalones peraltes.										
Escalones huella.										
Columnas concreto verticalidad.										

REPRESENTANTE

1a. Verificación.

_____

2a. Verificación.

_____

REPRESENTANTE CONSTRUCTORA

1a. Verificación.

_____

2a. Verificación.

_____

TABLA DE TOLERANCIAS EN CONSTRUCCION DE VIVIENDA INFONAVIT

CONCEPTO	UNIDAD DE REF.	CALIDAD "A"	CALIDAD "B"	CALIDAD "C"	CALIDAD "D"
Pisos - Nivel	Cuarto	±0.5 cm.	±1.0 cm.	±1.5 cm.	±2.0 cm.
Muros de tabique o block Ejes	Eje	±0.5 cm.	±1.0 cm.	±1.5 cm.	- - - - -
Muros de concreto - ejes	Eje	∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	∓1.5 cm.	- - - - -
Aplanados - verticalidad	Paño	∓0.4 cm.	∓0.8 cm.	∓1.0 cm.	±1.5 cm.
Escalones - nivel	Pza.	∓0.2 cm.	∓0.3 cm.	∓0.5 cm.	- - - - -
Puertas verticalidad	Pza.	∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	∓1.0 cm.	- - - - -
Ventanas - nivel	Pza.	∓0.2 cm.	∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	- - - - -
Lambrines - verticalidad	Paño	∓0.3 cm.	∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	- - - - -
Muros de tabique o block verticalidad	Paño	±0.5 cm.	±0.7 cm.	±1.0 cm.	±1.3 cm.
Muros de tabique o block horizontalidad de las hiladas	Tramo	±0.5 cm.	±0.7 cm.	±1.0 cm.	- - - - -
Muros de concreto - verticalidad	Paño	±0.5 cm.	±0.8 cm.	±1.2 cm.	±2.0 cm.
Muros de concreto - espesor		±1.0 cm.	±1.0 cm.	±1.0 cm.	- - - - -
Columnas de concreto - verticalidad.	Pza.	±0.5 cm.	±0.7 cm.	±1.0 cm.	- - - - -
Escalones - peralte	Pza.	∓0.2 cm.	∓0.4 cm.	∓0.6 cm.	- - - - -
Escalones - huella	Pza.	∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	∓1.5 cm.	- - - - -
Puertas arrastre		∓0.5 cm.	∓1.0 cm.	∓1.5 cm.	- - - - -
Ventanas verticalidad	Pza.	±0.2 cm.	±0.5 cm.	±1.0 cm.	- - - - -

Calidad A.- Buena calidad; se procurará contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad B.- Regular calidad; se podrá contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad C.- Mala calidad; se procurará no contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad D.- Se aceptará únicamente para las unidades en proceso de terminación, no así en las nuevas obras.

Fuera de tolerancia.- No se aceptará la obra y se procederá a su corrección, incluyendo la demolición de ser necesario.

CRITERIO GENERAL EN CONCRETOS

1.- De los tipos de cemento por usos en la Delegación se deberá mandar hacer las gráficas de comportamiento y resistencia a los 3, 7, 14, 28 y 40 días de su recuperabilidad en Kg/cm2.

2.- De los bancos por usar se deberá revisar granulometrías y capacidades del material para morteros y concretos.

3.- Se deberá ejecutar estudio de volúmenes por M3 según las arenas, gravas y cemento para las resistencias de 200 kg/cm2 140 kg/cm2 y 90 kg/cm2.

TABLA DE TOLERANCIAS Y SU APLICACION

DE LAS PRUEBAS DE CILINDROS DE CONCRETO DE	REVISION TECNICA	SECCIONES PARA PAGO
del 90% del f'c al 100% f'c	OK.	Aplicar deductiva del (%) en que esté bajo.
del 75% del f'c al 89% f'c	Revisión de cálculo ejecución de corazones.	Se aplica deductiva del f'c real, que proceda, se deberán ejecutar a los 40 días min., y 55 días máximo.
del 65% del f'c al 74% f'c	Revisión de cálculo. prueba de carga.	Se aplica deductiva del f'c que se obtenga siempre y cuando pase las pruebas técnicas.
Menor del 64% f'c	Orden demolición. Piezas estructurales.	A los 28 días o 40 días según gráfica de comportamiento.

b) CONTROL DE CALIDAD DE OBRA

CONTROL DE CALIDAD DE OBRA.

El Control de Calidad de tipo estadístico se basa en un marco de referencia o calidad solicitada para verificar cada una de las etapas de la obra en lo referente a resistencia, tolerancia, apariencia y funcionamiento de todos y cada uno de sus elementos.

De acuerdo con el tipo de vivienda que se esté construyendo se establecerán las etapas en las cuales se debe llevar a cabo la verificación de la calidad.

El procedimiento de verificación de calidad en etapas, nos permite en el momento de la recepción de vivienda, revisar FUNCIONAMIENTO, APARIENCIA Y TOLERANCIA, de parte de los elementos que forman la vivienda.

Los factores que determinan la calidad de la vivienda son los siguientes:

La Resistencia: que se refiere fundamentalmente a los elementos estructurales y los cuales si no cumplen con las especificaciones marcadas deberá procederse a su demolición.

La Tolerancia: que es definida por la calidad de la mano de obra, y la cual si no es observada en los elementos primarios debe procederse a su corrección, ya que en los elementos secundarios se reflejará como una mala calidad en apariencia.

La Apariencia: que de no lograr una calidad adecuada dará un aspecto de baja calidad de la vivienda y no debe aceptarse.

El Funcionamiento: que de no lograr una correcta operación de las instalaciones y accesorios que componen la vivienda no debe recibirse.

A continuación se describen los controles de calidad de los elementos más importantes de la vivienda.

ETAPA: ELEMENTOS VERTICALES.

Muros.

a.- Block y Barro recocido.

Apariencia: De acuerdo a lo requerido en el plano de acabados arquitectónicos.

Resistencia: Compresión no menor de 50 kg/cm2 en área efectiva. Las características (textura, grado de cocción, calor y forma), se verificarán mediante ensayes de laboratorio en un mínimo de 5 muestras a compresión y 5 muestras a absorción, por cada 10,000 piezas o menos satisfaciendo los requisitos especificados.

Tolerancia: En dimensiones exteriores de tabique o block: largo ± 1.0 cm. ancho + 0.5 cm. espesor ± 0.3 cm.
En desplazamiento relativo entre tabiques del paño del muro no mayor de 1.0 cm.
Las juntas no deberán tener variaciones superiores a 0.5 cm.
Los ejes de desplante de los muros no pueden estar fuera del tercio medio de la corona del cimiento.
La horizontalidad de las hiladas no será mayor de 0.2 cm/ml. en acabados aparentes y 0.5 cm./ml., en acabados no aparentes. Se tendrá como valor máximo para cualquier longitud mayor de 10 M., 2.0 cm., en acabados aparentes y 5.0 cm., en acabados no aparentes.
El descuadre máximo tolerable de los muros, no será mayor de 1.0 cm.
El desplazamiento máximo del muro con respecto al eje, no será mayor de 0.5 cm.

b. Mortero.

Resistencia: Compresión directa a los 28 días de 70 kg/cm2, la cual se verificará mediante la elaboración y ensayes de briquetas, en un mínimo de una muestra por cada 100 M2. de muro o una muestra por cada día que se elabore mortero, se deberán satisfacer las especificaciones de A.S.T.M. en condiciones análogas que para cilindros de concreto.

Escaleras.

a. Concreto.

Resistencia: Todo el concreto será preparado en revolvedora con cemento - portland tipo I, o en su defecto premezclado.
De f'c=150 kg/cm2, 200 kg/cm2, 250 kg/cm2 y 300 kg/cm2, - según diseño estructural.

Tolerancias: Los revenimientos permitidos serán de:
5 a 10 cm. para concretos de f'c=150 kg/cm2.
5 a 10 cm. para concretos de f'c=200 kg/cm2.
5 a 10 cm. para concretos de f'c=250 kg/cm2.
5 a 10 cm. para concretos de f'c=300 kg/cm2.
En caso de utilizarse concretos premezclados, se limitará el -- tiempo de vaciado del camión a la posición definitiva en el -- molde a un máximo de 1 hora a menos que se utilice retardador de fraguado.

Apariencia: Esta será según el diseño, y sin excepción al concreto debe presentarse un aspecto homogéneo, se desechará todo concreto cacarizo y aquel en que haya quedado visible el refuerzo y que - presente hoquedades u otros defectos objetables al procedimiento de colado.

b. Cimbra.

Resistencia: Los moldes y formas deberán ajustarse a la configuración, líneas, elevación y dimensiones que vaya a tener el concreto según lo indiquen los planos respectivos, ésta será lo suficientemente resistente para soportar las cargas a que estará sometida, para ello deberá contarse con un diseño adecuado, calculado con un factor de seguridad de 5.

Apariencia: La cimbra cualesquiera que sea su tipo deberá estar en buen - estado, limpia de toda materia extraña y reparada adecuadamente después de cada uso, si se emplea duela su espesor no será menor de 1 1/2 pulgadas.
En el caso que los planos arquitectónicos indiquen otra disposición donde se especifique concreto aparente, la cimbra podrá ser metálica, de duela machimbrada y cepillada o de triplay - impermeable de 16 mm.
En cualquier tipo de cimbra antes de colocar el refuerzo se deberá aplicar una capa de lubricante que no manche el concreto.

Tolerancia: En dimensiones reales de las huellas ± 0.5 cm.
En dimensiones reales de los peraltes ± 0.2 cm.
En nivel real de escalones ± 0.2 cm.

ETAPA: ACABADOS.

Aplanados de mezcla.

Apariencia: Se verificará la superficie indicada y si ésta es muy lisa, deberá picarse con cincel para lograr la adherencia de ambos materiales.
En caso de existir irregularidades notables que puedan requerir un espesor mayor al tolerable, éstas deberán recortarse.
Sobre los muros indicados se colocarán maestras plomeadas para que la superficie y los ángulos tomen líneas contínuas y verticales, colocadas los maestras se tenderá una capa de 1.5 cm. y a las 24 horas se continuará con 0.5 cm., más de espesor.
El acabado serán con plana de madera para dejar la superficie indicada en el proyecto, pudiendo ser fino, rústico o rugoso.

Tolerancia: El espesor máximo será de 2.0 cm., no se aceptarán espesores menores de 1.0 cm., ni mayores de 2.4 cm.
El desplome máximo tolerable del elemento aplanado será de $\pm 1/600$ por cada metro, no pudiendo ser mayor de 1.0 cm., en paños grandes.

Aplanados de yeso.

Apariencia: Se verificará la superficie indicada y si ésta es muy lisa deberá picarse con cincel para lograr la adherencia de ambos materiales, en caso de existir irregularidades notables que puedan requerir un espesor mayor al tolerable, éstas deberán recortarse.
Si la superficie presenta hoquedades o partes descubiertas éstas se resanarán previamente con mortero cemento arena 1:3.
Sobre los muros o plafones indicados se colocarán maestras a plomo o nivel para que las superficies y los ángulos tomen líneas contínuas verticales u horizontales.

Tolerancia: En plafones el espesor máximo será de 1.0 cm.
En muros el espesor máximo será de 2.0 cm.
El desplome máximo tolerable del elemento aplanado será de - ±0.4 cm.

Pisos de Cemento.

Resistencia: En ningún caso el concreto será menor de f'c=100 kg/cm2.

Apariencia: Se evitará la contaminación de la plantilla con la superficie - del terreno, la cual deberá compactarse previamente y humedecerse antes de colocar el piso para evitar pérdidas de agua - del fraguado.
El agregado grueso no deberá quedar suelto en la superficie.
Los acabados se deberán apegar a las especificaciones de proyecto, pudiendo ser: pulido, rayado, escobillado, costaleado, etc. Se recomienda que el acabado se haga integralmente.

Tolerancia: En espesor +0.3 cm.
En nivel ±0.5 cm.

Pisos de Mosaico.

Apariencia: La losa o firme sobre el que se vaya asentar el mosaico, deberá estar limpia y libre de cualquier tipo de impurezas tales como polvo, yeso, tierra, escombro, mezcla, etc.
Se ajustarán a los niveles que fije el proyecto mediante el empleo de las maestras necesarias y especificaciones del proyecto.
Todas las piezas deberán ser de color y tamaño uniforme de - - acuerdo a la muestra aprobada, no se admitirán piezas cortadas, despostilladas, con fisuras o algún otro defecto.
Se deberá comprobar físicamente que no se produzcan encharcamientos, ni filtraciones.
Se deberá proteger la superficie terminada durante el proceso - de la obra en donde sea necesario.

Resistencia: El mosaico podrá ser de pasta o granito y deberá satisfacer plenamente la norma DGN-C3 vigente.

Tolerancia: En espesor ± 0.3 cm.
En nivel ± 0.5 cm.
En diferencia entre el recubrimiento colocado y el plano teórico del proyecto 2/1000 respecto al lado menor.
En concavidad y convexidad 1/1000.
En pendiente para escurrimiento del agua 1/10 de la inclinación en las líneas con menor pendiente.

Lambrines.

Apariencia: Las piezas deberán ser de color y tamaño uniforme de acuerdo a la muestra aprobada.
Las juntas deberán tener un ancho constante y deberán estar a plomo y nivel, corresponderse en toda la superficie y superficies adyacentes del mismo lambrín.

Tolerancia; En verticalidad del paño ± 0.3 cm.
En los remates con la losa, herrería y puertas se dejará una holgura de 0.2 cm.
El desnivel y diferencia angular será de 1/500 tanto en paños como en juntas y emboquillados.
Para azulejo las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 0.2 cm. para absorber las irregularidades del material.
Los lambrines se ajustarán en sus planos, niveles y alineamiento mediante el uso de las maestras necesarias.

Otros recubrimientos.

Tolerancia: En espesor ± 0.3 cm.
En verticalidad ± 0.5 cm.

Apariencia: La que marque el plano de acabados.

Puertas y Ventanas.

Tolerancia: Ventanas en cuanto a nivel ± 0.2 cm.
Puertas en cuanto al arrastre ± 0.5 cm.

ETAPA: OBRAS EXTERIORES.

Bardas.

Apariencia: Será la que marquen los planos de proyecto, y podrán ser de tabique o barro recocido, block, piedra o concreto.

Resistencia: Las bardas de tabique o block se deberán reforzar con castillos de concreto armado de f'c=150 kg/cm2 cuyo espaciamiento máximo será de 20 veces el espesor del muro, también irán reforzados con cadenas de concreto armado f'c=150 kg/cm2 con espaciamiento máximo de 15 veces el espesor del muro.
La compresión no será menor de 50 kg/cm2 en el área efectiva.

Tolerancia: En desplomes no serán mayores de 1/300 de la altura de la barda.
Las juntas no deberán tener variaciones superiores de 0.5 cm.
El desplazamiento máximo de la barda con respecto a su eje no será mayor de 0.5 cm.
En block o barro recocido.
Dimensiones exteriores largo ± 1.0 cm. ancho ± 0.5 cm. espesor ± 0.3 cm.
En desplazamiento relativo entre tabiques en el paño del muro no mayor de 1.0 cm.
Los ejes de desplante de los muros no pueden estar fuera del tercio medio de la corona del cimiento.
La horizontalidad de las hiladas no será mayor de 0.2 cm/ML., en acabados aparentes y 0.5 cm/ML, en acabados no aparentes.

Pisos de Cemento.

Tolerancia: En ningún caso el concreto será menor de f'c=100 kg/cm2.

Apariencia: Se evitará la contaminación de la plantilla con la superficie del terreno la cual deberá compactarse previamente y humedecerse antes de colocar el piso para evitar pérdidas de agua del fraguado.

El agregado grueso no deberá quedar en la superficie.
Los acabados se deberán apegar a las especificaciones de proyecto, pudiendo ser: pulido, rayado escobillado, costaleado, etc. Se recomienda que el acabado se haga integralmente.

Tolerancia: En espesor $+0.3$ cm.
En nivel ± 0.5 cm.

Jardinería.
a. Arboles y Arbustos.

El contratista suministrará:
La especie seleccionada.
El banqueo (formación del cepellon adecuado).
Carga y transporte al lugar de plantación.
Servicios técnicos y productos químicos para la conservación de la planta.
Herramienta y equipo para el banqueo, transporte y plantado.
Plantación en obra incluyendo la tierra lama necesaria para cubrir los cepellones.
Reposición en caso de fallas de prendimientos.

b. Pasto y Plantas Rastreras.

Nivelado del terreno dejando una capa de 10 cm. de profundidad para la tierra vegetal.
Acarreo de sobrantes o escombro producto de la nivelación.
Extendido y nivelado de la tierra vegetal.
Suministro de las guías o estolones.
Plantado de las guías.
Garantía de prendimiento durante los 3 meses del riego.

Tolerancia: La mano de obra de riego será garantizada por 3 meses, debiendo regar cuando menos 34 veces o 5 meses de riego haciéndolo cuando menos 45 veces.

Apariencia: El sembrado y distribución de acuerdo al diseño del paisaje.
Buen prendimiento y cortes de pasto.

Limpieza.

Apariencia: En general la obra libre de basura y escombro.

Pintura.

a. Vinílicas y Esmalte.

Resistencia: Limpieza con zacate de raíz hasta eliminar cualquier substancia adherida.
Resanes en general con plasta hecho a base de blanco de españa y la pintura aprobada.
Lijado para eliminar rebabas o bordes de plaste.
Aplicación en los resanes exclusivamente de una mano de pintura del color y calidad aprobados.
Terminado con broche de pelo.
No deberá aplicarse pintura sobre superficies húmedas, salitrosas, engrasadas o con yeso flojo o pasado.

Tolerancia: Se aplicarán las manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones.
Se verificará que hayan sido usadas las calidades y marcas de pintura indicadas.

Apariencia: La superficie deberá tener una textura uniforme, tersa, sin cambios de tono, sin acumulaciones ni superposiciones, sin granulosidades o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.

b. Esmaltes en Herrería.

Resistencia: Limpieza de la superficie metálica con fibra de acero, espátula o cepillo de alambre para eliminar el óxico y demás partículas adheridas.
Desengrasado y desoxidado.
Aplicación de una o dos manos a juicio del Instituto de primario anticorrosivo.
Plastecido de irregularidades.

Tolerancia: Se aplicarán las manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones.

Se verificará que se hayan usado las calidades y marcas indicadas.

Apariencia: La superficie deberá tener una textura uniforme, tersa, sin cambios de tono, sin acumulaciones ni superposiciones, sin granulosidades o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.

c. Pintura de Cal.

Resistencia: Limpieza de polvo y materias extrañas de la superficie.
Previamente se deberán hacer los resanes necesarios o la reposición de aplanados.
La composición de la mezcla de pintura por cada 25 kg. de calhidra, constará de:

Calhidra	25.00 kg.
Sal	5.00 kg.
Color	1.50 kg.
Agua	100.00 Lts.

La pintura se aplicará con chulo, si se requiere un mejor y más uniforme acabado se podrá utilizar aspersor de bomba de aire.

Tolerancia: Se aplicarán las manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones.
Se verificará que hayan sido usadas las calidades y marcas indicadas.

Apariencia: La superficie deberá tener una textura uniforme, sin cambios de tono sin acumulaciones ni superposiciones sin granulosidades o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA

CAPACIDAD

REGULACION

ACCESIBILIDAD

FLEXIBILIDAD

SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONDUCIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRCAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.
EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.
SE REVISA DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

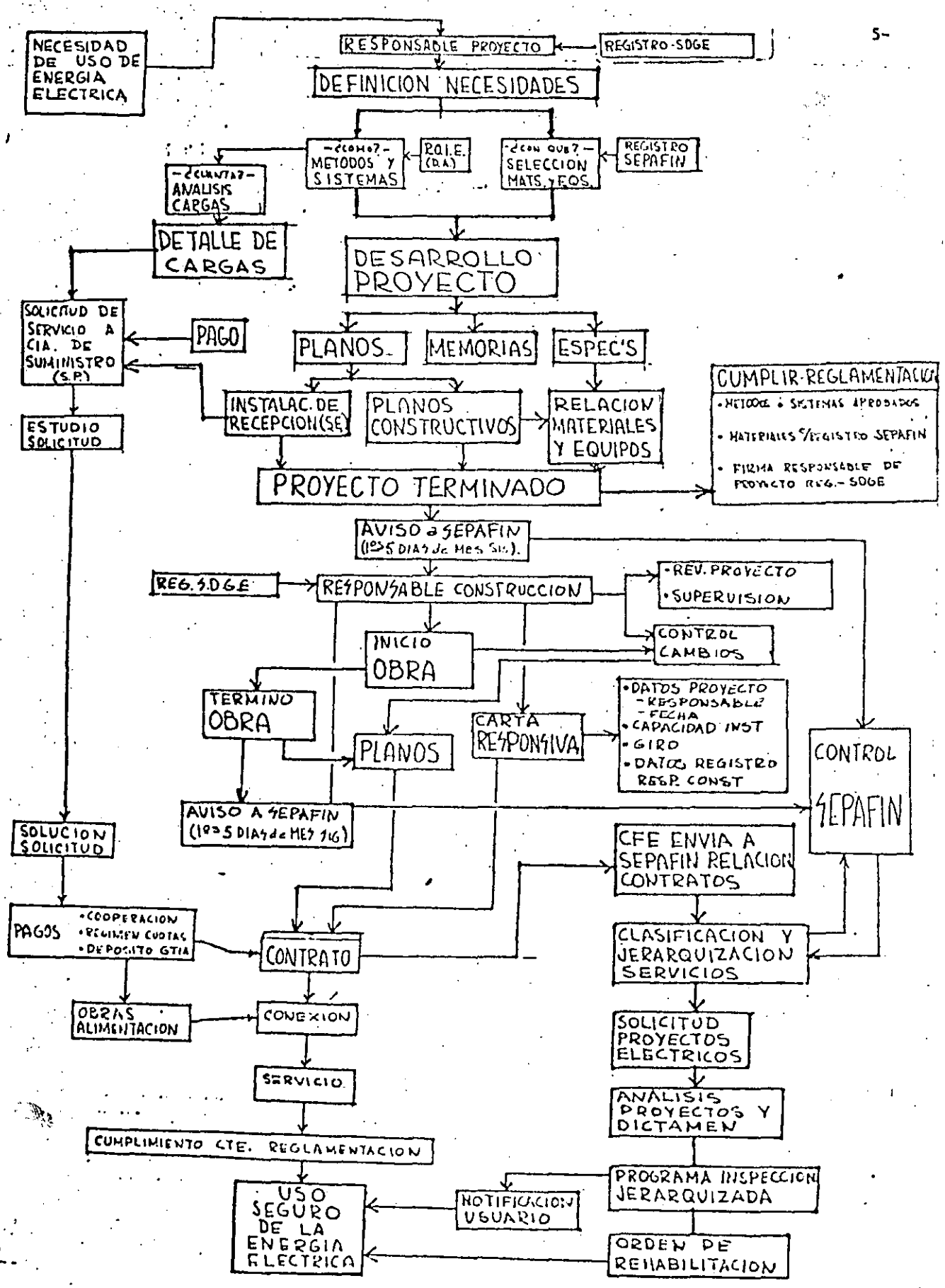
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.


NECESIDAD DE USO DE ENERGIA ELECTRICA
RESPONSABLE PROYECTO
REGISTRO-SDGE
DEFINICION NECESIDADES
-¿COMO?- METODOS Y SISTEMAS
R.O.I.E. (D.A.)
-¿CON QUE?- SELECCION MATS. Y EQS.
REGISTRO SEPAFIN
-¿CUANTA?- ANALISIS CARGAS
DETALLE DE CARGAS
DESARROLLO PROYECTO
SOLICITUD DE SERVICIO A CIA. DE SUMINISTRO (S.P.)
PAGO
PLANOS
MEMORIAS
ESPEC'S
INSTALAC. DE RECEPCION (SE)
PLANOS CONSTRUCTIVOS
RELACION MATERIALES Y EQUIPOS
CUMPLIR REGLAMENTACION
• METODOS Y SISTEMAS APROBADOS
• MATERIALES C/REGISTRO SEPAFIN
• FIRMA RESPONSABLE DE PROYECTO REG.-SDGE
ESTUDIO SOLICITUD
PROYECTO TERMINADO
AVISO a SEPAFIN (1ºS DIAS de MES SIG.)
REG. SDGE
RESPONSABLE CONSTRUCCION
• REV. PROYECTO
• SUPERVISION
CONTROL CAMBIOS
INICIO OBRA
TERMINO OBRA
PLANOS
CARTA RESPONSIVA
• DATOS PROYECTO
- RESPONSABLE
- FECHA
• CAPACIDAD INST
• GIRO
• DATOS REGISTRO RESP. CONST
CONTROL SEPAFIN
AVISO A SEPAFIN (1ºS DIAS de MES SIG)
SOLUCION SOLICITUD
CFE ENVIA A SEPAFIN RELACION CONTRATOS
PAGOS
• COOPERACION
• REGIMEN CUOTAS
• DEPOSITO GTIA
CONTRATO
CLASIFICACION Y JERARQUIZACION SERVICIOS
OBRAS ALIMENTACION
CONEXION
SOLICITUD PROYECTOS ELECTRICOS
SERVICIO
ANALISIS PROYECTOS Y DICTAMEN
CUMPLIMIENTO CTE. REGLAMENTACION
PROGRAMA INSPECCION JERARQUIZADA
NOTIFICACION USUARIO
USO SEGURO DE LA ENERGIA ELECTRICA
ORDEN DE REHABILITACION

IGC./..

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

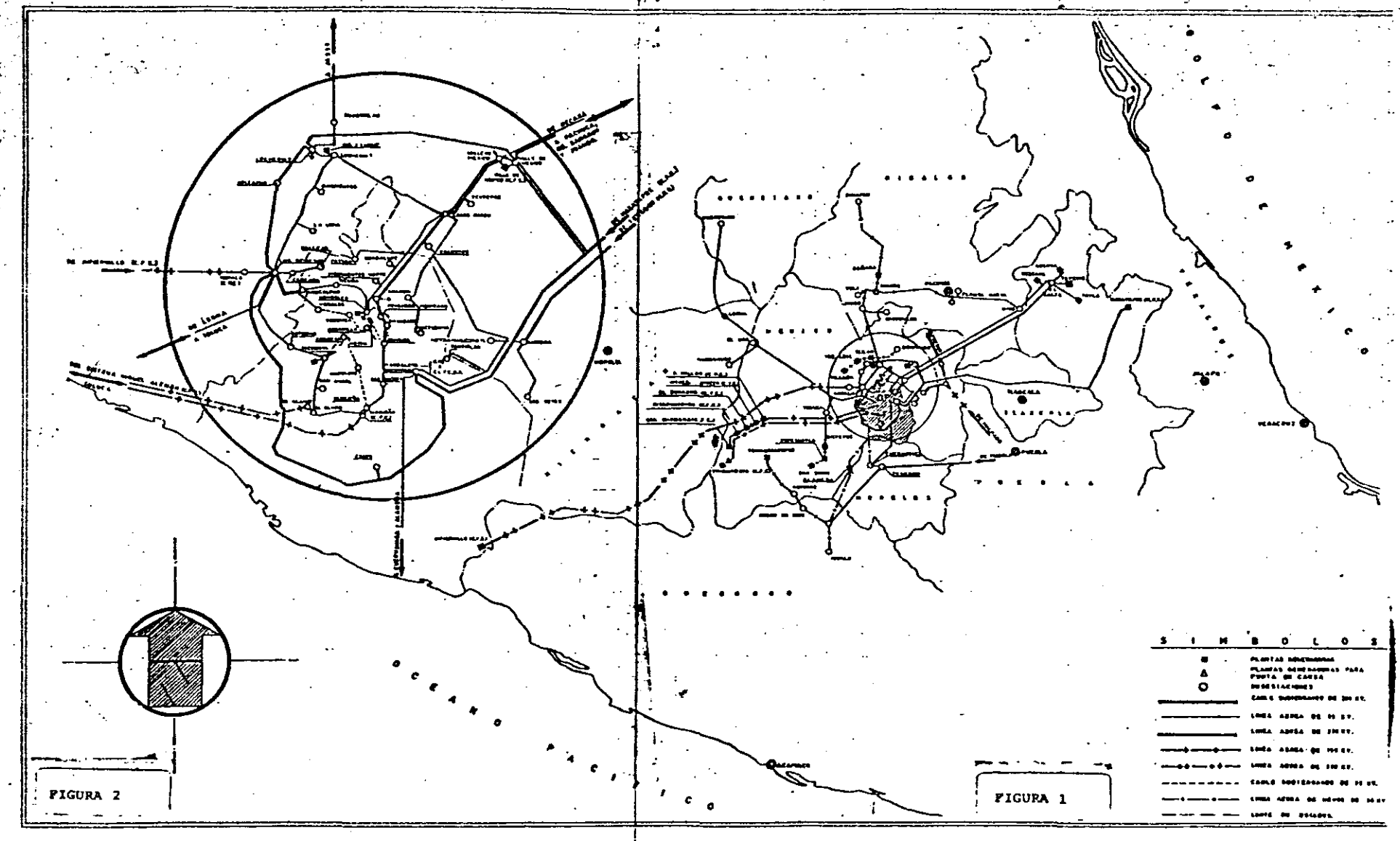
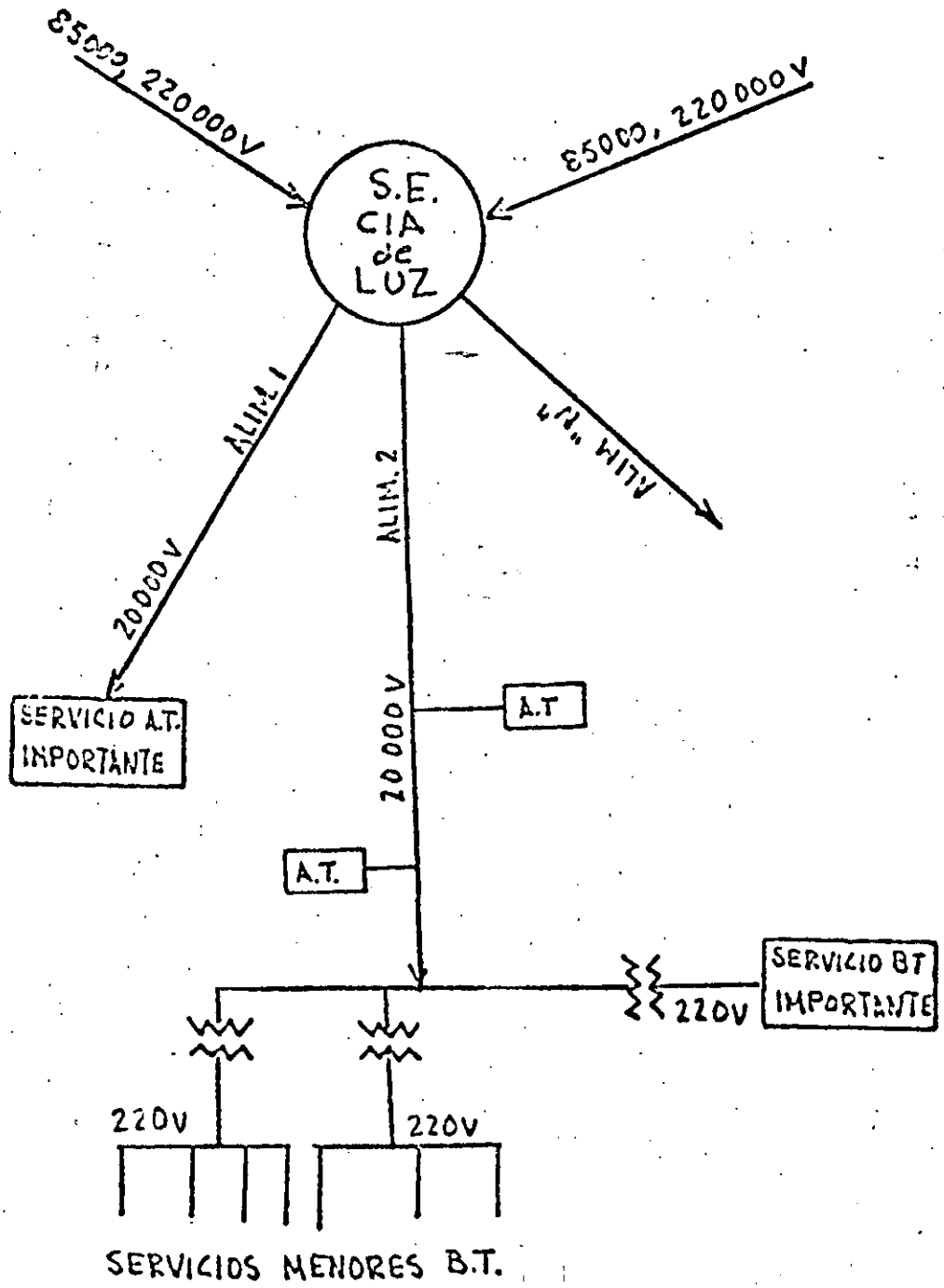


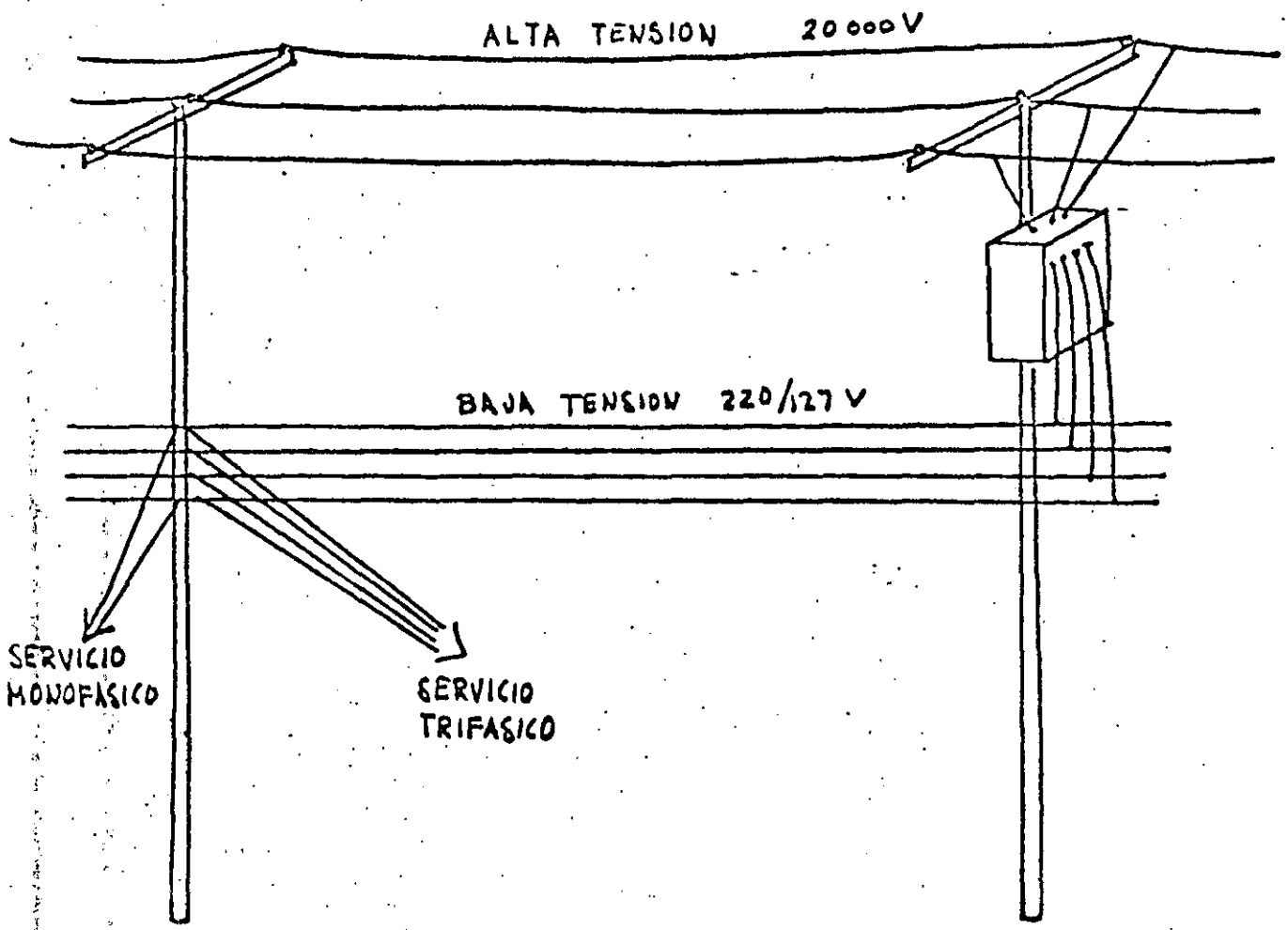
FIGURA 2

FIGURA 1

IGC

IGC


85000, 220000V
85000, 220000V
S.E.
CIA
de
LUZ
ALIM. 1
ALIM. 2
ALIM. 3
20000V
20000V
SERVICIO A.T.
IMPORTANTE
A.T
A.T.
SERVICIO BT
IMPORTANTE
220V
220V
220V
SERVICIOS MENORES B.T.


ALTA TENSION 20 000 V
BAJA TENSION 220/127 V
SERVICIO MONOFASICO
SERVICIO TRIFASICO

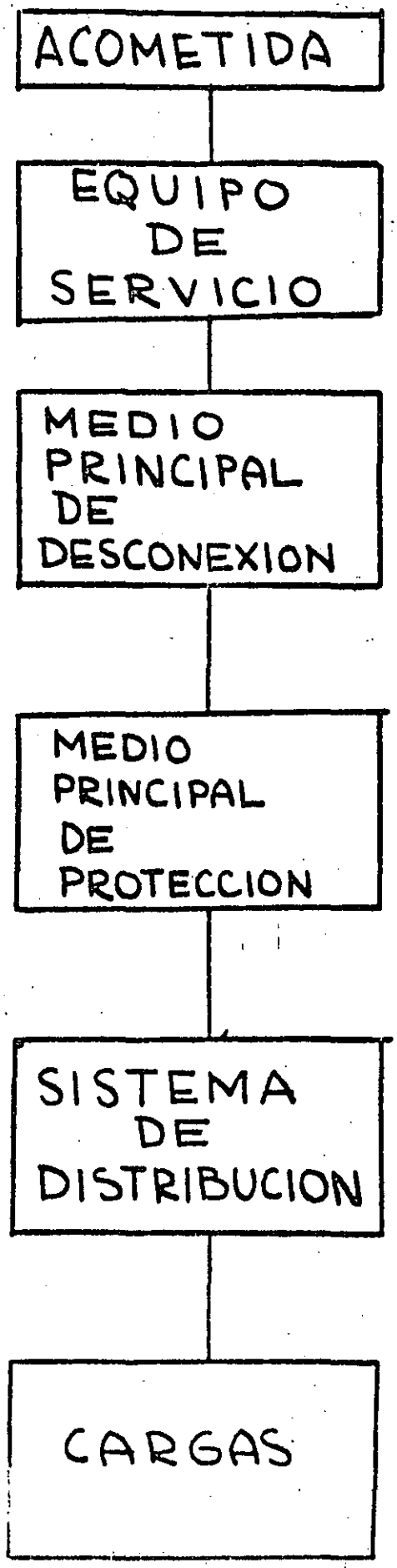

ACOMETIDA
EQUIPO DE SERVICIO
MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION
MEDIO PRINCIPAL DE PROTECCION
SISTEMA DE DISTRIBUCION
CARGAS

FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

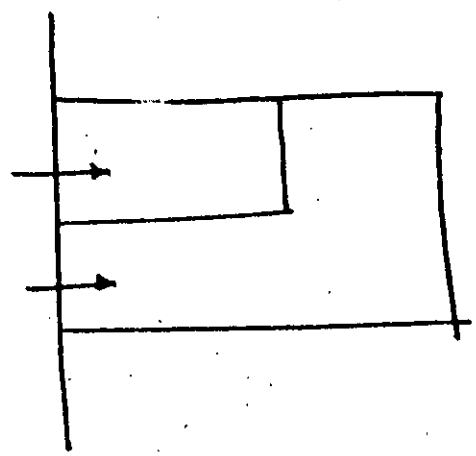
LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
  (Caso General)
  ↓
  EXCEPCION:
  - ACUERDO CON
    - SEPAFIN
    - CFE
- CANALIZACION EXCLUSIVA
- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE
- ZONAS INDEPENDIENTES
  (Sin comunicación)

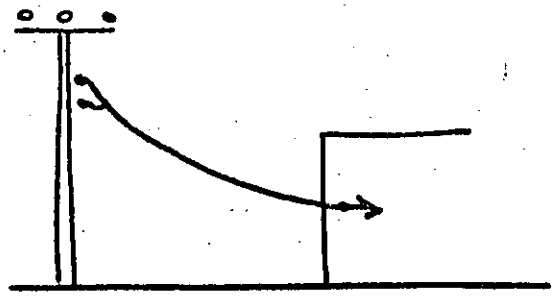
(NTIE-81-201-3)



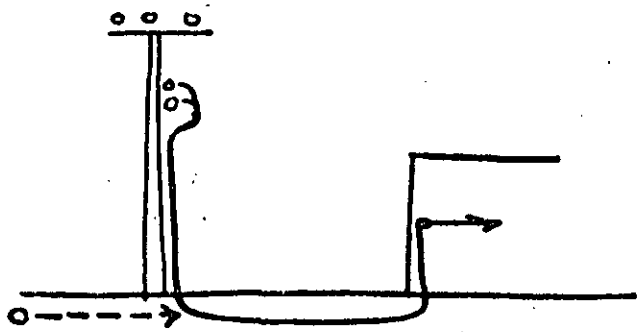
ACOMETIDA

CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA
  - AEREA



  - SUBTERRANEA



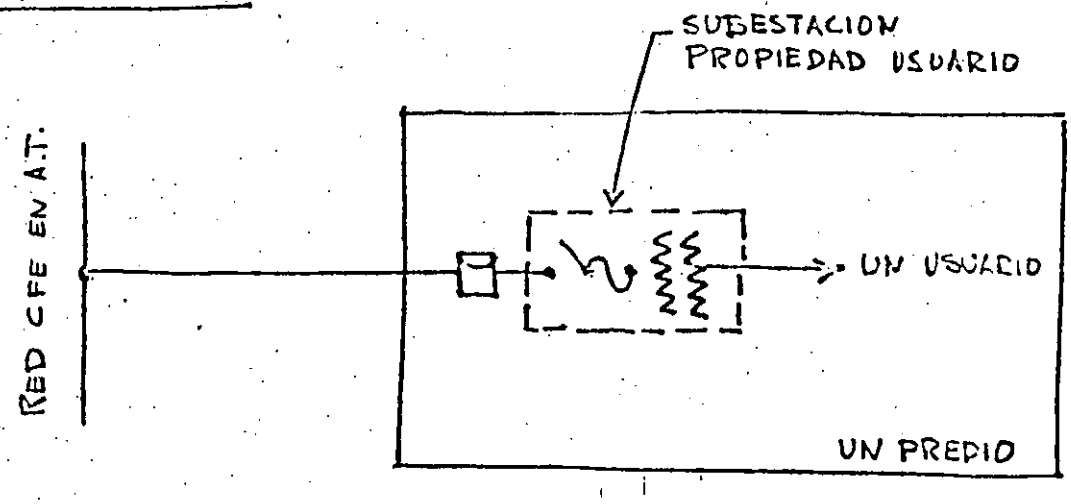
- DE ACUERDO A LA TENSION
  - BAJA TENSION
    - 1 HC
    - 2HC
    - 3HC
  - ALTA TENSION
    - SERV. AT
    - SERV. BT

LINEA DE SERVICIO en A.T.

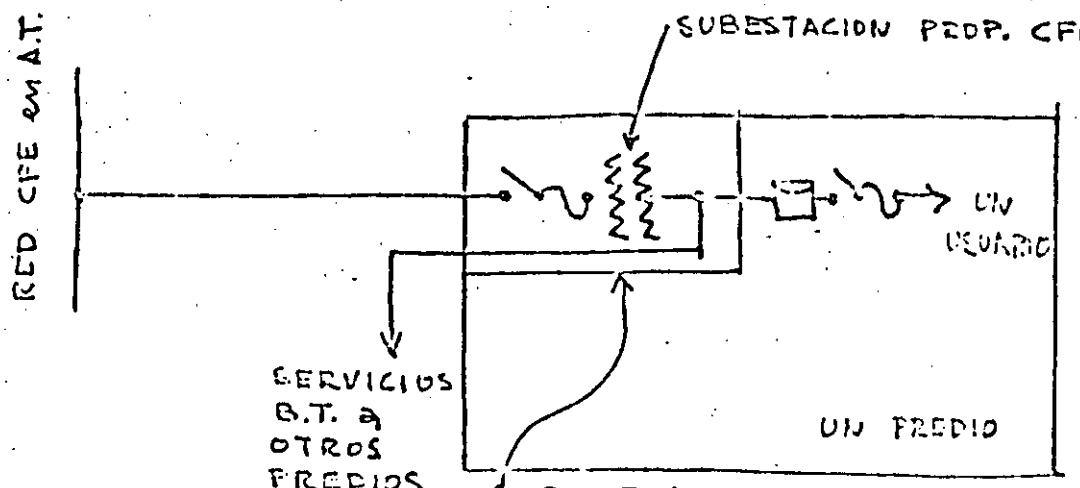
1) Para Servicio en Alta Tensión.

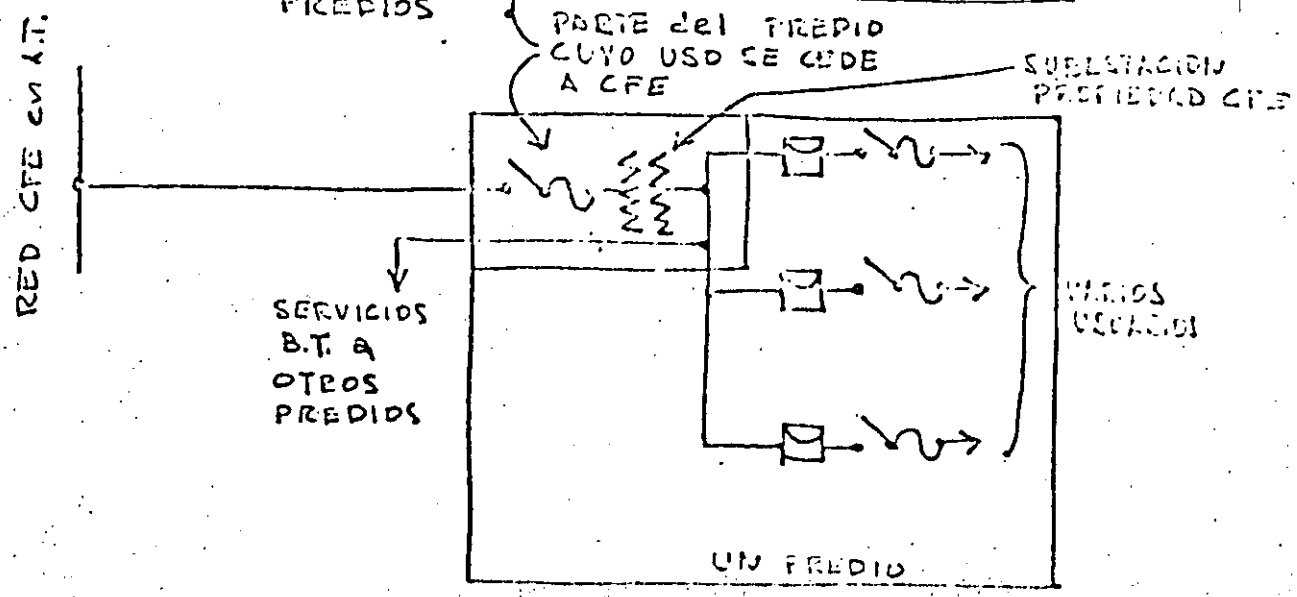
2) Para Servicio en Baja Tension

1) SERVICIO en A.T:-



2) SERVICIO en B.T.





EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS: (NTIE-81-201-4)

- DEL LOCAL:
  - FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
  - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
  - DIMENSIONES QUE PERMITAN
    - INSTALAR
    - OPERAR
    - MANTENER
    - RETIRAR

    } CON "FACILIDAD Y SEGURIDAD"

- DEL EQUIPO
  - PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
  - GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

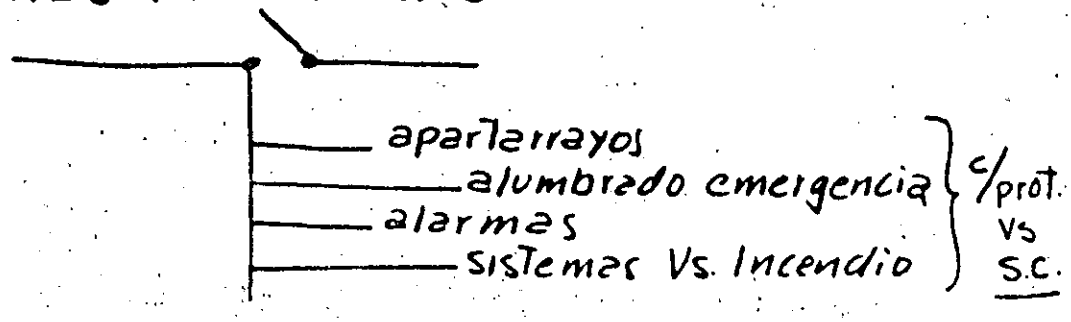
OBJETIVO:

PODER INDEPENDIZAR **TOTALMENTE**

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE PROTECCION PRINCIPAL

(Vs SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A LA INSTALACION SERVIDA DE LA RED DE SUMINISTRO CUANDO OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

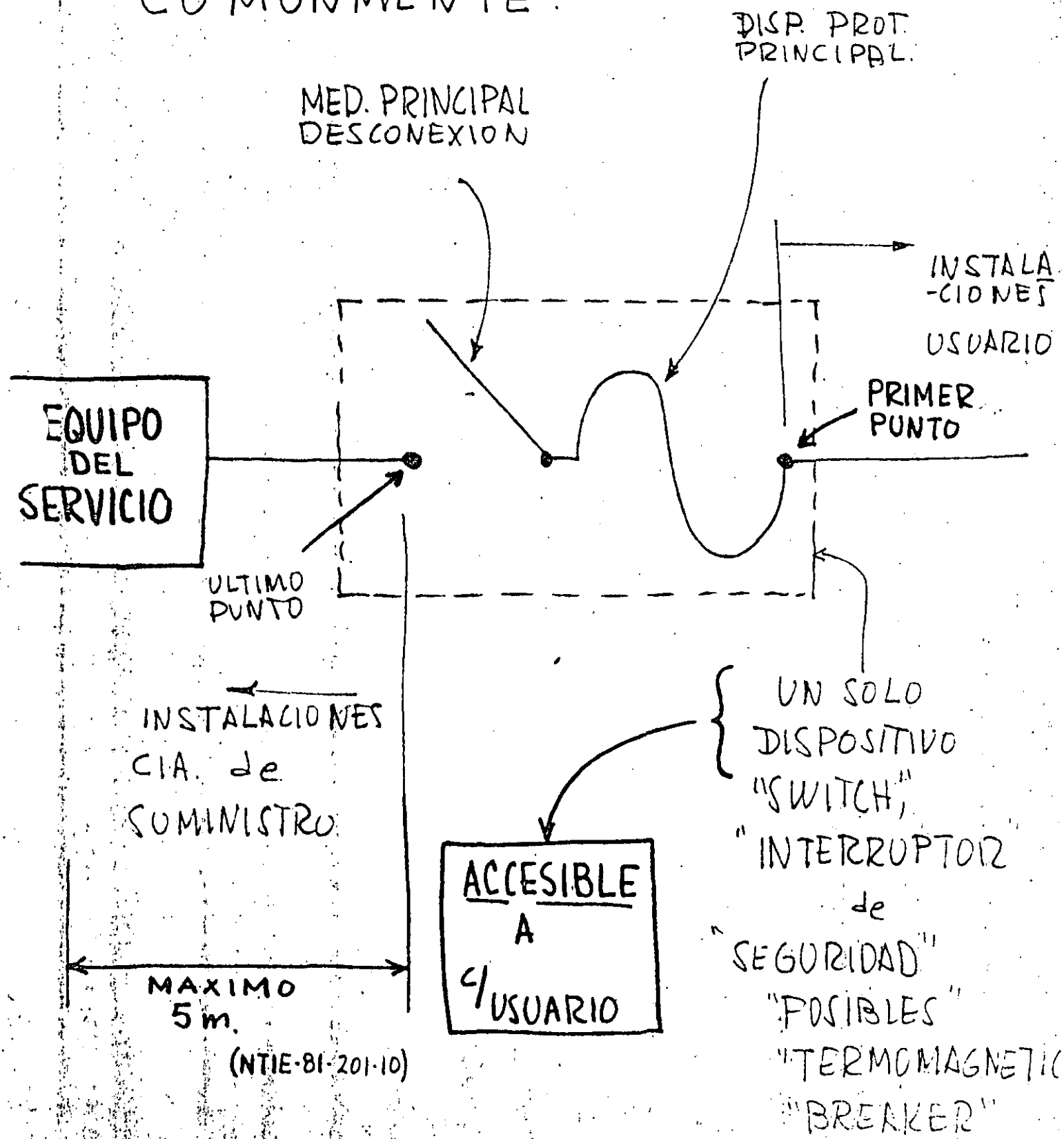
SOBRECORRIENTE:

$$I_{CIRCULANTE} > I_{DISEÑO}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO POSIBLE

COMUNMENTE:


DISP. PROT. PRINCIPAL.
MED. PRINCIPAL DESCONEXION
INSTALA-CIONES USUARIO
EQUIPO DEL SERVICIO
PRIMER PUNTO
ULTIMO PUNTO
INSTALACIONES CIA. de SUMINISTRO
UN SOLO DISPOSITIVO "SWITCH", "INTERRUPTOR de SEGURIDAD" "POSIBLES" "TERMOMAGNETICO" "BREAKER"
ACCESIBLE A c/USUARIO
MAXIMO 5 m.
(NTIE-81-201-10)

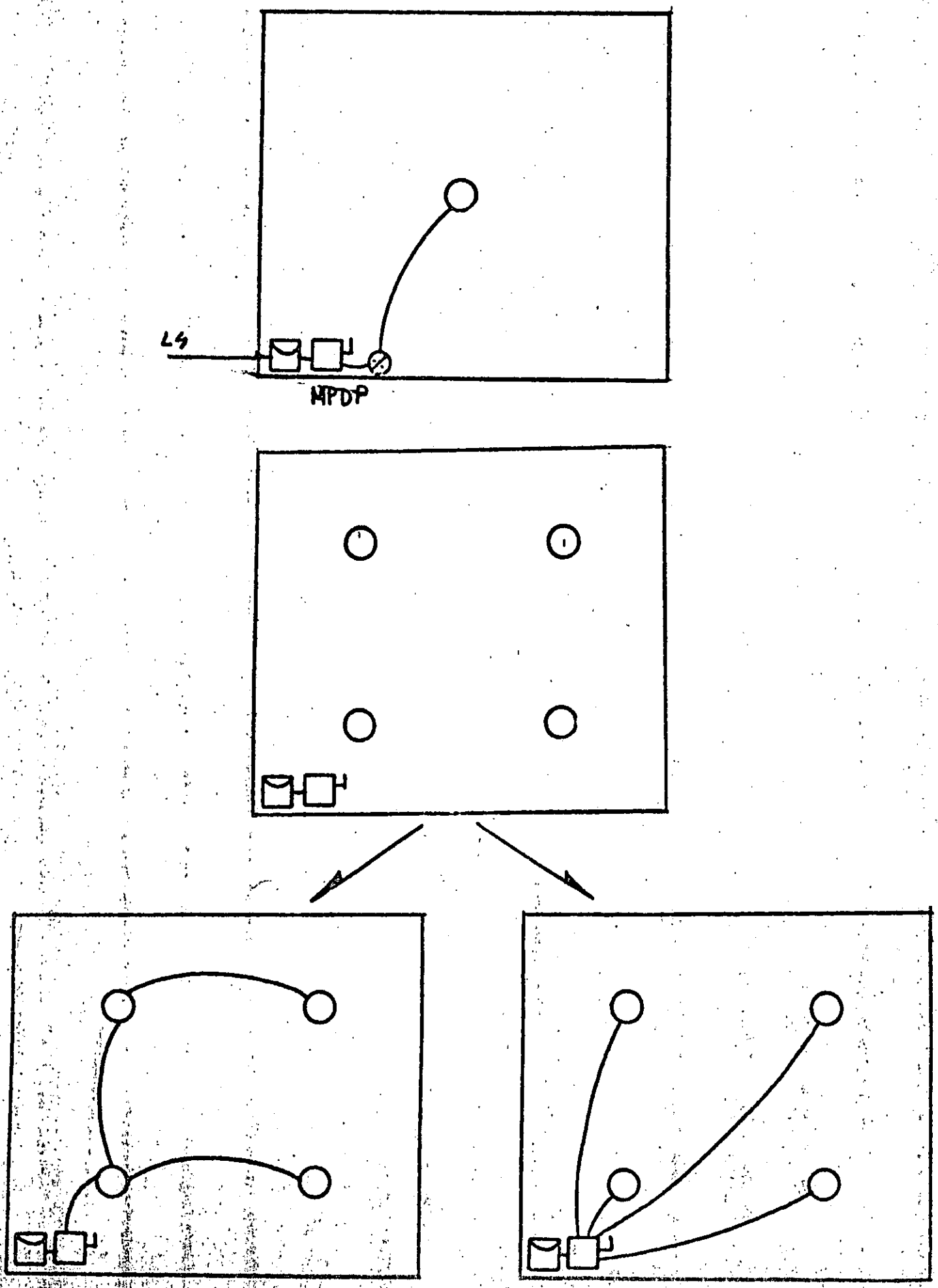
SISTEMA DE DISTRIBUCION

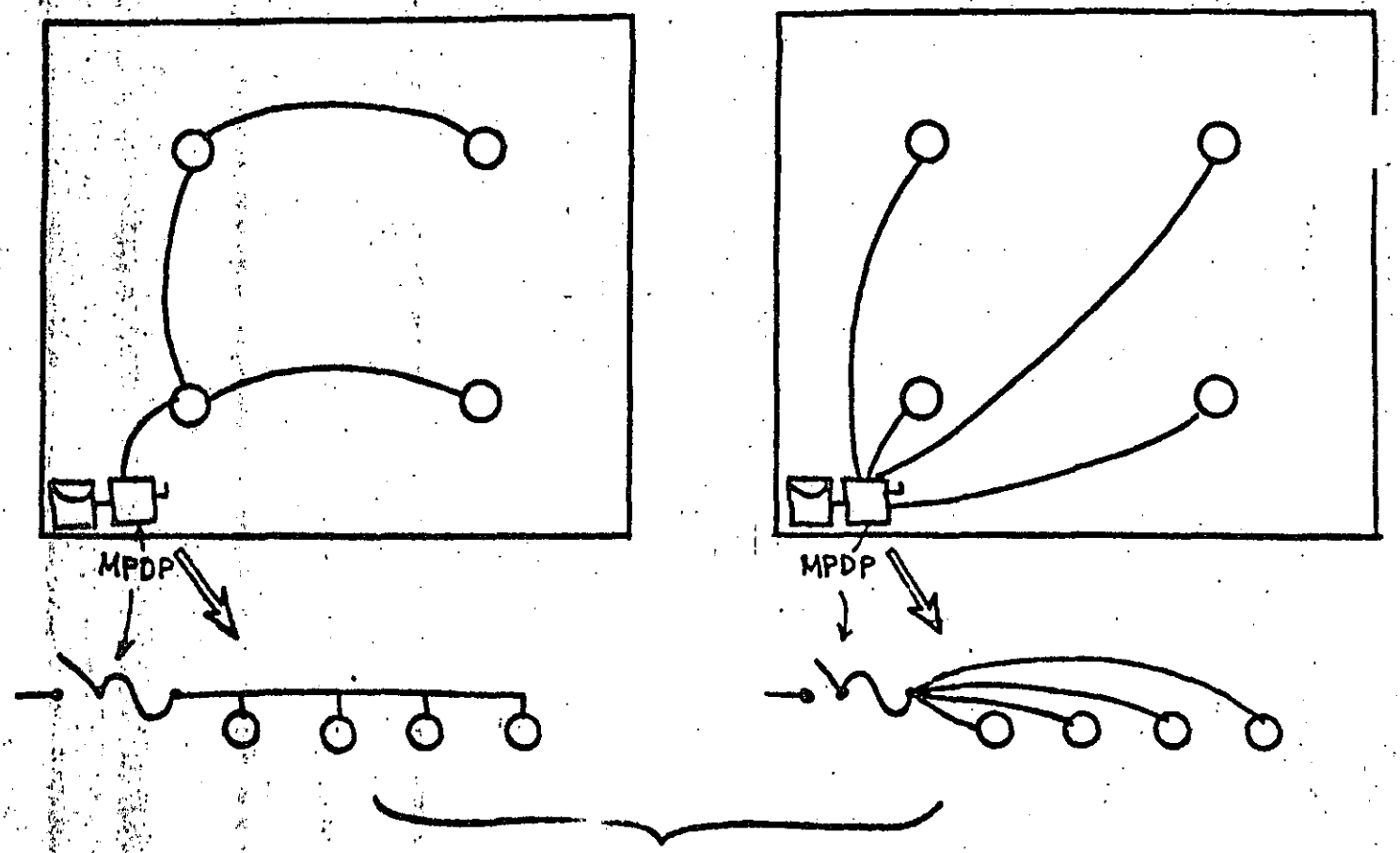
FORMADO POR :-

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.

- CENTROS de DISTRIBUCION.
  (TABLEROS.

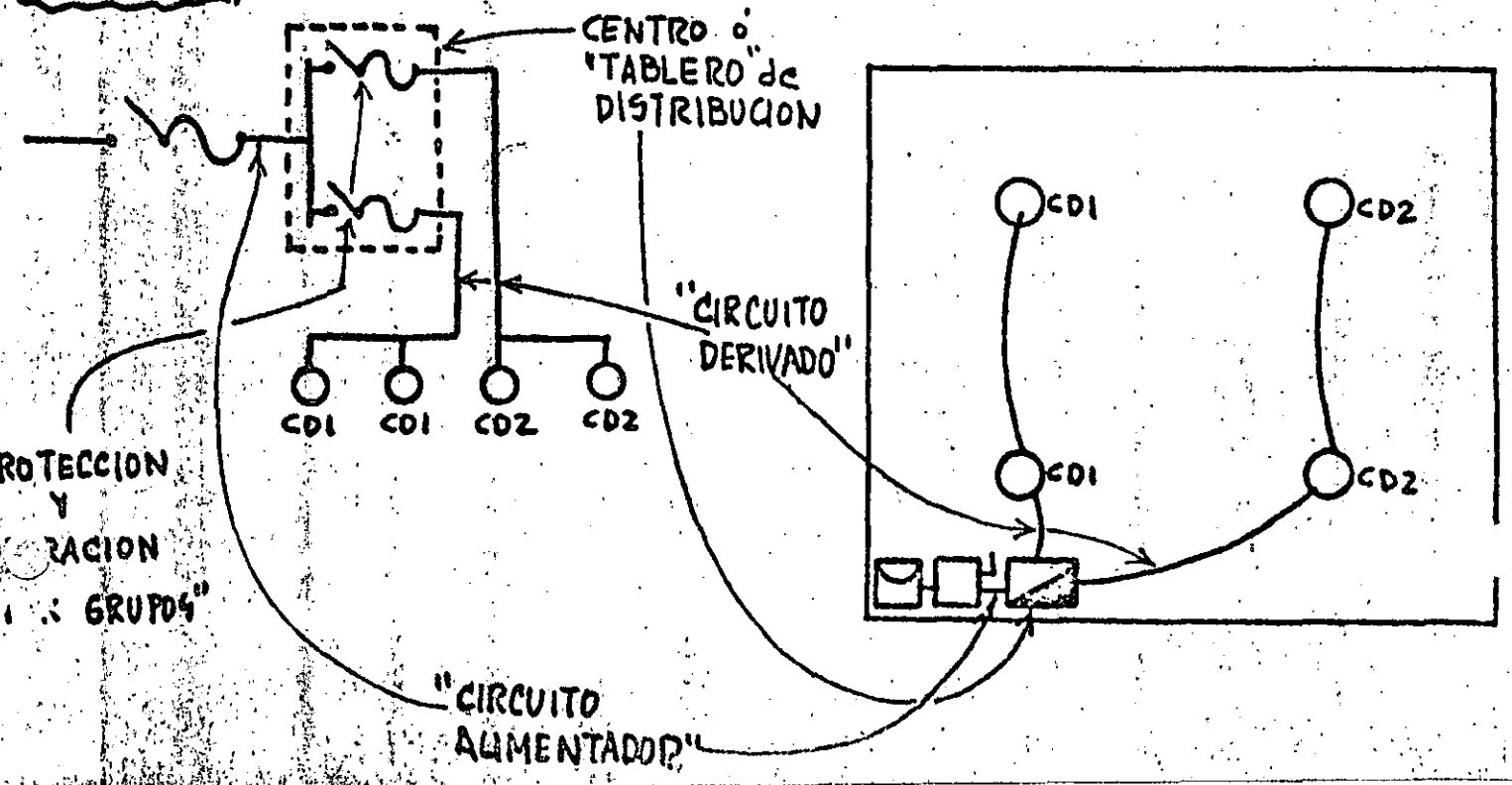
- CIRCUITOS DERIVADOS.-

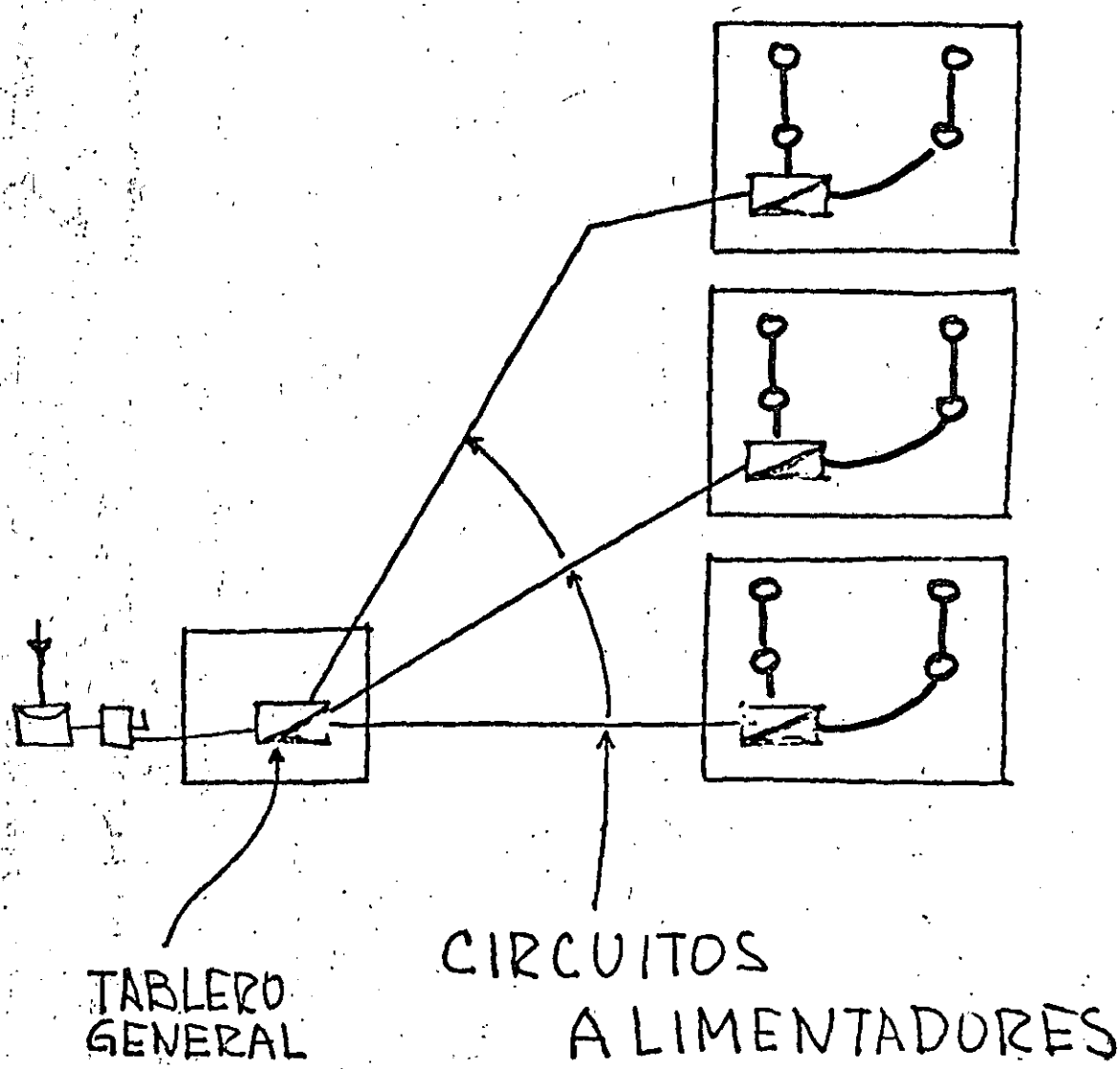

LS
MPDP

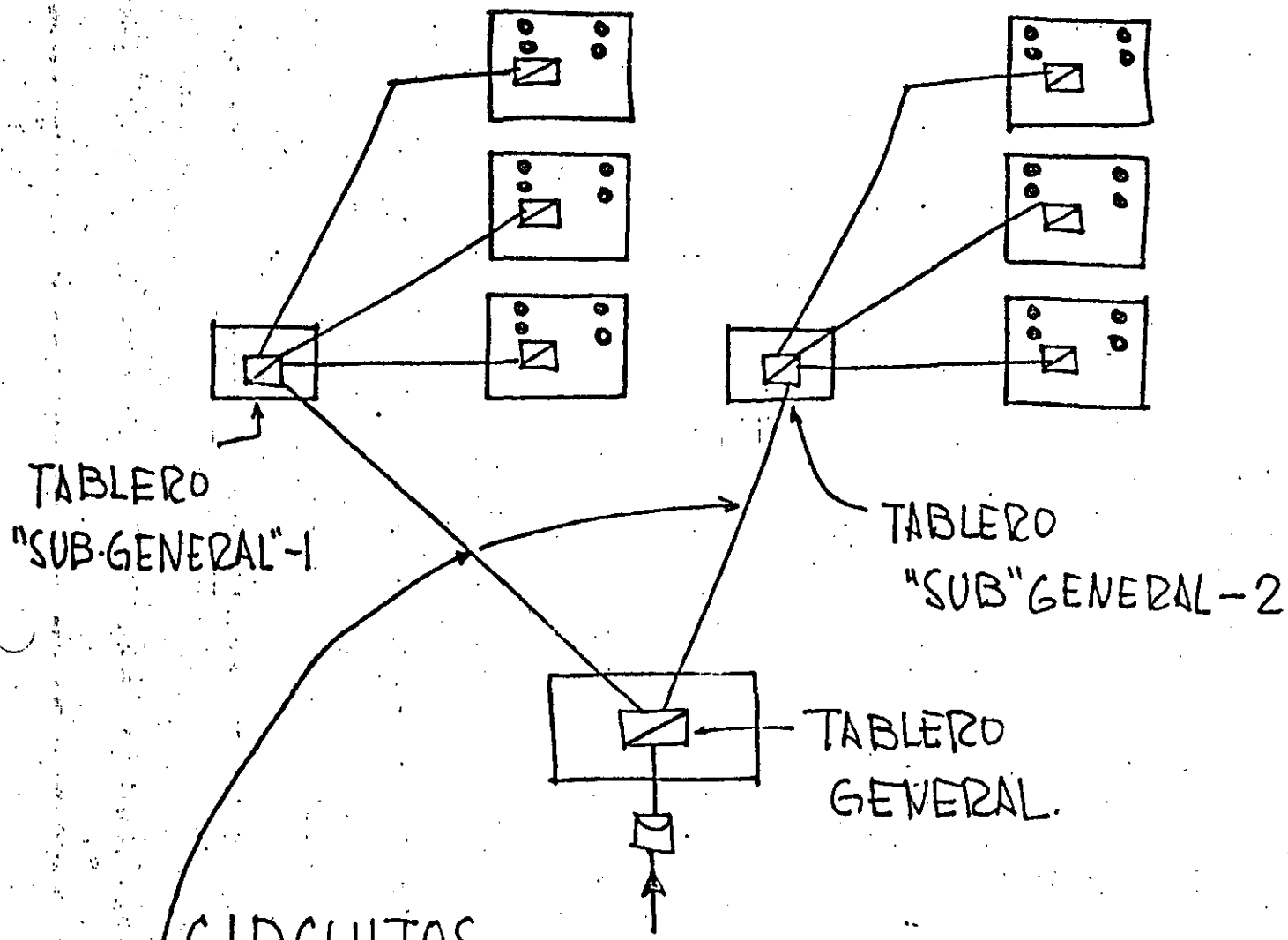


FALLA →
POSIBILIDAD OPERACION →
} TOTAL

SOLUCION:



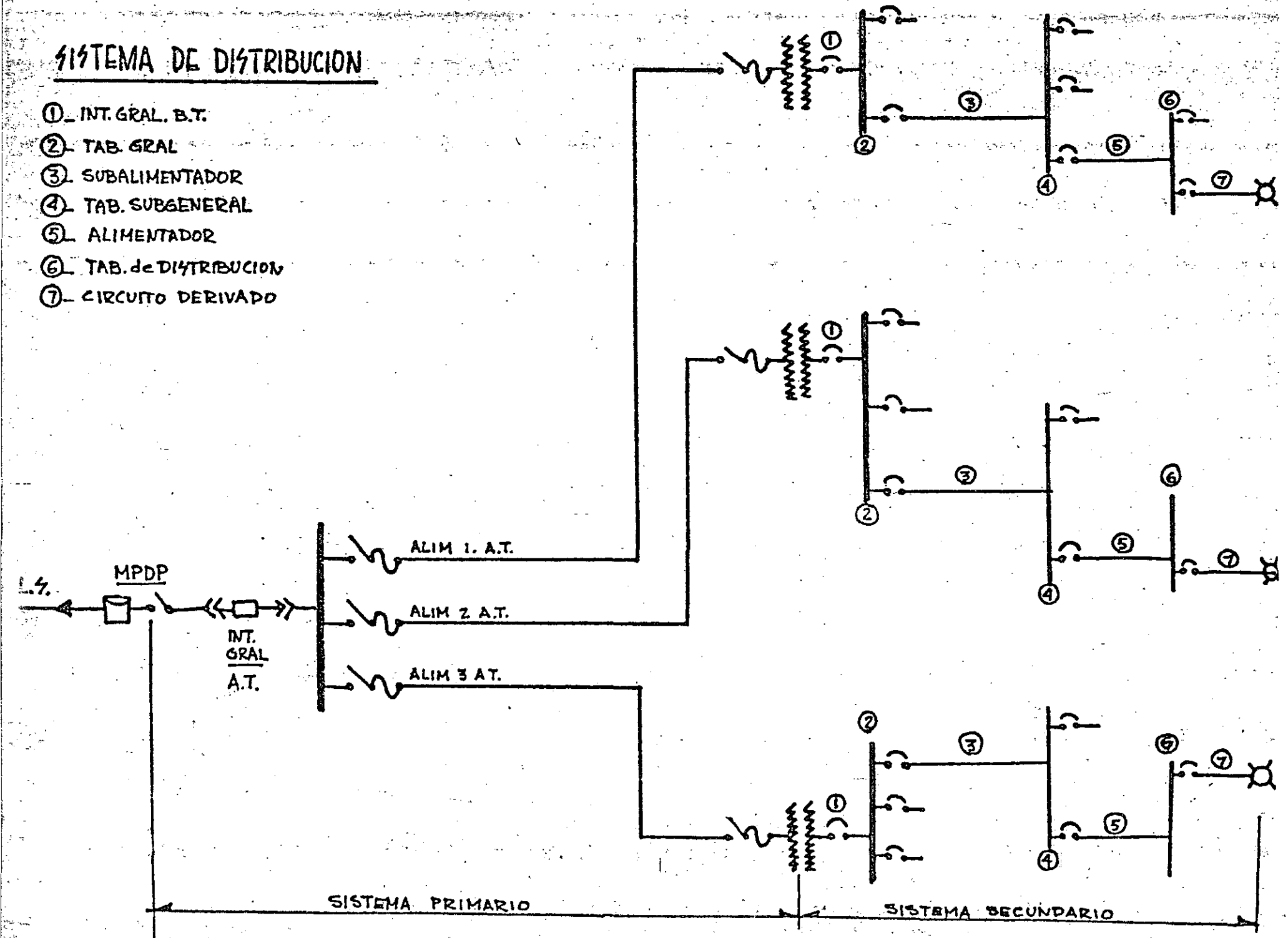

TABLERO
GENERAL
CIRCUITOS
ALIMENTADORES



CIRCUITOS
"SUB-ALIMENTADORES"

SISTEMA DE DISTRIBUCION

1. INT. GRAL. B.T.
2. TAB. GRAL
3. SUBALIMENTADOR
4. TAB. SUBGENERAL
5. ALIMENTADOR
6. TAB. de DISTRIBUCION
7. CIRCUITO DERIVADO



CARGA

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO Ó MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA" CARGA ⟹ - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORVER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

- LUMINOSA ⟶ LAMPARAS
- MECANICA ⟶ MOTORES
- TERMICA ⟶ CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO Ó DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

① PARAMETROS ELECTRICOS:
- POTENCIA
- TENSION
- CORRIENTE DEMANDADA
  - NOMINAL
  - DE ARRANQUE
  - A ROTOR BLOQUEADO
- F.P.
- FRECUENCIA

② LOCALIZACION:
- DE LA CARGA
- DE SU CONTROL
- DE SUS PROTECCIONES

③ OPERACION:
- REGIMEN DE CARGA
- TIPO DE SERVICIO.

• CLASIFICACION DE LAS CARGAS:

- DE ACUERDO CON EL SERVICIO (FUENTE DE ALI-MENTACION
  - SERVICIO NORMAL
  - SERVICIO DE EMERGENCIA

- DE ACUERDO CON SU USO
  - ALUMBRADO
    - UTILITARIA
    - ORNAMENTAL
  - APARATOS
    - DEFINIDA
    - INDEFINIDA
  - MOTORES

SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

CARACTERISTICAS DE UN CONDUCTOR :-

1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO

2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE

3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.-

4- RESISTENCIA MECANICA.

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION:- "MEDIO ó MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN".
(NTIE-81-101)

OBJETIVO: SOPORTE / PROTECCION — DE LOS CONDUCTORES

PROTECCION — vs

- DAÑO MECANICO
- EFECTO del AMBIENTE

CARACTERISTICAS GENERALES (2.9)

- DEBEN TENER CONTINUIDAD:
  - ELECTRICA:
    METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA
    (NTIE-81-301.5, 206.21)
  - MECANICA:
    - REMATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO
    - SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION → CAJA ADECUADA

- NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:
  - 220/127.5 vs 440V
  - C.D.
  - FRECUENCIA DIFERENTE
  - COMUNICACION. etc.

  Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE F2A → SI → MISMO AISLAMIENTO
  CTO. Balastro y CTO Alumbrado.

- CANTIDAD DE CONDUCTORES:

  DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA
  - COLOCARLOS
  - REMOVERLOS
  - DISIPAR CALOR

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

- DEBE EVITARSE :

  - LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301.13)

  - LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

  - INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA. (301.16)
    (SI' EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

- CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :- (301.17)

  - PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)
  - EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

(31)

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:

- T.C.
  - METALICA
    - ACERO
      - RIGIDA
        - PARED GRUESA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED EXTRA DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
      - FLEXIBLE
        - NORMAL
        - IMPERMEABLE
    - ALUMINIO
      - PARED GRUESA
      - PARED DELGADA
  - NO METALICA
    - PLASTICAS
      - RIGIDAS (PVC)
        - LIGERO
        - PESADO
      - FLEXIBLES (POLYDUCTO)
    - ASBESTO CEMENTO
    - CEMENTO

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		ACERO					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

-PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA.
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA.
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

-PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA.
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCUL
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. - LUGARES HUMEDOS.
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		ACERO					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT (36)

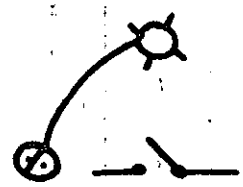
mm (pulg)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,376
ALUM: P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	559
PL. FLEX (POLYD.).	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEM.							235	270	357
CEMENTO.									195

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT (36)

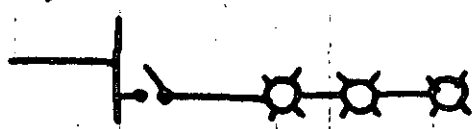
m.m. (Pulg) →	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FL-A. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	559
PL. FLEX (POLYD.).	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEM.							235	270	357
CEMENTO.									195

MEDIOS de CONTROL

- SE ESTABLECE POR MEDIO DE:
  - INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:

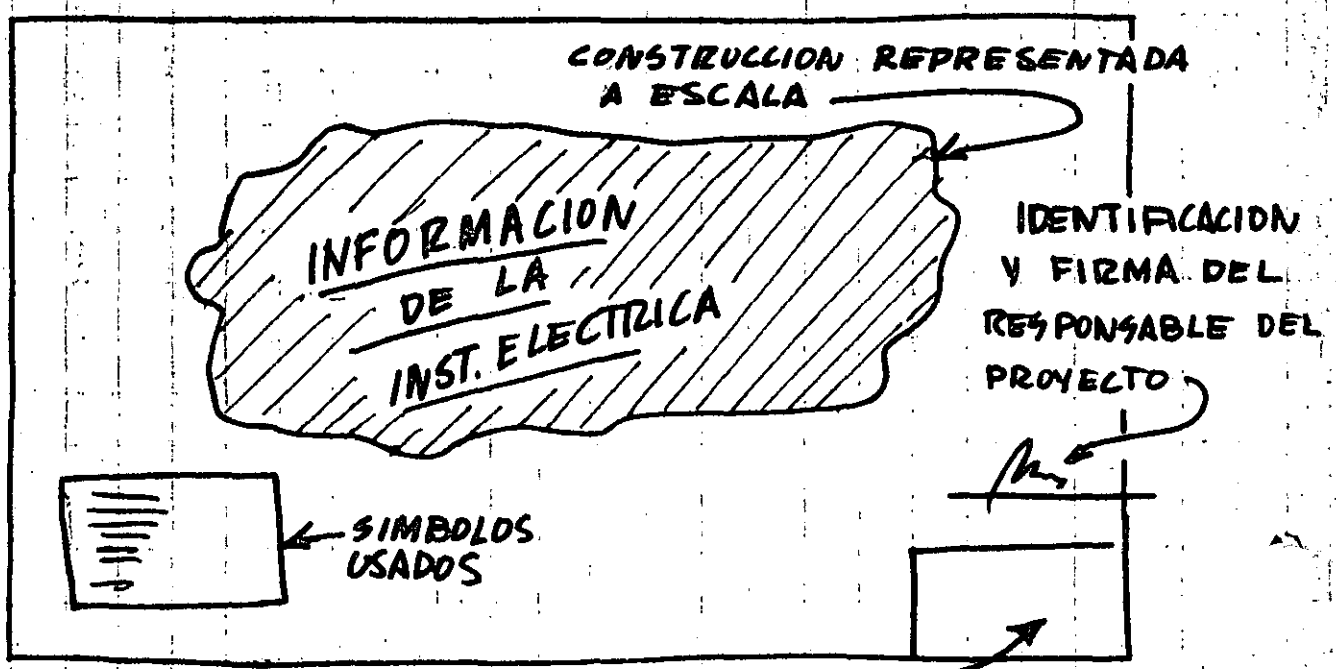


  - MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



- SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



-DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCION, ARQ, ETC.)
-ESCALA, -FECHA -Vs.

rán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida, y en el supuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente refrendar o revocar el registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dos días del mes de marzo de 1982.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rúbrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

- APARTARRAYOS
- INTERRUPTOR
- DESCONECTADOR
- DESCONECTADOR FUSIBLE
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- EQUIPO DE MEDICION
- CAPACITOR
- GRUPO GENERADOR
- ACOMETIDA

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

- SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE
- ARBOTANTE
- PS PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON
- SALIDA DE PISO
- SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio)
- TV SALIDA PARA TELEVISOR
- LP SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos)
- SALIDA TRIFASICA
- CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE
- T CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra)
- CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL
- I CONTACTO PARA INTEMPERIE
- 1,S CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos)
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE ESCALERA
- APAGADOR DE 4 VIAS
- P APAGADOR DE PUERTA
- LP APAGADOR CON LUZ PILOTO
- I APAGADOR DE INTEMPERIE
- D-N-C CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO
- ----- CABLE O CONDUCTO POR PISO
- CAJA DE CONEXION
- P ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA
- ESTACION DE BOTONES
- ZUMBADOR
- TIMBRE
- CAMPANA
- INTERFONO
- TELEFONO INTERCOMUNICACION
- TELEFONO AL EXTERIOR
- R RELOJ
- CONEXION A TIERRA
- TABLERO DE ALUMBRADO
- TABLERO DE FUERZA
- TABLERO GENERAL
- BATERIA
- MEDIO DE DESCONEXION
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- FUSIBLE
- M MOTOR
- A ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga)
- S SOLDADORA
- RESISTENCIA
- CAPACITOR
- RECTIFICADOR

D= Diámetro de la canalización.
N= Número de conductores
C= Calibre de los conductores

INFORMACION DE LA I.E. QUE PROPORCIONA:

① - DE LAS "SALIDAS": (SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

1.1 - LOCALIZACION
1.2 - ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
1.3 - CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
1.4 - DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

② DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

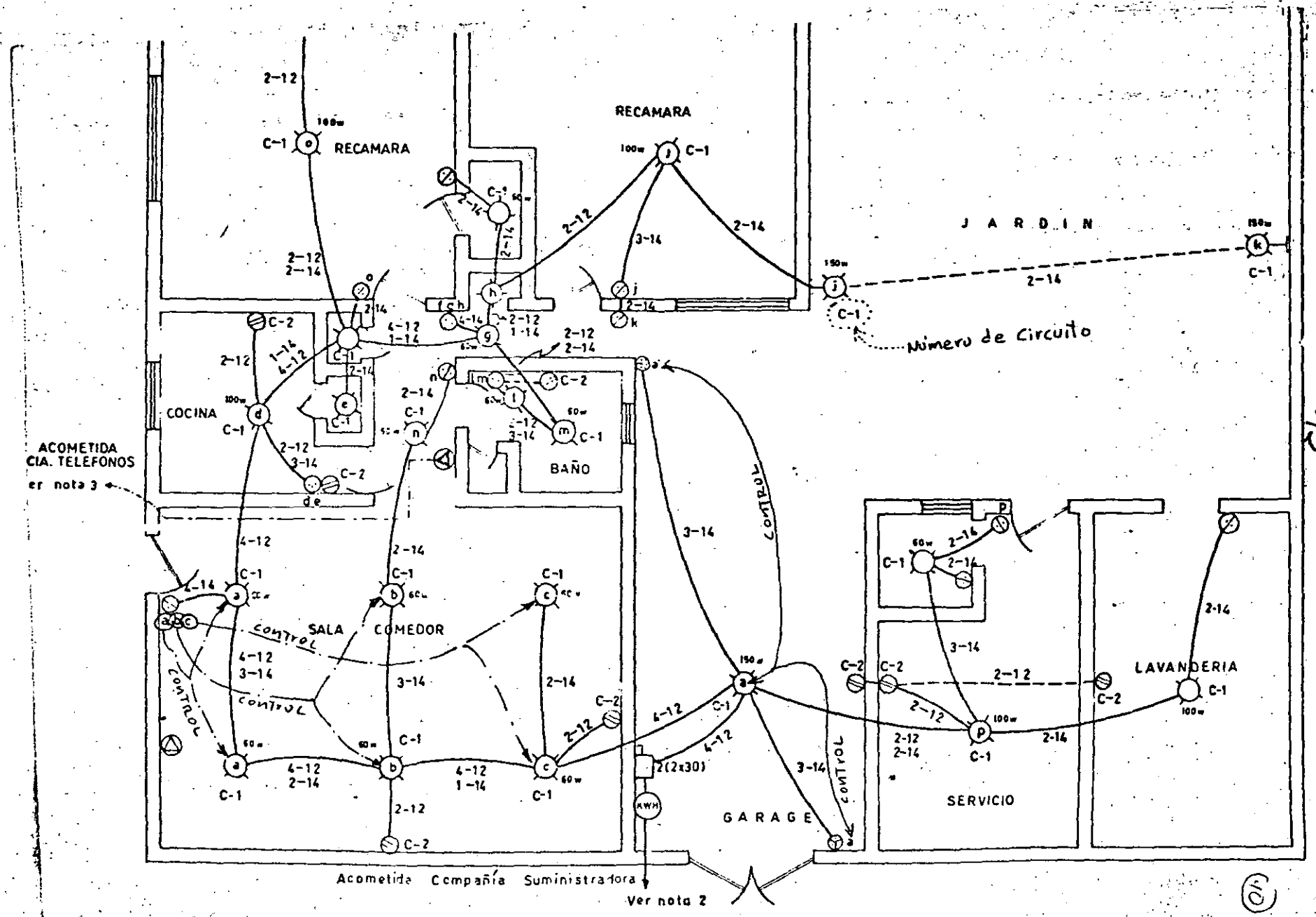
2.1 - LOCALIZACION
2.2 - ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
2.3 - CARGA ó SALIDA QUE CONTROLA

③ DE LAS CANALIZACIONES

3.1 - TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE a DONDE vá.)
3.2 - LOCALIZACION (En muro, techo ó piso)
3.3 - ESPECIFICACION
3.4 - CONDUCTORES ALOJADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICACION

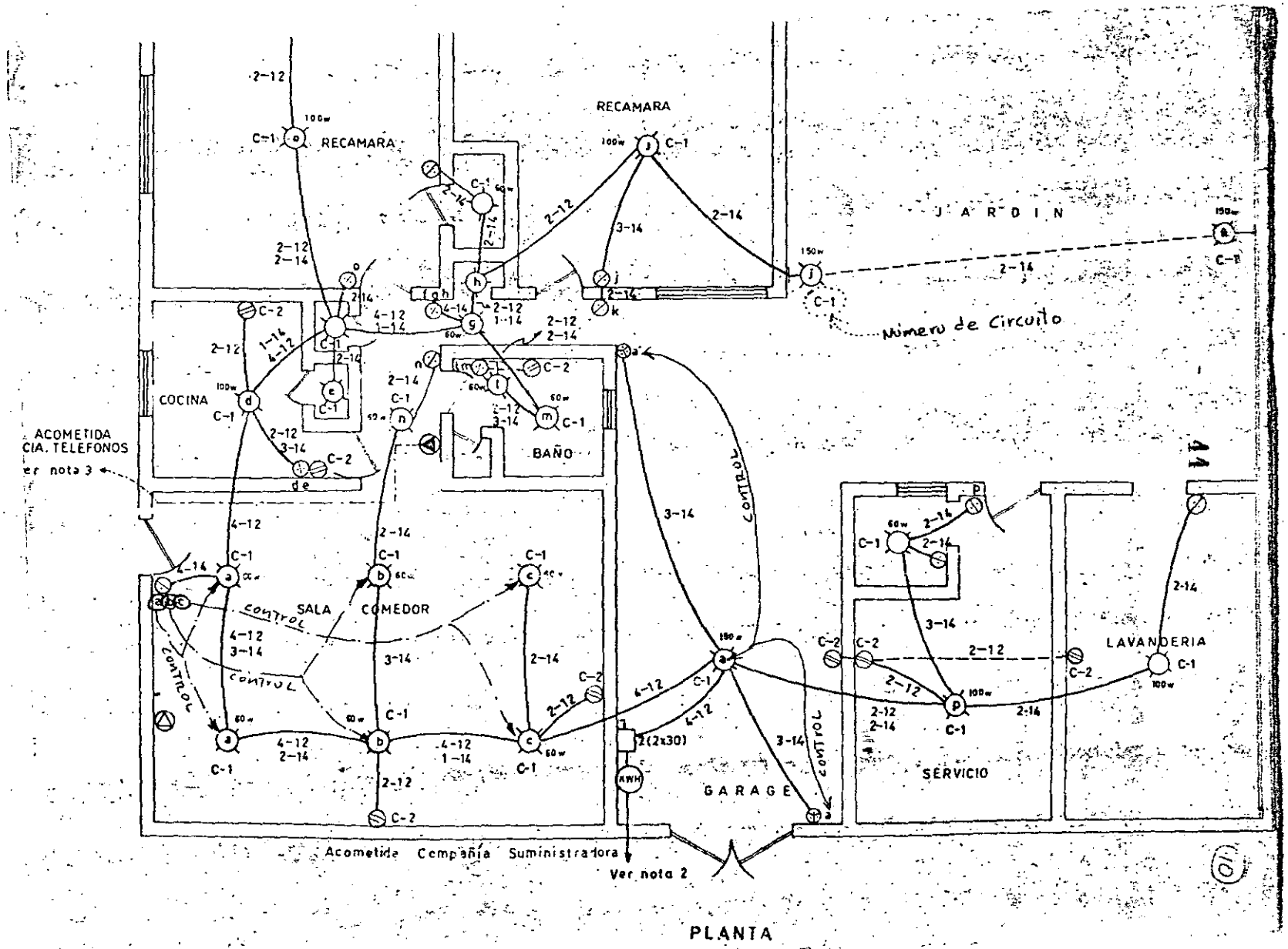
④ DE LOS TABLEROS

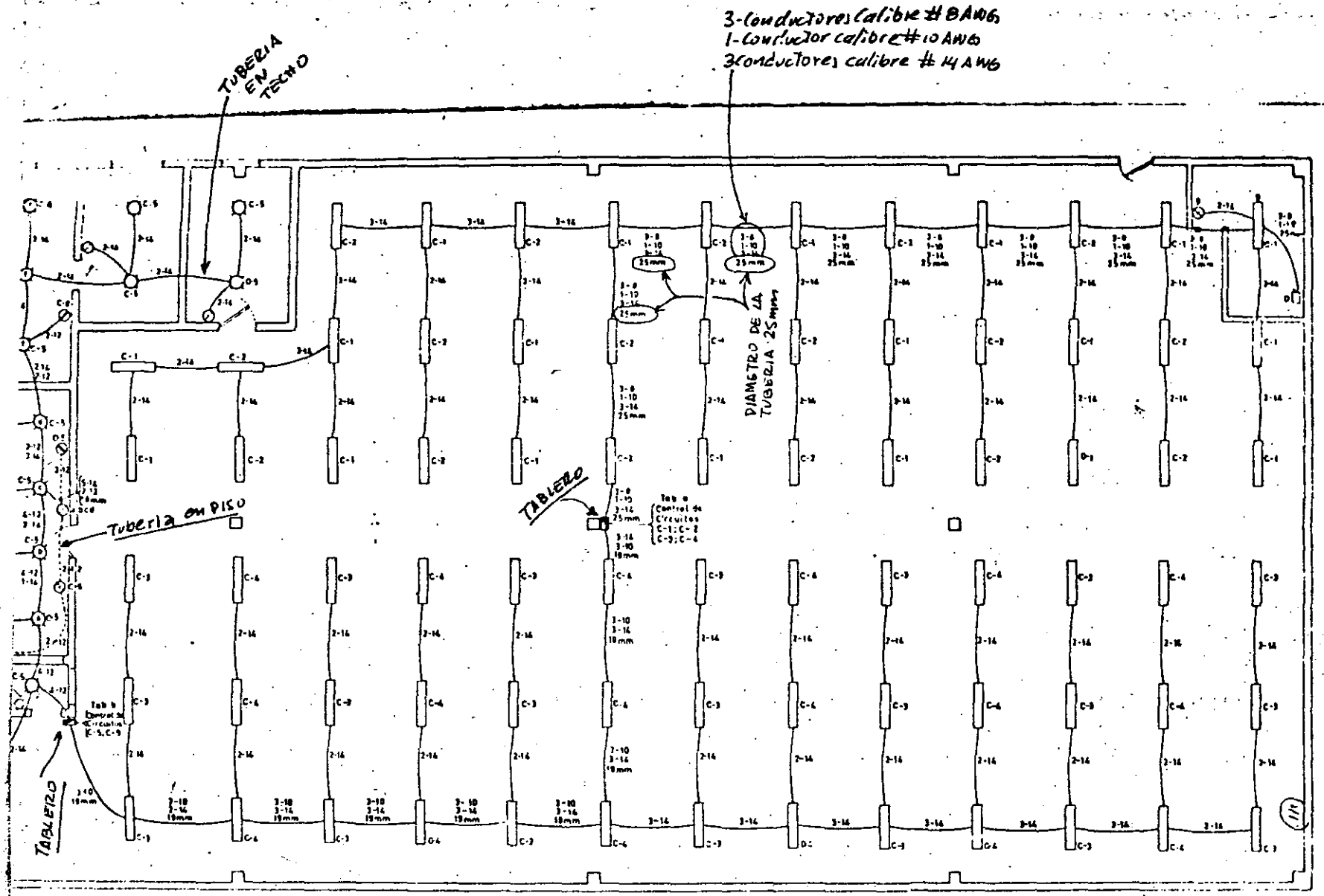
4.1 - LOCALIZACION
4.2 - ESPECIFICACION
4.3 - CUADRO DE CARGAS
4.3.1 - CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: { POR CIRCUITO / TOTAL
4.3.2 - CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO
P/FASE
TOTAL
4.3.3 - DESBALANCEO
4.4 - ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS


RECAMARA
RECAMARA
JARDIN
COCINA
BAÑO
SALA
COMEDOR
GARAGE
SERVICIO
LAVANDERIA
ACOMETIDA
CIA. TELEFONOS
er nota 3
Número de Circuito
CONTROL
Acometida Compañía Suministradora
Ver nota 2
2(2x30)
KWH

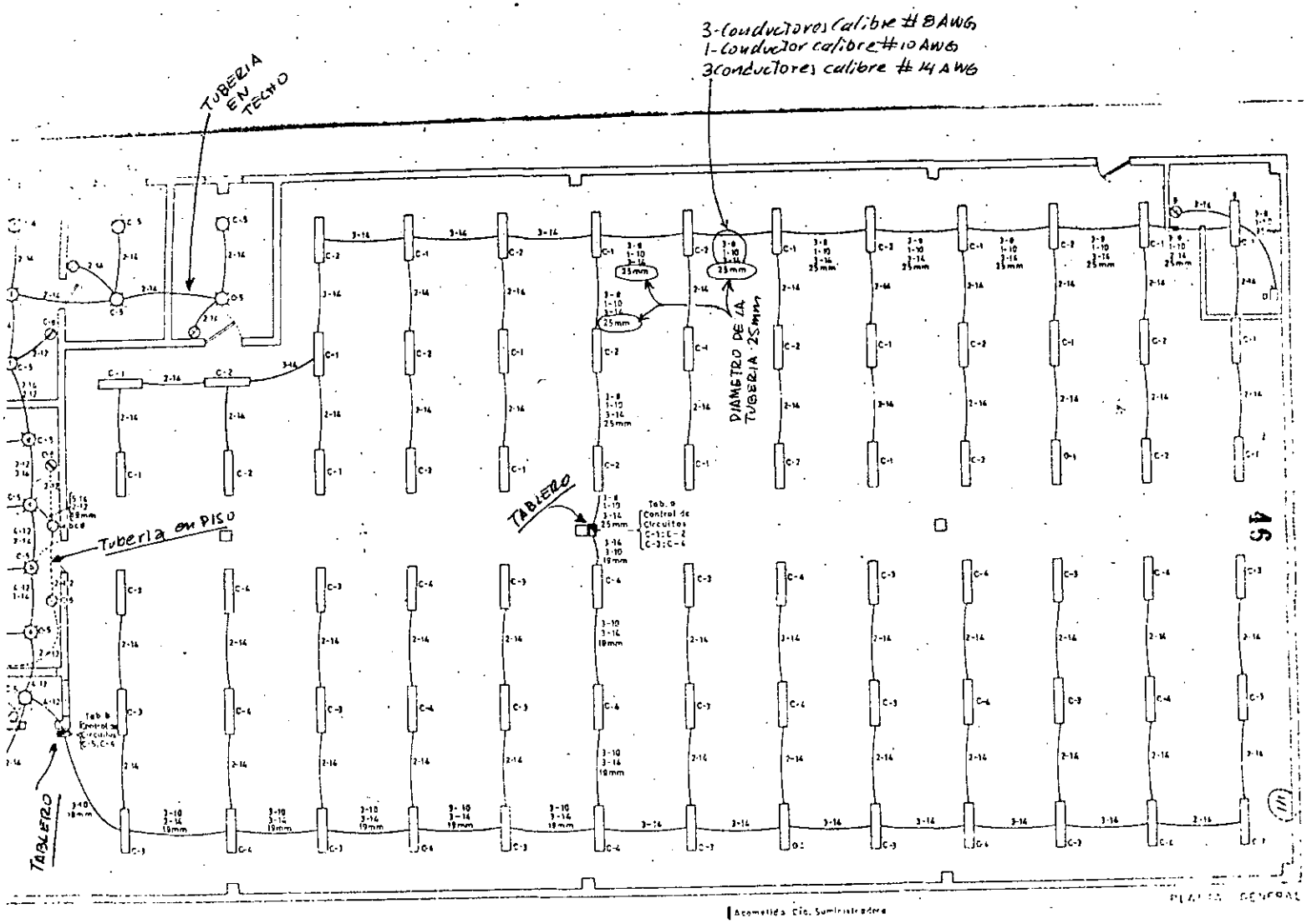
PLANTA

43


RECAMARA
RECAMARA
JARDIN
COCINA
BAÑO
SALA
COMEDOR
GARAGE
SERVICIO
LAVANDERIA
ACOMETIDA
CIA. TELEFONOS
ver nota 3
Numero de Circuito
CONTROL
2(2x30)
KWH
Acometida Compañía Suministradora
Ver nota 2
PLANTA
44



PLANTA GENERAL


3-Conductores Calibre #8 AWG
1-Conductor calibre #10 AWG
3Conductores calibre #14 AWG
TUBERIA EN TECHO
DIAMETRO DE LA TUBERIA 25mm
TABLERO
Tuberia en PISO
TABLERO
Tab. 9 Control de Circuitos C-1; C-2 C-3; C-4
Tab. 8 Control de Circuitos C-5, C-6
Acometida Cfe. Suministradora
PLANTA GENERAL

Nº	MOTOR						ARRANCADOR						TRANSFORMADOR						ALIMENTADOR					
1	3			220	3																			
2	3			220	3																			
3	1			220	3																			
4	5			220	3																			
5	2			220	3																			
6	3			220	3																			
7a		10		220	1																			
7b	1			220	3																			
7c	1			220	3																			
7d	1			220	3																			
8	1			220	3																			
9	5			220	3																			
10	3			220	3																			
11	0.50			220	3																			
12	1			220	3																			
13		4.80		220	3																			
14		6		127	1																			
15		3.25		220	3																			
16	7.50			220	3																			
17		2.85		220	3																			
18	15			220	3																			
SUMA	53.00	26.80																						

"TIPOS DE SALIDAS"

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

carga conectada por circuito

CTO Nº	Tipo A	Tipo B	Tipo C	FASE A	FASE B	FASE C
1	20			1600		
2	17			1360		
3	21					1680
4	19				1520	
5	1	23			1460	
6			10			1250
SUMA	77	23	10	2960	2900	2930

TOTAL SALIDAS POR TIPO

CARGA CONECTADA POR FASE

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA = 65.438 KW
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO = 6.625 KW

CARGA TOTAL POR FASE

fase A = 25.000 KW.
fase B = 24.960 KW.
fase C = 24.930 KW

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.24 %

CALCULO:

$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.93}{25.000} \times 100 = 0.24\,\%$$

DESBALANCEO

SIMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuerza
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Motor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Horno de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencillo
- Caja de conexiones
- Tubería por loza y techo
- Tubería por piso y muro

NOTAS:

1.— El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.

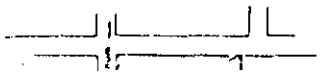
2.— Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 5 mts desde el nivel de la banqueta y constará de un tubo de diámetro no menor de 32 mm

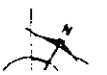
3.— Es optativo indicar:
a)- Configuración de la maquinaria
b)- Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva

4.— Dejar espacio de 10x20cm para sello y firma de esta dependencia.

5.— El desbalance entre fases no debe excedar del 5% de la fase mayor

6.— Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar concentrados cerca del equipo de medición de la cía Suministradora





DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO. ⟶ OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS DE OPERACION:-

1 - TERMICO
- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

2 MAGNETICO
- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

3 MIXTOS
- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MOVIMIENTO DE TIERRAS
COMPACTACION

ING. EMILIO GIL VALDIVIA

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

COMPACTACION

ANTECEDENTES

La necesidad de compactar los suelos que habrían de integrar una obra de tierra fué quizás uno de los primeros conocimientos empíricos que el constructor primitivo derivó de su experiencia; posiblemente por accidente, (como se han ocasionado los grandes inventos), descrubrió que los suelos compactados tienen un mejor comportamiento comparado con los sueltos. Indicios de esto son los bordos construídos en China antes de nuestra era, así como los erigidos en América por los Mexicas en el siglo XV.

La compactación fué entonces generada como un medio para obtener obras mas duraderas y con mejores propiedades mecánicas.

Como consecuencia del auge en la construcción de obras de tierra, en la tercera década del siglo XX se iniciaron los esfuerzos racionalizar la compactación en varias partes del mundo, principalmente en Estados Unidos en Norteamérica. Tales investigaciones condujeron al establecimiento de métodos para la especificación y la verificación de los trabajos de campo, mediante el uso de patrones de compactación en el laboratorio. Estos patrones se fijaron, naturalmente, atendiendo a las necesidades específicas y a los procedimientos de construcción de la época. A partir de ese momento se observa la tendencia a referir todo trabajo de compactación a aquellos patrones, independientemente de los requerimientos particulares de la obra. Ello implica proceder como si la compactación fuese un fin en sí misma, independiente de las características de la estructura por construir, y no solo un medio para lograr las propiedades mecánicas adecuadas, como lo sabían ya los primeros constructores de presas.

Actualmente aún persiste la idea de que la compactación consiste en: "incrementar el peso volumétrico del material por medios mecánicos y que a mayor peso volumétrico mejor obra se está ejecutando".

Esto desde luego en términos generales no es cierto ya que dentro del comportamiento mecánico de los suelos intervienen otras variables como se comentará más adelante.

Una definición que considera a la compactación como un medio para alcanzar el objetivo principal de los antiguos constructores es la siguiente:

"Compactación es el proceso, por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera y cumpla con el objetivo para el que fué proyectada".

Las características que se pretende mejorar con la compactación son:

a).- Resistencia.
b).- Compresibilidad.
c).- Relación esfuerzo-deformación.

d).- Permeabilidad
e).- Flexibilidad.
f).- Resistencia a la erosión

Las tres primeras son por lo general requeridas en cualquier obra, en obras se busca además una adecuada permeabilidad y una buena - - flexibilidad. Y por último una consecuencia del proceso de compactación es favorecer la resistencia a la erosión del suelo compactado.

Es importante anotar que en cada caso particular la relación entre estas características es diferente, por lo que propiedades que son deseables en una obra pueden ser menos importantes en otra. Por lo tanto se puede decir que el obtener una buena compactación implica la obtención de la relación idónea de las características antes anotadas en el suelo - procesado.

EFECTOS DE LOS DIFERENTES FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COMPACTACION

1).- Efectos del contenido de agua.

a).- En el peso volumétrico seco.

Es un hecho empírico que la eficiencia de cualquier proceso de com-- pactación depende del contenido de agua del suelo. La forma de dicha de- pendencia es la mostrada por cualquiera de las curvas experimentales Vs. . El peso volumétrico seco resultante de la compactación -- es tanto mayor cuanto menor es la diferencia entre el contenido de agua de compactación y el contenido de agua óptimo, y alcanza un máximo para dicho óptimo.

B).- En el grado de saturación.

El efecto del contenido de agua en el grado de saturación G_w de un suelo compactado también puede verse de inmediato en el diagrama Vs. W para cualquier par de valores y W, G_w puede calcularse mediante la expre sión.

$$GW(\%) = W\ (\%)\ Yd/Yw + Yd/s_s\ (100)$$

en que Yw es el peso volumétrico del agua y s_s la densidad de los sólidos. La misma ecuación permite dibujar las curvas de G_w constante que se mues- tra en la fig. 8.12, siendo constantes las otras condiciones.

Se ve que el grado de saturación disminuye rápidamente al disminuir el contenido de agua por debajo del óptimo, y que el grado de saturación de muestras compactadas con contenido de agua superior al óptimo es casi constante y relativamente alto.

2).- Efectos de la energía de compactación.

a).- En el peso volumétrico seco.

La fig. 8.12 muestra un conjunto de curvas de compactación de un mis mo suelo con el mismo procedimiento pero diferentes energías de compacta- ción. Se ve al aumentar la energía de compactación que las curvas se - -

desplazan hacia arriba y hacia la izquierda, es decir, aumenta el peso volumétrico seco máximo y disminuye el contenido de agua óptimo. Puede observarse también que el incremento de peso volumétrico seco que se logra con cierto aumento en la energía de compactación es tanto mayor cuanto menor sea el contenido de agua del suelo, de modo que cualquier incremento de energía aplicado a un suelo con contenido de agua superior al óptimo se "gasta" en deformar angularmente, pero no en reducir el volúmen del suelo. Esto se debe a que un suelo con contenido de agua superior al óptimo es más deformable y su fase fluida menor compresible (por su bajo contenido de aire).

b).- En el grado de saturación.

Como el proceso de compactación en suelos finos (poco permeables) se realiza a contenido de agua constante, todo aumento de peso volumétrico seco logrado por incremento de la energía de compactación da lugar a un aumento bien determinado del grado de saturación. Por tanto un suelo compactado con cierto contenido de agua resultará con un grado de saturación tanto más alto cuando mayor sea la energía empleada en la compactación, excepto para contenidos de agua superiores al óptimo, para los que todo intento de compactación adicional involucra un proceso muy ineficiente, por las razones señaladas en el párrafo anterior.

c).- En la estructura.

Toda energía aplicada a un suelo durante la compactación se gasta en 1) reducir su volumen, 2) inducirle deformaciones angulares. Por tanto el grado de orientación adicional de las partículas de un suelo arcilloso, inducido por un incremento en la energía de compactación es una función creciente del contenido de agua. Por lo señalado en los dos párrafos anteriores, si el contenido de agua de compactación es superior al óptimo, toda la energía adicional aplicada será empleada en acercar la estructura del suelo a la condición extrema a) de la fig. 8.11

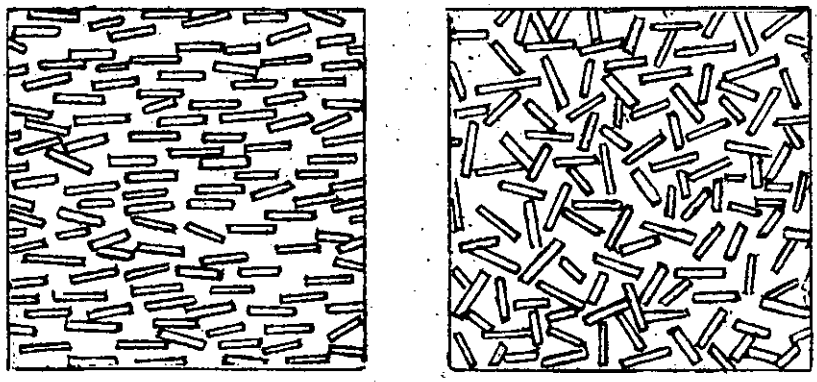


fig. 8.11 Estructuras extremas de un suelo arcilloso: a) alto grado de orientación de partículas. b) bajo grado de orientación de partículas.

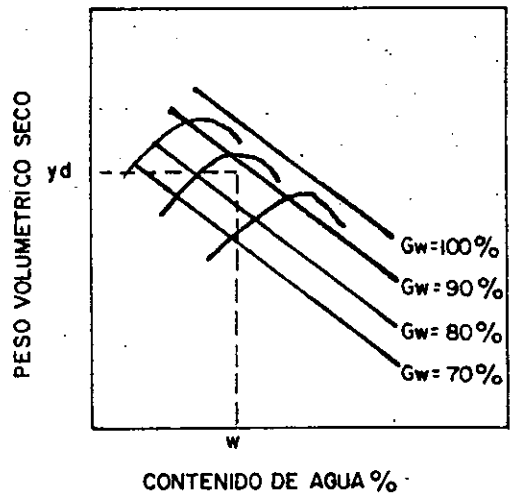


fig. 8.12 Curva Yd vs. W con curvas G_w = 100% 90% 80% y 70%

3.- Efectos del método de compactación.

Al tratar de métodos de compactación diferentes no es posible hacer comparaciones a igual energía de compactación, a causa de los factores imponderables que influyen en la eficiencia del proceso de compactación y en la magnitud misma de la energía aplicada al suelo. Interesa sin embargo, saber cual es la diferencia resultante de compactar un mismo suelo a W y d dados por dos procedimientos diferentes. En tales condiciones, cualquier diferencia de propiedades solo puede deberse a una diferencia en la magnitud de las deformaciones angulares inducidas por el método de compactación.

Por tanto, a igualdad de W y de d, el máximo grado de orientación de las partículas se lograría, en el laboratorio, mediante compactación por amasado y el mínimo por compactación estática; la compactación por impactos daría resultados intermedios. En el campo, la compactación con rodillo pata-de-cabra produce un grado de orientación de partículas ligeramente mayor que el rodillo neumático.

Por otra parte, una diferencia muy conocida entre los resultados de las pruebas de compactación por amasado y por impactos en el laboratorio es que el lugar geométrico de los óptimos corresponde a grados de saturación mayores en la primera que en la segunda prueba mencionada.

El orden de magnitud de dicha diferencia para una arcilla arenosa bien graduada y poco plástica es menor que para suelos más plásticos.

4).- Efectos de la fracción gruesa.

El efecto principal de la fracción gruesa de un suelo en los resultados de la compactación se manifiesta principalmente en el peso volumétrico seco. En el efecto de la fracción gruesa en el peso volumétrico seco máximo de una mezcla bien graduada de arcilla, arena y grava, se ve

que el peso volumétrico seco máximo aumenta y hasta cierto límite al -- aumentar de porcentaje de fracción gruesa, para después decrecer. Puede decirse que mientras la fracción fina constituye una matriz dentro - de la cual las partículas gruesas no establecen cadenas continuas, el - peso volumétrico seco máximo aumenta con el porcentaje de gruesos, ocurriendo lo contrario a partir del momento en que la fracción gruesa forme una estructura continua.

Si a contenido de gruesos constante, se cambia la granulometría de la fracción gruesa, el peso volumétrico seco máximo aumenta sistemáticamente al mejorar la distribución granulométrica de la fracción gruesa. Por esta razón es inadecuado el procedimiento de compactación de laboratorio en el que la fracción retenida en cierta malla (generalmente la de 3/4") se sustituye por el mismo peso de material que pasa por aquella malla y es retenido en la No. 4. Los resultados de la compactación por tal método obviamente no son aplicables a la verificación de la compactación de campo.

El efecto de la fracción gruesa en la posición de la curva de óptimos es muy pequeño. De su influencia en la estructura no tienen evidencias claras; pero cabe esperar que no sea muy importante.

COMPACTACION DE PROYECTO

El requisito de compactación se fija básicamente buscando el balance óptimo de las siguientes propiedades:

1).- Homogeneidad.
2).- Características favorables de permeabilidad.
3).- Baja compresibilidad para evitar el desarrollo de presiones de poro excesivas o deformaciones inaceptables. Este requisito es más importante a mayor altura del terraplén.

4).- Razonable resistencia al esfuerzo cortante.
5).- Permanencia de las propiedades mecánicas en condiciones de - saturación.
6).- Flexibilidad, para soportar asentamientos diferenciales sin agrietamiento.

El cumplimiento de la condición 1 depende sólo del equipo de compactación que se use y del buen control del proceso. El conjunto de -- los requisitos 3 y 4 es conflictivo con los 5 y 6 y frecuentemente con el 2.

Dados el suelo y la energía de compactación de campo, la mejor solución al conflicto es la compactación con un contenido de agua muy próximo al óptimo de campo. Cuando uno de los grupos de requisitos en conflicto se considera más importante que el otro, debe modificarse en el - sentido que convenga la especificación del contenido de agua de compactación por ejemplo, si las condiciones 3 y 4 se consideran de mayor interés que las 5 y 6, debe especificarse un contenido de agua menor que el óptimo, y mayor, en caso contrario.

La condición 5 puede investigarse mediante pruebas de consolidación en que la muestra se someta a saturación bajo diversas cargas, así se -- llegará a un valor mínimo aceptable del contenido de agua de compacta- - ción.

Para estimar el máximo contenido de agua de compactación aceptable desde el punto de vista de las condiciones 4 y 5 se pueden realizar -- pruebas triaxiales sin consolidación ni drenaje, con mediación de los - coeficientes de presión de poro A y B. El contenido de agua mínimo ne- cesario para satisfacer la condición 6 sólo se puede estimar cualitativa mente, pues por ahora no hay disponible ninguna correlación entre el com portamiento probable del prototipo y las propiedades esfuerzo-deforma- - ción de los suelos.

Al especificar el mínimo peso volumétrico seco debe considerarse -- sobre todo la experiencia acumulada en la construcción de obras simila-- res.

En rigor el requisito de compactación se fija en términos del equi- po que se vaya a usar, del resultado que se espera obtener o por una - - combinación de ambas cosas. La formulación de un requisito adecuado re- quiere un conocimiento detallado de la sensibilidad del suelo compactado, a todas las variables de importancia en el proceso de compactación; de - éstas, el contenido de agua es probablemente lo que más influye. Muchas veces en el requisito de compactación se omite toda referencia al conte- nido de agua y entonces tal especificación puede cumplirse con un amplio intervalo de contenidos de agua, , ajustando el tipo de equipo y su modo de empleo. Pero en tal caso, el suelo que se compacte puede tener tam-- bien una amplia variedad de comportamientos, independientemente de que - se alcance el mismo peso volumétrico seco.

PRUEBAS DE LA COMPACTACION

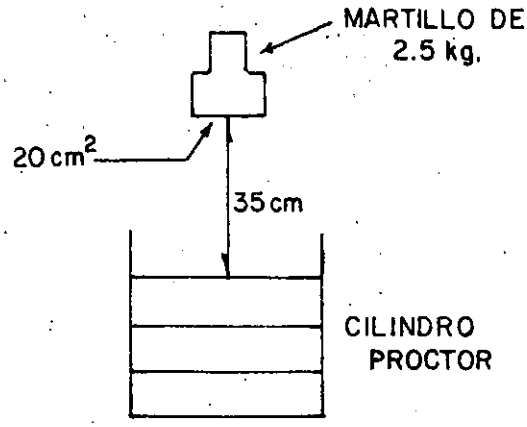
En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resis- tencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia - necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a - esfuerzos de compresión y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos.

R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso - volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo pa- ra hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sen cillo. Proctor estableció una prueba que consiste en:

1).- Se toma una muestra representativa del suelo a compactar, de humedad conocida.

2).- Se toma un cilindro de 4" de diámetro x 4½ de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con material de prueba.

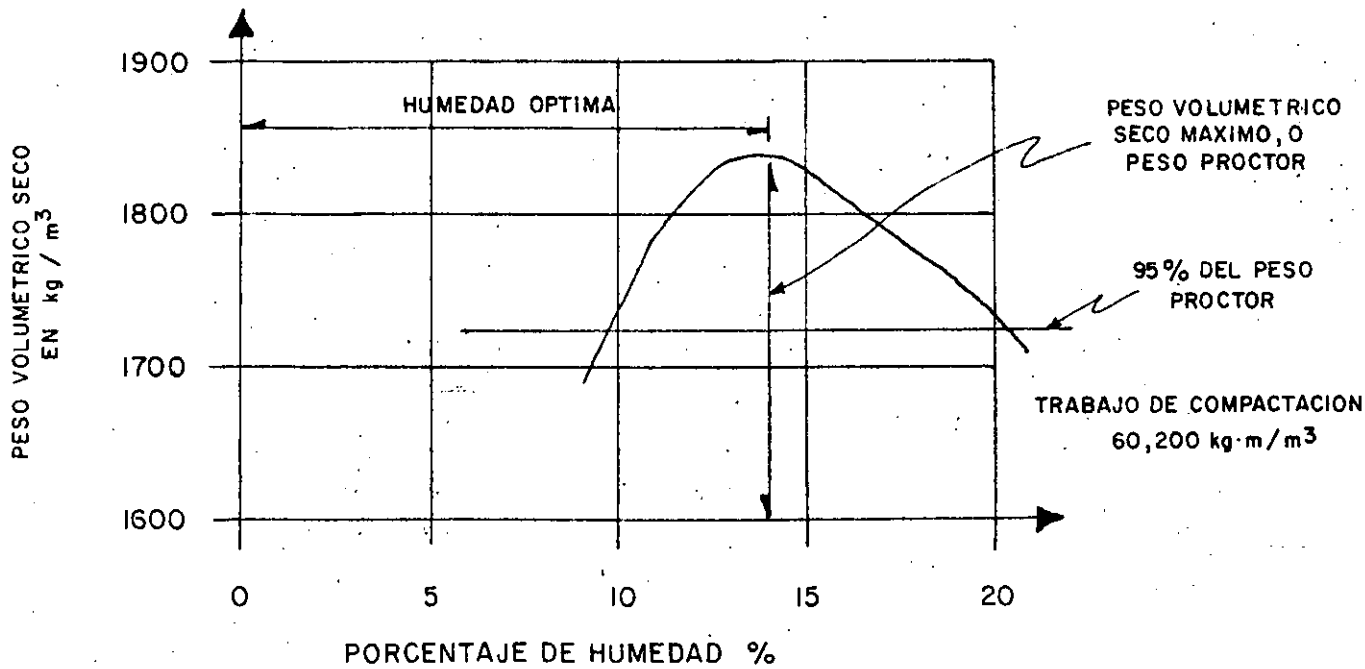
3).- Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 kg.- con un área de contacto de 20 cm2 , el que se deja caer de 35 cms. de altura. Todo esto con el objeto de siempre dar al ma- terial la misma energía de compactación.



4).- Se pesa el material y como el volúmen es conocido se calcula el peso volumétrico húmedo, simplemente dividiendo el peso del material entre su volumen. Como la humedad es conocida, se resta el peso del agua y se obtiene el peso volumétrico seco para esa humedad.

5).- Se repite la prueba varias veces, variando cada vez el grado de humedad, con lo que se obtienen pares de valores Humedad-Peso volumétrico seco.

Con estos pares de valores se dibuja una gráfica:



Puede observarse que hay un cierto contenido de humedad para el cual el peso volumétrico es máximo, este peso se conoce como: "Peso volumétrico seco máximo" (P.V.S.M.), ó peso Proctor, y el contenido de humedad como humedad óptima.

El diseñador entonces especifica el porcentaje del peso proctor que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

Por ejemplo: si el proyectista especifica 95% Proctor en el caso de la gráfica, tenemos P.V.S.M. = 1820 kg/M3

95% de P.V.S.M. = 0.95 x 1820 = 1729 kg/M3.

Es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco de 1729 kg/M3 en ese material.

Debe hacerse notar que con un trabajo de compactación de 60,200 kg. m/m3, sería imposible obtener el 95% proctor si el contenido de humedad estuviera abajo del 10% o arriba del 21%.

La razón de la existencia de un peso volumétrico máximo es que en todos los suelos, al incrementarse su humedad, se les proporciona un medio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo de estas cuando se sujetan a un cierto trabajo de compactación. Si se sigue aumentando la humedad, con el mismo trabajo de compactación, se llega a obtener un mejor acomodo de sus partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, si se aumenta la humedad todavía, el agua empieza a ocupar el espacio que debería ocupar las partículas del suelo y por lo tanto comienza a bajar el peso volumétrico del material, para el mismo trabajo de compactación.

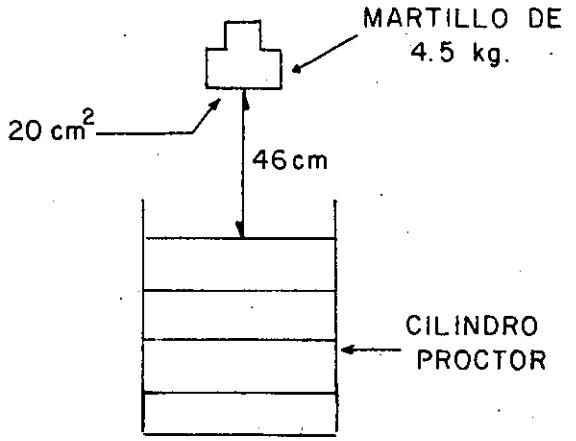
Por lo tanto, si se aumenta o disminuye la humedad será necesario aumentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general no es económico. En caso de bajar la humedad el aumento del c puede provocar ruptura de partículas en suelos granulares, y en caso de aumentar la humedad el aumento de c puede dar d, superior al estardar con otras características distintas del supuesto por el proyecto.

PRUEBA PROCTOR MODIFICADA

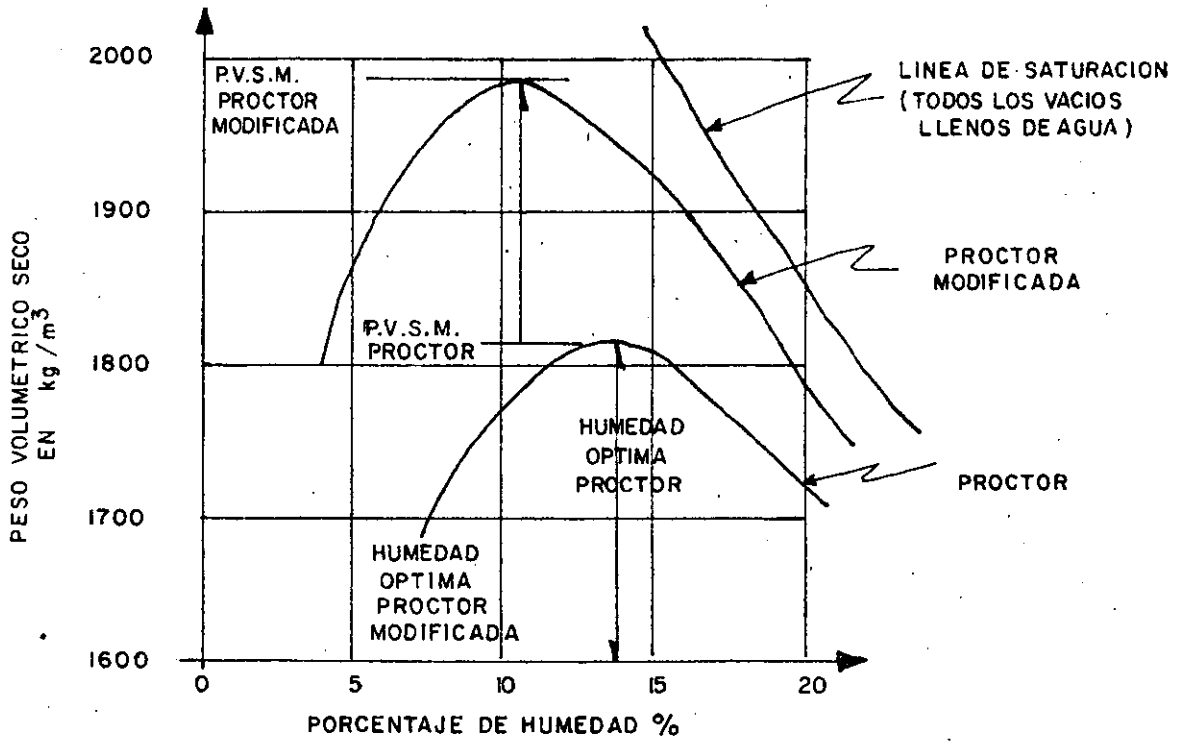
Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba Proctor modificada.

Para esta prueba se usa el mismo cilindro proctor, pero el material se compacta en 5 capas con un martillo de 4.5 kg. y cayendo de una altura de 46 cms. dando 25 golpes por capa, el trabajo de compactación se incrementa de 60.200 kg.m/m3 a 297,500 g.m/m3.

En todos los aspectos las dos pruebas son semejantes, únicamente el trabajo de compactación se ha incrementado aproximadamente 4.5 veces.



La gráfica siguiente es un ejemplo de la prueba proctor y la prueba proctor modificada efectuadas en el mismo material.



Observese que en esta gráfica aunque el trabajo de compactación se ha incrementado 4.5 veces, la densidad solamente se incrementó 9% y que la humedad óptima disminuyó 3%. Esto último es invariablemente cierto.

PRUEBA PORTER

La prueba Proctor modificada ha dado muy buen resultado en suelos cuyos tamaños máximos son de 10 mm. (3/8"); en suelos con partículas mayores, el golpe del martillo no resulta uniforme y por lo tanto la prueba puede variar de resultados en un mismo material.

Para obviar esta dificultad se ideó la prueba Porter que consiste en lo siguiente:

1).- Se toma una muestra del material a probar y se seca.

2).- Se pasa por la malla de 25 mm. (1") y se determina el porcentaje en peso retenido en la malla, si el porcentaje es menor del 15% se usará para la prueba el material que pasó la malla. Si el porcentaje retenido es mayor del 15% se prepara del material original una muestra que pase la malla de 1" y que sea retenida en la malla No. 4, de esta muestra se pesa un tanto igual al peso del retenido el que se agrega al material que pasó la malla de 1"; con este nuevo material se procede a la prueba.

3).- A 4 kg. de la muestra así preparada se le incorpora una cantidad de agua conocida y se homogeniza con el material..

4).- Con este material se llena en tres capas, un molde metálico de 6" de diámetro por 8" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1-9 cms) de diámetro por 30 cms. de longitud con punta de bala.

5).- Sobre la última capa se coloca, una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 tons.

6).- Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de 140.6 kg/cm2., la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad ensayada es inferior a la óptima.

7).- Se prosigue por tanteos hasta que la base del molde se humedezca al alcanzar la carga máxima. La humedad de ésta prueba es la humedad óptima. Se determina entonces el peso volumétrico seco de la muestra dentro del cilindro, a este peso se le conoce como el "Peso Volumétrico Seco Máximo Porter", y que será el peso comparativo para el trabajo de campo.

Por ejemplo si en la prueba Porter obtuvimos un "Peso Volumétrico Seco Máximo" de 2.000 kg/M3 y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de 0.95 x 2.000 = 1.900 kg/M3.

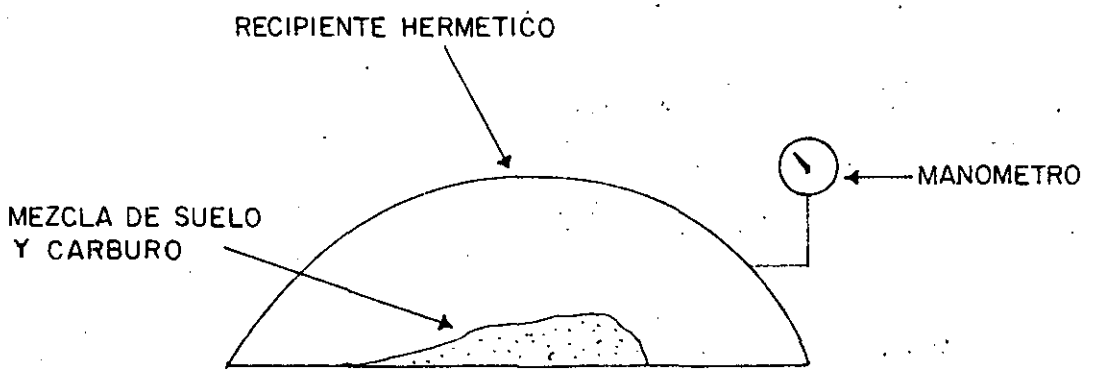
METODOS DE CONTROL

Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificaco hay dos métodos principales:

a).- Medida física de peso y volumen

b).- Mediciones nucleares.

En cualquiera de los métodos existentes el principal problema radia en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente se calienta una parte del material hasta secarlo y por diferencia se obtiene la humedad, pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso volumétrico con el calentamiento, debido a la evaporación de partes orgánicas principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso volumétrico. Para evitar esto se han desarrollado últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy", que consiste en colocar un peso conocido de suelo mezclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo acetileno y por lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rápidamente de esta manera el porcentaje de humedad.



Veamos ahora los dos métodos mencionados anteriormente para hacer las determinaciones.

La primera es la más exacta y consiste en:

1).- Se excava un agujero de 10 a 15 cms. de diámetro a la misma -- profundidad de la capa por probar.

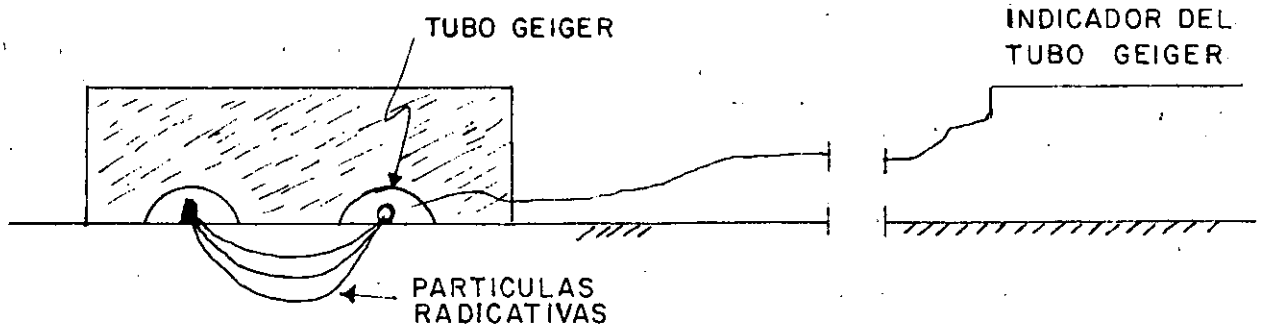
2).- El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.

3).- El volumen del agujero es medido. El método usado generalmente es llenándolo con una arena de peso volumétrico constante - que se tiene en un recipiente graduado.

4).- Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, se calcula el peso volumétrico de la muestra, que debe ser - - igual ó mayor que el peso volumétrico seco especificado.

PRUEBA DE MEDICION NUCLEAR

Para evitar el tiempo y costo que significa la prueba anterior se - han ideado varios métodos, uno de ellos es el Método nuclear, que consiste en un bloque de plomo que contiene un isótopo radiactivo y un tubo -- geiger.



El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de - partículas que llegan al tubo Geiger están en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumé- - trico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuentemente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud - varía con el tipo de suelo.

Estas desventajas sin embargo son despreciadas por los constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar - que una cierta capa ha sido compactada, prosiguiente el trabajo de inme-- diato con la siguiente capa.

Tres o cuatro pasadas del equipo de compactación con frecuencia hacen llegar el material cerca del peso volumétrico especificado, tendiendo y compactando la siguiente capa se puede alcanzar la compactación especificada debido al esfuerzo de compactación que se transmite a través de la capa superior. Haciendo las pruebas en la 2a. capa de arriba hacia abajo se pueden evitar pasadas innecesarias.

COMPACTACION Y COMPACTADORES.

Los esfuerzos mecánicos empleados en la compactación, son una combinación de uno o más de los siguientes efectos:

1).- Presión: La aplicación de una fuerza por unidad de área.

2).- Impacto: golpeo con una carga de corta duración, alta amplitud y baja frecuencia.

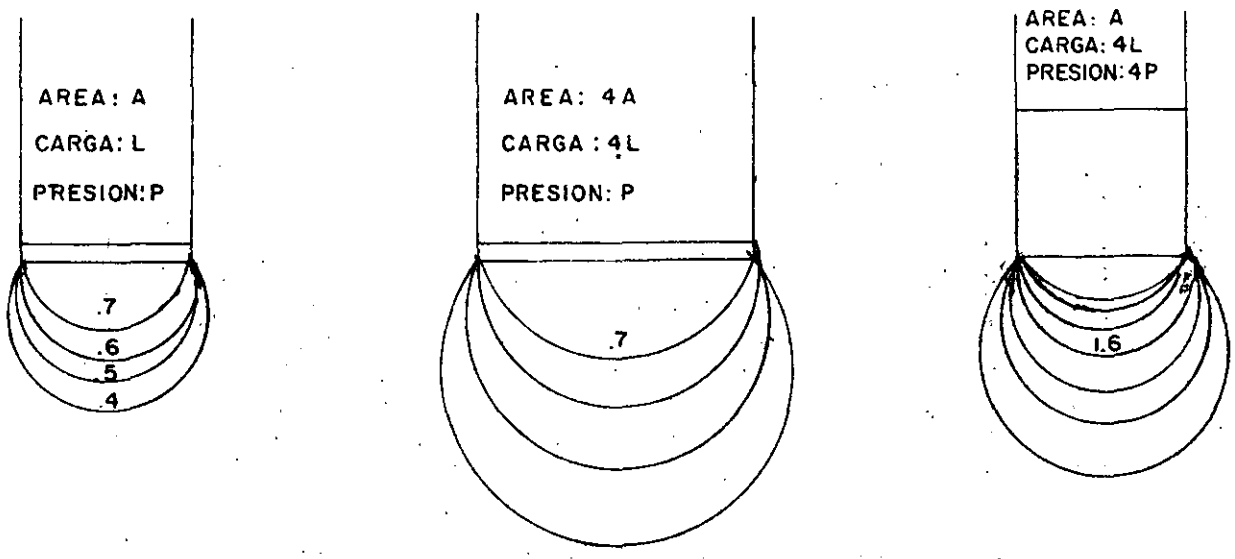
3).- Vibración: golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia y baja amplitud.

4).- Manipulación: Acción de amasado, reorientación de partículas próximas, causando una reducción de vacíos.

De hecho, los cuatro son métodos de aplicar esfuerzos sobre un vacío.

Consideramos una placa rígida, circular de área "A", colocada sobre un suelo, a la que se aplica una carga L, dando una presión de contacto "p".

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de igual presión, obtendremos superficies llamadas bulbos de presión.



Obsérvese lo siguiente:

1).- Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante incrementando la carga, la profundidad del bulbo de presión aumenta.

2).- Si aumenta la presión y el área permanece constante: la profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor.

De 1 y 2 se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De 2 se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De 1 se deduce que para aumentar el espesor de la capa debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La teoría de los bulbos de presión fué desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son plásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para euslos granulares.

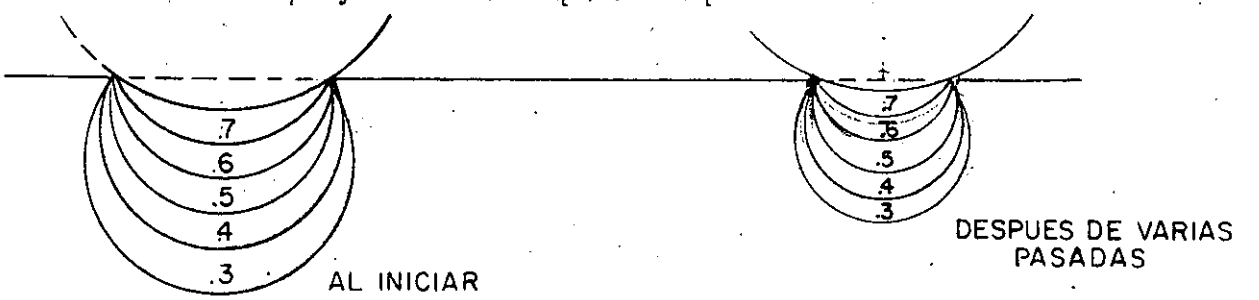
TIPOS DE COMPACTADORES.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, describiremos sus características básicas:

1).- Rodillos Metálicos.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más o menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión, aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie. Estos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).



Bulbos de presión bajo un rodillo metálico.

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la - penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más o menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos, con un doble efecto negativo:

a).- El incremento de energía de compactación.

b).- La reducción del contenido de humedad.

De acuerdo con el comportamiento del suelo para estos cambios, deben esperarse altísimos pesos volumétricos que se aprecian como encarpetamientos con los defectos conocidos para esta condición.

2).- Rodillos pata de cabra.

Consisten en cilindros dentados con diferentes diseños de "pata". Ver fig. 8.5, trabajan en forma eficiente en materiales cohesivos y se dice -- que compactan de abajo hacia arriba, ya que al comenzar a transitar sobre el material suelto depositado, se hunden aplicando todo el peso en los niveles inferiores de la capa. Asi al aplicar varias pasadas van aflorando porque el incremento de compactación permite que el equipo sea soportado - por la capa, para el compactador la última fracción de capa queda general-- mente suelta y pasa a formar parte del espesor de la capa siguiente. Con - lo anterior se consigue:

a).- Una compactación uniforme.

b).- Una integración entre las capas compactadas, evitando estratificaciones indeseables.

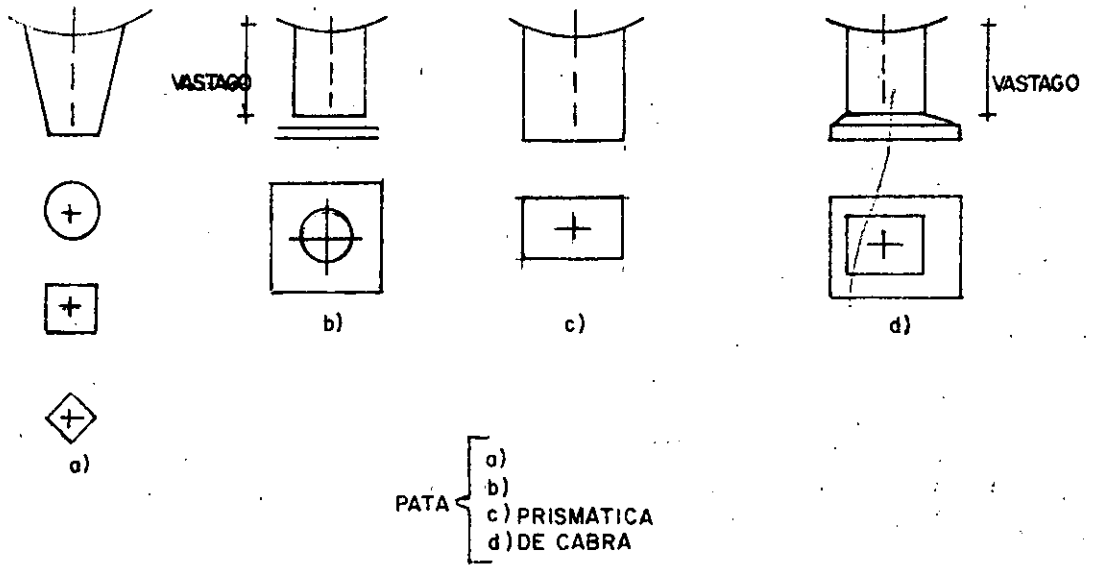


Fig. 8.5 Tipos usuales de patas de rodillos pata de cabra.

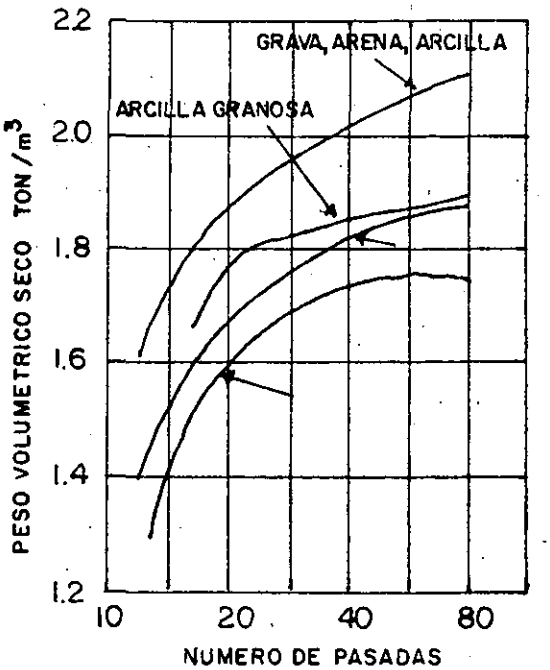


Fig. 8.6 Compactación con rodillo pata de cabra del número de -- pasadas en el grado de compactación de diversos suelos.

El número de pasadas, el tipo de material y el área de la pata, influye en el peso volumétrico obtenido así como en el contenido de humedad del material. (ver figura 8.6 (arriba) y 8.7 en la hoja siguiente).

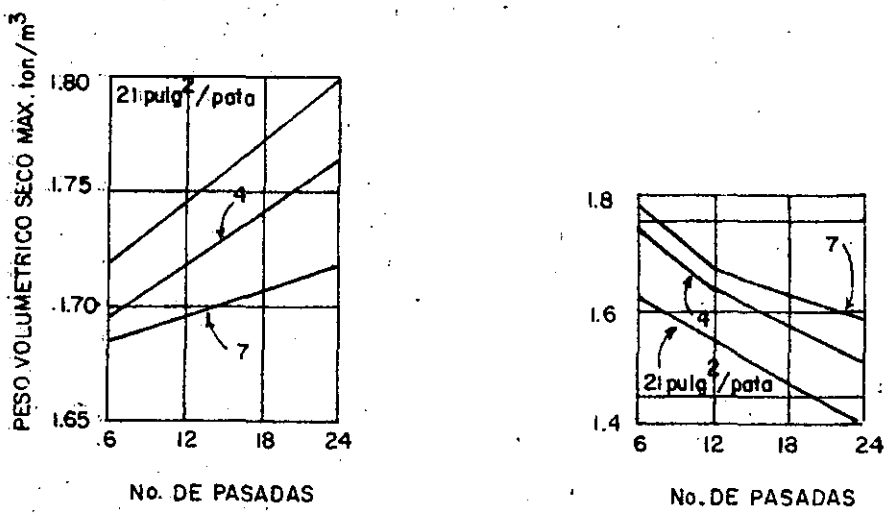


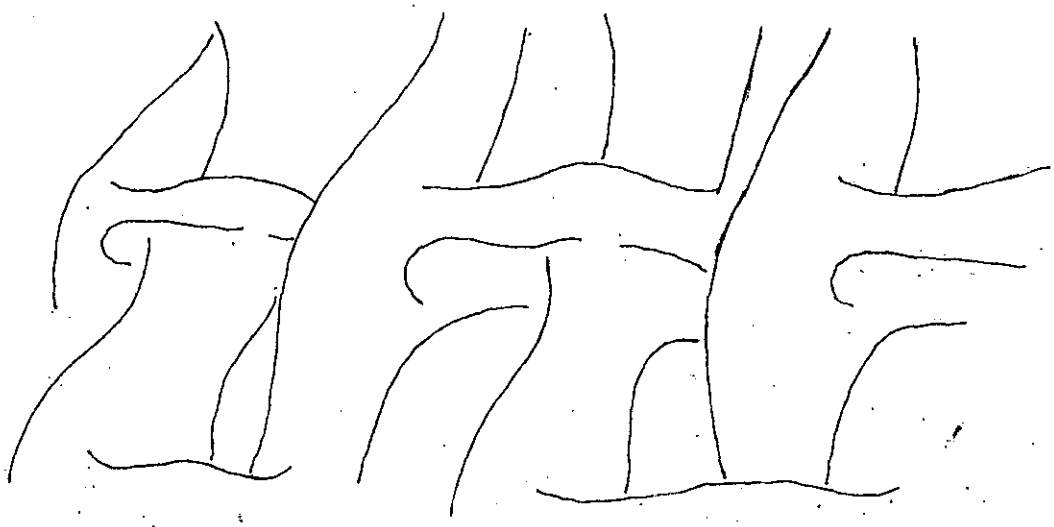
Fig. 8.7 - Compactación con rodillo pata de cabra: efecto del área de contacto de las patas en el peso volumétrico seco y en el contenido de agua óptimo de campo.

3).- Rodillos de Reja.

Este compactador fué desarrollado originalmente para disgregar y -- compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta - y estable. Como una guía la roca que se puede escarificar también se - - puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja produ-- cen efectos de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce - - efecto de vibración, efecto en materiales granulares. El perfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de manipulación por lo que este - rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia.

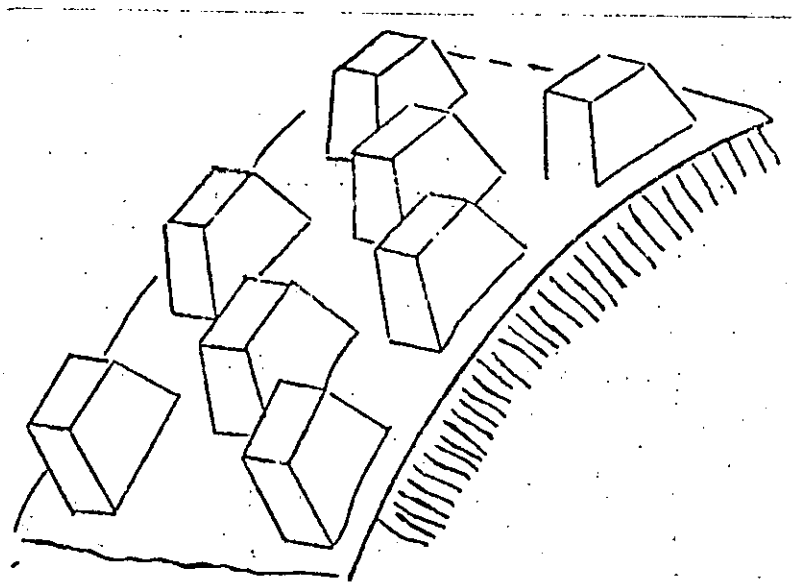


Configuración de la reja.

Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como ser una base de una carretera.

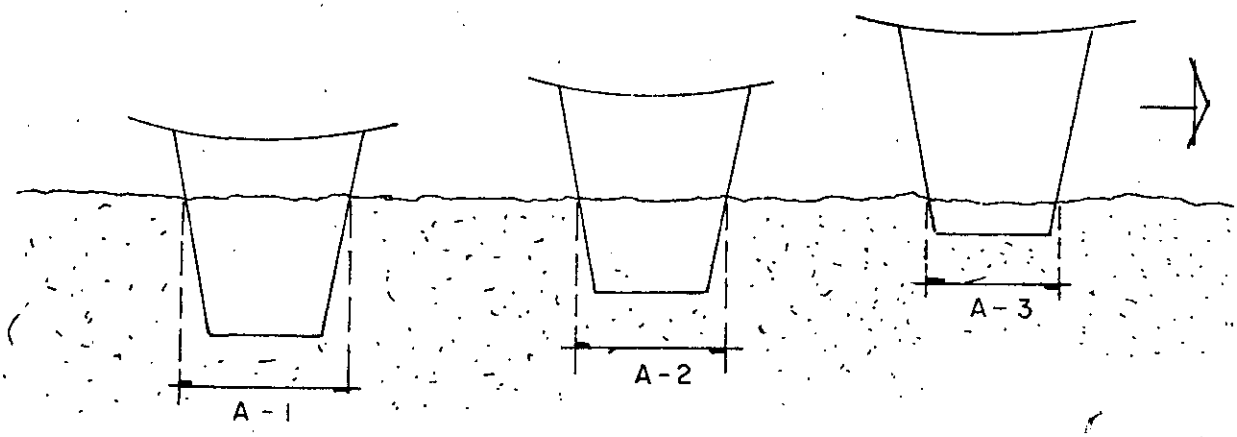
4).- Rodillo de Impacto (Tamping Roller).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, -- este es un rodillo metálico, al que se han fijado uñas saliendo en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada.



Sección de un rodillo de impacto, mostrando la distribución y forma de las pirámides.

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto le da las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.



Ajuste del area de apoyo.

El diseño contempla una fácil entrada y salida de la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente manipulación con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre en cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos.

5).- Rodillos vibratorios.

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi limitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m.).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación.

Buscando extender estas ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos de impacto (Tamping Roller) vibratorios, en que la fuerza y la amplitud de la vibración se han aumentado.

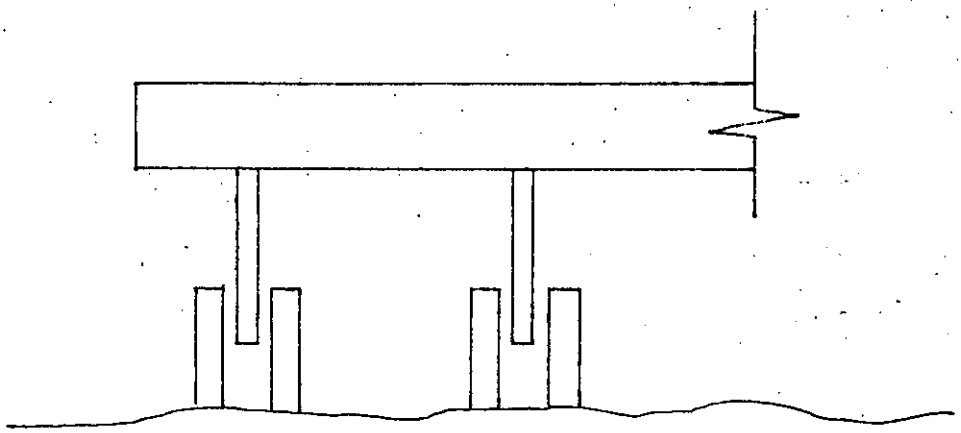
Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase" a un marco rígido para obtener efecto de manipulación.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9.000 kg. de fuerza dinámica y grandes de más de 9.000 pudiendo llegar hasta 20.000 kg. o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que haya que manejarlos con cuidado.

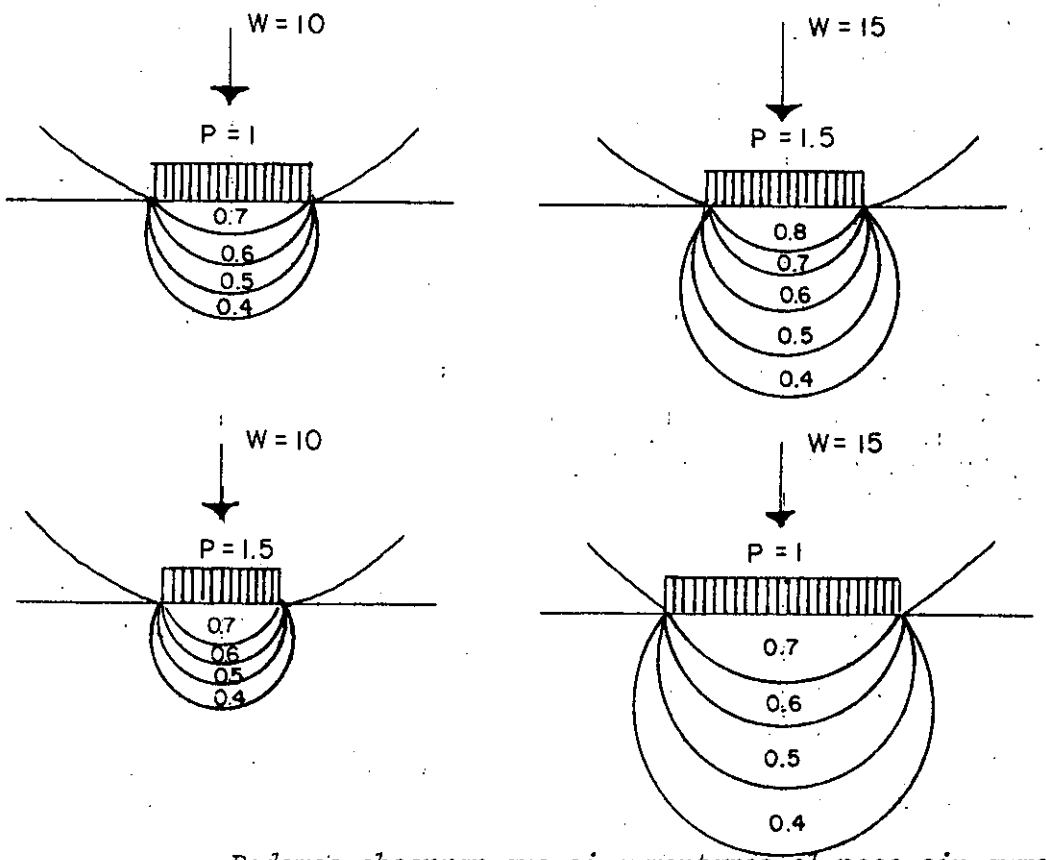
Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 6 km./h. velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

6).- Rodillos Neumáticos.

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.



La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta si W es el peso del compactador y "p" es la presión de contacto:



Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, esto nos permitirá trabajar capas relativamente mayores, pero el aumento de eficiencia es caso nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encarpetar la capa, esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en bases y sub-bases.

Si aumentamos el peso y la presión, estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa sin embargo esto nos puede disminuir la vida útil de las llantas y del equipo.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi en compactadores grandes (de 0 a 60 tons.).

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Los rodillos de neumáticos grandes proveen excelente manipulación en materiales cohesivos, con llantas grandes y cargas grandes son capaces de compactar capas gruesas (0.50 a 0.80 m.), sin embargo en materiales plásticos pueden causar excesivo desplazamiento del material superficial. Las llantas grandes tienen una cierta tendencia a rebotar con las desigualdades del terreno (desgaste).

El gran peso y la resistencia al rodamiento requieren grandes unidades tractoras, y sus velocidades de operación son bajas, resultando normalmente costos altos de compactación.

APLICACIONES

La selección del compactador más adecuado no siempre es sencilla, ya que depende de muchos factores: tipo de suelo, tipo de trabajo, método de movimiento de tierras, compatibilidad con equipo de otras actividades, compactadores disponibles, continuidad de trabajo. Al final se da una tabla de selección que se intenta como guía únicamente pero en la selección final deben hacerse intervenir, cuando menos, los factores arriba mencionados. Es frecuente la combinación de varios equipos que combinen los diferentes efectos de compactación.

1).- Rodillos metálicos y neumáticos.

Básicamente se aplican en carpetas, sub-bases, bases y acabados de terracerías. Se pueden usar en terraplenes a expensas de la economía. Se limitan a capas hasta de 0.15 m. excepto los neumáticos grandes, de más de 10 ton. por rueda que pueden compactar capas substancialmente más gruesas.

2).- Patas de Cabra.

Se usa solamente para compactación de suelos cohesivos, y en aquellos lugares en donde la estratificación no es permitida. Solo debe usarse si no hay un rodillo de impacto disponible.

3).- Rodillo de reja.

Tiene gran número de aplicaciones. Es particularmente efectivo en suelos granulares, su limitación en suelos plásticos es el congestionamiento de la reja. Compacta económicamente capas hasta de 0.20 m., en gravas y arenas de 0.50 m., en rellenos rocosos. Es un excelente disgregador llenando los huecos con los finos que produce el disgregado.

4).- Rodillos de impacto (Tamping Rollers).

Pueden compactar casi todos los suelos. No son muy efectivos en materiales muy sueltos como arenas de duna. Normalmente la capa económica es de 0.20 m. pero son capaces de compactar capas hasta de 0.30 m. y excepcionalmente de).50 m.

5).- Rodillos vibratorios.

Casi específicos en materiales granulares, donde son muy efectivos en capas de 0.20 a 0.60 m., dependiendo del material. Muy recomendables en bases, sub-bases y terracerías poco plásticas.

VELOCIDADES DE OPERACION

1).- Rodillos metálicos y patas de cabra.

Son lentos por naturaleza, entre más rápido mejor, limitado solo por la seguridad, 5 km/hr. es un buen máximo.

2).- Rodillos de reja y de impacto.

Entre más rápido mejor, limitado solo por la seguridad, normalmente de 10 a 20 km./Hr.

3).- Rodillos neumáticos.

Entre más rápido mejor, excepto que haya rebotes, lo que puede ocasionar ondulaciones de la capa y una compactación dispareja. Velocidades normales de 4 a 8 km/h.

4).- Rodillos vibratorios.

La máxima eficiencia se obtiene entre 3 y 5 km/hr., a velocidades más altas la eficiencia baja muy rápidamente, y se puede llegar a no obtener la compactación.

SELECCION DE COMPACTADORES

TIPO DE MATERIAL			Rodillo de reja	Rodillo de impacto.	Pata de cabra	Rodillo vibratorio.	Rodillo metálico.	Rodillo Neumático.	
ACABADOS DE CAMINOS Y BASES Y SUB-BASES.	ACABADO DE SUPERFICIES ASFALTICAS							O	O
	BASES ASFALTICAS							O	O
	BASES GRANULARES					O		X	O
	SUB-BASES GRANULARES.					O		X	O
ROCAS	ROCA CON FINOS		O	O					
GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	O	O		O			
	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de gravas y arenas con poco o nada de fino.	O	O		O			
GRAVAS CON FINOS	CM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	O	O		O	O		
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	O	O		O	O		
ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	O	O		O			
	SP	Arenas mal graduadas, arenas con gravas con poco o nada de finos.	O			O			
ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limos.	O	O		O		X	O
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla	X	O		O	X	X	O
ARCILLAS Y LIMOS	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	X	O		O		X	O
	CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas c/arena, arc. limpias, arc. pobres.	X	O	O	X		X	O
	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	X	O	O	X		X	O
	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomaceos, limos elásticos.		O	O	X		X	O
	CH	ARcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		O	O	X			O
	OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limas orgánicos de media plasticidad.		O	O	X			O
	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos							

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

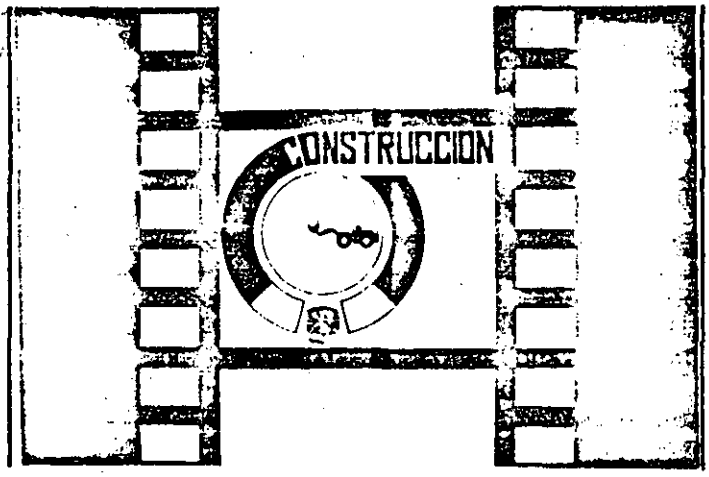
RESIDENTES DE CONSTRUCCION

GUION DEL AUDIOVISUAL

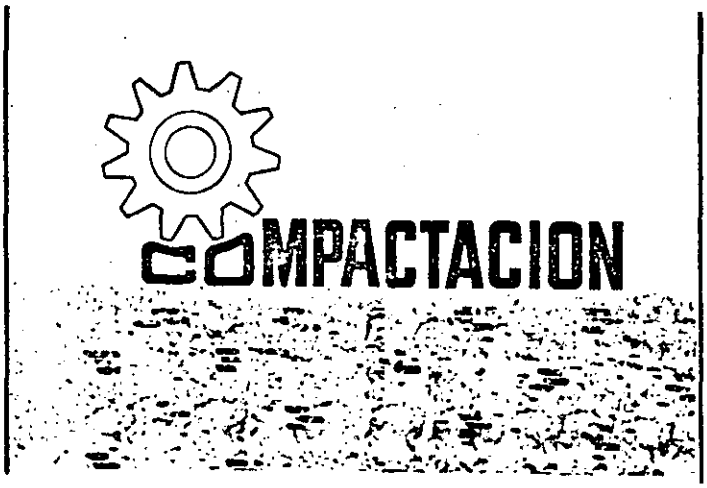
OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

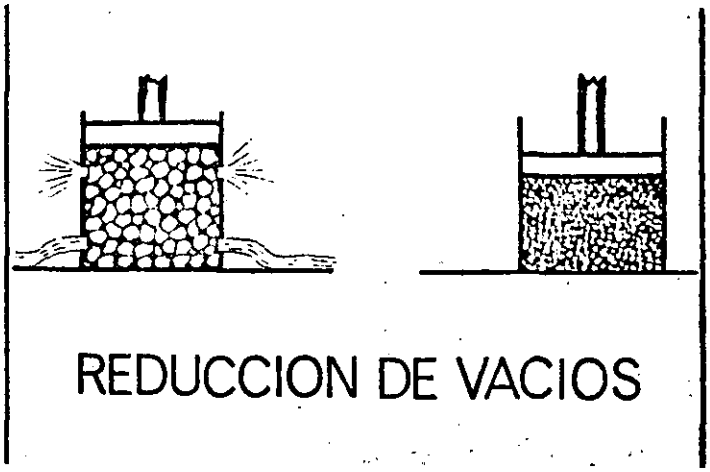
VI GUION DEL AUDIOVISUAL



2



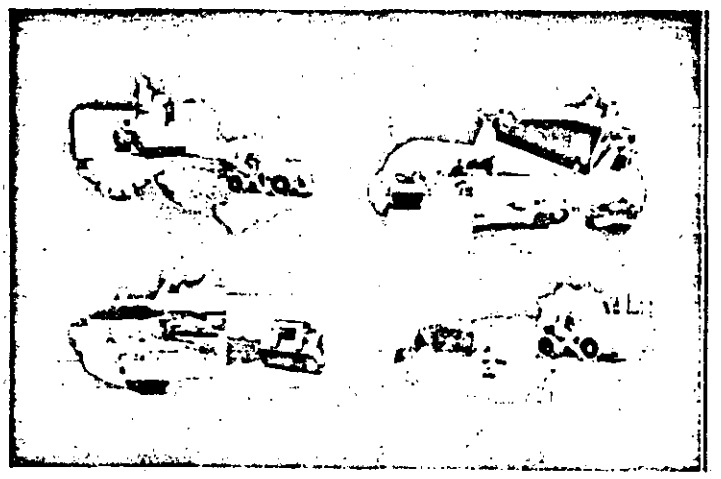
COMPACTACION
ES EL AUMENTO ARTIFICIAL, POR MEDIOS MECANICOS, DEL PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO,



ESTO SE LOGRA A COSTA DE LA REDUCCION DE LOS VACIOS DEL MISMO, AL CONSEGUIR UN MEJOR ACOMODO DE LAS PARTICULAS QUE LO FORMAN, MEDIANTE LA EXPULSION DE AIRE Y AGUA DEL MATERIAL.

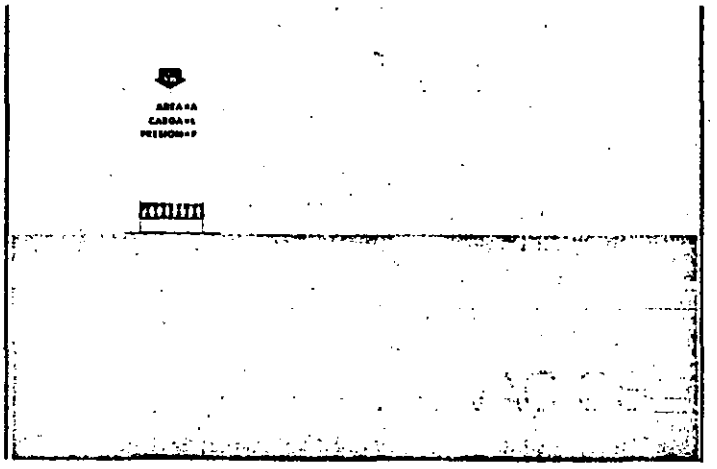
3

LA COMPACTACION ES IMPORTANTE; -- PORQUE AL AUMENTAR EL PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO, TAMBIEN AUMENTAN SU RESISTENCIA MECANICA Y SU IMPERMEABILIDAD, DISMINUYENDO, -- ASI MISMO, SU TENDENCIA A LAS DEFORMACIONES.

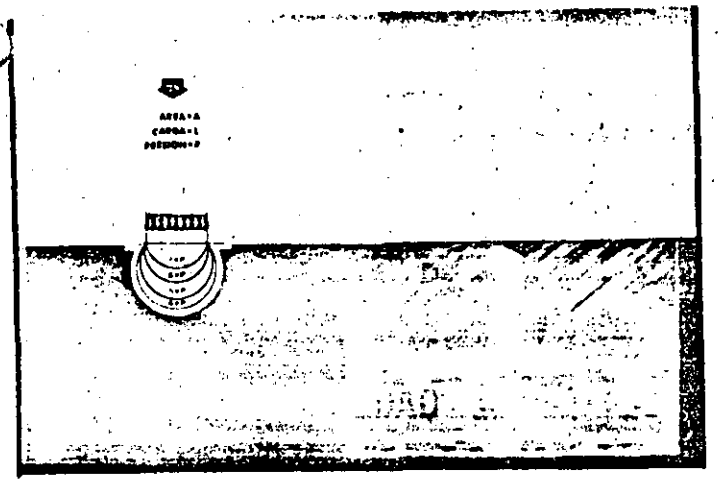


LAS TECNICAS DE COMPACTACION SE APLICAN A RELLENOS ARTIFICIALES, TALES COMO: CORTINAS DE TIERRA,- CAMINOS, AEROPUERTOS, FERROCARRILES, PAVIMENTOS, ETC., HACIENDO USO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION - ADECUADO.

PARA COMPRENDER MEJOR EL TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION SOBRE UN SUELO,

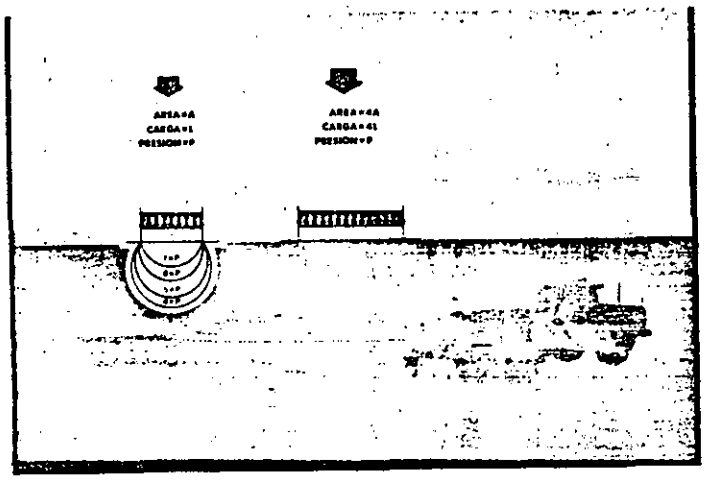


CONSIDEREMOS UNA PLACA RIGIDA -- CIRCULAR, DE AREA "A", COLOCADA SOBRE UN SUELO, A LA QUE SE APLICA UNA CARGA "L", DANDO UNA PRESION DE CONTACTO "P".



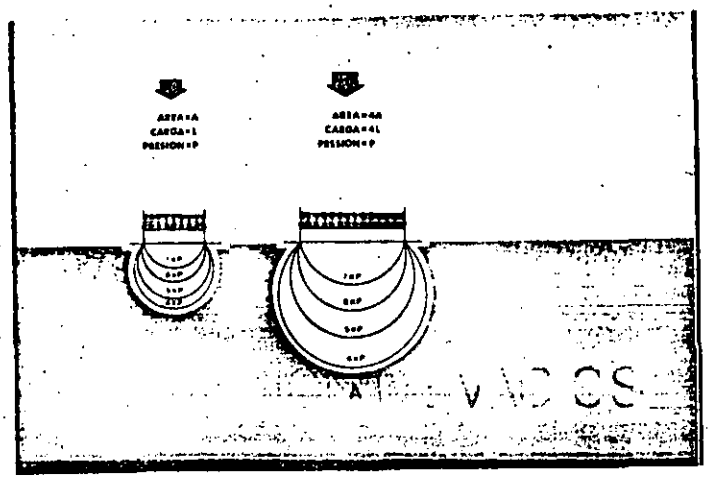
4

EN EL SUELO SE DESARROLLAN PRE-- SIONES, SI UNIMOS LOS PUNTOS DE IGUAL PRESION, OBTENDREMOS SUPER FICIES LLAMADAS BULBOS DE PRESION

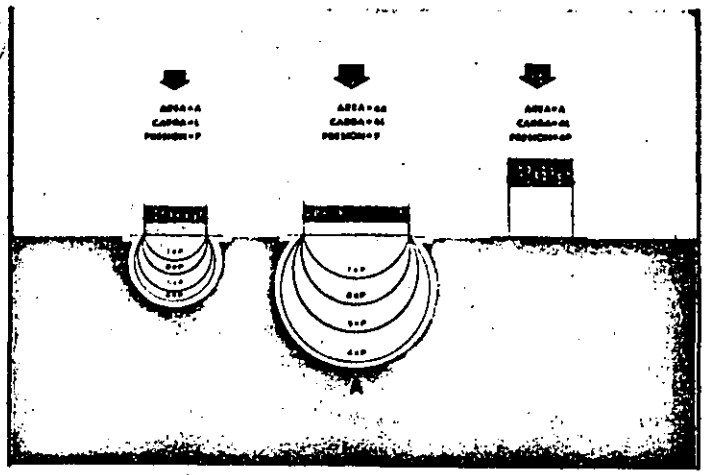


OBSERVESE LO SIGUIENTE:

SI AUMENTA EL TAMAÑO DE LA PLACA PERO LA PRESION PERMANECE CONS - TANTE, INCREMENTANDO LA CARGA, -



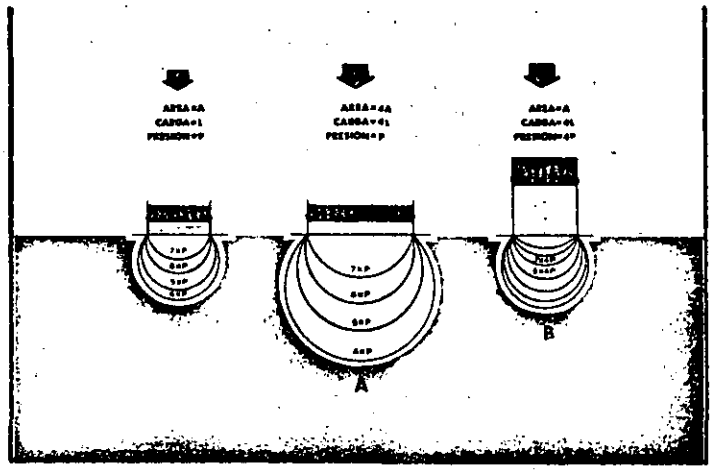
LA PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRE- SION AUMENTA,



5

SI AUMENTA LA PRESION Y EL AREA PERMANECE CONSTANTE,

LA PROFUNDIDAD DEL BULBO NO AUMENTA SIGNIFICATIVAMENTE, PERO LA PRESION SI, POR LO TANTO LA ENERGIA DE COMPACTACION AUMENTA.

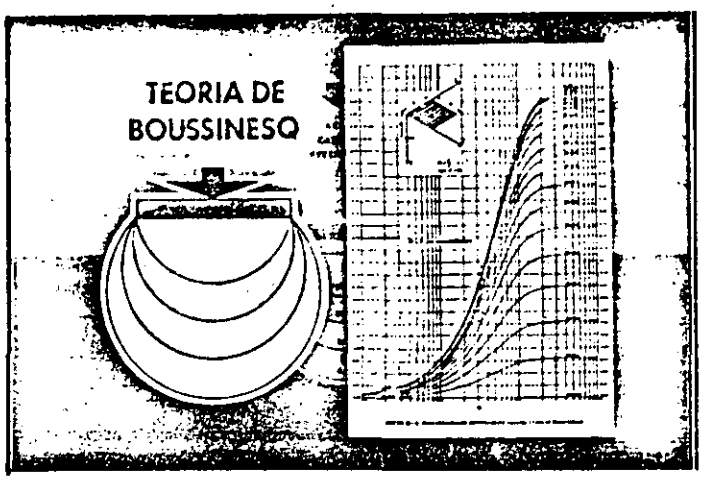


SI CONSIDERAMOS UN CIERTO EQUIPO DE COMPACTACION, TRABAJANDO CAPAS DE UN DETERMINADO ESPESOR:

DE (A) Y (B) SE DEDUCE QUE ES NECESARIO CONTROLAR EL ESPESOR DE LAS CAPAS PARA TENER SUFICIENTE PRESION EN EL SUELO Y OBTENER LA COMPACTACION DESEADA.

DE (B) SE DEDUCE QUE NO PODEMOS AUMENTAR SIGNIFICATIVAMENTE EL ESPESOR DE LA CAPA DE COMPACTACION SIMPLEMENTE LASTRANDO EXCESIVAMENTE EL EQUIPO.

DE (A) SE DEDUCE QUE PARA AUMENTAR EL ESPESOR DE LA CAPA, DEBEMOS CAMBIAR EL EQUIPO POR OTRO QUE TENGA MAYOR SUPERFICIE DE CONTACTO, AUNQUE LA PRESION PERMANEZCA CONSTANTE.



6

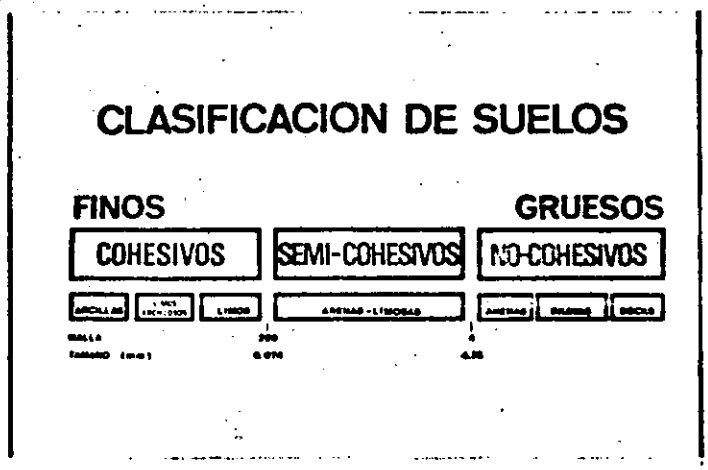
LA TEORIA DE LOS BULBOS DE PRE -- SION FUE DESARROLLADA POR BOUSSI- NESQ, PARA UN MEDIO ELASTICO Y - CONTINUO. PARA FINES PRACTICOS- TODOS LOS SUELOS SON ELASTICOS Y LA TEORIA ES RAZONABLEMENTE CIER- TA AUN PARA SUELOS GRANULARES.

LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE- INFLUYEN EN LA COMPACTACION SON:

- TIPO DE MATERIAL
- CONTENIDO DE HUMEDAD Y
- ESFUERZOS DE COMPACTACION

TIPO DE MATERIAL

ES CLARO QUE LA NATURALEZA O TIPO DE SUELO CON QUE SE TRABAJA INFLU YE DE MANERA DECISIVA EN EL PROCE SO DE COMPACTACION.



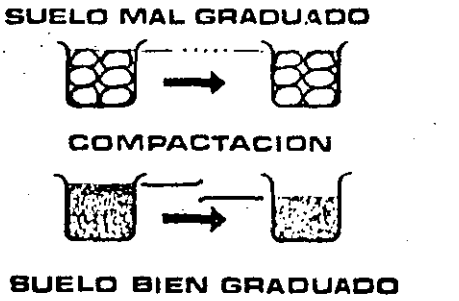
PREVALECE AUN LA CLASIFICACION -- USUAL ENTRE SUELOS FINOS Y GRUE - SOS O ENTRE COHESIVOS Y NO COHESI VOS O FRICCIONANTES.

LOS FINOS SON AQUELLOS CUYAS PAR- TICULAS SON MENORES QUE LA MALLA Nº 200.
Y LOS GRUESOS LOS QUE SE RETIENEN EN ELLA.

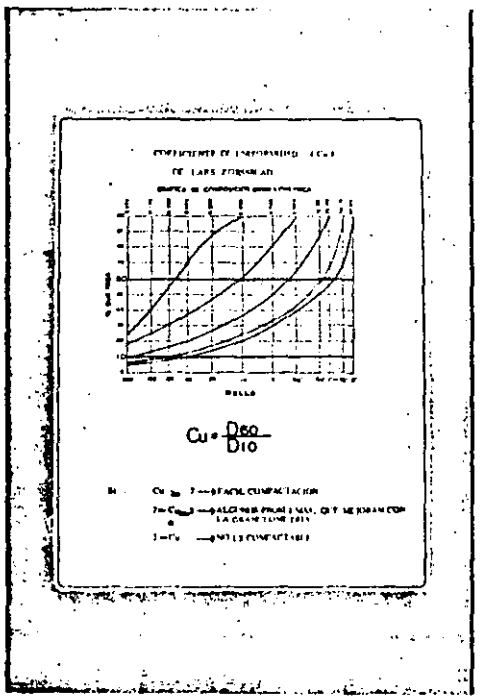
LOS SUELOS FINOS COMPRENDEN LAS - ARCILLAS Y LIMOS.

LOS SUELOS GRUESOS, LAS ARENAS Y GRAVAS, SIENDO LA FRONTERA ENTRE ESTAS ULTIMAS LA MALLA Nº 4.

INFLUENCIA DE LA GRANULOMETRIA



UN SUELO QUE CONTIENE UN TAMAÑO - MUY UNIFORME DE PARTICULAS, MAL - GRADUADO, SERA DIFICILMENTE COM-- PACTADO. EN CAMBIO UN SUELO CON AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS, BIEN GRA- DUADO, SE COMPACTA MEJOR YA QUE - LAS PARTICULAS DE MENOR TAMAÑO -- OCUPARAN LOS ESPACIOS FORMADOS -- ENTRE LAS PARTICULAS DE MAYOR TA- MAÑO.



POR LO ANTERIOR ES MUY IMPORTANTE CONSIDERAR EL COEFICIENTE DE UNI- FORMIDAD (Cu), QUE ES LA RELACION ENTRE EL D_{60} Y EL D_{10}

EL D_{60} : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 60% DEL -- MATERIAL.

EL D_{10} : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 10% DEL -- MATERIAL

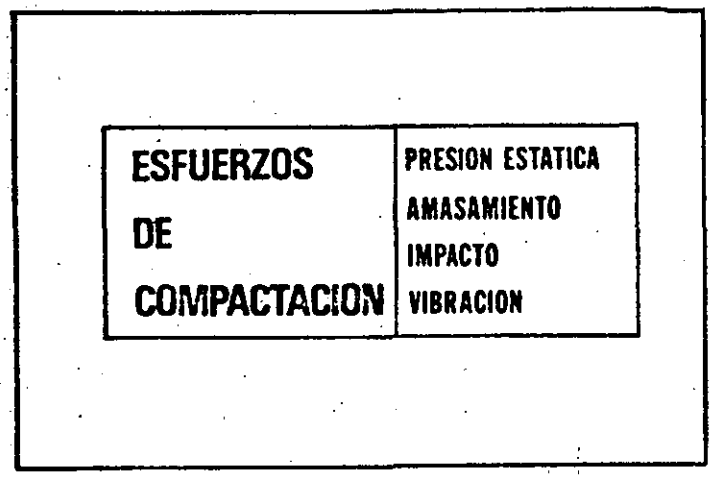
SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MAYOR O IGUAL A 7, SE TIENE - UN EXCELENTE SUELO PARA COMPAC-- TAR.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR QUE 7 Y MAYOR O IGUAL -- QUE 3, SE TIENEN SUELOS, CON CIER TOS PROBLEMAS PARA LA COMPACTA -- CION. SI SE MEJORA LA GRANULOME- TRIA SE OBTIENEN BUENOS RESULTA-- DOS.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR O IGUAL QUE 3 NO SE PUE DE COMPACTAR.

CONTENIDO DE HUMEDAD

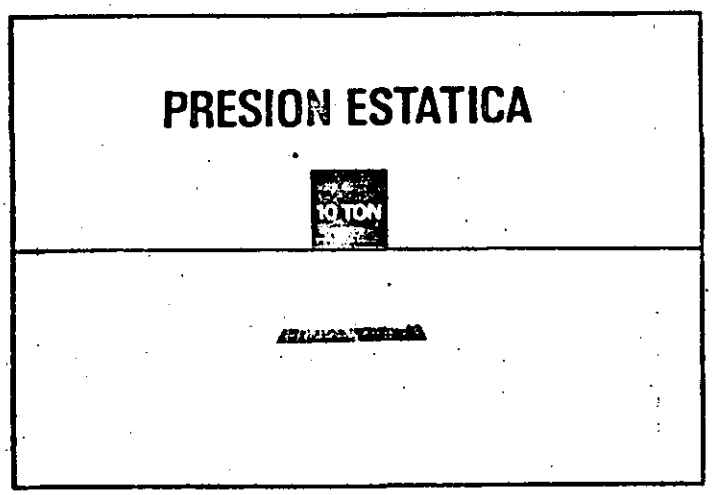
EL AGUA ES UN LUBRICANTE ENTRE LAS PARTICULAS DEL MATERIAL A COMPACTAR. LA FALTA O EXCESO DE HUMEDAD EXIGIRA UN MAYOR ESFUERZO DE COMPACTACION, POR LO QUE DEBE RECORDARSE QUE TODO MATERIAL TIENE UN CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD, PARA EL CUAL SE OBTIENE, BAJO UNA CIERTA ENERGIA DE COMPACTACION UNA DENSIDAD MAXIMA. NO OLVIDAR COMPACTAR SIEMPRE EN LA HUMEDAD OPTIMA.



ESFUERZOS DE COMPACTACION

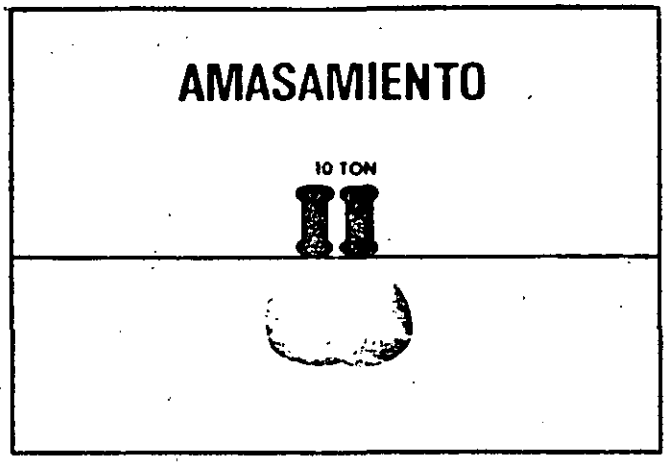
LOS ESFUERZOS MECANICOS EMPLEADOS EN LA COMPACTACION, SON COMBINACION DE UNO O MAS DE LOS SIGUIENTES EFECTOS:

- PRESION ESTATICA
- AMASAMIENTO
- IMPACTO Y
- VIBRACION

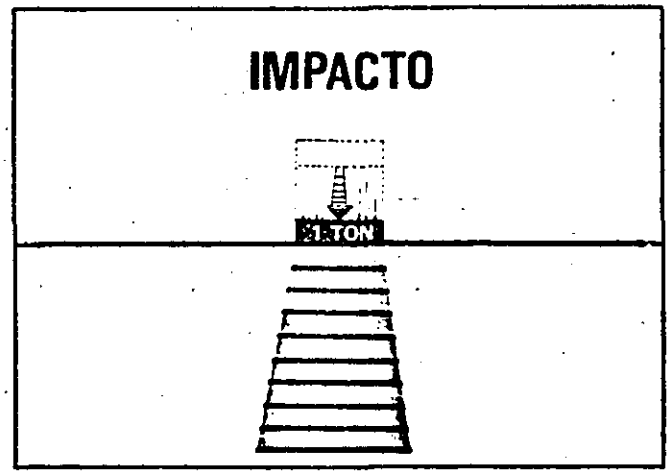


PRESION ESTATICA.- ES LA APLICACION DE UNA FUERZA POR UNIDAD DE AREA.

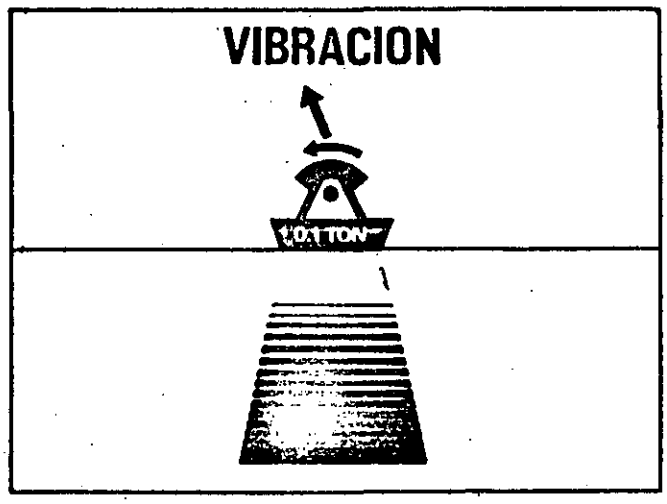
9



AMASAMIENTO.- ES LA ACCION DE -- AMASADO, REORIENTACION DE LAS -- PARTICULAS PROXIMAS CAUSANDO UNA REDUCCION DE VACIOS.



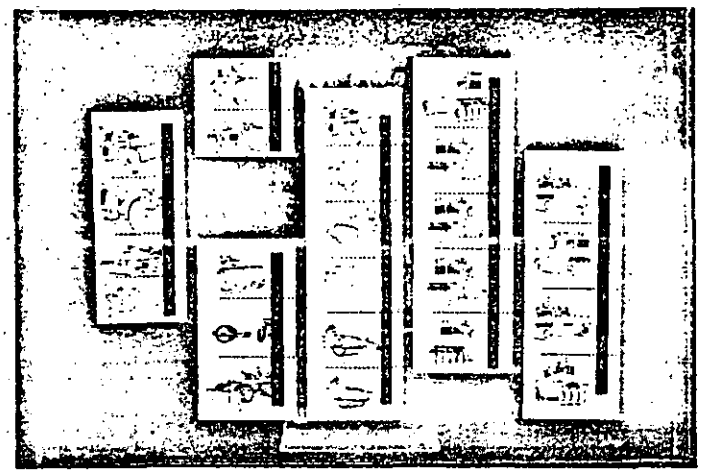
IMPACTO.- GOLPEO CON UNA CARGA - DE CORTA DURACION, BAJA FRECUENCIA Y ALTA AMPLITUD.



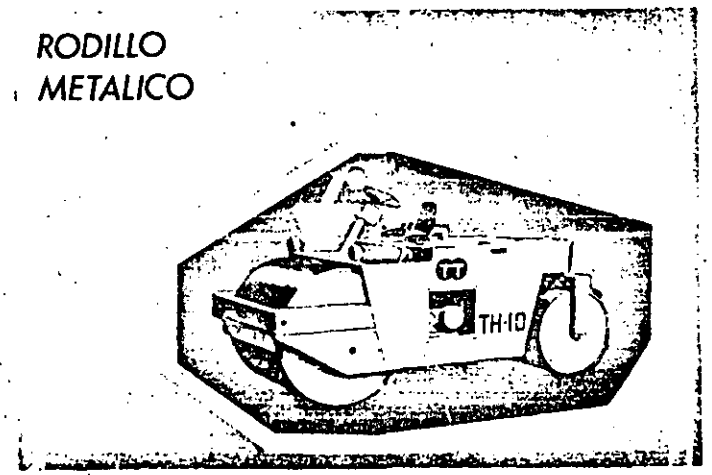
VIBRACION.- GOLPEO CON UNA CARGA DE CORTA DURACION, ALTA FRECUENCIA Y BAJA AMPLITUD.

10

CON ESTOS CONOCIMIENTOS PASEMOS A ESTUDIAR LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES.



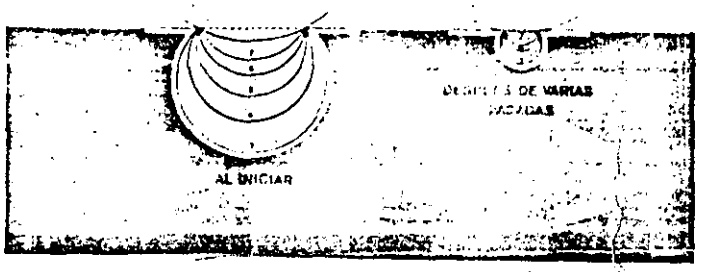
HAY UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS DE COMPACTACION, POR LO QUE NO LOS DESCRIBIREMOS TODOS, SINO UNICAMENTE LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES, AGRUPADOS POR SU FORMA DE TRABAJAR.



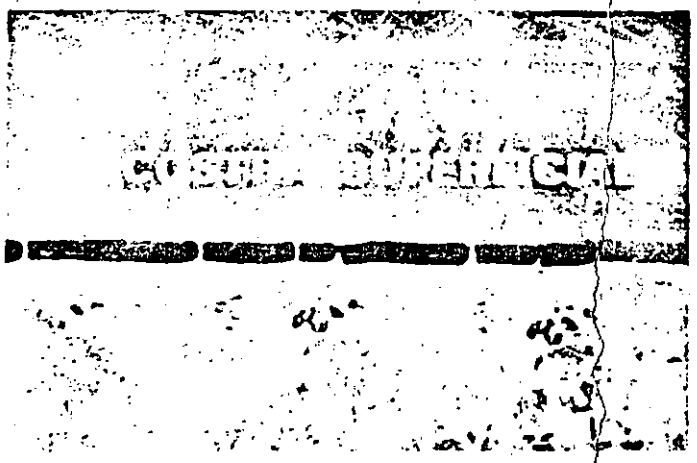
RODILLOS METALICOS

UN RODILLO METALICO UTILIZA SOLAMENTE PRESION ESTATICA, CON UN MINIMO DE AMASAMIENTO EN MATERIALES PLASTICOS.

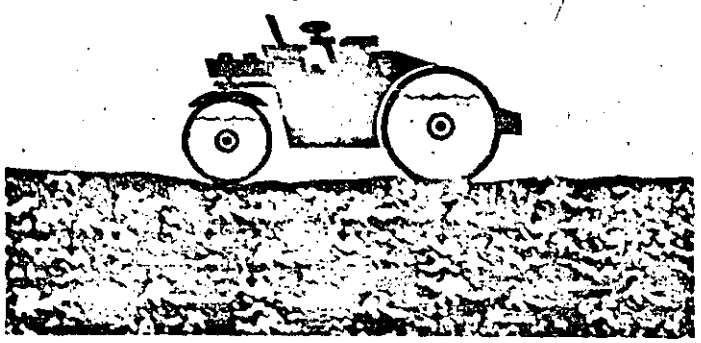
BULBOS DE PRESION BAJO UN RODILLO METALICO



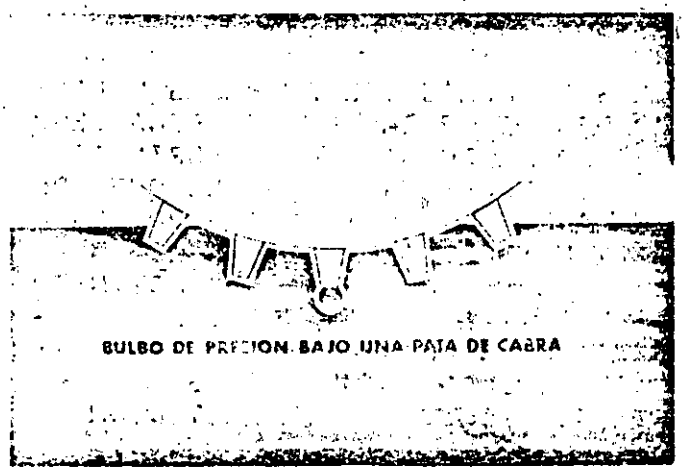
CUANDO ESTOS RODILLOS INICIAN LA COMPACTACION DE UNA CAPA, EL AREA DE CONTACTO ES MAS O MENOS GRANDE PRODUCIENDOSE UN BULBO DE PRESION CON CIERTA PROFUNDIDAD, CONFORME AVANZA LA COMPACTACION EL AREA DE CONTACTO SE REDUCE, Y POR LO TANTO TAMBIEN SE REDUCE LA PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, AUMENTANDO LOS ESFUERZOS DE COMPRESION EN LA CERCANIA DE LA SUPERFICIE.



ESTOS ESFUERZOS SON CON FRECUENCIA SUFICIENTES PARA TRITURAR LOS AGREGADOS EN MATERIALES GRANULARES Y PUEDEN CAUSAR LA FORMACION DE UNA COSTRA EN LA SUPERFICIE DE LA CAPA.
SI A ESTO SE AGREGA LA COSTUMBRE DE HACER RIEGOS ADICIONALES DURANTE LA COMPACTACION PARA COMPENSAR LA EVAPORACION, EN UNA CAPA EN DONDE LA PENETRACION DEL AGUA ES DIFICIL, POR LA MISMA COMPACIDAD DEL MATERIAL, LLEGAREMOS A UN ESTADO DE ESTRATIFICACION DE LA HUMEDAD. EN ESTE MOMENTO LA FORMACION DE LA COSTRA ES INEVITABLE.

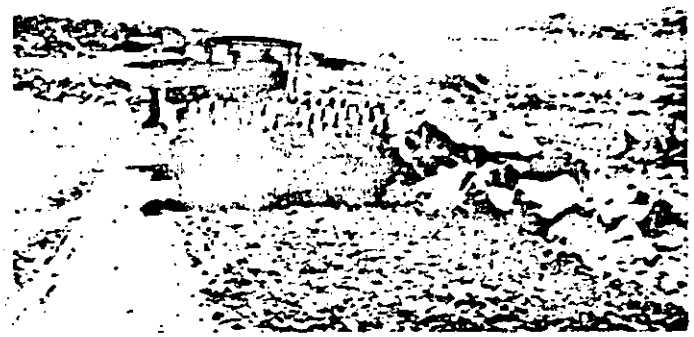


TAMBIEN ES COSTUMBRE MAS O MENOS GENERALIZADA, LASTRAR ESTOS EQUIPOS CUANDO NO SE ESTA OBTENIENDO LA COMPACTACION, PARA AUMENTAR LA PENETRACION Y PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, ESTO GENERALMENTE TIENE COMO CONSECUENCIA CONTRARIA EL SOBRE-ESFORZAR LA CAPA.

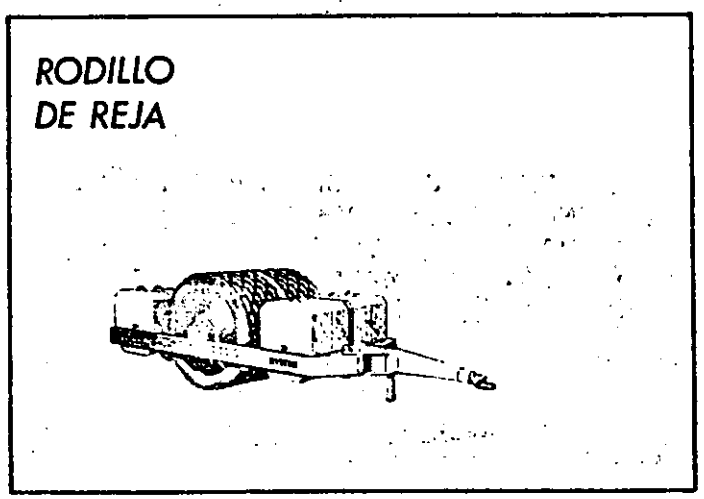


14

EL AREA DE CONTACTO DE UNA PATA DE CABRA Y EL ALTO PESO DE ESTOS EQUIPOS, HACE QUE EL BULBO DE PRESION SEA INTENSO Y POCO PROFUNDO, POR LO QUE LA COMPACTACION SE CONSIGUE POR AMASAMIENTO MAS QUE POR EFECTO DEL BULBO DE PRESION.



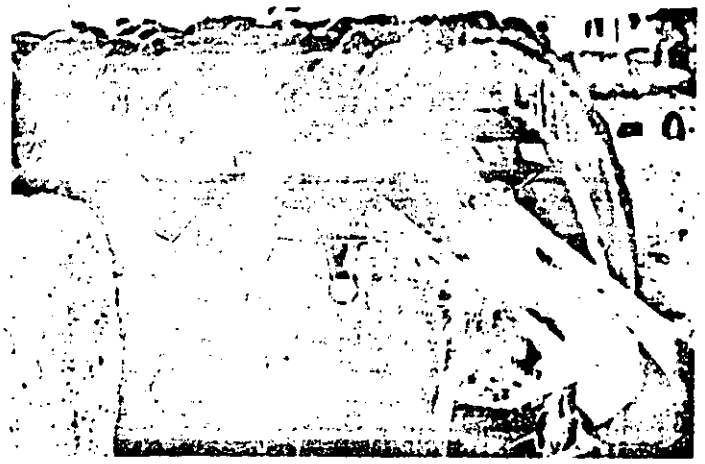
LOS RODILLOS PATA DE CABRA SON LENTOS, TIENEN UNA GRAN RESISTENCIA AL RODAMIENTO, POR LO QUE CONSUMEN MUCHA POTENCIA, CON POCO RENDIMIENTO POR LO QUE HAN SIDO REEMPLAZADOS POR OTROS EQUIPOS QUE HACEN LO MISMO MAS EFICIENTEMENTE.



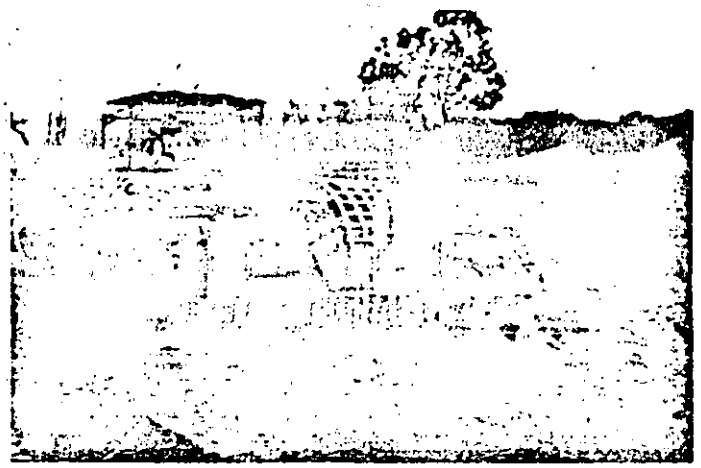
RODILLO DE REJA

ESTE COMPACTADOR FUE DESARROLLADO ORIGINALMENTE PARA DISGREGAR Y COMPACTAR ROCAS POCO RESISTENTES A LA COMPRESION, COMO ROCAS SEDIMENTARIAS Y ALGUNAS METAMORFICAS, PARA HACER CAMINOS DE PENETRACION TRANSITABLES TODO EL AÑO.

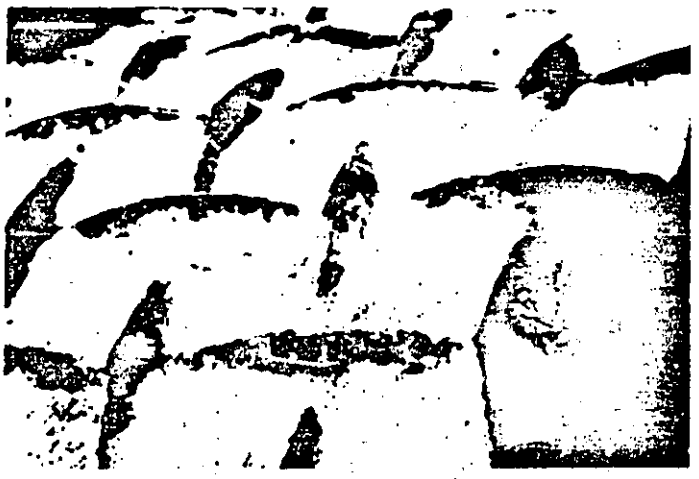
EL RODILLO TRANSITA SOBRE LA ROCA SUELTA EN EL CAMINO, QUEBRANDOLA Y PRODUCIENDO FINOS QUE RELLENAN LOS VACIOS FORMANDO UNA SUPERFICIE UNIFORME Y ESTABLE.



ESTE EQUIPO TIENE UN DISEÑO DE - PUNTOS ALTOS Y BAJOS QUE AL RODAR PRODUCEN EFECTO DE IMPACTO Y AMASAMIENTO, Y CUANDO ES REMOLCADO - A ALTA VELOCIDAD, PRODUCE EFECTO DE VIBRACION COMO TAMBIEN PRODUCE PRESION ESTATICA, POR LO QUE ESTE EQUIPO ES CAPAZ DE COMPACTAR -- TODO TIPO DE SUELOS.

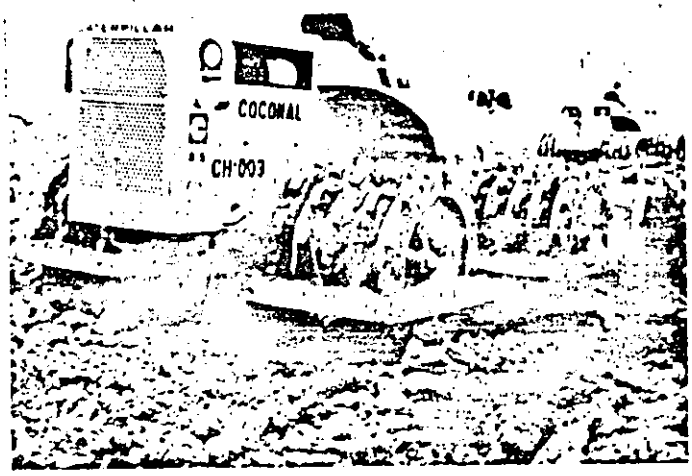


SIN EMBARGO ESTOS RODILLOS, DEBIDO A SU CONFIGURACION NO PUEDEN - DEJAR UNA SUPERFICIE TERSA COMO - PUEDE SER UNA BASE, POR LO QUE SU USO SE LIMITA A TERRACERIAS,



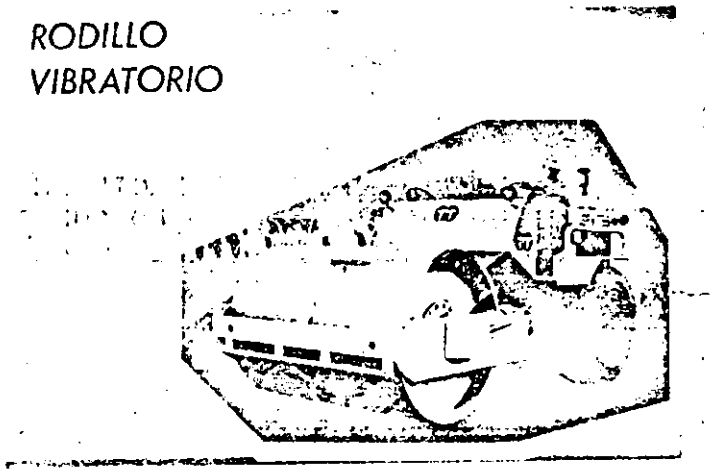
COMO ESTAS SON GENERALMENTE PLASTICAS, ESTOS RODILLOS TIENDEN A - ATASCARSE CON EL MATERIAL, PERDIENDO EL EFECTO DE IMPACTO, NECESI-- TANDO SER LIMPIADOS CON MUCHA FRECUENCIA.

18



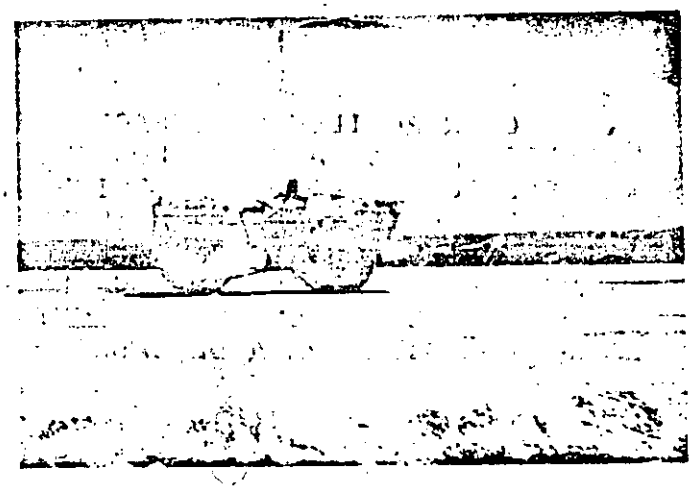
EL RODILLO DE IMPACTO ES UNO DE LOS MAS VERSATILES Y ECONOMICOS COMPACTADORES, CAPAZ DE COMPACTAR EFICIENTEMENTE LA MAYOR PARTE DE SUELOS, LIMITANDOSE GENERALMENTE A TERRACERIAS, PORQUE NO SON CAPACES TAMPOCO DE REALIZAR UNA SUPERFICIE TERSA.

RODILLO VIBRATORIO

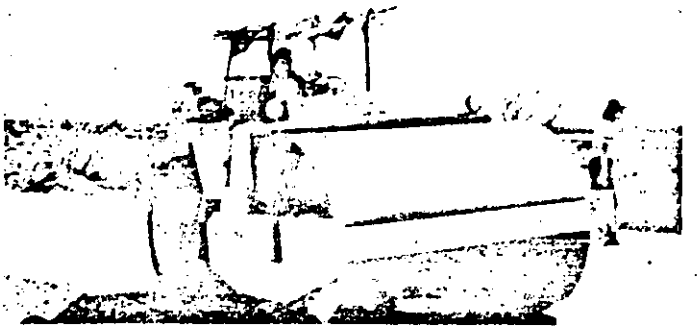


RODILLOS VIBRATORIOS

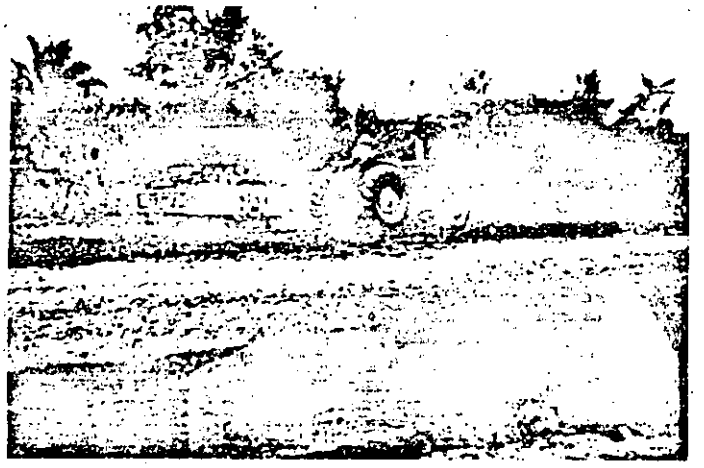
ESTOS RODILLOS DISMINUYEN TEMPORALMENTE LA FRICCION INTERNA DEL SUELO POR LO QUE SU EFICIENCIA ESTA LIMITADA CASI A SUELOS GRANULARES (GRAVAS Y ARENAS), YA QUE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA FRICCION INTERNA.



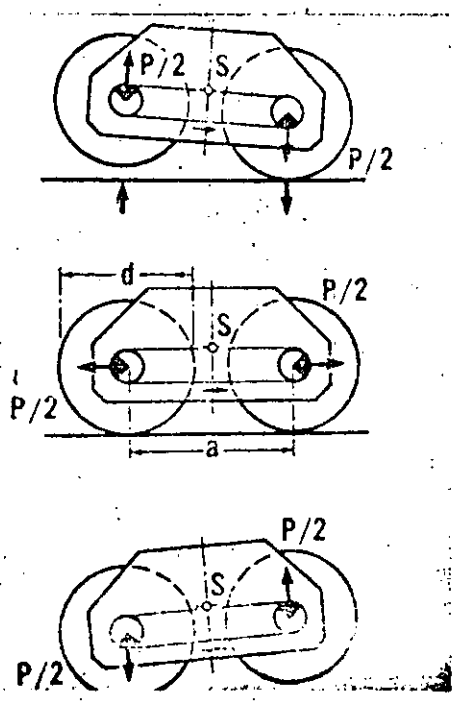
LA VIBRACION REACOMODA LAS PARTICULAS DEL SUELO, INCREMENTANDO SU PESO VOLUMETRICO, ALCANZANDO PROFUNDIDADES HASTA DE 80 CM.



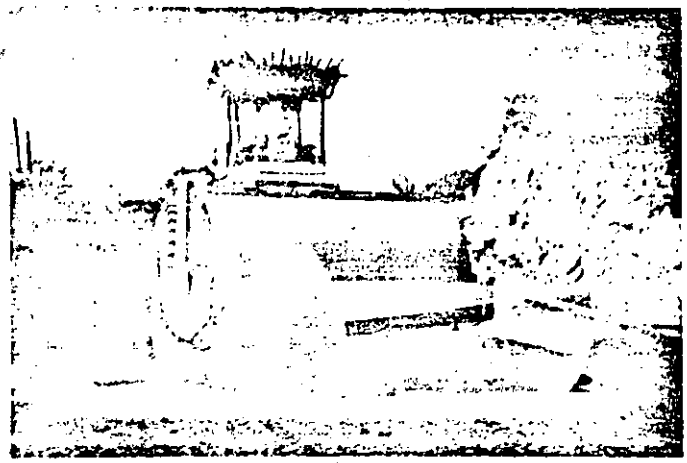
ESTOS RODILLOS PRODUCEN UN GRAN TRABAJO DE COMPACTACION EN RELACION A SU PESO ESTATICO YA QUE LA PRINCIPAL FUENTE DE TRABAJO ES LA FUERZA DINAMICA DE COMPACTACION.



PARA SUELOS COHESIVOS SE HAN DESARROLLADO RODILLOS PATA DE CABRA VIBRATORIOS, EN LOS QUE SE HAN AUMENTADO LA FUERZA Y LA AMPLITUD DE LA VIBRACION.



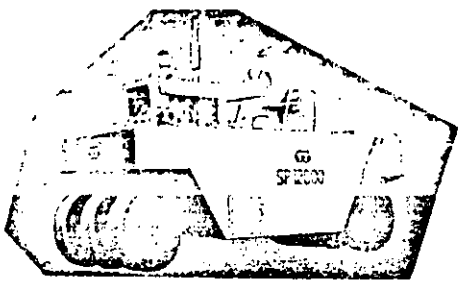
CON EL MISMO OBJETO SE HAN ACOPLADO DOS RODILLOS VIBRATORIOS, "FUERA DE FASE", A UN MARCO RIGIDO PARA OBTENER UN GRAN EFECTO DE AMASAMIENTO ENTRE LOS RODILLOS.



20

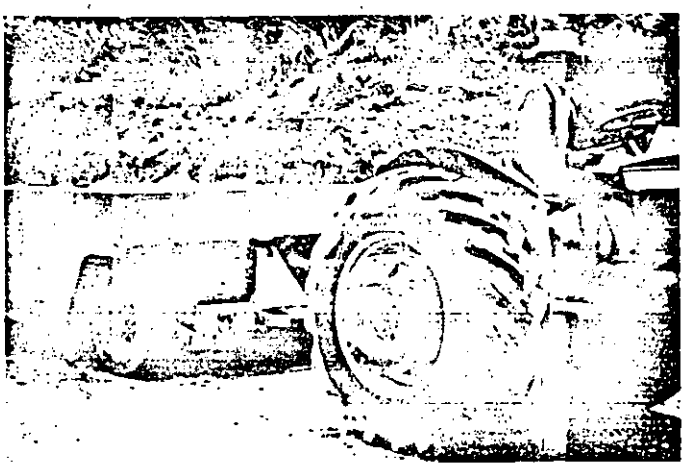
TODOS LOS RODILLOS VIBRATORIOS DEBEN MANEJARSE A VELOCIDADES DE -- 2.5 A 5 KM/H. VELOCIDADES MAYORES NO INCREMENTAN LA PRODUCCION Y CON FRECUENCIA NO SE OBTIENE LA COMPACTACION.

RODILLO NEUMATICO



RODILLOS NEUMATICOS

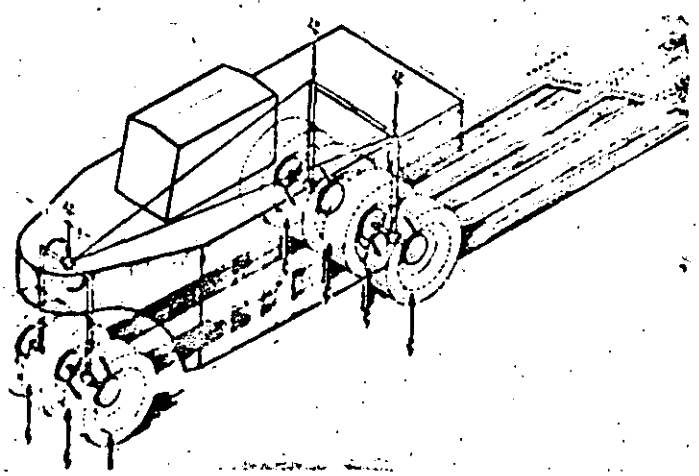
LOS RODILLOS NEUMATICOS SON MUY - EFICIENTES EN LA COMPACTACION DE SUB-BASES, BASES Y CARPETAS, SUS BULBOS DE PRESION SON SEMEJANTES- A LOS DE LOS RODILLOS METALICOS, PERO EL AREA DE CONTACTO PERMANECE CONSTANTE POR LO QUE NO SE PRODUCE EL EFECTO DE REDUCCION DEL - BULBO.



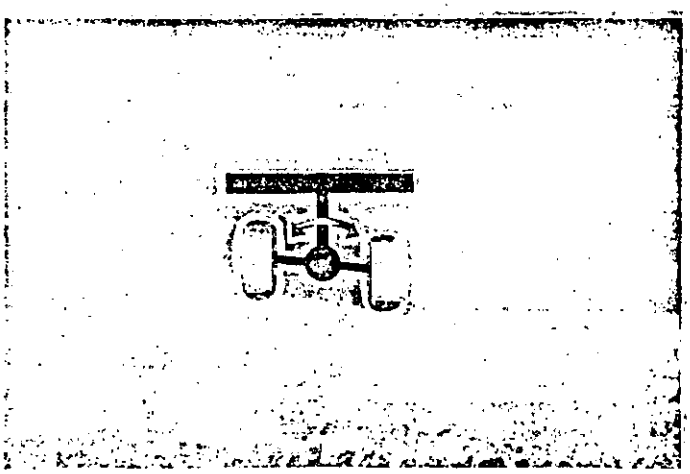
ESTOS COMPACTADORES PUEDEN SER JALADOS O AUTOPROPULSADOS.

DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE SUS -- LLANTAS SE CLASIFICAN EN:

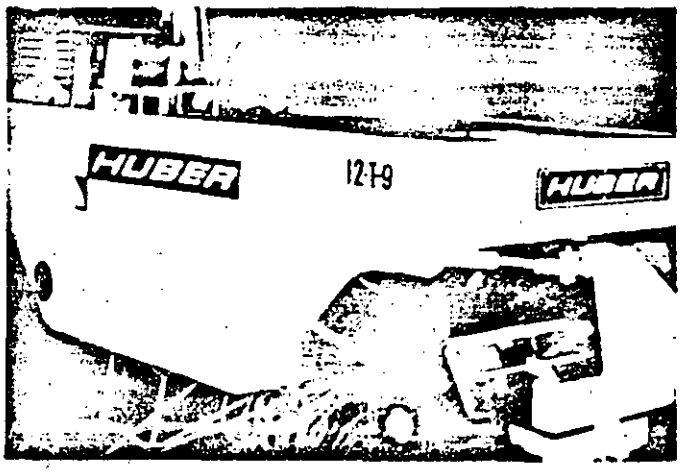
- COMPACTADORES DE LLANTAS PEQUEÑAS
- COMPACTADORES DE LLANTAS GRANDES



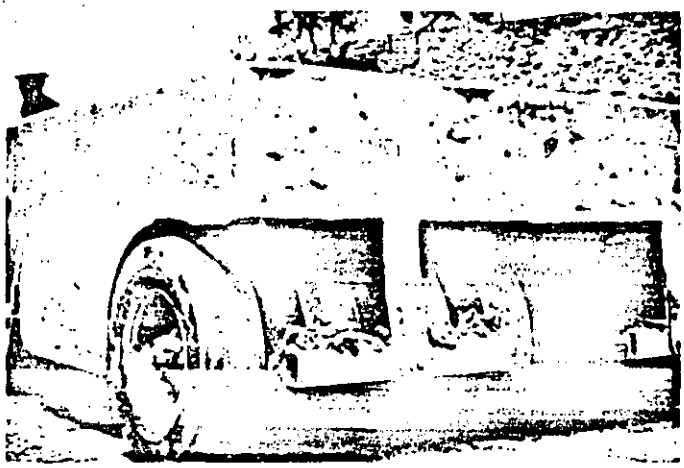
LOS DE LLANTAS PEQUEÑAS, GENERALMENTE TIENEN 2 EJES EN TANDEM Y EL NUMERO DE LLANTAS VARIA DE 7 A 13.
EL ARREGLO DE LAS LLANTAS ES TAL QUE LAS TRASERAS TRASLAPAN CON LAS DELANTERAS.



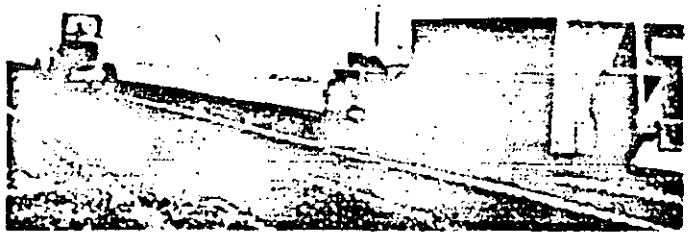
ALGUNOS DE ESTOS COMPACTADORES TIENEN SUS RUEDAS MONTADAS EN TAL FORMA "QUE OSCILAN" AL RODAR, PARA AUMENTAR SU EFECTO DE AMASAMIENTO, Y PODER COMPACTAR PEQUEÑAS AREAS BAJAS.



ESTOS COMPACTADORES PROPORCIONAN UNA PRESION DE CONTACTO SEMEJANTE A LA DE EQUIPOS DE MAYOR PESO, SON MUY MANIOBRABLES Y TIENEN POCA PROFUNDIDAD DE ACCION.

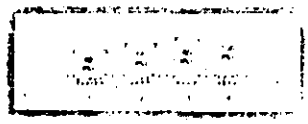


LOS DE LLANTAS GRANDES SON GENERALMENTE ARRASTRADOS POR TRACTOR Y PESAN DE 15 A 50 TONS. TIENEN 4 O 6 LLANTAS EN UN MISMO EJE Y POR EL TAMAÑO DEL AREA DE TRABAJO PUEDEN COMPACTAR CAPAS HASTA DE 50 CM.

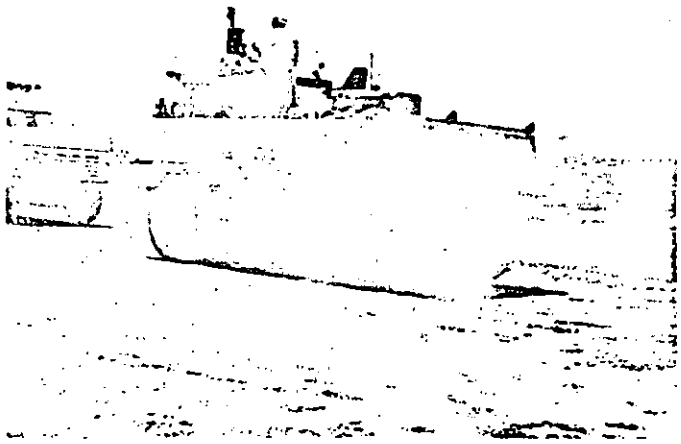


SON EQUIPOS PESADOS Y POCO MANIOBRABLES POR LO QUE SUELEN USARSE DONDE HAYA PEQUEÑAS PENDIENTES,- TRAMOS LARGOS Y ANCHOS, Y DE FACIL ACCESO, SON CASI ESPECIFICOS EN CONSTRUCCIONES DE AEROPUERTOS.

23



EN ESTOS COMPACTADORES ES IMPORTANTE LA PRESION DE INFLADO QUE ESTA LIGADA INTIMAMENTE A LA CARGA DE LA LLANTA. LA PRESION DE CONTACTO DEBE SER LA ADECUADA -- PARA EJERCER EL ESFUERZO DE COMPACTACION REQUERIDO (ES ACONSEJABLE NO ALEJARSE MUCHO DE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE) -- HAY QUE CUIDAR LA TENDENCIA AL - REBOTE.

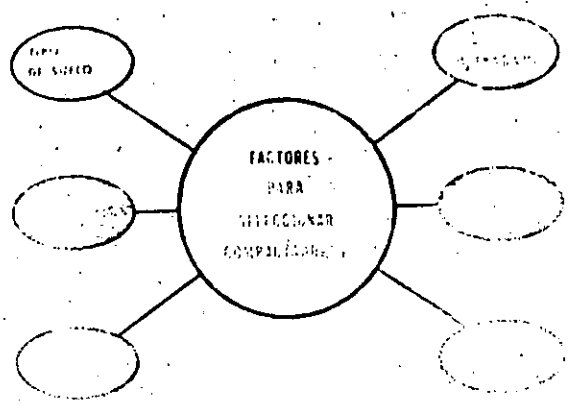


TIENEN GRAN UTILIDAD PARA SELLAR LAS CAPAS SUPERIORES, CON LO QUE SE LOGRA UNA BUENA IMPERMEABILIDAD.

SELECCION DE COMPACTADORES

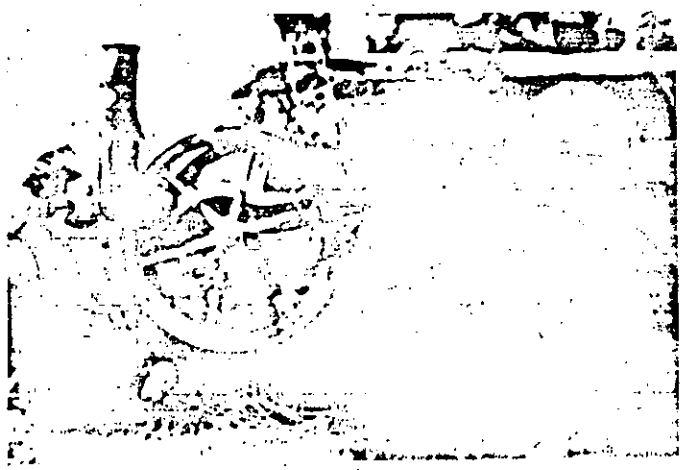
LA SELECCION DEL COMPACTADOR MAS ADECUADO NO SIEMPRE ES SENCILLA, YA QUE DEPENDE DE MUCHOS FACTORES REGIDOS POR EL ASPECTO ECONOMICO:

24

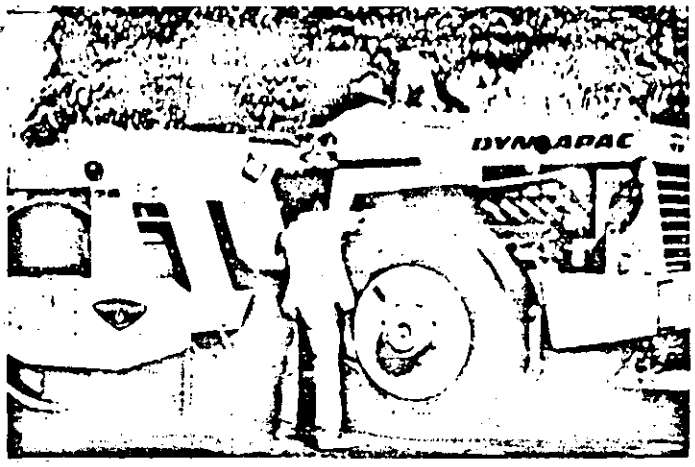


TIPO DE SUELO, TIPO DE TRABAJO, METODO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS, COMPATIBILIDAD CON EQUIPO DE OTRAS ACTIVIDADES, COMPACTADORES DISPONIBLES, CONTINUIDAD DE TRABAJO, ETC.

COMO YA DIJIMOS HAY TAMBIEN UNA GRAN VARIEDAD DE COMPACTADORES, DESDE ESTE COMPACTADOR ELEMENTAL ACCIONADO CON MOTOR DE PULQUE,



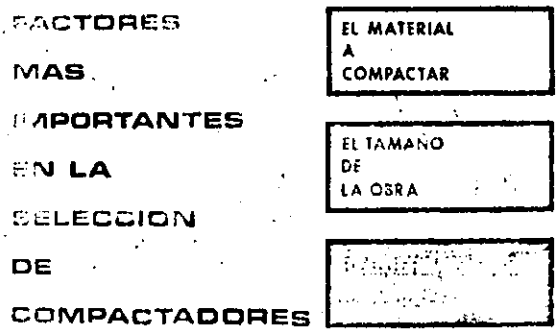
ESTA PLANCHA QUE TODAVIA COMPACTA



25

HASTA ESTE COMPACTADOR ALTAMENTE SOFISTICADO.

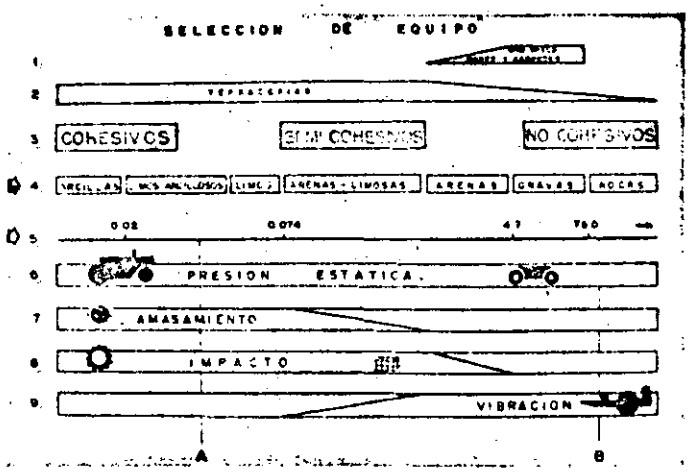
ES FRECUENTE Y MUY EFICIENTE EL USO DE VARIOS EQUIPOS QUE COMBINEN LOS DIFERENTES EFECTOS DE COMPACTACION.



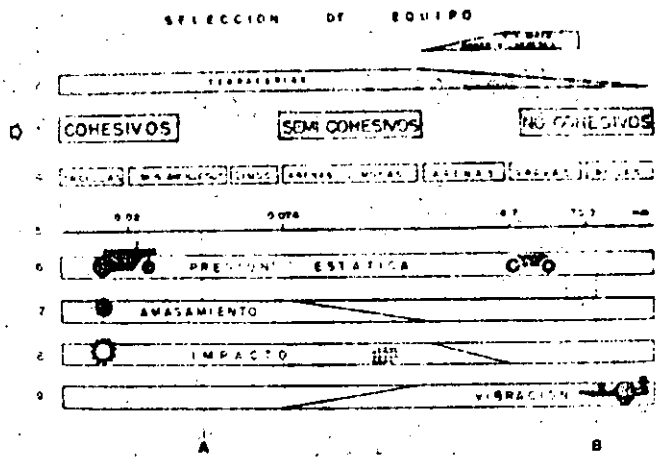
LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE DEBEN TOMARSE EN CUENTA PARA ESTA SELECCION SON:

- EL MATERIAL A COMPACTAR
- EL TAMAÑO DE LA OBRA
- REQUERIMENTOS ESPECIALES

EL TAMAÑO DE LA OBRA Y LOS REQUERIMENTOS ESPECIALES SON ESPECIFICOS DE CADA TRABAJO POR LO QUE SOLO APRENDEREMOS A SELECCIONAR COMPACTADORES PARA LOS DIFERENTES MATERIALES.

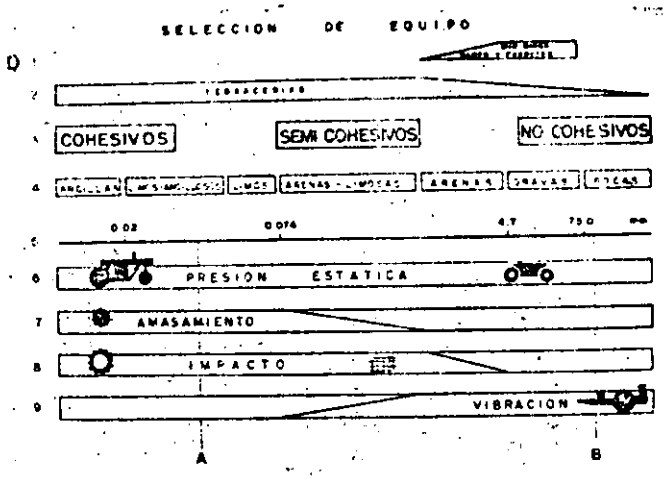


EN LA GRAFICA SE MUESTRA, EN LOS RENGLONES 4 Y 5, LOS DIFERENTES MATERIALES Y SU RESPECTIVO TAMAÑO EN MM.



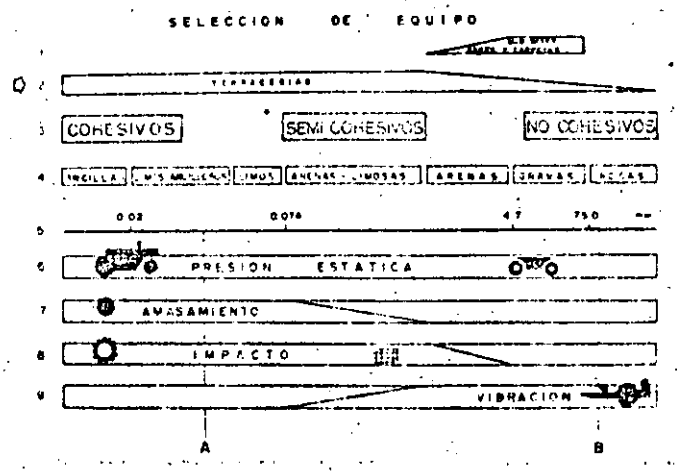
26

EN EL RENGLON 3 SE CLASIFICAN EN COHESIVOS, SEMICOHESIVOS Y NO -- COHESIVOS (UNA CLASIFICACION DE FINOS A GRANULARES)

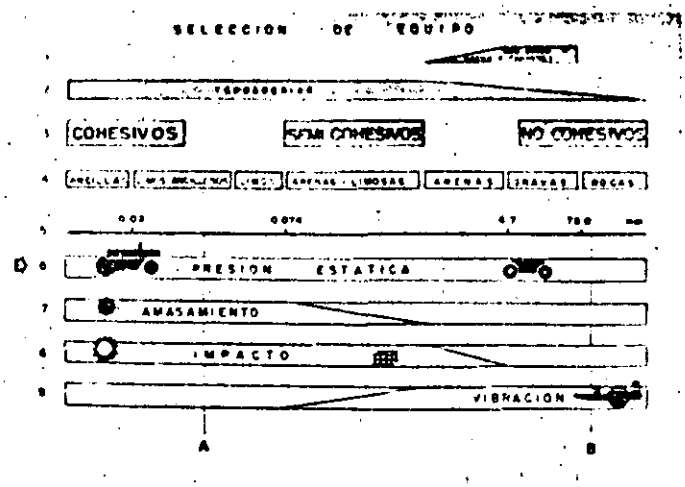


EN LOS RENGLONES 1 Y 2 SE INDICA SU USO MAS FRECUENTE.

RENGLON 1) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA SUB-BASES, BASES Y CAP PETAS, SIEMPRE MATERIALES NO - COHESIVOS (ARENAS Y GRAVAS).

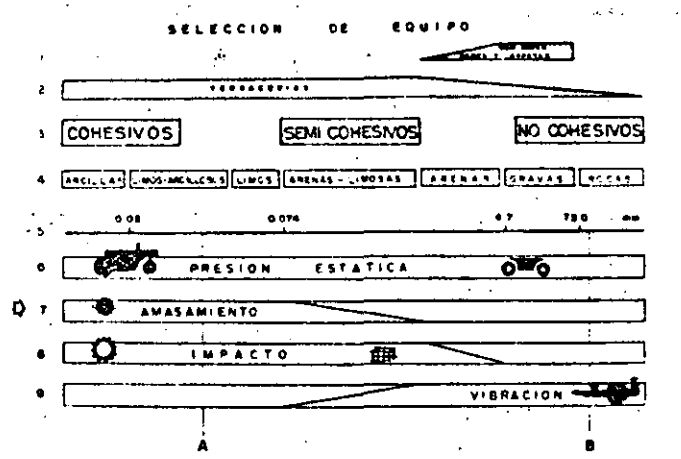


RENGLON 2) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA TERRACERIAS, NORMALMEN TE MATERIALES COHESIVOS Y SEMI-- COHESIVOS, A VECES NO COHESIVOS.

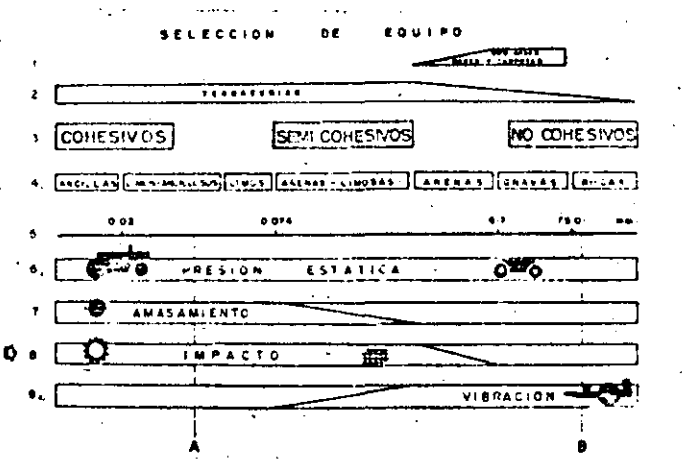


27

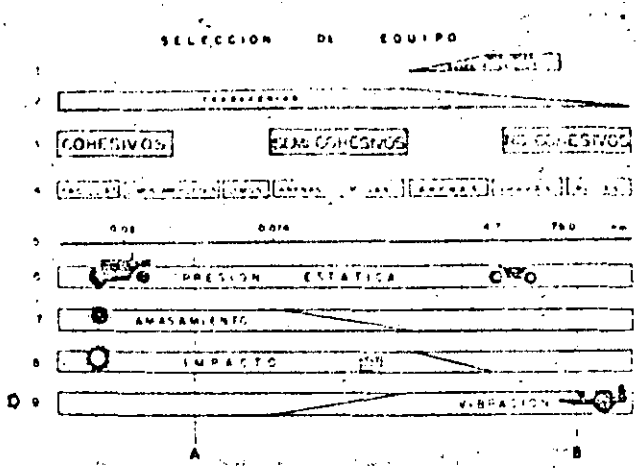
EN EL RENGLON 6, SE REPRESENTA - LA COMPACTACION POR PRESION ESTATICA, LA QUE SE PUEDE APLICAR -- CON RODILLOS METALICOS Y NEUMATICOS A TODOS LOS SUELOS. LA UNICA LIMITACION DE ESTOS EQUIPOS - ES EL BAJO RENDIMIENTO, EXCEPTO EN LOS COMPACTADORES DE NEUMATICOS GRANDES.



EN EL RENGLON 7, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR AMASAMIENTO UTILIZANDO RODILLO PATA DE CABRA -- VIBRATORIA EN SUELOS COHESIVOS Y SEMICOHESIVOS, COMO SON ARCILLAS, LIMOS Y ALGO EN ARENAS LIMOSAS. LA UNICA LIMITACION ES EL ALTO -- COSTO DE LA PATA DE CABRA ESTATICA.



EN EL RENGLON 8, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR IMPACTO LA CUAL SE REALIZA CON RODILLO DE IMPACTO Y RODILLO DE REJA EN TODOS LOS TIPOS DE SUELO. POR EL MAL ACABADO QUE DAN A LA CAPA SOLO SE APLICAN EN TERRACERIAS, NORMALMENTE ARCILLAS Y LIMOS A VECES ARENAS. LA UNICA LIMITACION ES QUE EL RODI-- LLO DE REJA SE ATASCA CON LOS MATERIALES COHESIVOS Y HAY QUE PA-- RAR FRECUENTEMENTE PARA LIMPIARLO, SIN EMBARGO ES UN MAGNIFICO DIS-- GREGADOR EN TERRACERIAS.



28

EN EL RENGLON 9, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR VIBRACION, UTILIZANDO RODILLO LISO VIBRATORIO, PARA SUELOS NO COHESIVOS COMO SON LAS ARENAS Y GRAVAS, ALGUNAS VECES EN SUELOS SEMICOHESIVOS COMO ARENAS LIMOSAS.

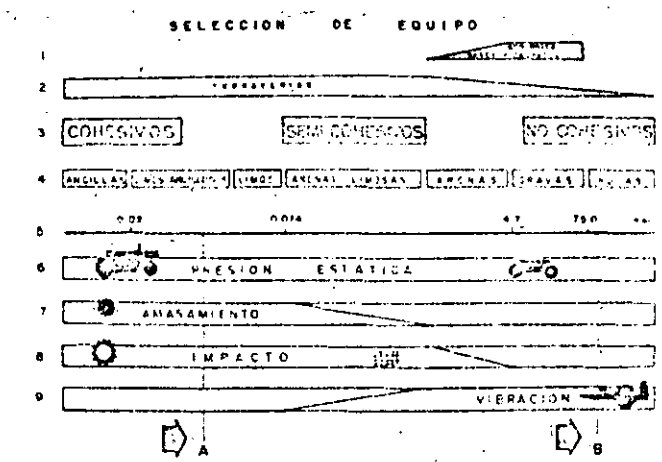
SUELO	COMPACTADOR
COHESIVO	• PATA DE CABRA VIBRATORIO • RODILLO DE IMPACTO
NO COHESIVO	• RODILLO LISO VIBRATORIO

EN RESUMEN PODREMOS CONSIDERAR LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

PARA SUELOS COHESIVOS SE DEBE PREFERIR PATA DE CABRA VIBRATORIA O RODILLO DE IMPACTO.

PARA SUELOS NO COHESIVOS ES MAS USUAL EL RODILLO LISO VIBRATORIO

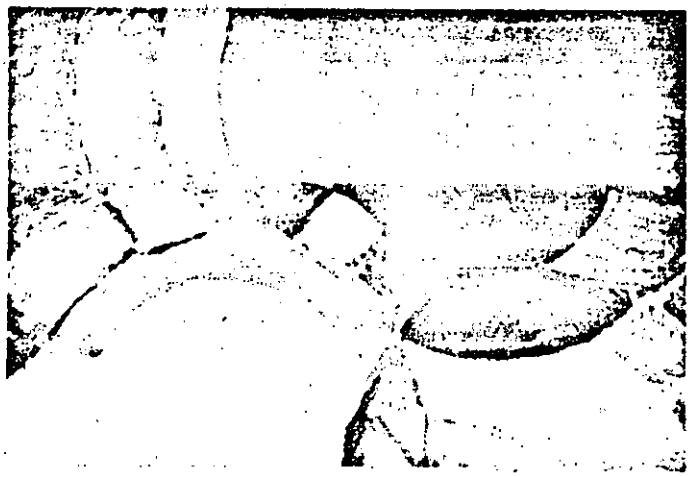
PARA TODOS LOS SUELOS; RODILLO NEUMATICO.



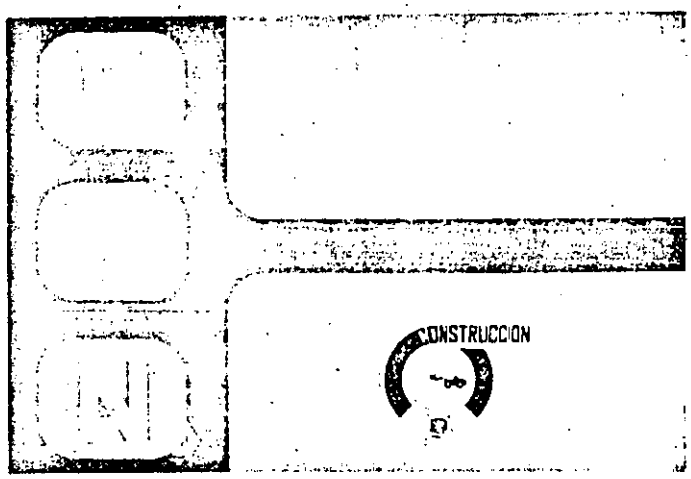
LAS MEJORES COMBINACIONES LAS PODEMOS OBSERVAR EN LAS LINEAS "A" Y "B".

POR EJEMPLO EN LA LINEA "A" PARA SUELOS COHESIVOS PODEMOS COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y PATA DE CABRA O NEUMATICO Y RODILLO DE IMPACTO.

EN LA LINEA "B" PARA SUELOS NO COHESIVOS SE PUEDE COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y RODILLO VIBRATORIO.



Y ES ASI, QUE CON ESTOS
PRINCIPIOS BASICOS DE
COMPACTACION, PODEMOS
SELECCIONAR EL COMPACTADOR
MAS ADECUADO EN NUESTRA
VIDA PROFESIONAL, EN LA
COMPACTACION DE CORTINAS
DE TIERRA, CAMINOS, AEROPISTAS
TERRAPLENES DE FERROCARRIL O
PAVIMENTOS, DEPENDIENDO
DEL TIPO DE SUELO . . .
. . . Y LA MARAVILLA DE NUESTRA
CIENCIA Y TECNOLOGIA,
QUE AL AVANZAR EN ELLA,
YA SEA EN NIVELES SENCILLOS
O COMPLEJOS,
EN LUGAR DE AGOTAR EL OBJETIVO
DE NUESTRO ESTUDIO,
ABRAMOS PUERTAS MAS LEJANAS
Y A UN CONOCIMIENTO MAS
ABUNDANTE . . .



F I N

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MOVIMIENTO DE TIERRAS

ING. EMILIO GIL VALDIVIA

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

1).- ESTRUCTURAS DE TIERRA.

Terraplenes para caminos.

Presas de tierra.

Bordos

Rellenos.

2).- EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

3).- COSTO DE LAS TERRACERIAS.

La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1).- Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobreacarreo del material de corte a terraplén.

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2).- Coeficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

4).- LA CURVA MASA.

5).- LA COMPACTACION.

[redacted]

PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y CALCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIAS

GENERALIDADES

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicos se le conoce como subrasante económica.

En este Capítulo se dan los lineamientos que el proyectista debe seguir para obtener la subrasante que corresponde a un proyecto económico.

10.1 PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. No obstante, en lo que sigue se tratará la forma de encontrar la subrasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

1. La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.
3. La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

10.1.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

A) Condiciones topográficas.
B) Condiciones geotécnicas.
C) Subrasante mínima.
D) Costo de las terracerías.

A) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25°, caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

En terreno plano el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel. En este tipo de configuración, la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presenta excepcionalmente; como consecuencia, los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

En un terreno considerado como lomerío, el proyectista estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes, son características de este tipo de terreno. Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierras a mover.

En terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes; el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón. Cuando a causa de la excesiva pendiente transversal del terreno haya necesidad de alojar en firme la corona del camino, la elevación de la subrasante debe estudiarse considerando la construcción de muros de contención o de viaductos, con el objeto de obtener el menor costo del tramo. En ocasiones, el proyecto de un túnel puede ser la solución conveniente.

Son características del terreno montañoso el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el

vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierras a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Dada la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en todos los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

B) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino. La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables. (más 30% tamaños arriba de 3") *

Un suelo se clasifica como Material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escrepa o pala mecánica de cualquier capacidad; además, se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 centímetros; como Material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, considerándose además como Material B, las piedras sueltas mayores de 7.5 y menores de 75.0 centímetros. Finalmente, el Material C, es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio usuales en la técnica S.O.P. En caso contrario se considera no compactable, aun cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo. Al material llamado no compactable, generalmente producto de los cortes y excepcionalmente obtenido de los préstamos, se le aplica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terraplenes, tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos u oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.

Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

C) Subrasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

* Si tiene menos 5% Valor Soporte y mas de 5% de expansion no debe usarse para subrasante y con muchas reservas para terracerias.

1. Obras menores.
2. Puentes.
3. Zonas de inundación
4. Intersecciones.

1. Obras menores. Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas. Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como de lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, el ángulo de esviajamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinal y transversal de la obra.

2. Puentes. Aun cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere.

Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.

b) Sobreelevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.

c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.

d) Peralte de la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que deducir el espesor de pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

En caminos de poco tránsito localizados en zonas en donde las avenidas máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, el proyecto de vados suele suplir al de puentes. La elección del tipo de obra está supeditada al régimen de la corriente, así como al estudio comparativo de costos de las alternativas que se presenten.

3. Zonas de inundación. El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producida por el obstáculo que a su paso presentará el camino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como

mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de la zona inundable.

4. Intersecciones. Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la subrasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

En las intersecciones a desnivel, se hará un estudio económico para determinar si conviene sea inferior o superior el paso del camino que se está proyectando. Para fijar la elevación de la subrasante económica se sigue una metodología semejante a la ya explicada para el caso de obras menores, tomando en consideración además, para el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces con los caminos que originan el cruce.

D) Costo de las terracerías. La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1. Costos unitarios:
Excavación en corte.
Excavación en préstamo.
Compactación en el terraplén del material de corte.
Compactación en el terraplén del material de préstamo.
Sobreacarreo del material de corte a terraplén.
Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.
Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.
Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2. Coeficientes de variabilidad volumétrica:
Del material de corte.
Del material de préstamo.

3. Relaciones:
Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4. Distancia económica de sobreacarreo:
El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + ad) - P_c}{P_{ss}} + AL$$

en donde:

DME = Distancia máxima de sobreacarreo económico.

ad = Costo unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio.

P_c = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

P_p = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.

P_{sa} = Precio unitario del sobreacarreo del material de corte.

Como se verá en el inciso 10.2.4 correspondiente a movimientos de terracerías, en estos elementos se basa fundamentalmente el estudio del diagrama de masas.

10.2 CALCULO DE VOLUMENES Y MOVIMIENTO DE TERRACERIAS

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobreelevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa.

10.2.1 Secciones de construcción

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formarán las terracerías, véase Figuras 10.1 y 10.2.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

A) Los propios del diseño geométrico.

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

Los elementos relativos al grupo A) son los siguientes:

1. Espesor de corte o de terraplén.
2. Ancho de corona.

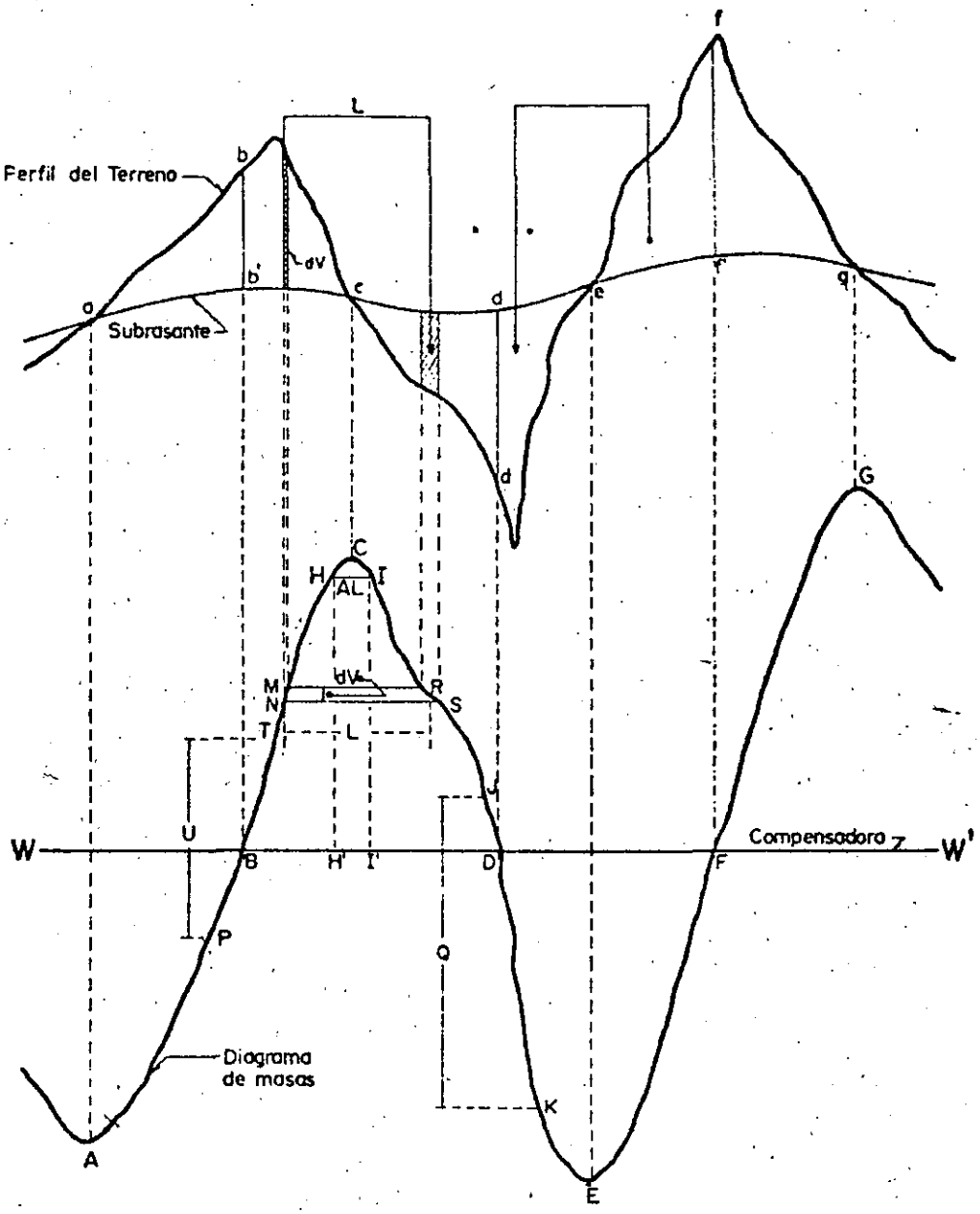


FIGURA 10.13. PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS

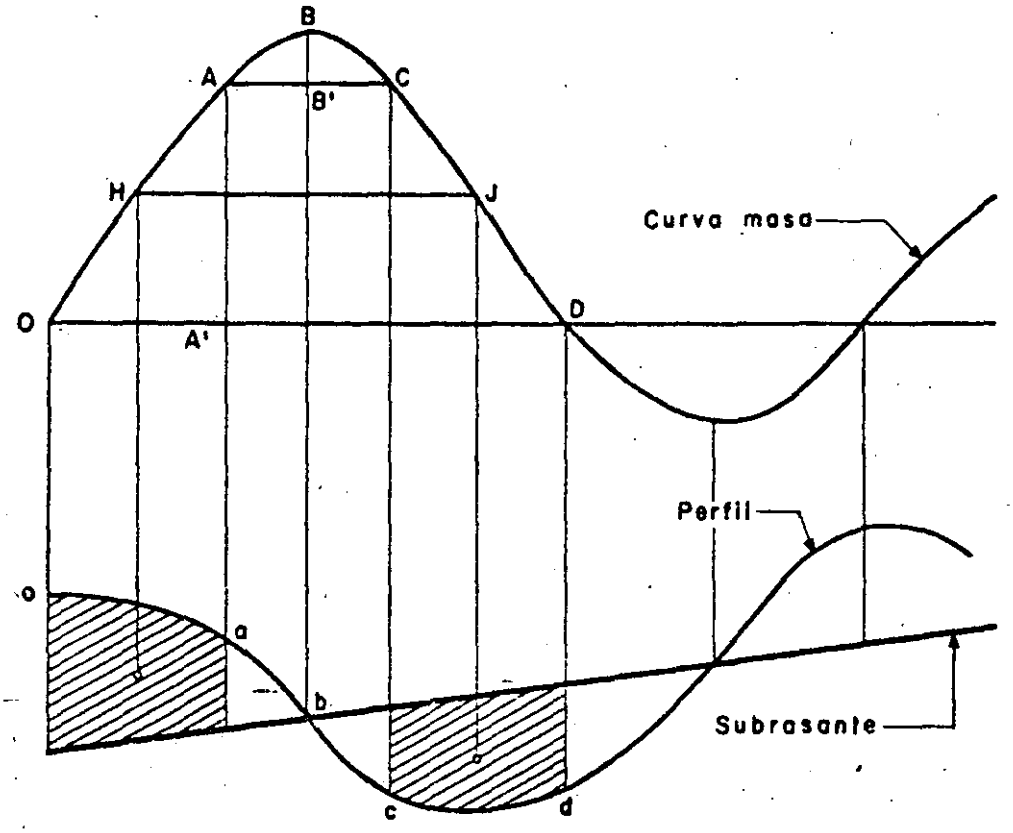


FIGURA 10.15. DISTANCIA MEDIA DE SOBREACARREO

Así, por ejemplo, el área de contorno cerrado *OACDO* dividida entre la ordenada *A'A* dará como resultado la distancia *HJ*, a la cual habrá que restarle la distancia de acarreo libre *AC* para obtener la distancia media de sobreacarreo.

D) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

En la Figura 10.16 se tienen las compensadoras generales *AA'*, *BB'*, *CC'* y *DD'*, que no forman una sola línea continua. La compensadora *BB'* ori-

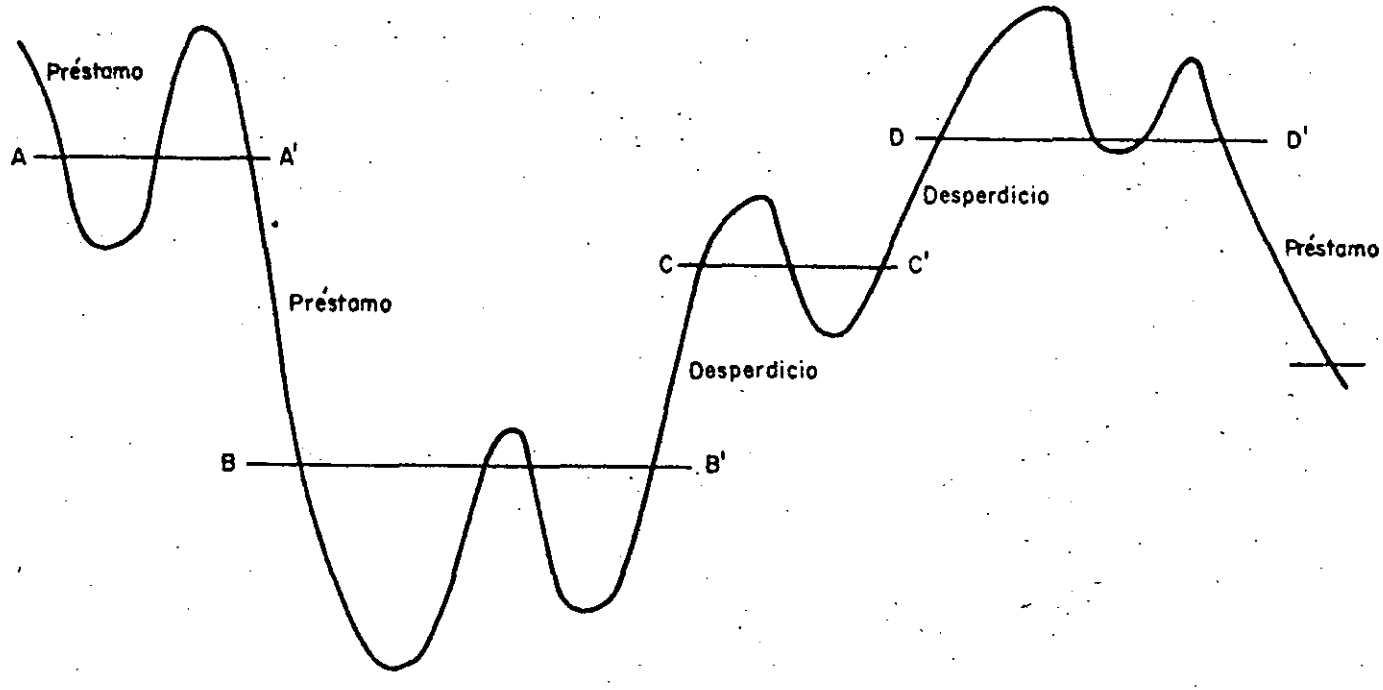


FIGURA 10.16. PRESTAMOS Y DESPERDICIOS

ING. GABINO GRACIA CAMPILLO

1

CONTROL

Introducción

En el campo de la Ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del País.

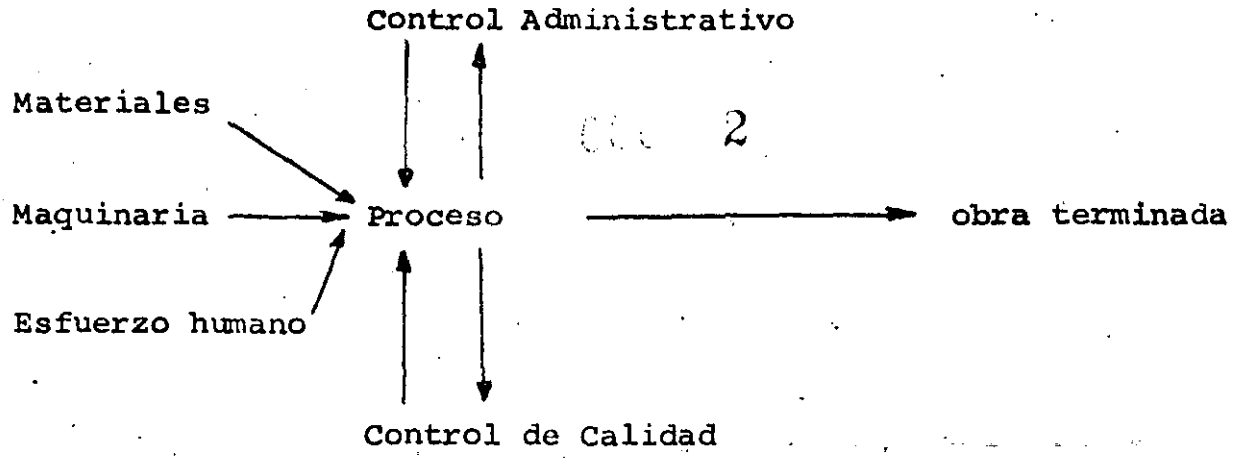
El proceso se inicia con estudios:

a) Exploratorios
b) Preliminares
c) De Factibilidad
d) Detallado

Determinado el proyecto definitivo, se planea la obra y se inicia posteriormente la etapa de construcción y es en esta donde se establece propiamente el proceso fundamental del control, partiendo de un Estandar (Proyecto).

La transformación de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano se manifiestan en un proceso siendo el producto la obra terminada. Para que sea integral el aprovechamiento de los recursos, se debe ejercer un control de tipo administrativo y un control de calidad del trabajo que se realiza, para obtener estándares de medición que permitan comparar los resultados con las normas establecidas.

Si formamos un modelo Insumo-Producto con la integración de las consideraciones anteriores, este nos quedaría de la siguiente forma:



Del modelo podemos deducir que el control es un punto muy importante para obtener el producto deseado y que existe además una interacción entre el control y el proceso. Esta interacción nos indica que cuando los objetivos específicos no cumplan con las normas establecidas, se puede modificar el proceso por medio de una retroalimentación que nos permita conocer las causas de las desviaciones al compararlas con los estandares.

Esto conduce a planear nuevamente el proceso con base a la información de los hechos por medio de la retroalimentación.

Control

El control es una función administrativa que nos permite establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y son parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

No se puede enunciar en unas cuantas palabras los objetivos universales aceptables ya que estos son reflejo de la experiencia propia.

CCC. 3

El control es comparable al sistema nervioso del cuerpo humano que se encuentra por todo el cuerpo como el control se encuentra en toda la organización.

Objetivos del Control.

El objetivo del control es luchar porque se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad.

Los objetivos ejercen su función en calidad de normas - para que podamos medir el resultado organizativo e individual.

No podemos hablar del control si no se fijan las metas y se establece el estandar de medición.

Procedimiento del Control.

El proceso del control se compone de cuatro etapas o fases que son:

I.- Establecimiento de las normas o estándares

II.- Información de los resultados obtenidos

III.- Comparación de los resultados reales con las normas

IV.- Corrección de las desviaciones.

Estos elementos siempre intervienen independiente de lo que se controle.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogaciones, como son:

¿ Cuando y donde debe hacerse la revisión?

¿ Que estándares habrá que usar para calificar?

¿ Quien debe hacer las valoraciones ?

¿ A quien deben comunicarse los resultados de las valoraciones?

¿ De que manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable ?

Nuestra respuesta a preguntas como éstas determinarán la efectividad de cualquiera que sea el sistema de control.

Bases del Control.

Determinar cuando y en que medida hay que controlar y seleccionar los sistemas adecuados es una de las decisiones que compete a la gerencia, para poner en práctica un programa general de control.

El control ha de practicarse hasta que la organización pueda mantenerse en condiciones de estabilidad y lograr sus objetivos.

Para crear las bases de control, es importante conocer ciertas ideas básicas que son el principio del control.

1 CONTROL EN EL PUNTO ESTRATEGICO

El control óptimo solo puede ser logrado si los puntos críticos, claves o limitativos pueden ser identificados y se pueden ajustar.

2 LA RETROALIMENTACION

El proceso de ajustar las acciones futuras con base a la información acerca de la experiencia se conoce como retroalimen

3.- EL CONTROL FLEXIBLE

Cualquier sistema de control debe responder a las condiciones cambiantes.

4.- ADAPTACION A LA ORGANIZACION

Los controles deben ser hechos a la medida de la organización.

5.- AUTOCONTROL

Las unidades deben ser planeadas para controlarse a sí mismas.

6.- CONTROL DIRECTO

Cualquier sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado.

7.- EL FACTOR HUMANO

Cualquier sistema de control que incluya a personas se ve afectado por la manera sicológica como los seres humanos ven el sistema.

Establecimiento de las Normas o Estándares.

No existen reglas fijas que nos indiquen cuánto hay que controlar. El punto en que hemos de detenernos es a menudo complejo y puede ser arriesgado intentar mantener un sistema de control demasiado sencillo.

Los estándares o normas pueden ser tangibles, indefinidos o concretos, pero hasta que todos los interesados comprendan bien cuales son los resultados que se desea tener, los controles solo provocan confusiones.

El primer paso en la formulación de estándares para fines de control es aclarar cuales son los resultados que deseamos obtener. Por lo general, el enfoque de los estándares se centra en la Producción, Costo y fuentes de recursos.

INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un sistema de control, es la comunicación.

El término "comunicación" significa el intercambio de hechos, ideas, o impresiones emotivas entre dos o mas personas. El intercambio se realiza con éxito solo cuando produce un mutuo entendimiento. No basta que digamos: el receptor debe ENTENDER el mensaje que desea comunicarle el expedidor. Es posible que no estén de acuerdo ambos y que, sin embargo la comunicación se haya realizado, porque por lo menos uno de ellos comprenda lo que el otro quiso trasmitir.

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos al formar redes de comunicación es la confiabilidad en el canal de mando. Desde hace muchas décadas los hombres de negocios han utilizado el canal de mando como la arteria principal de las comunicaciones en las empresas. El canal puede ser estrecho, pero permite

que los mensajes esenciales circulen en dos sentidos: el empleado espera recibir la información acerca de su trabajo y los planes de la empresa de su jefe inmediato; por su parte si desea -- hacer proposiciones o formular preguntas, recurre a su jefe. Los problemas se manifiestan cuando el "jefe" con ideas antiguas -- (sea Director, Gerente, o Jefe de departamento), considera que toda tentativa de desviar el canal de información de entrada o salida de su área, para que no pase por su mesa de trabajo, infringe sus prerrogativas y su autoridad.

Pocos negocios modernos pueden permitir que el canal de comunicaciones circule por un solo canal, pues cada gerente viene a constituir un "cuello de botella" potencial en el flujo de los informes esenciales.

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal trasmisor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe la tendencia de interponer un tamiz protector, despues de dos o tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará probablemente muy deformada.

En virtud de que las comunicaciones que fluyes por el canal de mando tienden a ser lentas y deformables, las compañías casi siempre utilizan otros canales más. Estos canales que permiten distribuir los informes operacionales por toda la organización, funcionan en forma similar a la del canal sanguineo que lleva oxígeno a todas las partes del cuerpo humano.

Las redes de comunicación que dispone una empresa, es muy amplia, un gran caudal de información fluye "horizontalmente", en impresos, en formas preconcebidas con vocabulario especial; otras veces a manera de informes en resumen para gran cantidad de datos directamente entre operadores y sobrestantes, otras mas en boletines oficiales.

La comunicación escrita en ocasiones suelen fallar, cuando se trata de comunicar estados de ánimo o nuevos factores que necesitan ponderarse. En cambio, el intercambio verbal posee varias ventajas de las cuales carece el mensaje escrito, estas son:

a) La falta de oportunidad de la respuesta inmediata.

b) Cuando nos enfrentamos a problemas no cumunes que requieren explicación adicional y su confirmación.

c) Intercambio de impresiones.

Por lo tanto, aunque se reconozca la necesidad de las comunicaciones escritas, tambien debemos dar cabida al intercambio verbal para que nuestra red sea lo más efectiva posible.

Hemos mencionado anteriormente algunas ventajas de la comunicación verbal, cabría ahora la oportunidad de citar también las desventajas que tiene este sistema de comunicación como es:

a) Mayor cantidad de palabras.

b) La atención se guía por el propio interés.

c) La intención es reflejo de actitudes anteriores.

Para terminar con los sistemas de comunicación en una empresa, mencionaremos el conducto clandestino por el cual circulan los rumores, los cuales existen y no es posible negarlo.

Los informes de control que resumen y comunican los resultados de las observaciones realizadas, constituyen una etapa indispensable del proceso de control, por lo menos en los casos más extensos, es preciso poner más atención en ellos, porque la insuficencia en cualquier etapa necesaria podría provocar el hundimiento de todo el proceso.

Es preciso que la información necesaria para controlar sea lo mas homogénea posible, por lo que la mayoría de las empresas diseñan formas especificas para cada tipo de control específico evitando de esta manera interpretaciones erróneas o bien informaciones sin trascendencia, que solo origina gastos innecesarios.

La información para efectos de control debe ser breve, agil, oportuna y verás.

Diseño del Sistema para el Control

Definimos el diseño del sistema para el control como: "Idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad que deseamos controlar"

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular. El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo

definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecuencia de un objetivo. No hay dificultad ni el camino a la solución está despejado. Unicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el esenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA.- Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.- Una vaga noción del problema a nadie llevará a ninguna parte, más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en nuestra mente surgirán buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS

Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS

Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.= VALORAR LAS HIPOTESIS.= Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.= APLICAR LA SOLUCION.= El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámite.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un esquema.

B) Diseño de formas o impresos

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo.

C) Manual de Procedimientos

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites.

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico del flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El solo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede despues, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

LISTA DE PREGUNTAS

¿ Puede eliminarse alguna copia ?

¿ Puede suprimirse algún trámite ?

¿ Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona ?

¿ Pueden combinarse algunos trámites en forma ventajosa ?

¿ Puede mejorarse la sucesión de los trámites ?

¿ Pueden subdividirse algunos trámites en forma conveniente?

¿ Puede el iniciador de una forma proporcionar más y mejor información ?

¿ Podría hacer la operación un empleado que gane menos ?

¿ Puede eliminarse alguna operación de archivo ?

¿ Para que conservar la forma ?

¿ Se lleva registro en más de un lugar ?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la - idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común. En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa - posible.

LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir tambien para tal fín ?

¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fín ?

¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?

¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?

si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente ?

¿ Hay en ella margenes adecuados para encuadernarla ?

¿ Puede utilizarse ambos lados ?

¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿como hay que protegerla ?

¿ Está junta toda la información que necesite una persona ?

¿ Están separados los datos que pudieran ser causa de graves errores de transcripción ?

¿ Está la información en el orden necesario para su transcripción ?

¿ Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano ?

¿ Son adecuados los espacios que deben llenarse a mano ?

¿ Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de la máquina de escribir ?

¿ Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir ? (los topes deben confrontarse con otros impresos comerciales en uso)

¿ Contribuirán a reducir los errores líneas verticales y horizontales ?

¿ Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano ?

¿ Es suceptible de interpretar erróneamente algún texto ?

¿ Es necesaria toda la información ?

¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirva de el ?

¿ Sería útil para la identificación o el archivo un papel de color ?

¿ Puede sugerir mejoras el empleado que utiliza la forma ?

COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS

El registro oficial de los resultados y de las comparaciones con los estándares es sencillo y rudimentario. Intervienen pocas personas, los datos son conocidos por todos y el propósito principal del control es sencillamente llamar la atención hacia la forma en que el desempeño a los estándares determinados para que puedan iniciarse reajustes y rectificaciones de las definiciones.

La valoración de los rendimientos servirá de poco, hasta que se comuniquen los resulcados a los jefes facultados para corregir las deficiencias. Esta información es una fase vital de la valoración utilizable.

Es preciso que la actuación resultante de las valoraciones de control se lleve a efecto por parte de las personas principalmente responsables de que se evalúe la operación.

La rapidez es una gran virtud cuando se trata de informes de control. Si se está ejecutando mal un trabajo, mientras más pronto se informe acerca de él y se corrija, menos daño se causará. Además, si no es evidente la causa de una dificultad, es probable que la investigación rápida revele las causas verdaderas y no la realizada cuando las circunstancias ya no están frescas en la memoria de

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es semejante a la aplicación del sentido común
En general se deben tener en presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa posible.

LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir también para tal fín ?

¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fín ?

¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?

¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?

si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente ?

¿ Hay en ella margenes adecuados para encuadernarla ?

¿ Puede utilizarse ambos lados ?

¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿como hay que protegerla ?

La distinción entre los controles destinados a la valoración global y los que tienen por objeto principal llamar la atención, afectan la importancia que tiene la prontitud. La oportunidad es esencialmente urgente para el ultimo grupo, porque pierden los controles casi todo su impacto, si son tardíos.

CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto de los planes, pero, solo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las deficiencias. La investigación de control debe orientar a la a las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

El informe destinado a controlar suele servir para iniciar un nuevo ciclo administrativo: nuevas planeaciones y organización, mejores medidas directivas y otro conjunto de valuaciones e informes.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara. Por conveniencia, hablamos de " medidas correctivas " cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y si seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos " volver a formular planes ". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

Por lo tanto, cuando nuestras valoraciones para controlar indica que no todo marcha bien, tenemos que investigar muchas causas posibles para hallar la que origina la dificultad. Una vez que se ha localizado el problema como resultado de la investigación provocada por el informe de control que sea desfavorable, se rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomamos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

Conclusion

Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es casi sencillo por lo que respecta a los elementos básicos, sin embargo, exige inventiva y destreza aplicar el control. La formulación de estándares de control en puntos estratégicos, el muestreo y la valoración de los resultados cuantitativos, el equilibiro adecuado entre la oportunidad y la exactitud de los informes, la aplicación de estos a la forma de actuar para corregir deficiencias, todos estos son ejemplos de la multitud de cuestiones fundamentales que tan mas que se resolver hábilmente para que un sistema de control tenga la posible eficacidad.

Planeación.- Es el método por el cual el Ingeniero ve hacia el futuro y descubre las diferentes alternativas para realizar un proceso constructivo. La función de planeación ha recibido una mayor atención a medida que las empresas crecen y las teorías administrativas se desarrollan.

No podemos hablar de planeación si no establecemos en forma consciente y explícita los objetivos finales que queremos alcanzar.

Los planes a altos niveles de una empresa pueden ser generales y amplios o pueden ser detallados "día a día". El método de planeación puede empezar con un vago presentimiento o un elemento de intuición con el cual el ingeniero o grupo de ingenieros tropiezan. Al planear una obra, cada trabajador no necesita entender los detalles de todos los planos relativos a la construcción, pero debe comprender que su trabajo encaja en forma precisa en el desarrollo general de la misma.

La planeación no sólo incluye el predeterminar el proceso de una acción referente a una actividad, sino que incluye el buscar los posibles problemas que puedan presentarse. La probabilidad y estadística es una técnica muy valiosa que nos permite manejar incertidumbres.

El programa de una obra, es anunciar por escrito el proceso constructivo en forma cronológica las actividades que se piensan realizar en un proyecto. Para programar una obra se requiere:

1.- Conocer el proyecto

2.- Conocer donde se va a realizar

3.- Analizar como se va a ejecutar

4.- Analizar cuando se va hacer

5.- Analizar con que recursos se va hacer

Recursos.-

Son aquellos elementos indispensables para la posible y correcta realización de una actividad. Para una construcción se requiere contar con los siguientes recursos:

a- Materiales

b- Mano de obra

c- Equipo

d- Personal técnico

e- Financiamiento

Existen dos diferentes niveles de programación en una obra, la programación general y la programación de obra.

Programación General.- Se recomienda que la realicen los proyectistas conjuntamente con el contratista de la misma, para determinar los sistemas constructivos más convenientes, disponibilidad de materiales, disponibilidad de recursos; así como, la duración aproximada de la construcción y determinación de planos completos o detalles necesarios de la obra. Esta programación pocas veces se realiza, viendose afectada la mayoría de las veces la construcción en tiempo y costo.

Programación de Obra.

Esta programasión es la que normalmente se conoce y la realiza el constructor, tomando en cuenta a las personas que serán las responsables de la ejecución de la obra para que conozcan el proyecto y sepan como, cuando y con que recursos lo tendrán que realizar.

Los métodos más comunes para programar obras son:

I Sistema de barras

II Sistema C.P.M. (Ruta crítica)

El mejor sistema será aquel que nos brinde mayor información y facilite la interpretación permitiendo hacer la corrección de las desviaciones.

Los programas deben ser realistas alimentando nuestra programación con datos veraces, para que los resultados no sean erroneos siendo recomendable revisar mensualmente el avance.

Se ha mencionado hasta aqui el concepto de planeación de la producción que a veces se confunde con el control de la producción. Puede si acaso, establecerse la distinción de que planeamiento se refiere a dictar los requisitos, lo que se quiere hacer, mientras control se refiere a velar porque así se haga, o sea el control revisa el pasado, la combinación de las dos funciones administrativas, juntas, sirven de perspectivas para la persona que toma decisiones en el presente. Ambas han sido objeto de una investigación considerable y han desarrollado teorías separadas.

Existen en la actualidad muchos libros referentes al control de la producción, enfocados principalmente a la industria manufacturera. Sin embargo los conceptos de control pueden ampliarse hasta abarcar proyectos para carreteras, presas y construcciones de edificios. Los métodos usados para diseñar sistemas de control son idénticos y muchos de los procedimientos aplicados a la toma de decisiones son intercambiables.

El objetivo del control de producción, en la forma más amplia, es planear las corrientes de materiales que llegan a la fábrica, pasan por ella y salen de la misma, regulandola de tal manera que se alcance la posición óptima en cuanto a beneficios, dentro del marco de las metas que la empresa se ha fijado. Para una construcción se puede definir el objetivo del control, como:

"El establecimiento de sistemas que permitan planear el flujo de los materiales que llegan a la obra, hasta su correcta colocación detectando errores, causas y sus soluciones oportunamente para obtener el mayor beneficio"

Un tipo de sistema para el control de la producción no bastaría para contemplar todos los diferentes productos elaborados. El sistema de control de una planta de ensamble de automóviles es completamente diferente del que necesita una compañía constructora. La clase de sistema empleado para el control depende de la producción, por lo cual es importante conocer las diferencias que existen.

Comparación de la producción

23

Empresa Constructora obras en diferentes lugares (trabajos variados)	Empresa Automotriz Planta de ensambles (Producción de serie)
1.- Máquinas diferentes, con supervisiones diferentes	1.- Máquinas dispuestas según el orden de las operaciones necesarias para hacer un producto.
2.- Los ciclos de fabricación son largos	2.- Los ciclos de fabricación son cortos y las fechas de entrega tempranas
3.- Las cargas de trabajo están desequilibradas y las máquinas pueden pasar días enteros inactivas	3.- Las cargas de trabajo tienden a equilibrarse más y se hace cuanto es posible para que las máquinas funcionen todo el tiempo
4.- Los operarios de las máquinas, no siempre son muy expertos	4.- Los mecánicos son muy expertos, pero solo en una clase de operación
5.- En ocasiones el espacio es reducido para tener depósitos satisfactorios de materia prima, además de la diversidad de materiales	5.- Puede haber grandes depósitos de materias primas por las cantidades de material consumido. Lo ideal
6.- Debido a lo largo del ciclo de fabricación y son diferentes conceptos, las existencias de materiales en elaboración son grandes	6.- Las existencias de material en elaboración son generalmente pequeñas en comparación con las grandes cantidades producidas
7.- Los costos del manejo de materiales es mayor	

8.- La falta de espacios impiden en ocasiones buenos accesos	7.- El fin del trabajo en linea es reducir los costos del manejo de materiales.
9.- El control de la producción tiende a ser más complejo porque hay muchos trabajos a la vez, lo cual implica muchas instrucciones, checadores de tiempo, de maquinaria, etc para cumplir los programas	8.- El espacio puede utilizarse con más eficiencia.
	9.- El control de la producción no será muy complejo porque lo que interesa principalmente es el suministro de materiales a las lineas de trabajo
10. El rendimiento de trabajo en obras es más flexible que el de la producción en serie	10.- Los costos unitarios de la linea de producción serán más bajos si la producción se mantiene cerca del nivel óptimo.

Para ser posible el control de la producción se requiere implantar sistemas de control en bloque. Como es en función del tiempo el avance diario, semanal o mensual, o bien por unidad como el M^3 de concreto colado, toneladas de acero habilitadas, etc. que nos permiten conocer resultados medibles en un periodo de tiempo determinado.

Es difícil enumerar los objetivos del control de la producción o avance porque en las diferentes empresas constructoras se combinan diferentes actividades. Las diferencias se deban a la tradición, a las variaciones de los contratos y mercados y a otras muchas razo

nes.

El fin del control de la producción es coordinar las diferentes obras, instalaciones de las oficinas centrales, y otros medios de producción y de ahí que haya muchos puntos de contacto y comunicación con otros departamentos. Todos tienen un interés común en que la obra se haga de acuerdo con el programa establecido y a costo óptimo, pero en lo que a veces no hay acuerdo es en los métodos para alcanzarlo.

La Gerencia de Promoción y Desarrollo, tiene interés en promover nuevas obras, pero sólo puede conseguirse si el cliente está satisfecho, y lo normal es que esté si la ejecución de la obra encomendada cumple con las especificaciones y normas de calidad señaladas, a costo razonable y de acuerdo con la fecha convenida. En general suele ser la fecha de entrega el punto de fricción entre el control de la producción y la Gerencia de Promoción. Para éste, la fecha convenida es más importante que el quedar dentro del presupuesto, porque un antecedente de poca formalidad en la entrega puede producir en las relaciones con el cliente un daño irreparable.

El Departamento de compras necesita que las solicitudes sean entregadas antes del tiempo en que se vaya a necesitar el material.

También le conviene fincar pedidos por el total de material necesario para las obras en el año, con el propósito de abaratar los precios de adquisición y garantizar las entregas.

El Departamento de control de calidad se preocupa porque el producto elaborado satisfaga las normas sin tomar en cuenta los pro

gramas de obras. Esto a veces provoca un conflicto declarado, pero lo más frecuente es que todos los departamentos concilien sus intereses comunes y trabajen en armonía.

En las empresas constructoras la Gerencia de Construcción tiene contacto con todas las demás Gerencias y departamentos y su personal como son los superintendentes Generales, Superintendentes de frente, Residentes, etc. están en contacto directo con otras personas dentro y fuera de la obra y de la empresa. Por eso se comprende que las Relaciones Industriales juegan un papel primordial.

Una compañía que lucha con pocas dificultades llega a alcanzar un estado de "equilibrio" en que cada persona sabe lo que se espera de ella. El personal se acostumbra al ambiente que reina en la empresa y sabe como reaccionarán sus compañeros de trabajo en determinadas ocasiones. Esto es muy difícil de lograr en las empresas de la industria de la construcción en México, debido a que las variaciones de otorgamiento de contratos es muy inconsistente provocando altibajas constantemente lo que motiva a organizar a las empresas del ramo de la construcción para adaptarse al cambio, reduciendo el personal cuando las obras se acaban e incrementandolo cuando existe mucha construcción. Sin embargo, estos aspectos no deben ser causa de que el personal que labora se identifique con la política general de la empresa, para su propio desarrollo.

Para el correcto desarrollo de un proceso constructivo, se enlazan varias funciones relacionadas con la producción, que en una obra son coordinadas por el Superintendente General, estas fun-

ciones son:

I.- Función de Fabricación

1.- Función de recepción y Almacenamiento

2.- Función de producción

3.- Función de estimación

1.- La función de recepción y almacenamiento asume la responsabilidad de aceptar los materiales que entrega el transportista, y almacenarlos adecuadamente hasta su uso. También asume la responsabilidad de determinar si se ha recibido la cantidad adecuada de materiales, aunque por lo general, no tiene responsabilidad alguna de la calidad del material recibido.

2.- La función de producción, asume la responsabilidad de transformar la materia prima en un producto acabado, aceptabla y económico.

3.- La función de estimación asume la responsabilidad de cuantificar la obra ejecutada para la elaboración de la estimación documentación de apoyo para el cobro.

Por lo tanto, puede decirse que las funciones de fabricación tienen la responsabilidad del manejo y la transformación física de los materiales hasta lograr el producto terminado.

II.- Funciones de Control

En este grupo de funciones debemos incluir a aquellas que se ocupan de controlar la producción, los costos y la calidad. Las funciones incluidas son:

1.- Control de producción.

2.- Control de calidad.

3.- Control de costos

4.- Control de procedimientos

5.- Inspección

1.- La función de control de producción tiene la responsabilidad de establecer pronosticos, planes de producción, programas de producción, asignación de labores, niveles de existencia en base a la retroalimentación

2.- La función de contrl de calidad es responsable de establecer y mantener el necesario control de calidad de: materiales adquiridos, materiales en proceso de elaboración, y acabados. Es responsable, además, del examen del producto acabado, para ver si se ajusta a las especificaciones y también a la calidad.

3.- La función de control de costos habrá de ser responsable de determinar y dar cuenta del costo de la obra terminada y de compararlo con las cantidades asignadas en los presupuestos.

4.- La función del control de procedimientos establece procedimientos tipo dentro de la empresa. También establece y coordina todos los impresos y formularios que habrá de utilizarse.

5.- La función de Inspección cuida de examinar los materiales en curso de fabricación como es el concreto, soldaduras, etc. y los productos terminados. Compactaciones, concretos, etc. Los resultados de estos exámenes se comunican a los departamentos relaciona-

dos para su determinación.

III Funciones de Sostenimiento.

En este grupo de funciones habremos de incluir las que sostienen las actividades de las funciones mencionadas con anterioridad. Las funciones excluidas son:

1.- Abastecimiento o compras

2.- Promociones

3.- Conservación y mantenimiento de equipo

4.- Personal

1.- La función de abastecimiento o compras consiste en adquirir los materiales y equipo necesarios, de la calidad adecuada y al precio más favorable asegurando su entrega en la fecha establecida. Esta función llevará un control de todos los proveedores, para fijar políticas de compra para el futuro.

2.- La función de promoción es responsable de conseguir los contratos y concursos necesarios manteniendo el nivel de producción fijado en los objetivos, y de conservar las buenas relaciones con el cliente después de terminado el trabajo encomendado.

3.- La función de conservación y mantenimento del equipo, es responsalbe del buen funcionamiento del mismo para garantizar el activo fijo de la empresa, la conciliación de costos de producción y mantenimiento, y tener en disponibilidad el equipo para operar el número de horas previsto en su vida útil.

4.- La función del personal es responsable en contratar y adiestrar a los empleados y de poner fin a sus relaciones con la empresa. Debe velar para que se disponga de trabajadores de las especialidades necesarias en el número, lugar y momento que se necesiten y hagan falta.

Es sabido que estas funciones no cubren la totalidad que requieren las empresas constructoras, además los nombres o títulos que se le asignan pueden ser diferentes y difieren además las labores. Sin embargo, son algunas de las funciones más importantes y se hace necesario examinarlas al estudiar el control de producción.

Hemos mencionado las diferentes funciones de las empresas constructoras necesarias para realizar adecuadamente un proceso constructivo, debiendo hacer mención a continuación de los "Documentos" necesarios para el control de la producción. También, al igual que las funciones se mencionan únicamente los más importantes.

DOCUMENTOS.

Los documentos de que nos ocuparemos son:

1.- Pronóstico de promociones: Un cálculo estimativo del volumen de venta en base a la retroalimentación de años anteriores, para fijar metas concretas para algún período futuro de tiempo.

2.- Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.

31

2. Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.

3. Plan de producción: por lo general un plan dividido en trabajos específicos, que habrá de regular la producción durante un período intermedio de tiempo. Este plan se suele revisar a intervalos periódicos para corregir desviaciones de pronósticos o incapacidades de atender la obra prevista.

4. Calendario de obras: Es una prolongación del plan de producción, tendiente a controlar la producción de cada obra durante su proceso constructivo. Por lo general en tiempos cortos y se emplean los diagramas de barras, ruta crítica etc.

5. Contratos: autoriza a la gerencia de construcción a realizar la obra encomendada indicando lo que ha de realizarse, el lugar y tiempo senalado, cumpliendo con las especificaciones estipuladas.

6. Terminación de obra: Informe de finiquito de los trabajos en que se da cuenta de haber dado cumplimiento al contrato encomendado no quedando obra, pagos y cobros pendientes.

7. Inventario de existencias: Un registro del recuento de partidas de materiales, refacciones, herramienta, equipo, etc. que se tienen en existencia. Las existencias pueden ser artículos almacenados o artículos en proceso de colocación.

8. Planos y croquis: definen totalmente los trabajos a realizar con dimensionamiento y anotaciones necesarias para la correcta realización de la obra.

9. Especificaciones: definen la calidad del producto y bajo que condiciones debe funcionar. Puede describir las pruebas que habrán de utilizarse para la aceptabilidad o el rechazo.

10. Descripción de procesos constructivos: define el proceso detallado que debe seguirse en determinados casos para la correcta construcción de la obra, como son los casos de algunas cimentaciones, montajes, etc.

11. Presupuestos: es un cálculo estimativo de costos que habrá de emplearse en la construcción de la obra de acuerdo a un programa preestablecido. Puede ser parte de la información presentada para concursos, o asignación directa de obra.

12. Rendimientos: relación de tiempos obtenidos por experiencias propias o ajenas del personal para la realización de un trabajo en condiciones normales.

13. Solicitud de compra: La petición que la gerencia de construcción hace al Departamento de compras para que le proporcione determinados materiales o equipo de acuerdo con

un plan dado.

14. Orden de compras: contrato con el proveedor para que proporcione el artículo o artículos en él especificador a un precio determinado y dentro de un plazo de entrega fijada.

15. Informe de recepción: el reconocimiento oficial de haber recibido materiales o equipo de acuerdo con la descripción y en la cantidad estipulada en el pedido de compra. No reconoce la aceptabilidad de la calidad del material.

16. Informe de laboratorio: Contiene el resultado de las pruebas realizadas a los materiales durante el proceso.

17. Recepción de obra: documento que expresa la terminación de los trabajos de acuerdo a las especificaciones, quedando pendiente una garantía por vicios ocultos en la construcción.

1. CHECK LIST PARA INICIAR UN PROYECTO

Para poder iniciar un Proyecto nuevo o iniciar una Ampliación de un Proyecto en proceso. La Gerencia de Construcción respectiva necesitará:

a) El Contrato del mismo debidamente firmado o bien la aprobación de la Dirección correspondiente para poder iniciar sin él. En el segundo caso se deberá poner la fecha compromiso de firma.

b) Adjuntar los Precios Unitarios aprobados o bien los de tabulador con los que se estimará en tanto se obtiene la aprobación de los definitivos, y su calendario de aprobación.

c) Presentar la Planeación Integral del mismo, que constará de:

Programa General
Programa de Subcontratos
Programa de Materiales
Programa de Equipo
Programa de Personal Técnico
Programa de Personal de Obra,

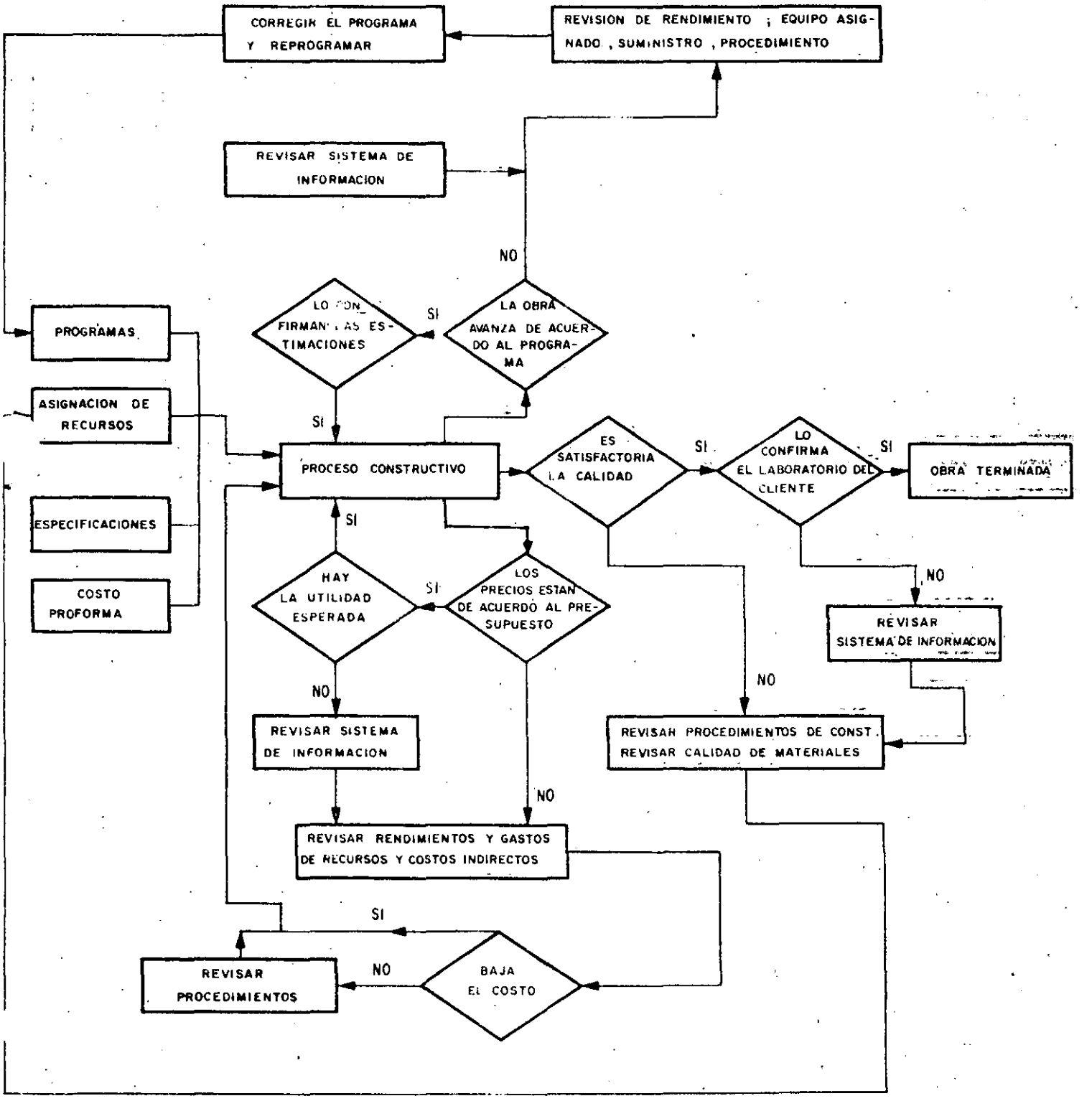
así como su planeación financiera, que incluirá el Cash-Flow y su programa de Remesas.
En caso de no contar con lo anterior, se hará una Planeación de Emergencia, que será válida únicamente por el primer mes y en tanto se integren los definitivos.
En caso de aceptación del Programa de Emergencia, los definitivos deberán entregarse en ese lapso y en caso contrario, se suspenderán los suministros totales, hasta su cumplimiento.

d) Los Objetivos del Proyecto, desde su iniciación hasta su terminación y derivados del programa.

e) Para la iniciación, una vez contando con lo anterior y para que las áreas de apoyo le den trámite a las solicitudes de Remesas, Materiales, Subcontratos, Equipo y Personal, la hoja de Iniciación deberá tener la firma de recepción de la Gerencia Técnica y de la Gerencia de Finanzas, las cuales indicarán la recepción de conformidad de los datos necesarios.

...

DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION



NOMBRE: _____ DEPARTAMENTO: _____

PROYECTO (S) _____

OBJETIVOS RESPECTO AL DEPARTAMENTO: _____

OBJETIVOS DE OBRAS: ○ PROBABLES ○ CONTRATADAS

OBJETIVOS APROBADOS EN FECHA: _____

FIRMAS: _____

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ESTANDARES DE MEDICION DE AVANCE	RESULTADOS EN FECHA	PLAN DE ACCION	RECURSOS NECESARIOS	OBJETIVOS RELACIONADOS

INFORME MENSUAL DE AVANCE Y ESTIMACION

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No. _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

MONTO CONTRATADO

DEL MES ANTERIOR	
ADICIONES DURANTE EL MES	
A LA FECHA	

(CIFRAS EN PESOS Y CENTAVOS)

CONCEPTO			ACUMULADO AL MES ANTERIOR	MES ACTUAL	CAMBIOS DE CLASIFICACION DEL MES (VER NOTA AL MARGEN) AÑADIR	SUSTRAER	ACUMULADO A LA FECHA
AVANCE ESTIMADO	CON CONTRATO	1					
	SIN CONTRATO	2					
TOTAL DE AVANCE ESTIMADO	1 + 2	3					
AVANCE NO ESTIMADO	CON CONTRATO: CON P. U. APROBADOS	4					
	CON CONTRATO: SIN P. U. APROBADOS	5					
	CON CONTRATO: RECLAMACIONES EN TRAMITE	6					
	SIN CONTRATO: CON P. U. APROBADOS	7					
	SIN CONTRATO: SIN P. U. APROBADOS	8					
	SIN CONTRATO: RECLAMACIONES EN TRAMITE	9					
TOTAL DE AVANCE NO ESTIMADO	4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9	10					
AVANCE TOTAL	3 + 10	11					
PASIVOS EN OBRA		12					
VALOR DEL ALMACEN		13					
PASIVOS POR GASTOS FINANCIEROS		14					

OBSERVACIONES _____

NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	C.C.P. RECIBIDO
FIRMA	FIRMA	FIRMA	G. DE CONSTR. _____
			G. DE FINAN. _____
			CONTAB. _____
JEFE DE PROYECTO		G. DE CONSTRUCCION	

CAMBIOS DE CLASIFICACION: DEBE USARSE CUANDO SE OBTIENE CONTRATO, AUTORIZACION DE PRECIOS UNITARIOS O SE RESUELVE UNA RECLAMACION PARA QUE LA COLUMNA ACUMULADA A LA FECHA ESTE SIEMPRE ACTUALIZADA.

INFORME MENSUAL SOBRE COSTO APROXIMADO DE OBRA

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No. _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

AVANCE ACUMULADO A LA FECHA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONCEPTOS	ACUMULADO AL MES ANTERIOR		COSTO DEL MES		ACUMULADO A LA FECHA		% SOBRE AVANCE REAL		
	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	COSTO ACUMULADO REAL	COSTO PROGRAMADO	DIFERENCIA
MATERIALES									
FLETES Y ACARREOS									
TOTAL MATERIALES									
RAYA									
DESTAJOS									
TOTAL MANO OBRA									
TOTAL EQUIPO									
TOTAL SUBCONTRATOS									
TRABAJOS EN ADMINISTRACION									
TOTAL COSTO DIRECTO									
TOTAL INDIRECTOS EN OBRA									
TOTAL COSTO OBRA									

OBSERVACIONES _____

NOTA—LAS RAYAS Y DESTAJOS DEBEN INCLUIR IMPUESTOS, SEGURO SOCIAL, ETC.

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____

C.C.P. RECIBIDO

G. DE CONSTR. _____

INFORME MENSUAL DE ESTIMACIONES

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No. _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONTRATOS (VER NOTA AL MARGEN)		ACUMULADO AL MES ANTERIOR	ESTIMACION DEL MES					ACUMULADO A LA FECHA	TOTAL DE RECLAMACIONES EN TRAMITE
NUMEROS	MONTO TOTAL		PRECIOS UNITARIOS	SUMINISTROS	TRABAJOS POR ADMON.	ADITIVAS (DEDUCTIVAS)	ESTIMACION TOTAL		
1	2	3	4	5	6	7	8=4+5+6+7	9=3+8	10
TOTAL									

OBSERVACIONES _____

NOTAS—LISTAR TODOS LOS CONTRATOS QUE FORMAN LA OBRA
EL TOTAL ESTIMADO DEBE SER EL MISMO QUE EL REPORTADO
EN LA FORMA GF-1

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____

C.C.P. RECIBIDO

G. DE CONSTR. _____

G. DE FINAN. _____

CONTAB. _____

G. DE CONSTRUCCION

INFORME MENSUAL DE SUBCONTRATISTAS

CORRESPONDIENTE AL MES DE _____ DE 197____

DE LA OBRA:

NOMBRE _____ No. _____

GERENCIA _____

PARA: GERENCIA TECNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CLAVE (VER NOTA)	SUBCONTRATISTAS DE OFICINA CENTRAL Y LOCALES (MARCAR LOS LOCALES CON *)	FECHA		MONTO DEL CONTRATO		AVANCE		TOTAL AUTORIZADO EN OBRA	TOTAL PAGADO EN OBRA	TOTAL MATERIALES ENTREGADOS AL SUBCONTRATISTA
		INICIO	TERMINACION	INICIAL	ACTUAL	DEL PERIODO	ACUMULADO A LA FECHA			

OBSERVACIONES _____

NOTA—CLAVE ASIGNADA POR GERENCIA TECNICA

NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____

FIRMA _____ FIRMA _____

ELABORADO POR JEFE DE PROYECTO G. DE CONSTRUCCION

C.C.P. RECIBIDO

G. DE CONSTR. _____

CO[illegible] _____

FECHA. _____

COMPAÑIA. _____

PROYECTO. _____

OBJETIVOS PROGRAMA FINANCIERO

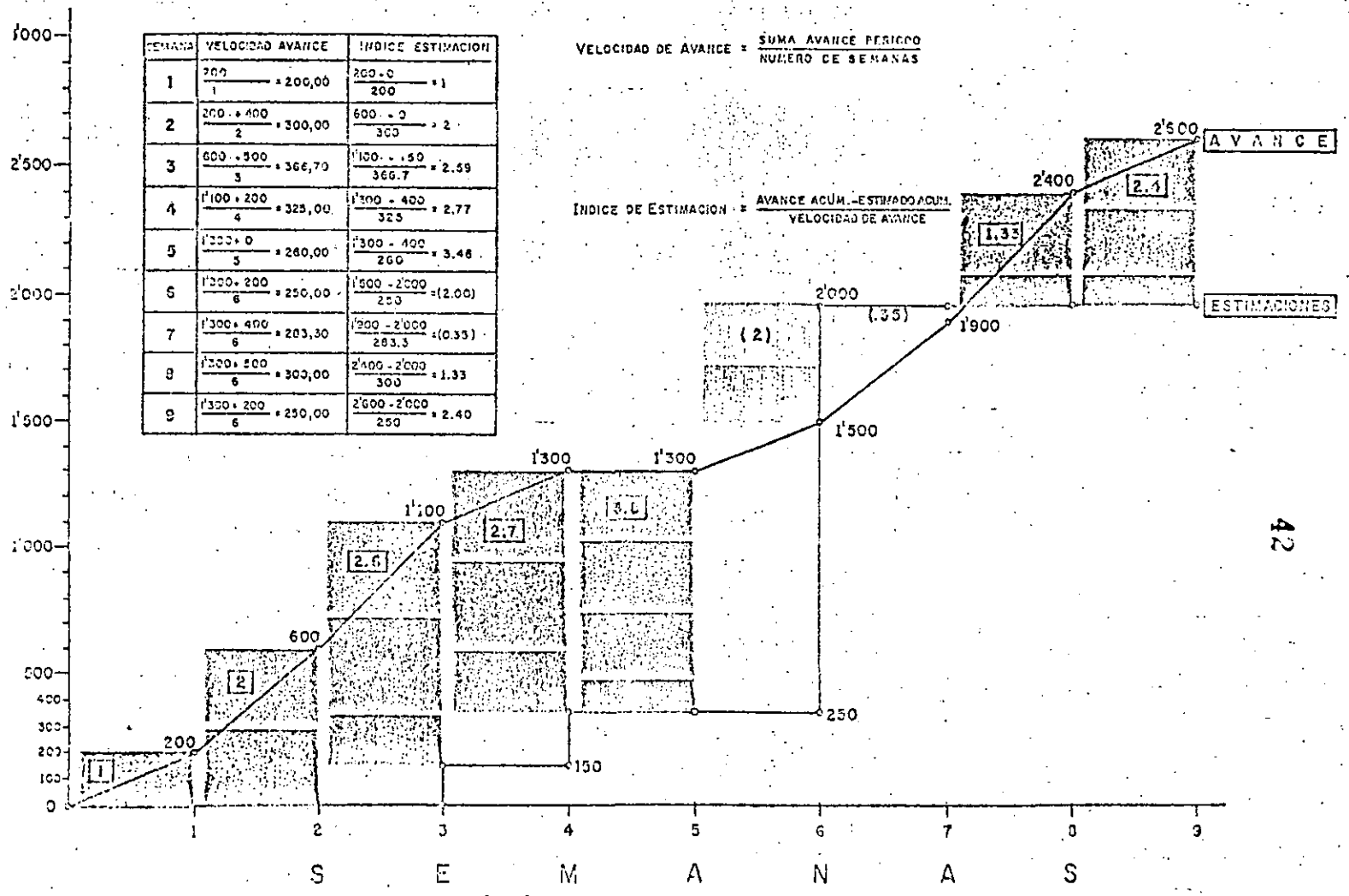
G. M. D.							
AVANCE (c)	P						
	A						
	REAL						
ESTIMACION CERTIFICADA.	P						
	A						
	REAL						
INGRESO BRUTO POR ESTIMACIONES.	P						
	A						
	REAL						
ANTICIPOS.	P						
	A						
	REAL						
INGRESO NETO. (a) (aplicadas TODAS las deducciones)	P						
	A						
	REAL						
EGRESOS. (b)	P						
	A						
	REAL						
COSTO TOTAL. (d)	P						
	A						
	REAL						
FINANCIAMIENTO. (a-b)	P						
	A						
	REAL						
DIFERENCIA. (c-d)	P						
	A						
	REAL						

GRAFICA INDICE ESTIMACIONES SEMANAL

SEMANA	VELOCIDAD AVANCE	INDICE ESTIMACION
1	$\frac{200}{1} = 200{,}00$	$\frac{200 - 0}{200} = 1$
2	$\frac{200 + 400}{2} = 300{,}00$	$\frac{600 - 0}{300} = 2$
3	$\frac{600 + 500}{3} = 366{,}70$	$\frac{1'100 - 150}{366.7} = 2.59$
4	$\frac{1'100 + 200}{4} = 325{,}00$	$\frac{1'300 - 400}{325} = 2.77$
5	$\frac{1'300 + 0}{5} = 260{,}00$	$\frac{1'300 - 400}{260} = 3.46$
6	$\frac{1'300 + 200}{6} = 250{,}00$	$\frac{1'500 - 2'000}{250} = (2.00)$
7	$\frac{1'300 + 400}{6} = 283{,}30$	$\frac{1'900 - 2'000}{283.3} = (0.35)$
8	$\frac{1'300 + 500}{6} = 300{,}00$	$\frac{2'400 - 2'000}{300} = 1.33$
9	$\frac{1'300 + 200}{6} = 250{,}00$	$\frac{2'600 - 2'000}{250} = 2.40$

$$\text{VELOCIDAD DE AVANCE} = \frac{\text{SUMA AVANCE PERIODO}}{\text{NUMERO DE SEMANAS}}$$

$$\text{INDICE DE ESTIMACION} = \frac{\text{AVANCE ACUM.} - \text{ESTIMADO ACUM.}}{\text{VELOCIDAD DE AVANCE}}$$



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

C I M B R A S

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

DISEÑO DE CIMBRAS

POR: ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO. *

- DATOS REQUERIDOS.

Del Concreto:	- Peso volumétrico. - ¿ Hay vibrado ?.
Del material de la cimbra:	-Esfuerzos permisibles. - Densidad. - Módulo de elasticidad. - Calidad del material.
Del ambiente:	- Temperatura en el momento del colado. - Velocidades de viento.
Del proyecto:	- Geometría del concreto. - Cargas vivas durante el colado.

* Gerente de Ingeniería de SACMAG DE MEXICO, S. A.

Ingenieros Consultores.

PESO VOLUMETRICO

El peso volumétrico del concreto varía desde 1,500 a 2,400 kg/m3., el primero para concretos ligeros y el último para concreto normal. Puede haber algunos concretos más ligeros que el agua, pero son muy especiales.

ESFUERZOS PERMISIBLES.

Hacemos aquí referencia al Reglamento de las Construcciones del D. D. F. en sus artículos del 213 al 222:

a) Calidad de la madera.

Los grados de las maderas que se citan son los que se específican en la norma C 18-46, expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Para usarse en construcciones no se empleará calidad inferior a la de tercera.

b) Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Se admiten los siguientes esfuerzos de trabajo y módulos de elasticidad, en función de la densidad aparente de la madera seca, y, para madera de primera. De no obtenerse experimentalmente, el valor de y se supondrá

###

de 0.4, obteniéndose los valores consignados en la última columna de la siguiente tabla.

Concepto	Valor en kg/cm2 Para cualquier y		Para y=0.4
Esfuerzo en flexión ó tensión simple.	196y	1.25	60
Módulo de elasticidad en flexión ó tensión simple	196,000y		79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5y		57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2y	2.25	7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000y		95,000
Esfuerzo cortante	35y	1.25	10

Para maderas selectas, se pueden incrementar en un 30% los valores anteriores. Para maderas de segunda, se tomará el 70% de los valores consignados en la tabla. Para maderas de tercera, se tomará el 50%.

###

Tratándose de maderas saturadas ó sumergidas, el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra debe reducirse 10%; el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y los módulos de elasticidad 10%.

El esfuerzo permisible en compresión en direcciones inclinadas con respecto a la fibra, se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$N = \frac{P \quad Q}{P\text{sen}^2\theta + Q\cos^2\theta}$$

en la cual

N= esfuerzo permisible en la dirección que forma un ángulo θ con la fibra;

P= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra;

Q= esfuerzo permisible en compresión perpendicular a la fibra;

c) Cargas de corta duración.

Cuando la duración de las cargas no exceda el lapso indicado a continuación, se incrementarán los esfuerzos permisibles según la siguiente tabla:

15% para dos meses de duración.

25% para 7 días de duración.

###

50% para viento ó sismo.

100% para impacto.

Estos coeficientes de incremento se aplican también a las conexiones.

Los incrementos anteriores no se aplican a los módulos de elasticidad en cálculo de deflexiones.

d) Deterioro e intemperización de la madera.

Los esfuerzos permisibles deberán afectarse de reducciones, de acuerdo con el grado de deterioro e intemperización de la madera a través del tiempo.

e) Diseño de piezas en tensión.

El esfuerzo se valuará dividiendo la fuerza entre el área neta. Este esfuerzo no debe exceder el permisible que se especifica en los incisos b, c y d.

f) Diseño de postes ó columnas.

I. Notación.

A=área de la sección tranversal del miembro (cm2).

c= esfuerzo permisible en la columna a compresión paralela a la fibra (kg/cm2)corregido por esbeltez.

d= mínima dimensión transversal del miembo ó de cada una de las piezas que constituyen una columna espaciada (cm).

###

E= módulo de elasticidad a compresión según el inciso b (kg/cm2).

L= longitud de extremo a extremo de las columnas de un solo tramo, ya sean simples ó espaciadas, ó bien, la distancia de centro a centro de los apoyos laterales en columnas continuas (cm).

P= carga axial (kg).

f_c= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra de conformidad con los incisos b, c y d(kg/cm2).

II. Clasificación. Las columnas a que pueden aplicarse estas especificaciones se clasifican en simples, compuestas y espaciadas:

-Las columnas simples están formadas de una sola pieza.

-Las columnas compuestas están formadas por dos ó más piezas correctamente ligadas.

-Las columnas espaciadas están formadas de dos ó más miembros, con ejes longitudinales paralelos, y ligados a sus extremos por empaques y pernos ó conectores, que resistan la fuerza cortante que existe en las columnas debida a su deformación.

###

III. Columnas simples. El esfuerzo permisible en columnas simples de sección rectangular se valuará de conformidad con las siguientes expresiones:

Cuando L/d es menor que 11.

$$c = f_c$$

Para relaciones L/d comprendidas entre 11 y 30.

$$c = f_c \left[1-(L/38d)^4\right]$$

Para relaciones L/d mayores de 30.

$$c = f_c \left(\frac{550}{(L/d)^2}\right)$$

En columnas cuya sección no es rectangular, se sustituyen en las expresiones anteriores, $\sqrt{12}$ veces el mínimo radio de giro de la sección transversal, en vez de d.

IV. Columnas espaciadas. Todas las piezas que constituyen una columna espaciada tendrán la misma dimensión mínima. El espesor de los empaques será también igual a dicha dimensión.

La máxima relación L/d permisible es 80 en este tipo de columna. La capacidad de carga de una columna espaciada se tomará igual a la suma de las capacidades de sus miembros, calculadas éstas como si se tratara de co

###

lumnas simples independientes, sustituyendo las fórmulas para columnas simples por las que siguen:

Para relaciones L/d menores que 28.

$$c = f_c$$

Para L/d superior a 28.

$$c = f_c \left[1 - (L/95d)^4\right]$$

V. Columnas compuestas. La capacidad de una columna compuesta se calculará con las fórmulas para columnas simples pero reduciendo las capacidades así obtenidas, de acuerdo con la siguiente tabla:

L/d	Capacidad reducida, % de la calculada
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Para valores de L/d intermedios entre los que se consignan en esta tabla debe interpolarse linealmente.

###

g) Diseño de piezas en flexión.

Deben usarse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales como la fórmula de la escuadría, siempre que la relación de claro a peralte sea mayor que 5, con las siguientes salvedades.

-Se supone que una viga de sección circular tiene el mismo momento resistente que una viga de sección cuadrada de igual área.

-Si el peralte de una viga de sección rectangular excede de 30 cm. se debe introducir el siguiente factor F que multiplique al momento de incercia:

$$F = 0.81 \quad \frac{h^2 + 922}{h^2 + 568}$$

donde h es el peralte del miembro en cm.

h) Combinación de flexión y carga axial.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

Los miembros sujetos a flexocomprensión deberán proporcionarse de tal forma que:

###

$$\frac{P}{A_c} + \frac{M}{f_m\, S(1 - \frac{PL^2}{2EI})} \leq 1$$

en las fórmulas anteriores.

A= área de la sección transversal de la pieza (cm2):

E= módulo de elasticidad (kg/cm2).

f_m= esfuerzo permisible a la flexión (kg/cm2).

I= momento de inercia (cm4).

M= momento flexionante (kg/cm).

S = módulo de sección (cm3).

El esfuerzo c no deberá ser superior al dado en el inciso f. En columnas espaciadas estas fórmulas sólo se aplican si la flexión actúa en dirección paralela a la mayor dimensión de los miembros individuales.

i) Esfuerzo cortante.

Para el cálculo del esfuerzo cortante deben emplearse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales.

El esfuerzo cortante debido a una carga concentrada distante menos de un peralte del apoyo, puede reducirse en dicho tramo a los 2/3 de su valor calculado.

###

j) Pandeo lateral.

En todos los casos se tomará en cuenta la posibilidad de pandeo lateral. Para evitarlo, las piezas deberán quedar correctamente contraventeadas.

k) Elementos de unión.

I.- Generalidades. Para determinar la capacidad de carga de los distintos elementos de unión tales como los clavos, pernos, conectores, pijas y otros, las maderas se dividirán en tres grupos:

- Coniferas livianas, $\gamma \leq 0.5$
- Coniferas densas $\gamma > 0.5$
- Estructurales densas de hoja caduca(tales como cedro, álamo y similares).

II.-Clavos. Sólo se permiten para uso estructural los clavos comunes de alambre de acero estirado en frío. Para determinar su capacidad de carga lateral se empleará la fórmula:

$$P = K \ D^3/2$$

en la cual

D = diámetro del clavo en mm.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

P = carga de trabajo en kilogramos por clavo.

###

Valores de K

Grupo	K
Coníferas livianas	3.50
Coníferas densas	4.30
Estructurales densas de hoja caduca	5.00

Para que las fórmulas anteriores sean válidas se requieren las siguientes condiciones mínimas:

- que el clavo penetre cuando menos 2/3 de su longitud en la pieza principal.
- que las separaciones entre clavos sean como sigue:

Paralelas a la carga.

12 D del borde cargado.

5 D del borde no cargado.

10 D entre clavos de una hilera.

Normales a la carga.

5 D entre hileras.

III. Tornillos. Se aplicarán estas normas a tornillos de acero para madera, de cualquier tipo de cabeza.

La capacidad lateral estará dada por la siguiente expresión:

###

$$P = K \quad D^2$$

Los valores de K para los distintos tipos de madera se dan en la tabla:

Grupo	K
Coníferas livianas	1.80
Coníferas densas	2.30
Estructurales densas de hoja caduca	2.50

Los tornillos deben insertarse en agujeros previamente hechos con un diámetro de 0.875 del diámetro del tornillo en la zona de rosca. La penetración en el miembro que contenga la punta será cuando menos 7 veces el diámetro del tornillo.

Las separaciones serán como sigue:

Paralelas a la carga.

8 D del borde cargado.

4 D del borde no cargado

6 D entre tornillos.

Normales a la carga.

4 D entre hileras.

###

IV. Pernos. Se entiende que se trata de pernos de acero con cabeza en un extremo ó con dos extremos roscados y usando rondanas bajo cabeza y tuerca.

La capacidad de un perno estará dada por las siguientes expresiones:

a) Carga aplicada paralela a la fibra.

$$P = 0.50\, f_c\, t\, D\, K$$

en donde

f_c = esfuerzo de compresión paralelo a la fibra según se define en el inciso b.

D = diámetro del perno en cm.

t = menor grueso ó suma de gruesos de los miembros que transmiten los esfuerzos (en cm.) para juntas a tope.

t = doble de grueso de la pieza más delgada(en cm.) para juntas traslapadas.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

t/D	K
3	1.00
4	0.99
5	0.95
6	0.85

###

t/D	K
7	0.73
8	0.64
9	0.57
10	0.51
13	0.39

Para valores de t/D intermedios entre los que se consignan en esta tabla debera interpolarse linealmente.

Cuando se tengan "cachetes" de placa de acero.

$$P = 0.66\ f_c\ t\ DK$$

Además se le aplicarán los factores de coeficiente de servicio previamente descritos.

b) Carga aplicada normal a la fibra

$$P = 0.66\ f_c\ tDKK_2$$

t/D	K	D	K_2
Hasta 9	1.00	3/8"	2.50
10	0.94	1/2"	1.95
11	0.85	5/8"	1.68
12	0.76	3/4"	1.52
12	0.68	7/8"	1.41
13	0.62	1"	1.33
		1 1/4"	1.27
		3" ó mas	1.03

###

f_c es el esfuerzo normal a la fibra según se describe en el artículo 214.

V. Conectores. La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos.

CARGAS Y PRESIONES.

Las cimbras y obras falsas deberán soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas a la cimbra y a la estructura, hasta que ésta sea capaz de tomarlas por sí misma.

Estas cargas incluyen el peso de:

- El concreto fresco.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.

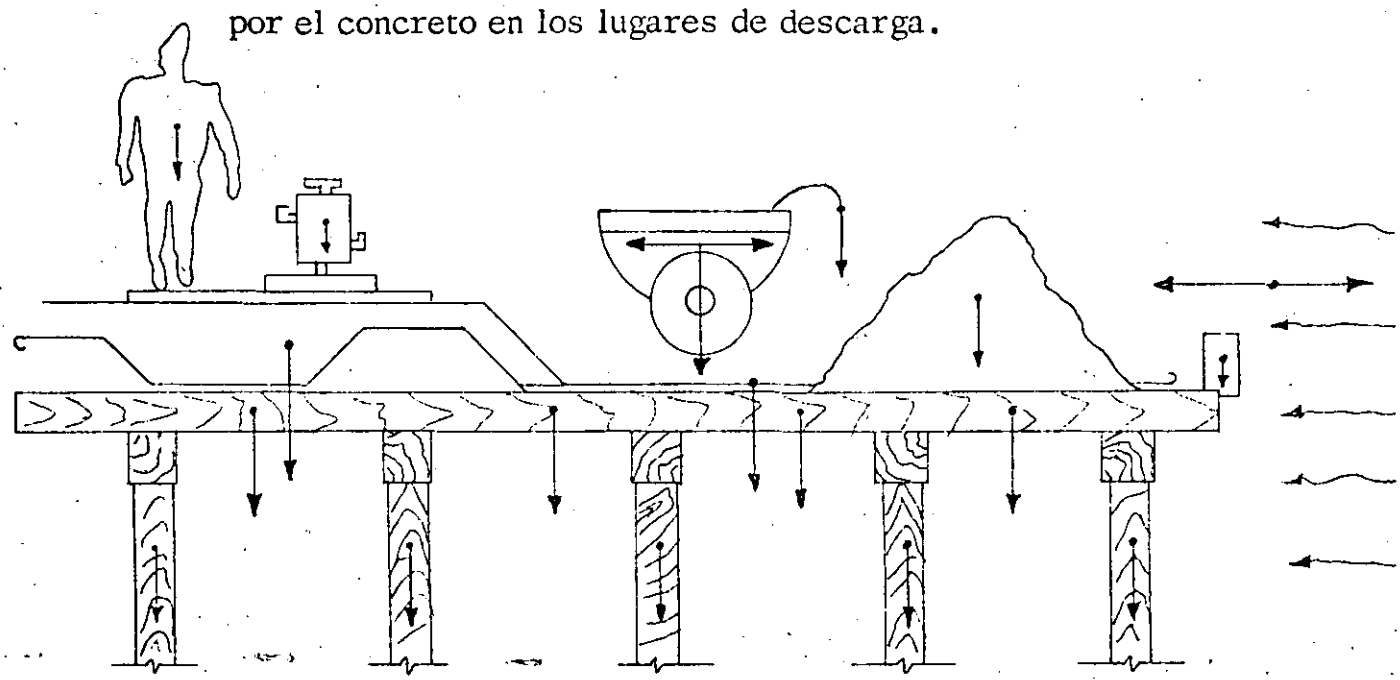
y varias cargas vivas.

Las descargas del concreto, movimiento de equipo de construcción y la acción del viento producen fuerzas laterales que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas

###

por el concreto en los lugares de descarga.



Peso propio: La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m2. Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto + la carga viva puede despreciarse.

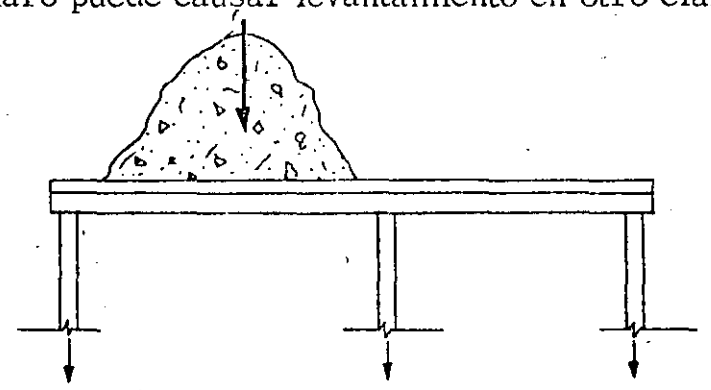
Cargas vivas:

El ACI, Comité 622, recomienda una carga debida a cargas vivas de construcción de 250 kg/m2, de proyección horizontal, que incluye peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si se usan volguetes motorizados esta carga debe incrementarse hasta 400 kg/m2.

###

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro.



Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyadas.

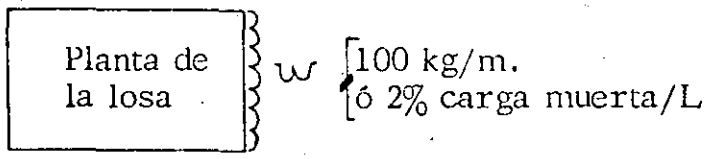
Cargas laterales.

Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El Comité 622 del ACI, recomienda las siguientes cargas mínimas laterales.

a) En losas: 150 kg/m. de borde de losa, ó 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra (distribuido como una carga por metro de borde en la losa), el que sea mayor

###



(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.

Carga de viento de 50 kg/m2 ó mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 kg/m. de - borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

El peso volumétrico del concreto tiene una influencia decisiva en esta presión. La presión hidrostática de un fluído es igual a γh (peso volumétrico por altura) y actua en - ángulo recto sobre cualquier superficie que confine el fluído. El concreto fresco no se comporta como un fluído, sino solamente en forma aproximada y únicamente hasta el fra-- guado inicial, en que se empieza a soportar por si mismo. Es por esta razón que también influye la velocidad vertical de colado en la presión.

###

La temperatura del concreto durante el colado también tiene gran importancia ya que influye directamente en el tiempo de fraguado inicial. A bajas temperaturas el concreto toma más tiempo en el fraguado inicial y por lo tanto, para la misma velocidad de colado, una mayor profundidad de concreto se mantiene fresco y hay entonces una mayor presión lateral.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado. porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluído en toda la produndidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargan aún mayores.

Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4,800 kg/m2 por metro de profundidad del concreto (el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el

###

concreto causando gran variación en la presión lateral.

Las tablas que se incluyen más adelante, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, como son: el revenimiento, cantidad y localización del refuerzo, temperatura ambiente, presión de poro del agua, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, rugosidad y permeabilidad de las formas, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

El muro tendrá 4.50 m. de altura.

El colado se hará a razón de R=0.90 m/hr. con vibrador.

La temperatura de colado se considerará de T= 15°C.

La cimbra se usará una sola vez por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar un 25%.

Se cuenta con hojas de triplay de 3/4" (1.9cm) de espesor que miden 1.20 x 2.40 y tensores de 2,800 kgs de capacidad. ###

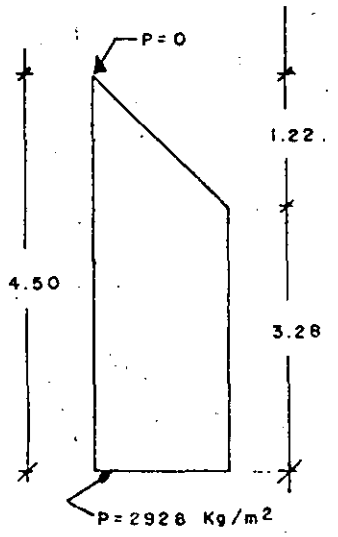
1.- Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 5-2 para $R = 0.90 \frac{m}{hr.}$ y $T = 15°C$.

Pmax = 2928 kg/m2

Profundidad a la que se alcanza la presión máxima.

$$\frac{2928}{2400} = 1.22 \text{ m.}$$



2.- Tablado vertical.

El triplay será del mismo espesor en toda la altura y los apoyos de éste se espaciarán uniformemente, de acuerdo a sus dimensiones. El triplay se colocará en el sentido más resistente, es decir con la fibra paralela al claro; esto significa colocar la dimensión de 2.40 horizontal actuando como losa continua.

Revisión por flexión.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$$ (viga continua con tres ó más claros)

$$M = \frac{wl^2}{10} \times 100 = 10\, w\, l^2$$

donde w en kg/ m.

###

l en m.

M en kg-cm.

Mom. resistente:

$Mr = f\,s$

S: Módulo de sección en cm3.

f: Esfuerzo admisible en flexión en kg/cm2.

Mr: en kg-cm.

igualando momentos

$f\,s = 10\,w\,l^2$

$\Rightarrow l = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}}$

f = 196 (Reglamento D.D.F.)

$\gamma = 0.6$ supuesto

$f = 196 \times 0.6 \approx 120$ kg/cm2.

fad= 120 x 1.25 = 150 kg/cm2 (por usarse una sola vez)

S = 100 x 0.3598 = 35.98cm3. (para 1.00 m. de ancho ver tabla 4-3)

$l = 0.32\sqrt{\frac{150 \times 35.98}{2928}} = 0.43$ m (máxima por flexión)

Revisión por flecha

$\Delta max = \frac{w\,l^4}{128\,EI} \times 10{,}000$

Δmax admisible $= \frac{l}{360}$

Δ: m

l: m

E: kg/cm2

I: cm4.

###

igualando flechas

$$\frac{l}{360} = \frac{w\, l^4}{128\, EI} \times 10{,}000$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

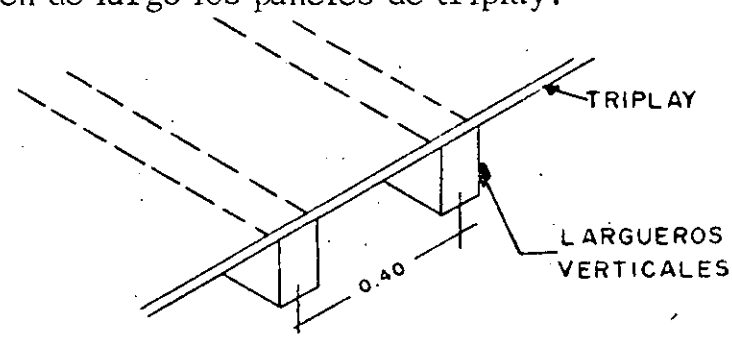
$E = 196\,000\ \gamma$ (Reglamento D.D.F.)

$E = 196\,000 \times 0.6 = 117\,600$ kg/cm2.

$I = 100 \times 0.3413 = 34.13$ cm4 (para 1.00 m. de ancho, tabla 4-3)

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 34.13}{2928}} = 0.37 \text{ m.}$$

será aceptable usar espaciamientos de 0.40 m. para los largueros verticales, 6 espacios exactos de 0.40 en 2.40 que tienen de largo los paneles de triplay.



3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madrinas.

Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

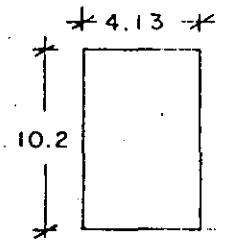
###

de madrinas, ó se puede fijar el espaciamiento de madrinas y calcular las medidas necesarias de los largueros. En este caso fijaremos largueros de - 2 x 4 pulgadas.

por flexión. $l\ max = 0.32\sqrt{\frac{f\ S}{w}}$

el ancho efectivo de largueros de 2 x 4 es 1 5/8"

tendremos



$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{\frac{4.13 \times 10.2^3}{12}}{5.1} = \frac{365.23}{5.1}$$

S = 71.61 cm3.

f = 196 γ^2 = 120 kg/cm2.

fad= 120 x 1.25 = 150 kg/cm2.

w = 2928 x 0.40 = 1171 kg/m.

$$l\ max = 0.32\sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97\ cm.$$

por flecha. $l\ m\ : = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$$l\ max = 0.033\sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 365.23}{1171}}$$

$$l\ max = 1.09$$

revisión por corte.

$$v = \frac{3\ V}{2\ bh}$$

###

V= 0.6 wl (viga continua de tres ó más claros)

$$v = \frac{3}{2\ bh}\ (0.6\ wl)$$

Esfuerzo de corte admisible = 35 ϒ (Reglamento)

= 35 x 0.6= 21 kg/cm2.

igualando

$$\frac{3}{2\ bh}\ (0.6\ wl) = 21\ kg/cm2.$$

despejando l

$$l = 23.33\ \frac{bh}{w}$$

l: m

b: cm

h: cm

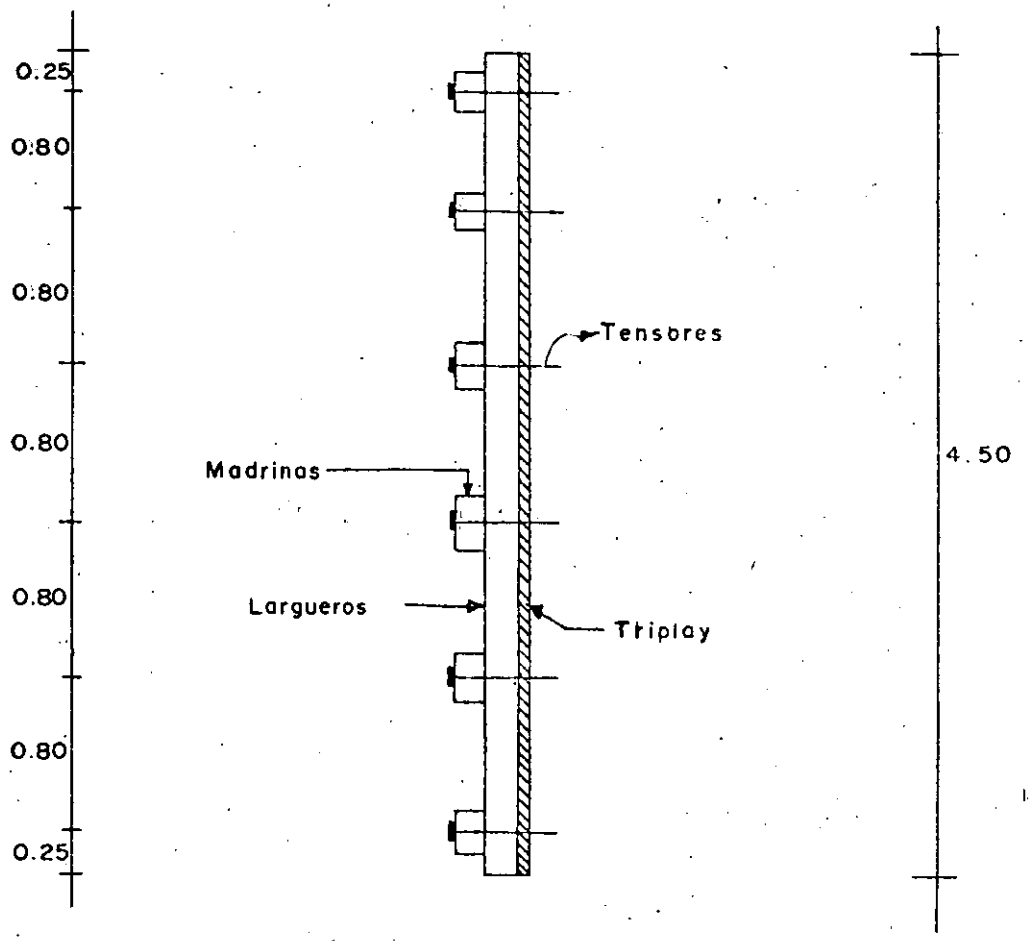
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84\ m.$$

El claro máximo de largueros será de 0.84 m. por - cortante.

###

Se usará la siguiente distribución:



4.- Espaciamiento de tensores y dimensionamiento de vigas madrinas.

Carga en madrinas = 2928 x 0.80 = 2343.4 kg/m.

espaciamiento de tensores:

$$e = \frac{2800 \text{ kg}}{2343.4 \text{ kg/m}} = 1.195 \text{ m.}$$

Se usarán tensores @ 1.20 y este será el claro de las vigas madrinas.

###

Dimensionamiento de vigas madrinas.

por flexión.

$$l = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}}$$

despejando $S = \frac{10\,w\,l^2}{f} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$

$$S = 224.97 \text{ cm3.}$$

$$S = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh2}{6}$$

Para las vigas madrinas se acostumbra colocarlas en pares para evitar la perforación para los tensores.

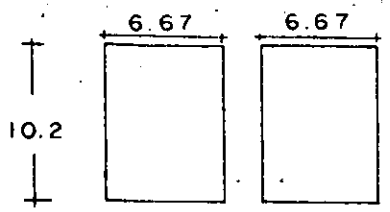
Por corte.

$$v = \frac{3V}{2\,bh} \qquad bh = \frac{3V}{2\,v}$$

$$bh = \frac{3\,(0.6\,wl)}{2\,v} = \frac{1.8\,wl}{2\,v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm2.}$$

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo= 2 5/8" (6.67cm)



$b \times h = 2x6.67x10.2=136.07 > 120.52$

$$S=\frac{(2x6.67)\,(10.20)^2}{6}=231.32>224.97$$

se usarán vigas de 3 x 4 en pares.

###

5.- Revisión por compresión en apoyos.

Los puntos que deberán ser investigados en este diseño serán los apoyos de largueros en vigas madrinas y apoyos de éstas en placas de tensores.

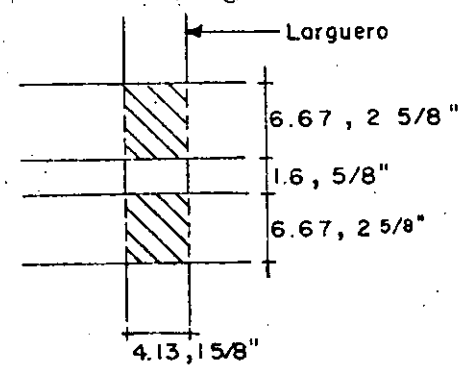
Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

$C = 54.2\,\gamma$ (Reglamento D.D.F.)

$C = 54.2 \times 0.6 = 32.52$ kg/cm2.

$Cad = 1.25 \times 32.52 = 40.65$ kg/cm2.

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas madrinas será como sigue:



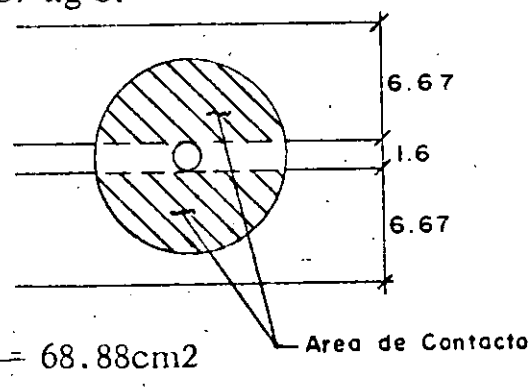
Area de apoyo= 2x6.67x4.13

= 55 cm2

Carga transmitida por largueros.

R=(2928 x 0.40)x 0.80=937 kg S.

$f = \frac{937}{55} = 17$ kg/cm2



Apoyo de tensores.

T= 2800 kg.

Area requerida = $\frac{2800}{40.65} = 68.88$cm2

###

Usar arandela 5" Ø (12.7cm)

Area de contacto

$$\frac{\pi D^2}{4} - 1.6 \times D = 106.35$$

$$f = \frac{2800}{106.35} = 26.3 \text{ kg/cm2}$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor concreto normal 2,400 kg/m3. La cimbra se usará varias veces.

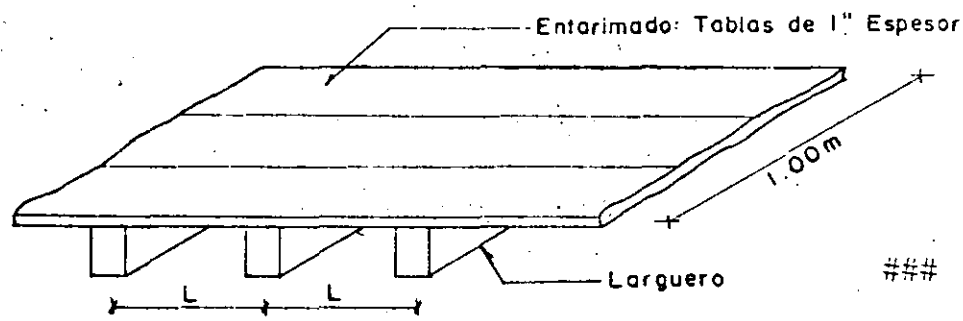
Altura libre piso a techo 2.40.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 mts.

1.- Cargas de diseño.

Peso propio	2,400 x 0.20 =	480
Carga viva *	=	200
		680 kg/m2.

* Puede ser 100 kg/m2., más una carga concentrada de 100 kg. en el lugar más desfavorable.



###

2.- Entarimado. usar tablones de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es 25/32"(~2.00cm)

Considerando una franja de 1.00 m. de ancho.

$$I = \frac{100 \times 2^3}{12} = 66.67 \text{ cm}4.$$

$$S = \frac{bh^2}{b} = \frac{100 \times 2^2}{6} = 66.67 \text{ cm}3.$$

Por flexión.

$$l \max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m}$$

$$f = 196 \times \gamma = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/m}2.$$

Por flecha.

$$l \max = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196{,}000\ \gamma = 196\,000 \times 0.6 = 117\,600$$

$$l \max = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m}.$$

Se usarán largueros @ 0.75 m lo cual nos dá 6 espaciamientos de 0.75 = 4.50 m. de ancho del tablero.

3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2 x 4.

###

$I = 365.23$ cm4.

$S = 71.61$ cm3.

Carga en largueros = 680 x 0.75 = 510 kg/m.

Por flexión. $l\ max = 0.32\sqrt{\frac{f\ s}{w}} = 0.32\sqrt{\frac{120 \times 71.61}{510}}$

$l\ max = 1.31$ m.

Por flecha. $l\ max = 0.033\ \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$l\ max = 0.033\ \sqrt[3]{\frac{117\ 600 \times 365.23}{510}}$

$l\ max = 1.45$ m.

Por corte. $l\ max = 23.33\ \frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$

$= 1.92$ m.

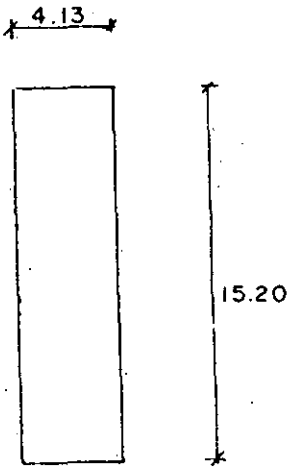
$\Longrightarrow l\ max = 1.31$ por flexión.

Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamiento de las vigas madrinas.

4.- Dimensionamiento de vigas madrinas y espaciamiento de puntales.

Probar madrinas de 2 x 6 pulgadas.

###



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1\,208.65 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}^3.$$

w equivalente $\approx$ 680x 1.125=765kg/m.

Por flexión.

$$l\,max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 0.32\sqrt{\frac{120 \times 159}{765}} = 1.60$$

Por flecha.

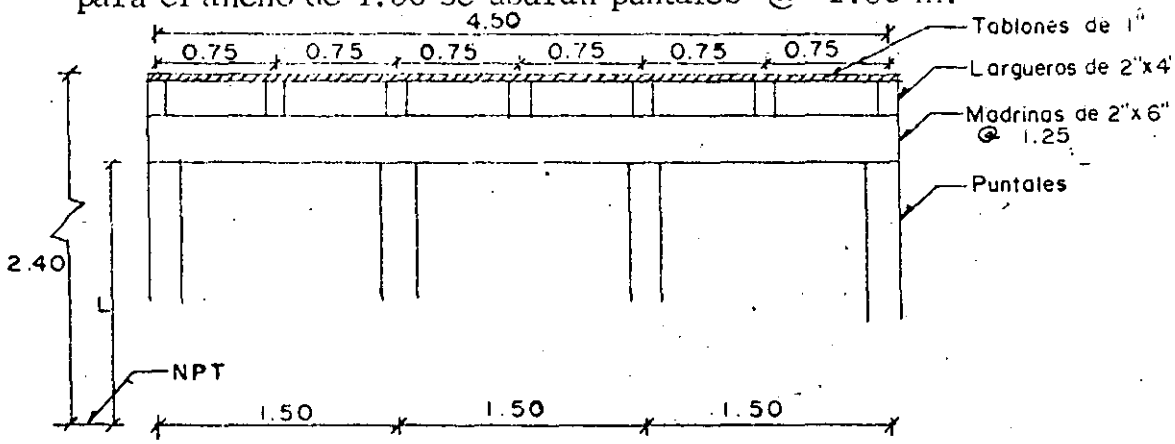
$$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033\sqrt[3]{\frac{117600 \times 1208}{765}} = 1.88$$

Por corte.

$$l\,max = 23.33\,\frac{bh}{w} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$\Rightarrow l\,max = 1.60$ m.

para el ancho de 4.50 se usarán puntales @ 1.50 m.



se adopta esta distribución.

###

5.- Cálculo de los puntales.

Area tributaria = 1.50 x 1.125 = 1.6875 m2.

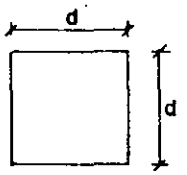
carga = 680 kg/m2

P = 1.147.50 kgs.

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

fc= 143.5 γ = 143.5 x 0.6 = 86 kg/cm2.

Probar puntales 3 x 3 pulgadas.



d= 2 5/8" = 6.67 cm.

A = 6.67^2 = 44.46 cm2.

Revisión por esbeltez.

l= 240 – 28 = 212 cm.

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión corregido por esbeltez.

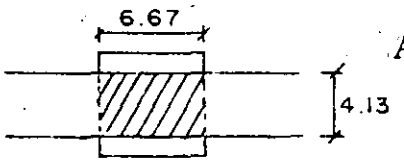
$$C = f_c \left(\frac{550}{(l/d)2}\right) = 46.20 \text{ kg/cm2.}$$

Compresión admisible de puntal 3" x 3"

Pad= 46.20 x 44.46 = 2054 kg > 1147.50

6.- Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en puntal:



Area de apoyo= 4.13 x 6.67

= 27.55 cm2.

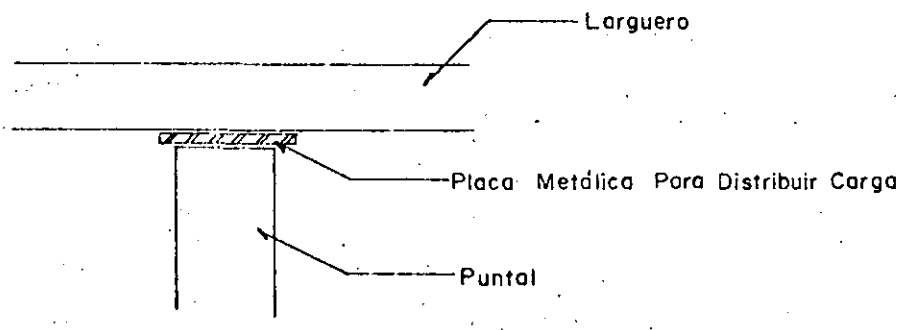
Esf.admisible ⊥ a la fibra
=54.20 x0.6=32.52kg/cm2 ###

$$f = \frac{1147.50}{27.55} = 41.55 \text{ no pasa}$$

Area requerida= $\frac{1147.50}{32.52}$ = 35.28 cm2.

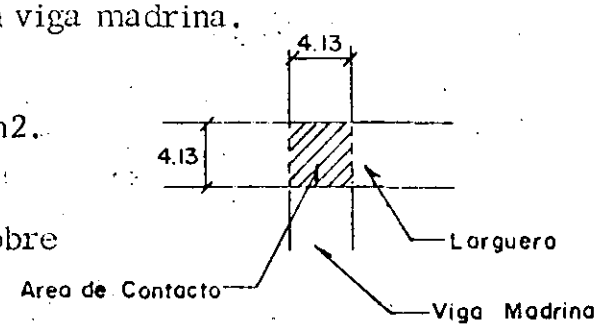
Usar placa metálica de 2 x 4 (5.08 x 10.2 cm)

A = 4.13 x 10.2 = 42.12 cm2.



Apoyo de larguero en viga madrina.

$A = 4.13^2 = 17.06$ cm2.



Carga de larguero sobre viga madrina:

C=(680 x 0.75) x 1.125 = 573.75 kg.

$$f = \frac{573.75}{17.06} = 33.63 \text{ kg/cm2.}$$

Se considerará aceptable pues según reglamento:

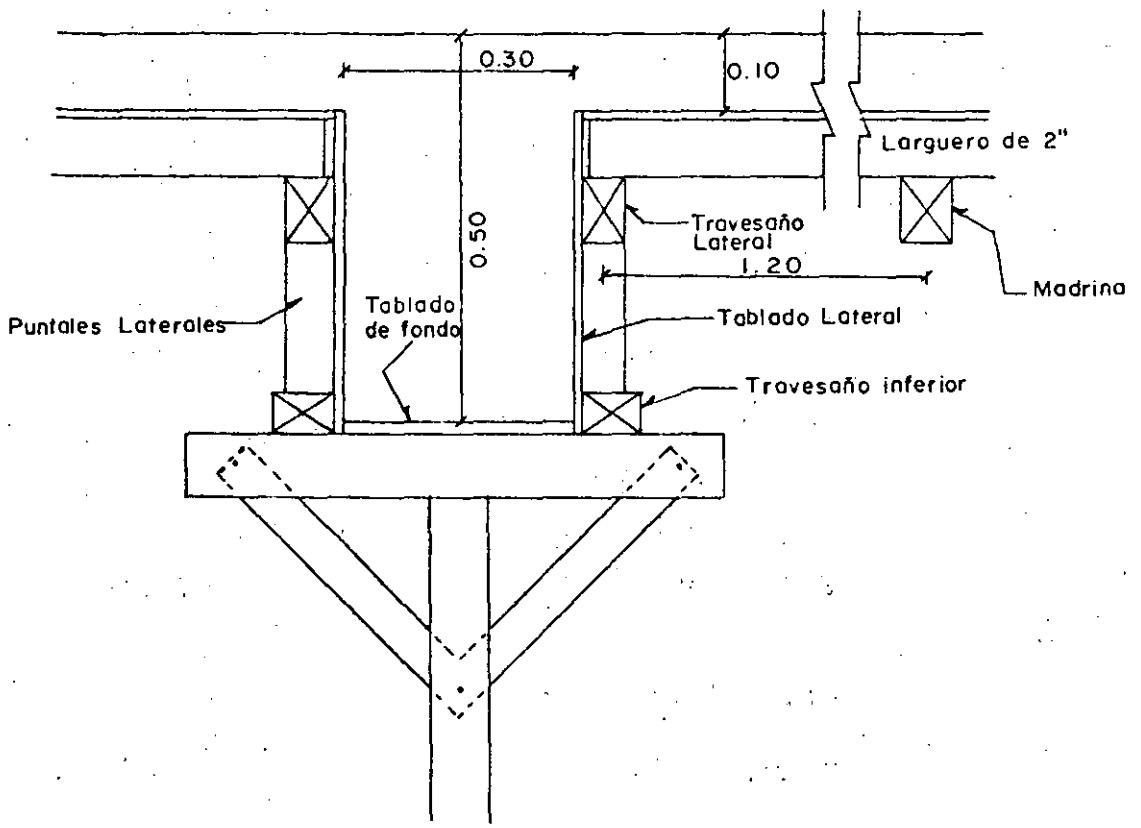
" sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

###

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

$$fad = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE



La cimbra para la viga de 0.30 x 0.50 mostrada se usará varias veces.

El concreto será de peso volumétrico normal (2400kg/m3) se usará madera de pino de 1a. con una densidad de 0.6

###

1.- Tablado de Fondo.

Cargas que soporta:

Carga muerta=	0.30 x 0.50 x 2,400 =	360
Carga viva=	0.30 x 200 =	60
		420kg/m.

Se usará tablón de 1 1/2" de espesor nominal.

el espesor efectivo es 1 5/16" = 3.33 cm.

b x h = 30 x 3.33= 99.9 cm2.

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44 \text{ cm3.}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32 \text{ cm4.}$$

Por flexión: $f = 196\,\gamma \approx 120$ kg/cm2.

$$l\,max = 0.32\sqrt{\frac{f\,s}{w}} = 1.27 \text{ m.}$$

Por flecha. $E = 196{,}000\,\gamma = 117\,600$ kg/cm2.

$$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98 \text{ m.}$$

Por corte.

$$l\,max = 23.33\,\frac{bh}{w} = 5.5 \text{ m.}$$

Se usarán apoyos @ 1.00 m.

2.- Tablado Lateral.

El tablado lateral y el travesaño inferior que soportan las presiones laterales se calculan en forma similar a el --

###

caso de cimbra para muro. Se supondrá que triplay de 3/4" y travesaño inferior de 2 x 4 pulgs. resultaron adecuados. A razón de 1.00 de espaciamiento de puntales, que resultó por el tablado de fondo se pondrán también los puntales laterales que bajan las cargas de los largueros de la losa a través del travesaño lateral.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa:	peso propio concreto	240 kg/m2.
	carga viva	200
		440

Cargas en travesaño = $440 \times \frac{1.20}{2} = 264$ kg/m.

Por flexión.

$$S = \frac{10\, wl^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1^2}{120} = 22 \text{ cm3.}$$

Por flecha.

$$\frac{l}{360} = \frac{wl^4}{128\ I} \times 10{,}000$$

$$I = \frac{360\ wl^3}{128\ E} \times 10{,}000$$

$$I = \frac{360 \times 264 \times 1^3 \times 10{,}000}{128 \times 117\,600} = 63.14 \text{ cm4.}$$

##

Por corte.

$$bh = \frac{wl}{23.33} = \frac{264 \times 1}{23.33} = 11.32 \text{ cm2.}$$

usar 2" x 4"

$$b \times h = 4.13 \times 10.2 = 42.13$$

$$I = \frac{4.13 \times 10.23}{12} = 365$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{4.13 \times 10.2^2}{6} = 71.61$$

3.- Cálculo de puntales principales.

Determinando la carga total sobre estos puntales tenemos:

Por carga de trabe:

420 kg/m x 1.00 = 420

Por losas:

2 x 264 x 1.00 = 528

948 kg.

Deberá diseñarse un puntal para una carga de 948 kg. tomando en cuenta la esbeltez que tenga en función de su altura.

##

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

Sección de columna 0.45 x 0.45 m.

Altura de columna 3.50 m ($\simeq$12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C ($\approx$60°F)

La cimbra se usará varias veces.

1.- Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + 9000 \frac{R}{T}$$

P; lb/pie 2.

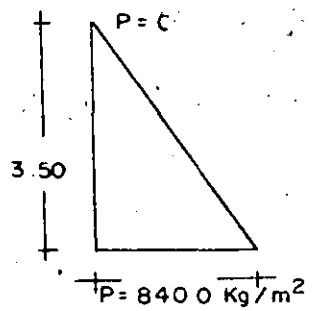
R: pies/hr.

T: °F.

R = 12 pies/hr.

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \text{ lb/pie}^2 \ (\simeq 9580 \text{ kg/m2})$$

$$P_{max} = \gamma h = 2400 \text{ kg/m3.} \times 3.50 \text{ m} = 8400 \text{ kg/m2.}$$



2.- Espaciamiento de yugos ó abrazaderas, colocando el primer yugo a 15 cm. de la base:

$$P = 8400 \times \frac{3.35}{3.50} = 8040 \text{ kg/m2.}$$

##

usando tablas de 1 pulgada (espesor efectivo= 25/32"

= 1.98 cm)

bh = 45 x 1.98 = 89.1 cm2.

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40 \text{ cm3.}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11 \text{cm4.}$$

Para P_1= 8040 kg/m2.

$$l \text{ flexión} = 0.32\sqrt{\frac{fs}{w}}$$

$$l \text{ flecha} = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l \text{ corte} = 23.33 \frac{bh}{w}$$

con γ = 0.6 en madera

w = 8040 x 0.45 = 3618 kg/m.

l flexión= 0.32 m.

l flecha = 0.32 m.

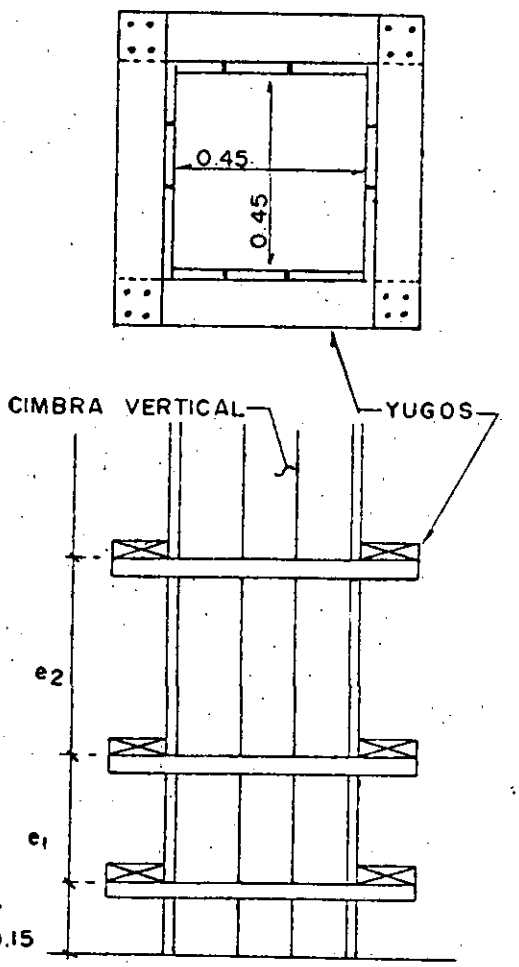
l corte = 0.57 m.

usar e_1 = 0.30 m.

Presión a 0.45 m. de la base.

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{350} = 7320 \text{ kg/ m2.}$$

w = 7320 x 0.45 = 3294 kg/m.



##

l flexión = 0.33

l flecha = 0.33 usar $e_2 = 0.30$

l corte = 0.63

$$P3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600 \text{ kg/m2.}$$

w = 6600 x .45 = 2970 kg/m.

l flexión = 0.35

l flecha = 0.35 usar $e_3 = 0.35$

l corte = 0.70

$$P4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760 \text{ kg/m2.}$$

w = 5760 x .45 = 2592 kg/m.

l flexión = 0.37

l flecha = 0.36 $\Rightarrow$ $e_4 = 0.35$

$$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920 \text{ kg/m2.}$$

w = 4920 x .45 = 2214kg/m.

l flexión = 0.40

l flecha = 0.38 $\Rightarrow e_5 = 0.35$

$$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080 \text{ kg/m2.}$$

w = 4080 x 0.45 = 1836 kg/m.

l flexión = 0.44

l flecha = 0.41 $\Rightarrow e_6 = 0.40$

##

$$P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120 \text{ kg/m2.}$$

$$w = 3120 \times 0.45 = 1404 \text{ kg/m.}$$

l flexión = 0.51

l flecha = 0.44 $\Rightarrow e_7 = 0.40$

$$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160 \text{ kg/m2.}$$

$$w = 2160 \times 0.45 = 972 \text{ kg/m.}$$

l flexión = 0.61

l flecha = 0.50 $\Rightarrow e_8 = 0.50$

$$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960 \text{ kg/m2.}$$

$$w = 960 \times 0.45 = 432 \text{ kg/m.}$$

l flexión = 0.91

l flecha = 0.65

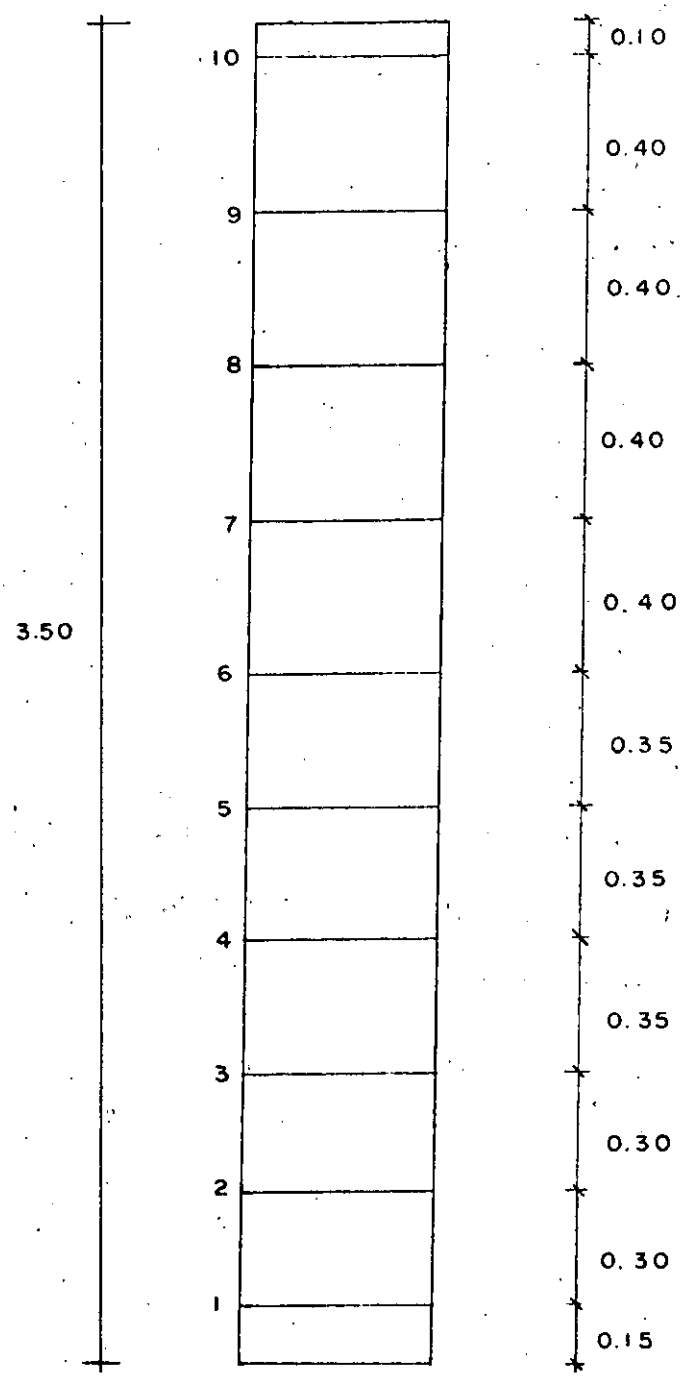
3.- Diseño de Yugos.

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión. Deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq fm$$

###

Se usará la siguiente distribución de yugos.



donde:

P: Fuerza axial (kgs)

A : Area de la sección transversal (cm2)

M : Momento flexionante (kg-cm)

S : Módulo de sección (cm3)

para yugo 2.

$P_2 = 7320$ kg/m2.

$9 = 7320 \times 0.30 = 2196$ kg/m $\qquad P = \frac{2196 \times 0.45}{2} = 494$ kg.

$M = \frac{9\, l^2}{10} = \frac{2196 \times 0.45^2}{10} = 44.47$ kg-m= 4447 kg-cm.

S requerida = $\frac{M}{f} = \frac{4447}{120} = 37$ cm3.

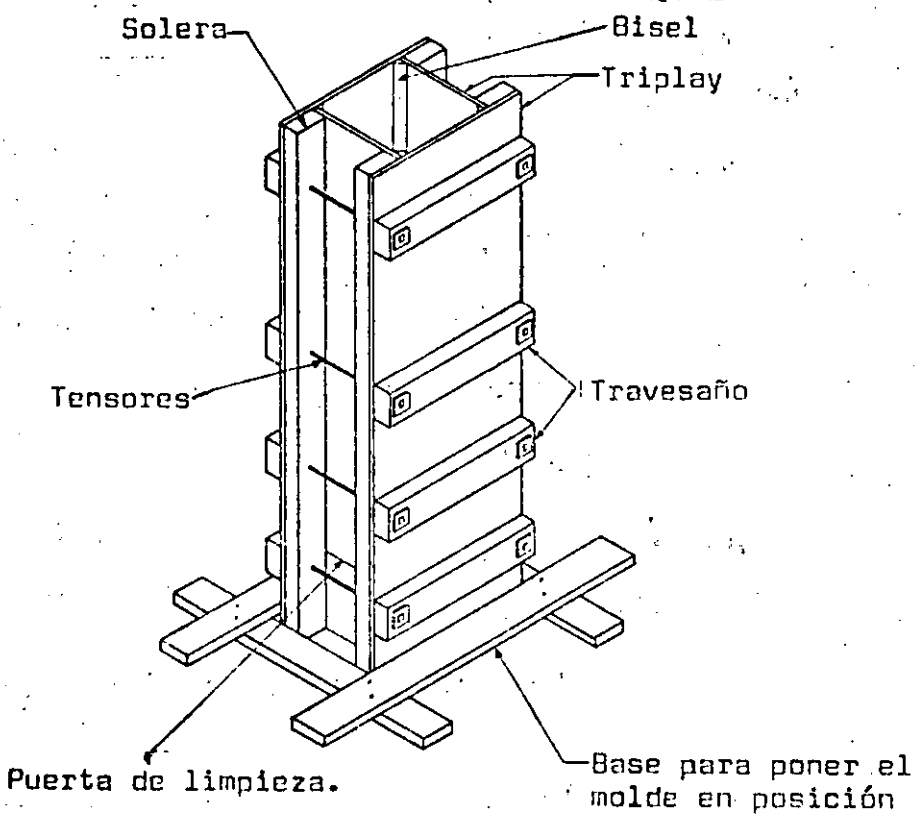
Probar tira 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

$A = 3.33 \times 10.2 = 33.97$ cm2.

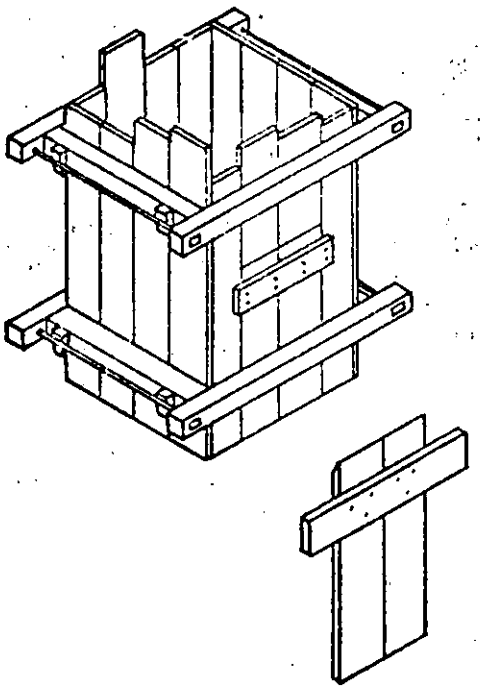
$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$

$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$

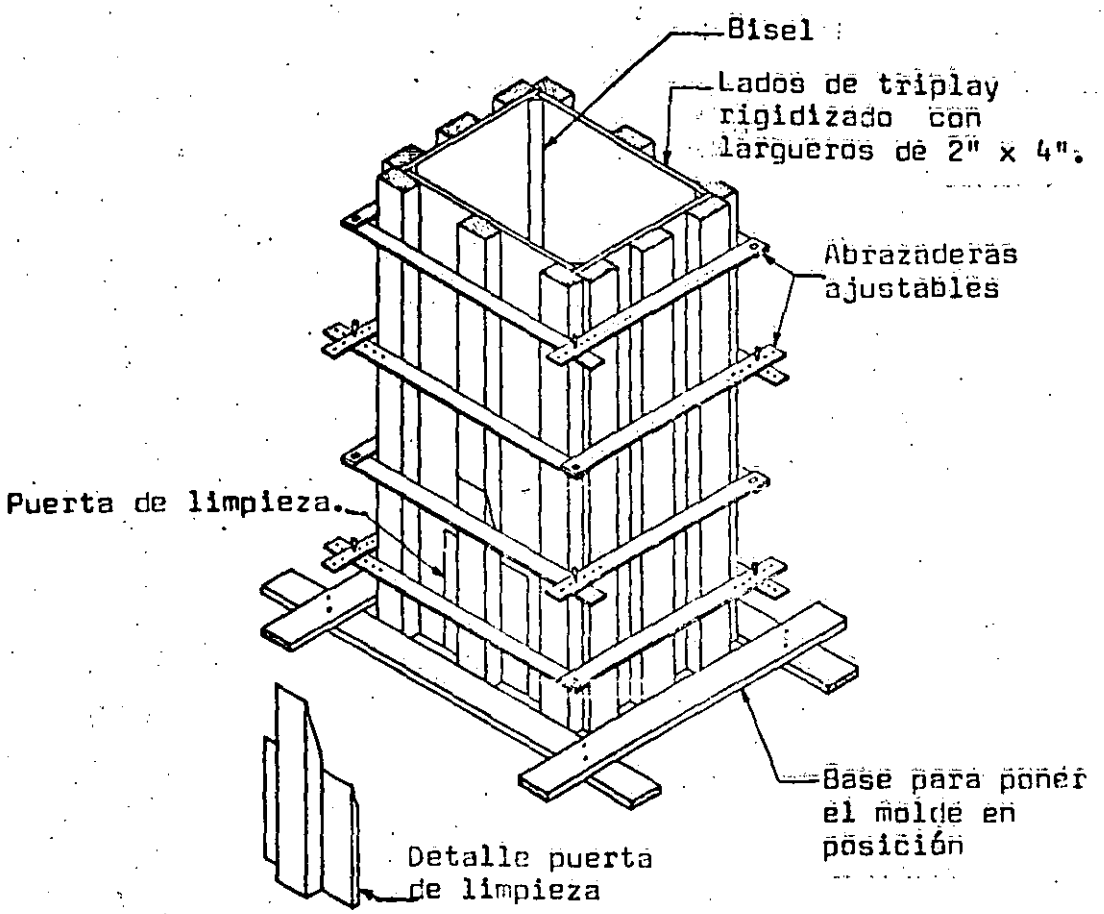
$fm = 196\ \gamma = 196 \times 0.6 \doteq 120$ kg/cm2.



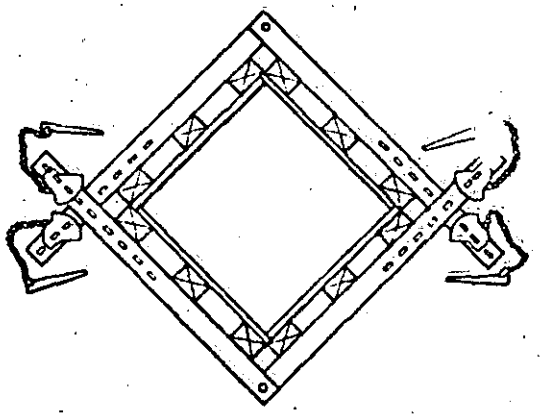
Cimbra típica para columnas ligeras.



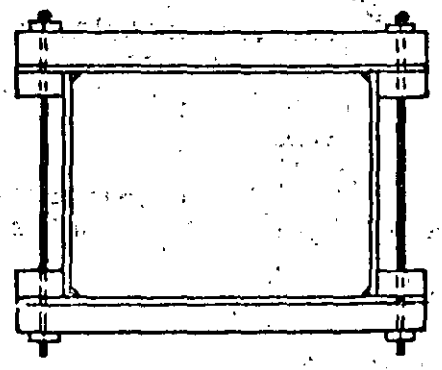
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



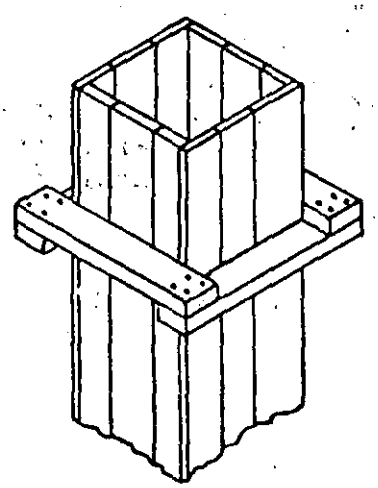
Cimbra tipica para columnas



Triplay y yugos metálicos

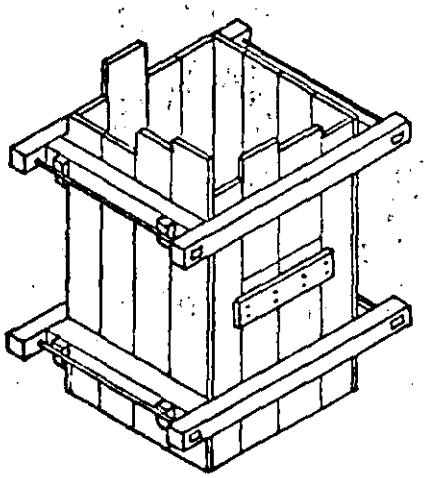


Triplay con yugo combinado de madera y pernos

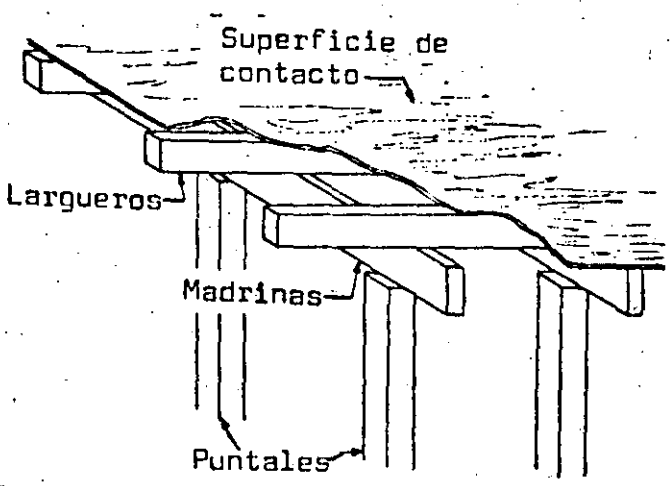


Cimbra de Columnas

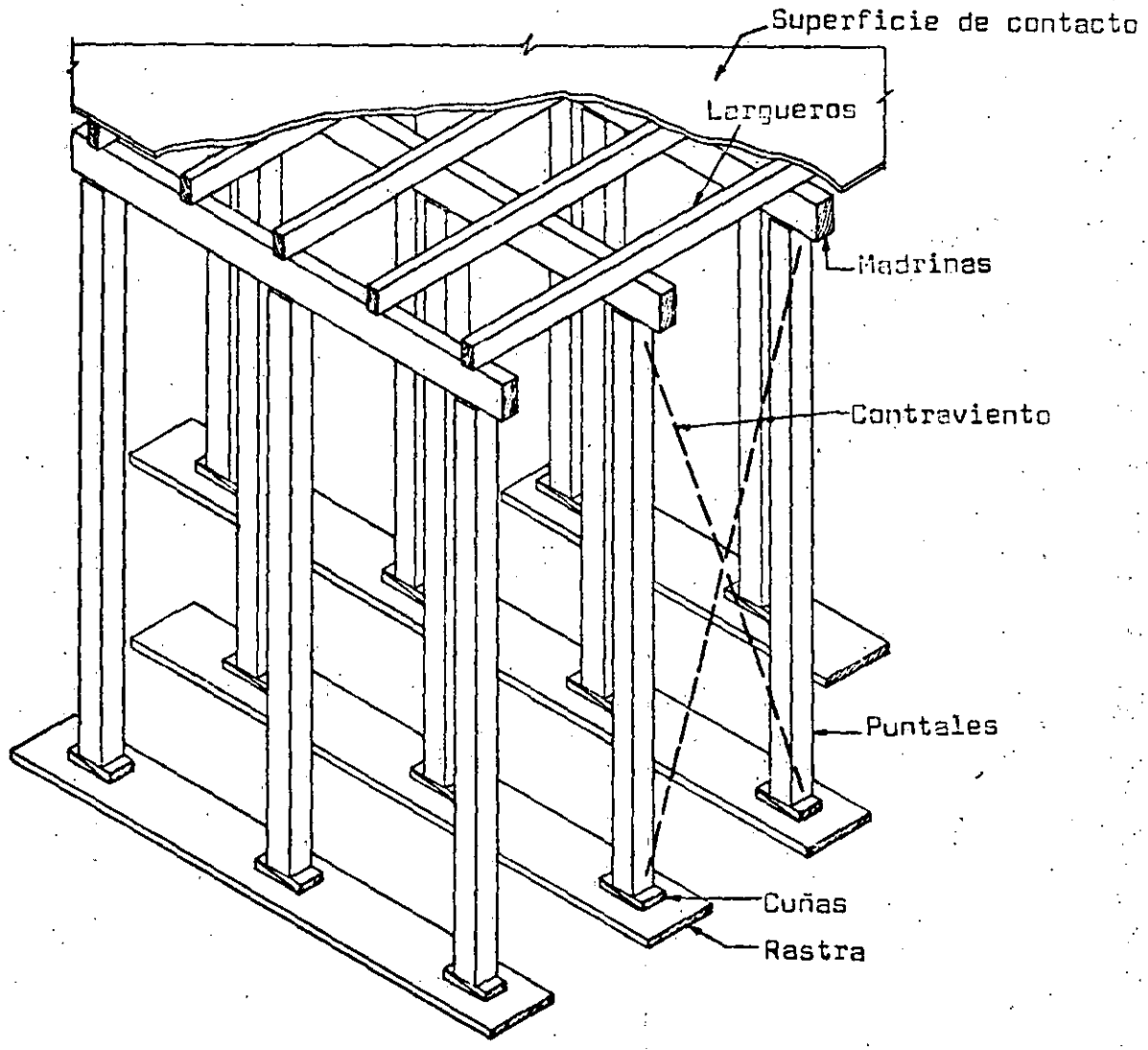
Duela de Madera con Yugos de madera



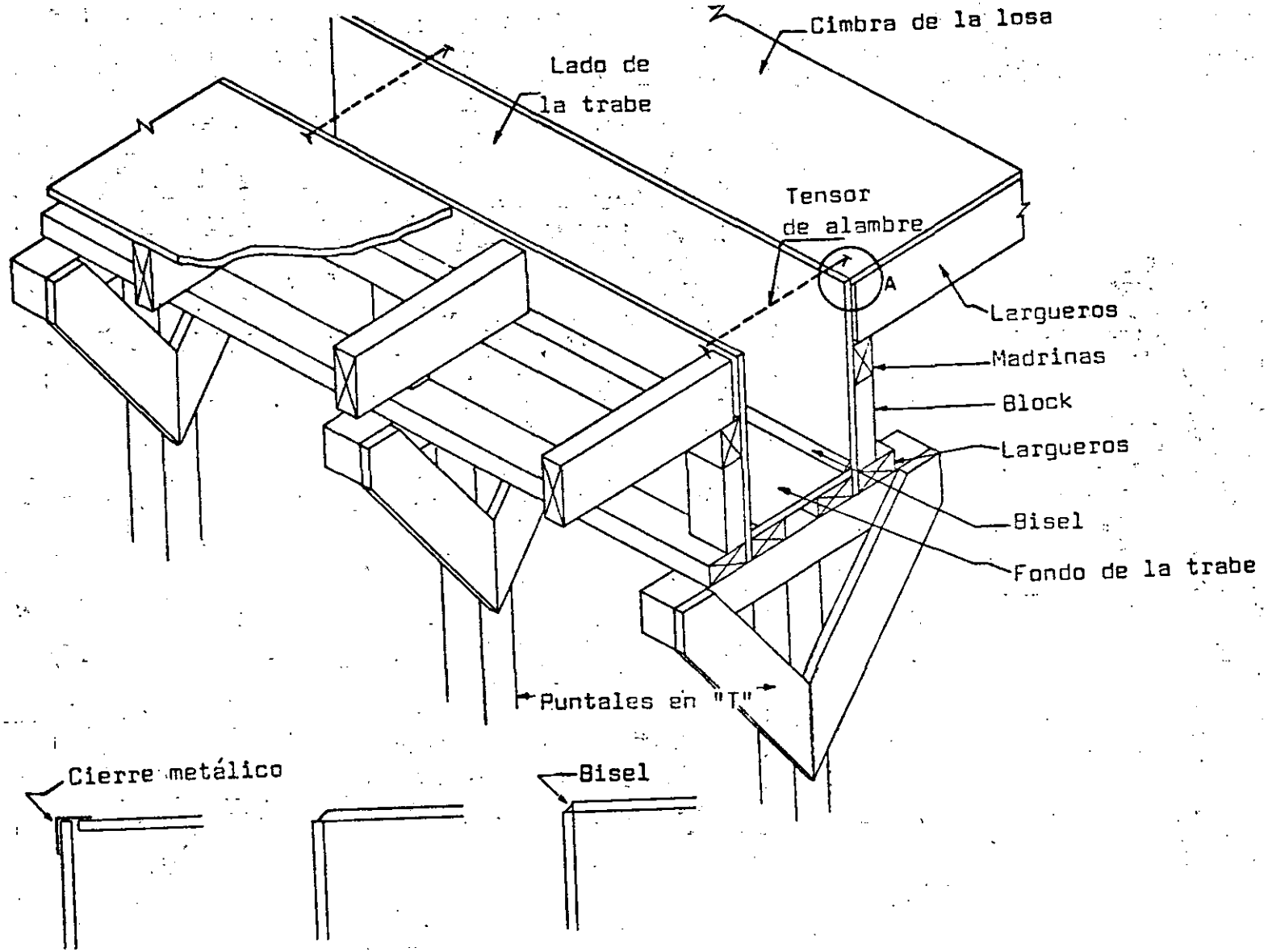
Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.



Cimbra típica de losa



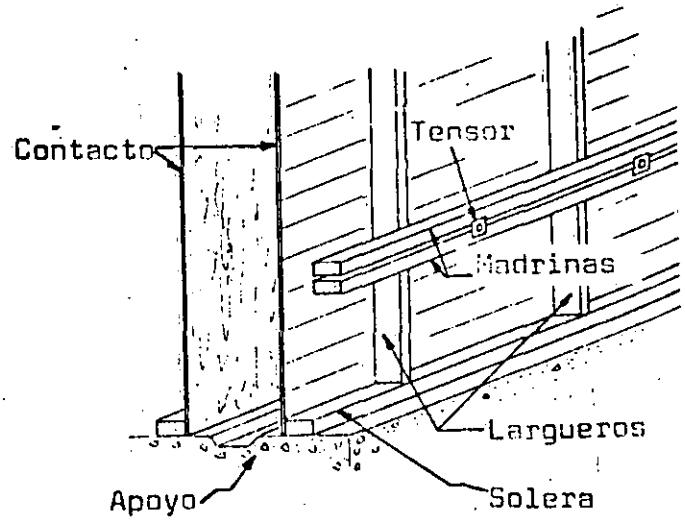
Componentes típicos para cimbra de losas.

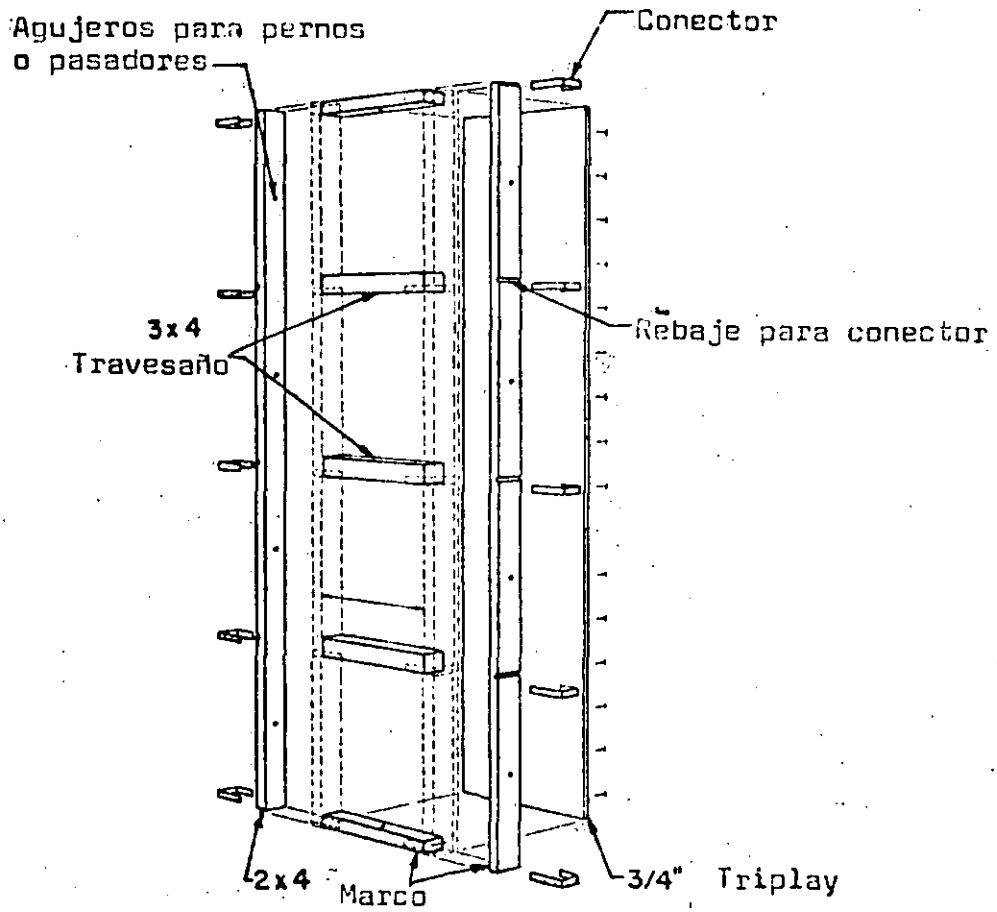


Diferentes maneras de resolver las esquinas

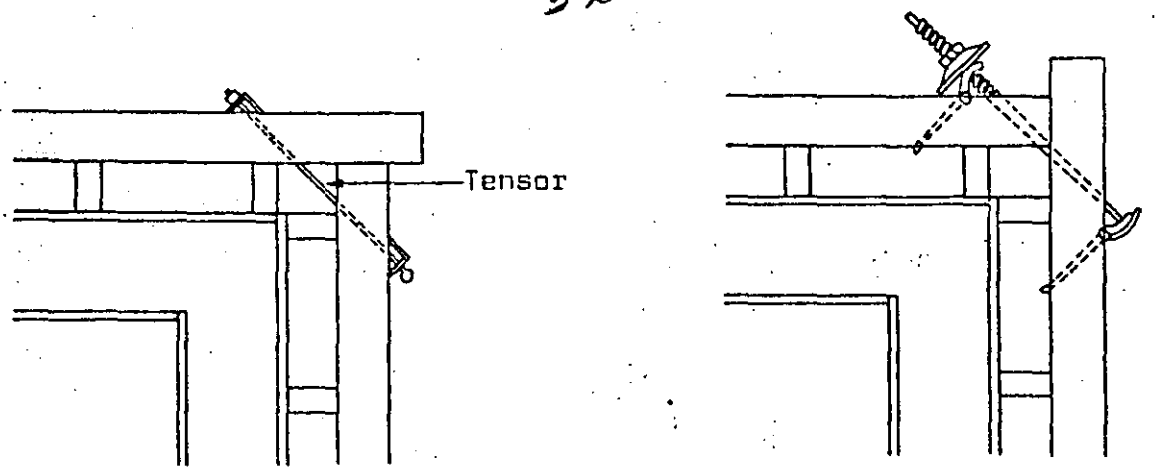
Arreglo típico de cimbra para trab y losa

Cimbra tipica de muro

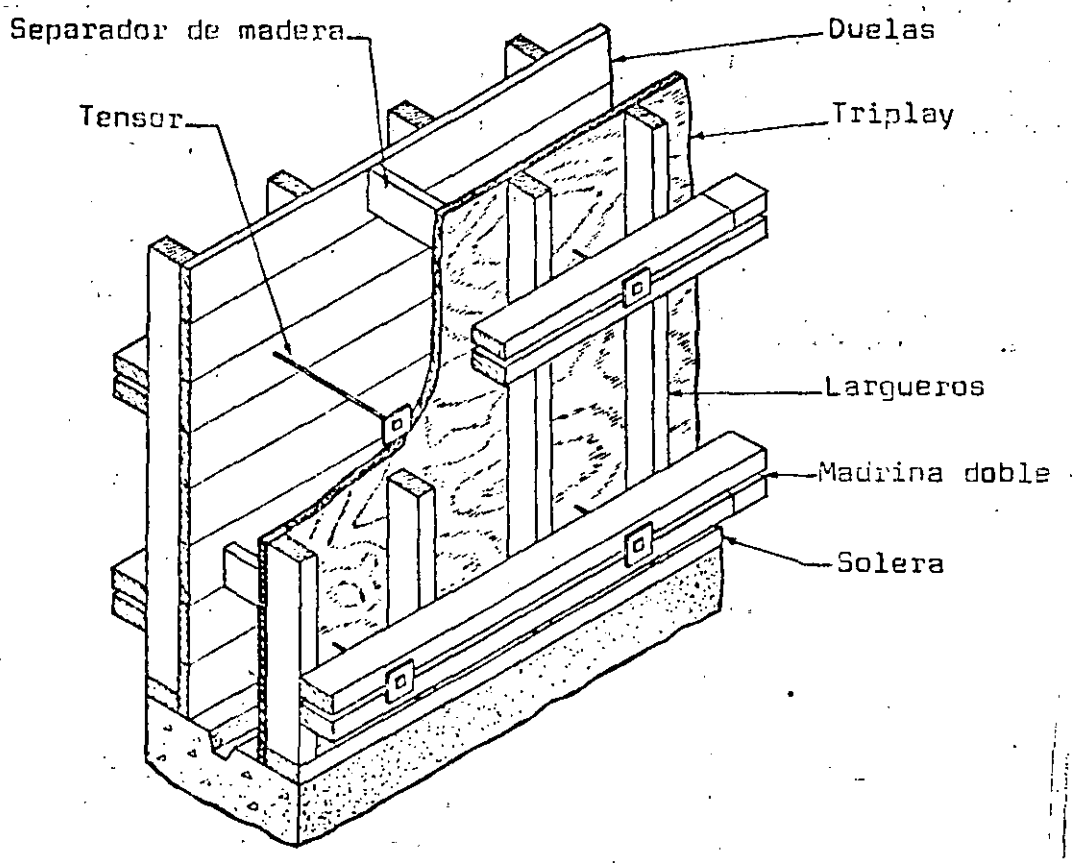




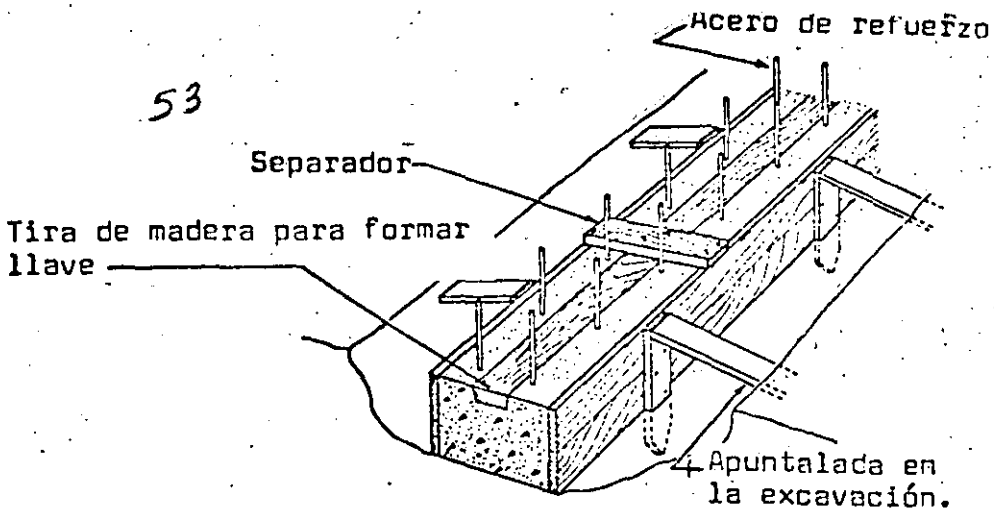
Ensamble típico de cimbra
de muro

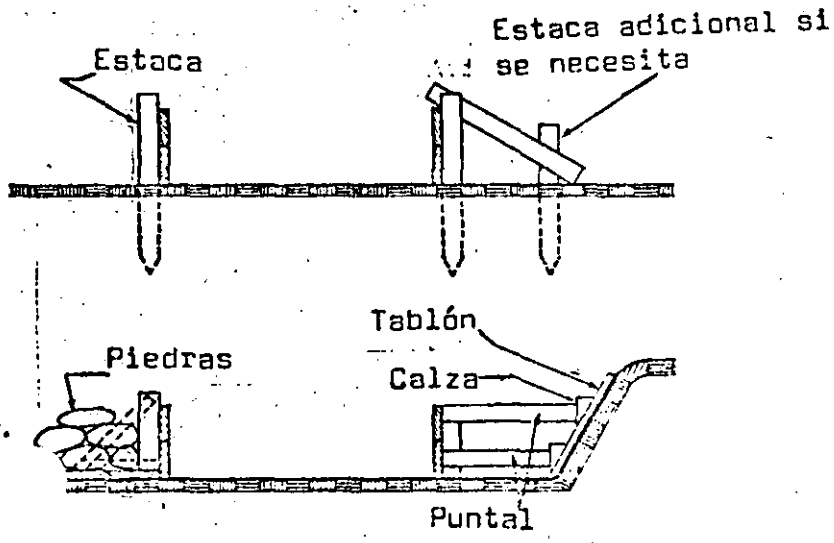


Varias formas de fijar esquinas



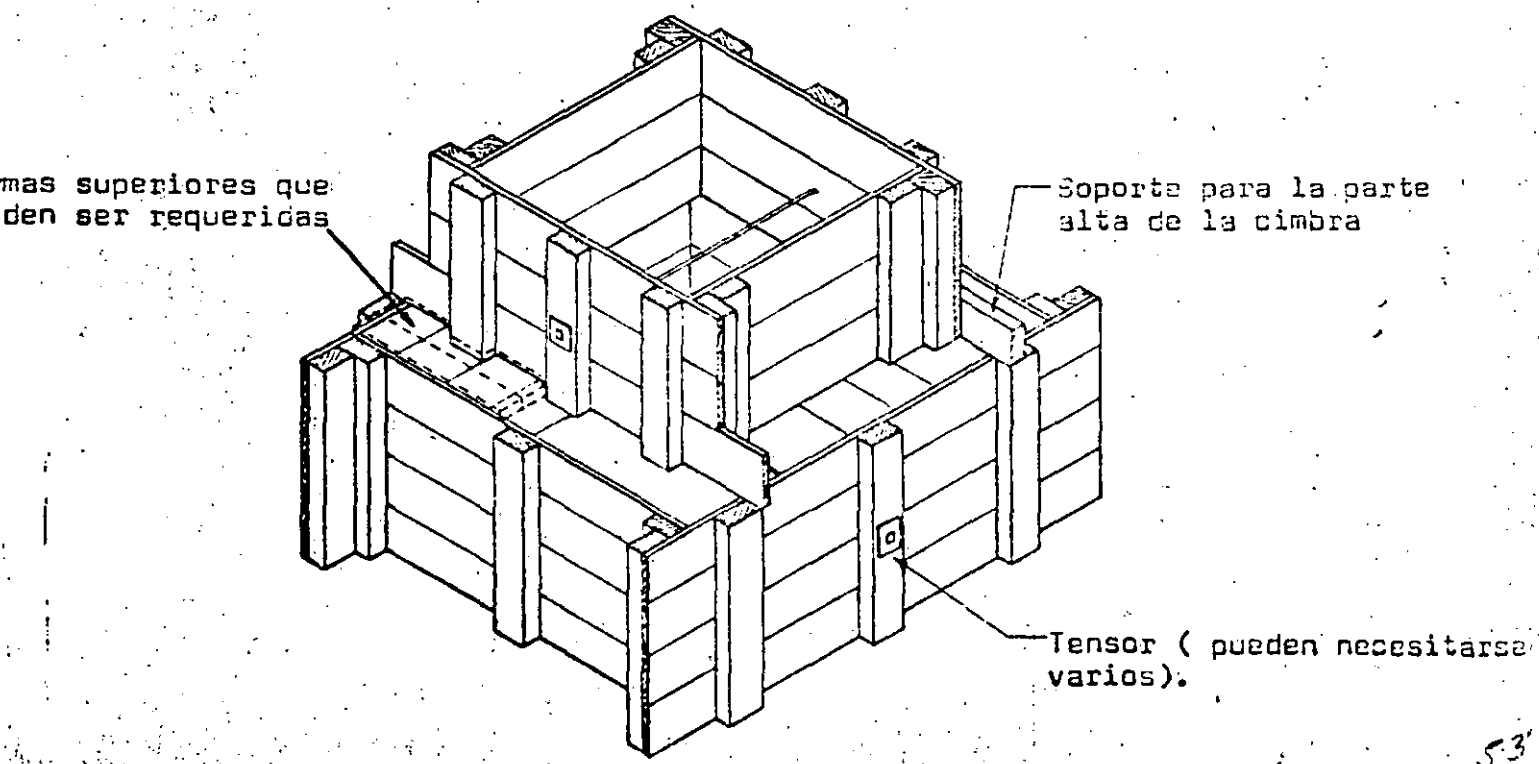
Cimbra típica para muro:Se muestran varias alternativas de materiales,el separador - con frecuencia parte del - - tensor.

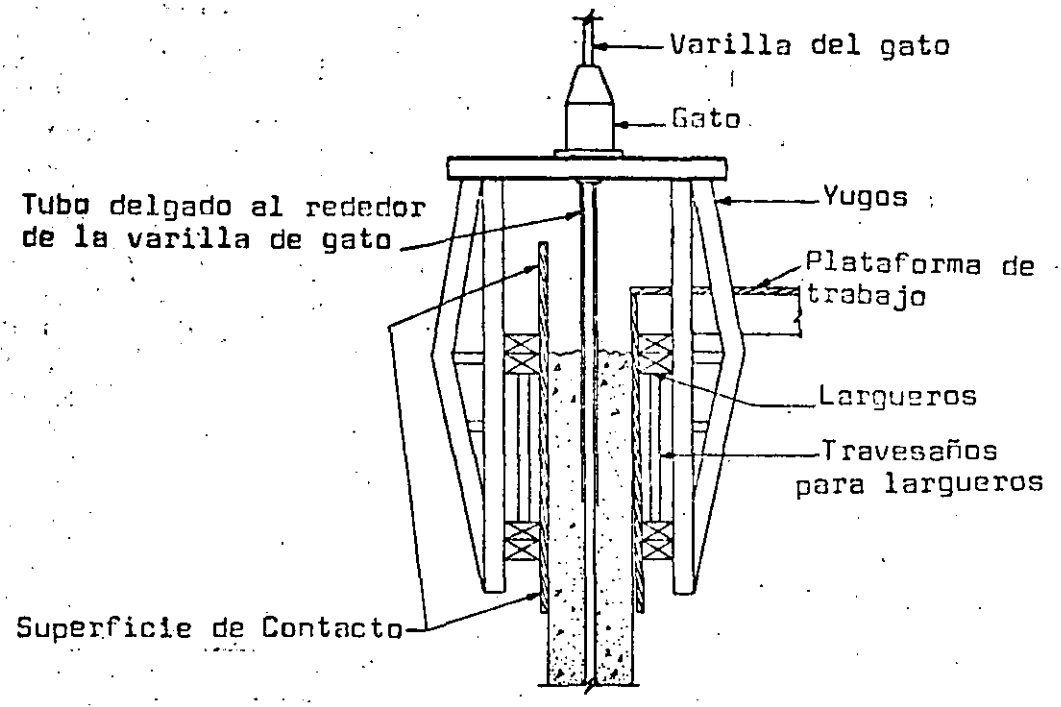




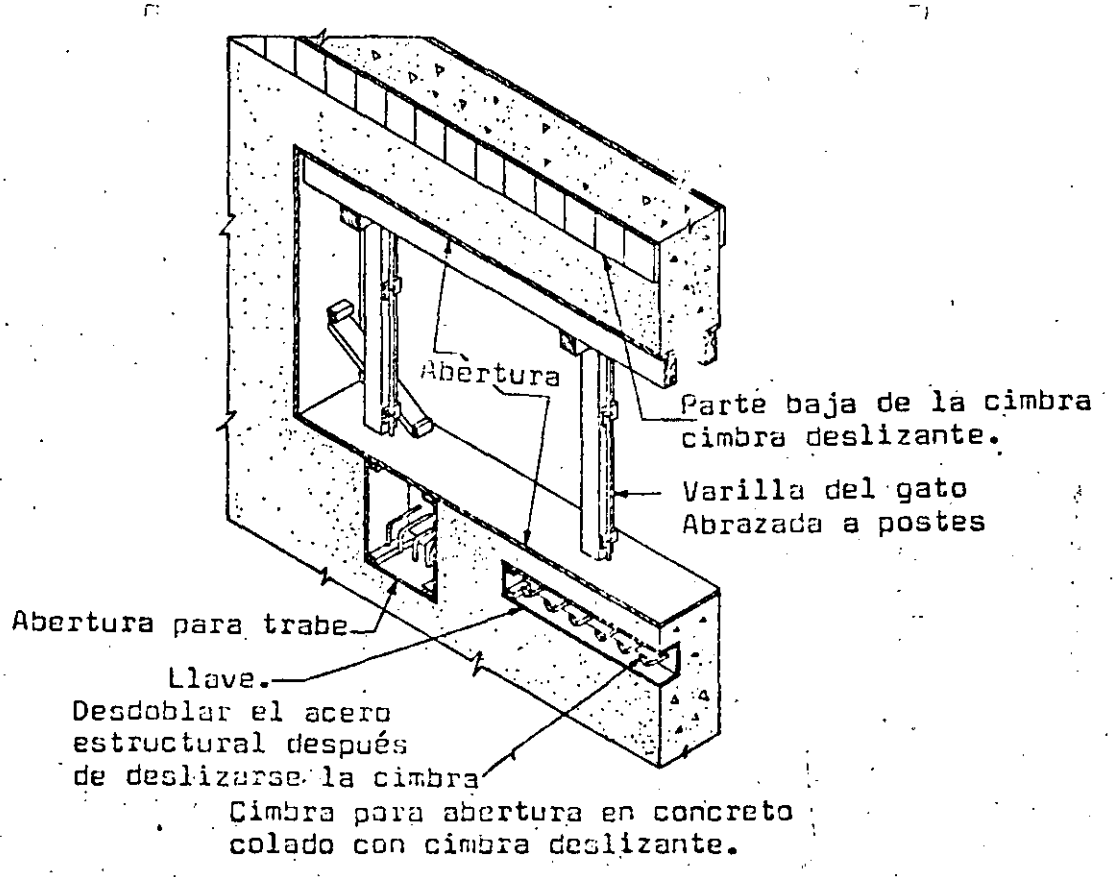
Varias alternativas para zapatas delgadas. Más -- gruesas pueden requerir tensores

Cimbra para zapata y dado

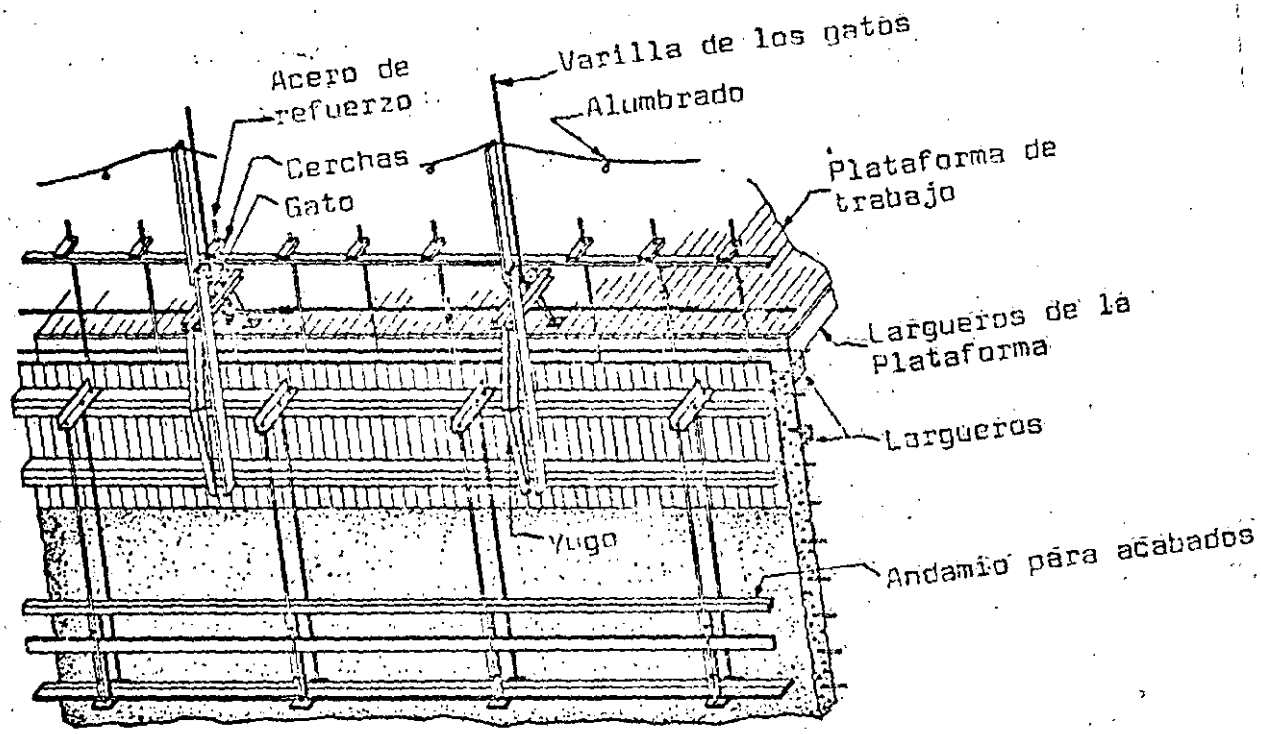




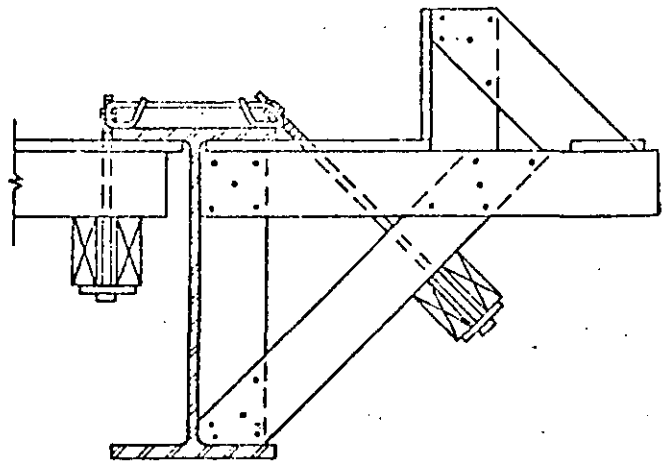
Sección Transversal de cimbra deslizante



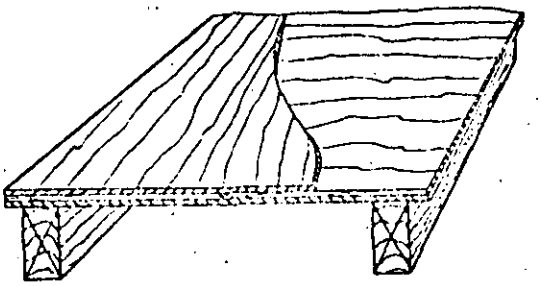
Cimbra para abertura en concreto colado con cimbra deslizante.



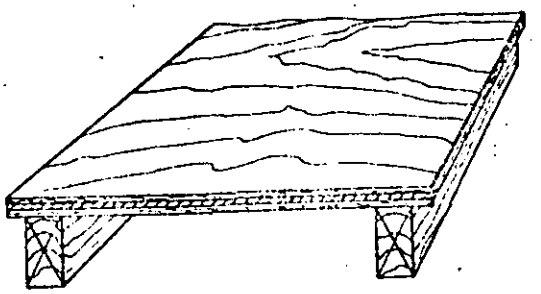
Cimbra deslizante típica



Marco colgado con tensor inclinado para volado en viga metálica.



Triplay usado en la dirección más resistente.



Triplay usado en la dirección menos resistente.

TABLA 4-3

Hoja de triplay pulido. Espesor neto. mm	No. de capas. No.	Espesor de las capas (nominal) Externas mm	Interiores mm	Central (para 5 y 7 capas) mm	1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro. Area de la sección transversal cm2	Momento de inercia cm4	Módulo de sección cm3	1 cm. de ancho con la veta visible perpendicular al claro. Area de la sección transversal cm2	Momento de inercia cm4	Módulo de sección. cm3	Peso Aproximado (kg) Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
3.20	3	1.60	1.60		0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
4.75	3	2.12	2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
6.35	3	2.82	2.82		0.35	0.1944	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	11.350	381.00
9.50	3	3.20	4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16.344	549.00
9.50	5	2.54	2.12	2 2.12	0.53	0.0512	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	16.344	549.00
12.70	5	3.20	3.20	2 2.54	0.76	0.1259	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
15.90	5	3.20	4.80	2 3.20	0.95	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
19.00	5	3.20	4.80	2 4.80	0.95	0.3413	0.3598	0.9450	0.2325	0.3265	32.234	1083.00
19.00	7	3.20	2 2.12	3 3.20	0.95	0.3889	0.4097	0.9450	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
22.20	7	3.20	2 4.00	3 3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3305	0.3796	37.682	1266.00
25.40	7	3.20	2 3.20	3 4.80	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464.00
28.60	7	3.20	2 4.80	3 4.80	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632.00

RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor		Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
pulg.	mm.		
1/4	6	38.10	60.96
3/8	10	91.44	137.16
1/2	13	182.88	243.84
5/8	16	243.84	304.80
3/4	19	304.80	365.76

CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-1

Espesor de losa (cm)	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25.0	27.5	30.5
Concreto de 1600kg/m3	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
Concreto de 2000kg/m3	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400kg/m3	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Carga viva de 250 kg/m2. Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carritos motorizados (vogues) para transporte de concreto deberá incrementarse a 500 kg/m2.

PRESIONES HORIZONTALES PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE MUROS.

TABLA 5-2

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m2) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m2, ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

MAXIMA PRESION HORIZONTAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE COLUMNAS.

TABLA 5-3

cm.por hr.	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m2, ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma, la que sea menor.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-4

Espesor de la losa(cm)	Carga muerta kg/ m2	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada (kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

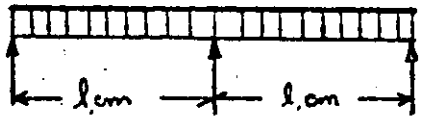
MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE CONTRAVIENTOS DE CIMBRAS DE MUROS, - APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL MOLDE.

TABLA 5-5

Altura del muro (m)		Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada (kg/m)			
		73kg/m2	98kg/m2	122kg/m2	146kg/m2
(sobre el terreno)					
1.22 ó menos	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.6	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.8	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70 ó mas	24.4 h.	36.6 h	48.8 h	61.0 h	73.2h
Bajo el terreno					

FORMULAS DE VIGAS, APLICABLES EN CIMBRAS

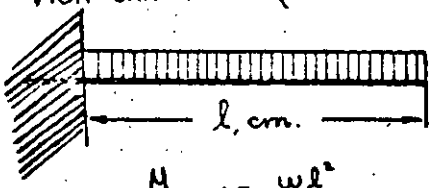
VIGA CONTINUA SOBRE 2 CLAROS IGUALES
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^2}{185\,EI}$$

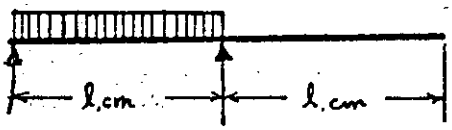
VIGA CANTILIVER (CARGA UNIFORME)



$$M_{max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

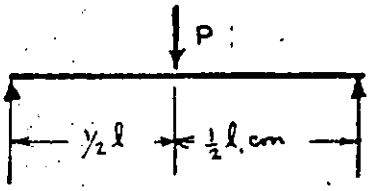
VIGA CON 2 APOYOS SOBRESALIENDO UN EXTREMO CON CARGA UNIFORME ENTRE APOYOS.



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}\,\frac{wl^4}{EI}$$

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA CONCENTRADA AL CENTRO.

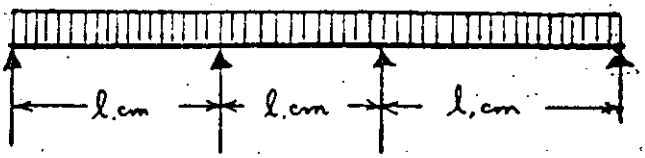


$$M_{max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

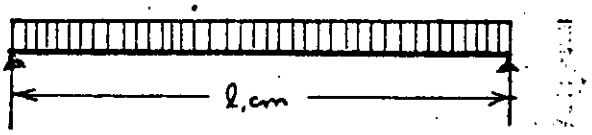
VIGA CONTINUA SOBRE 3 O MÁS CLAROS
CARGA UNIFORME

65



$$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$$

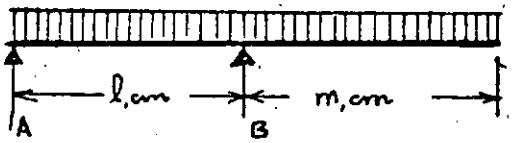
$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{145EI}$$



VIGA SIMPLEMENTE APOYADA (CARGA UNIFORME)

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5\,wl^4}{384\,EI}$$



VIGA APOYADA EN AMBOS EXTREMOS, PERO SOBRESALIENDO UNO CON CARGA UNIFORME.

$$M_{max_{AB}} = \frac{w}{8l^2}(l+m)^2(l-m)^2$$

$$V_{max_B} = \frac{w}{2l}(l^2+m^2)$$

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

A N E X O

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
cm (pulg)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximos para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

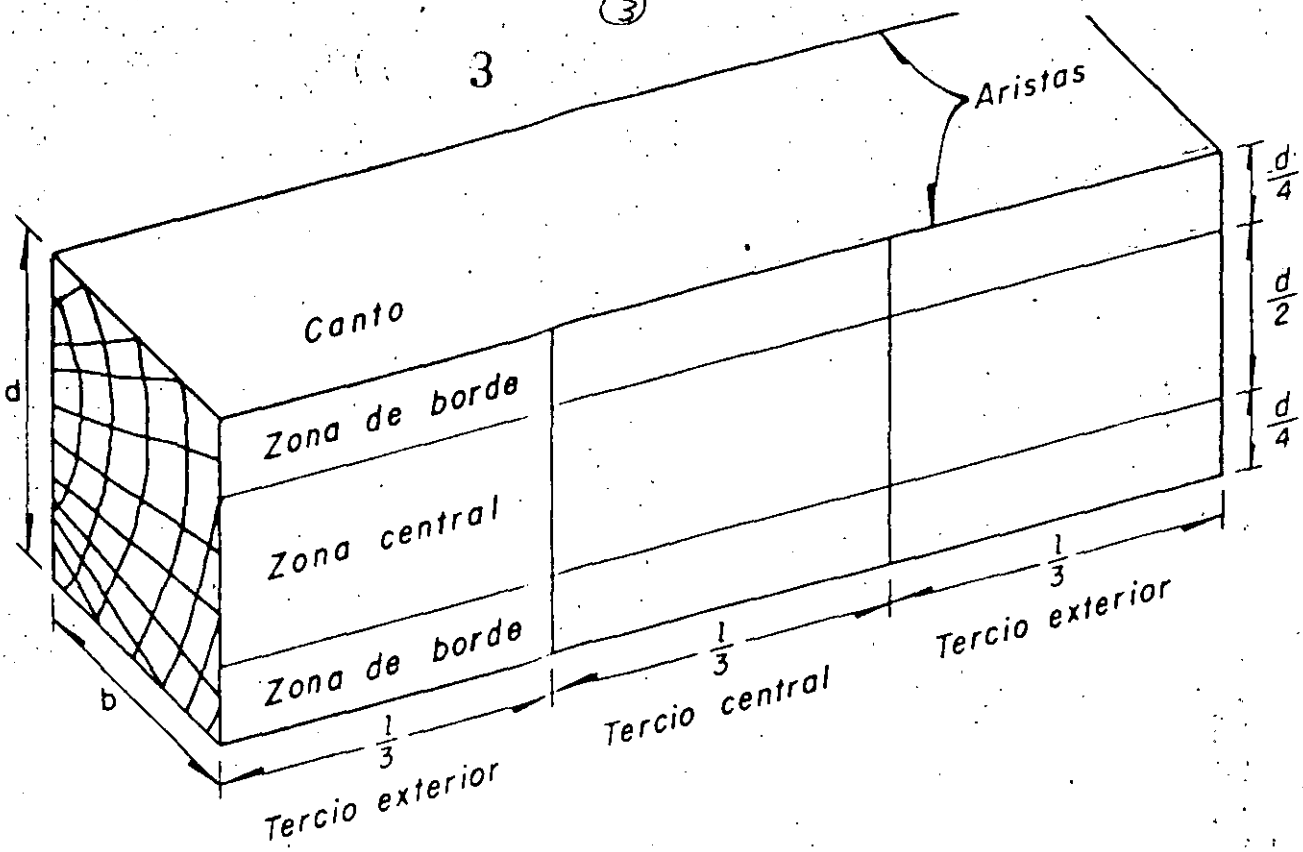


Fig I . Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural

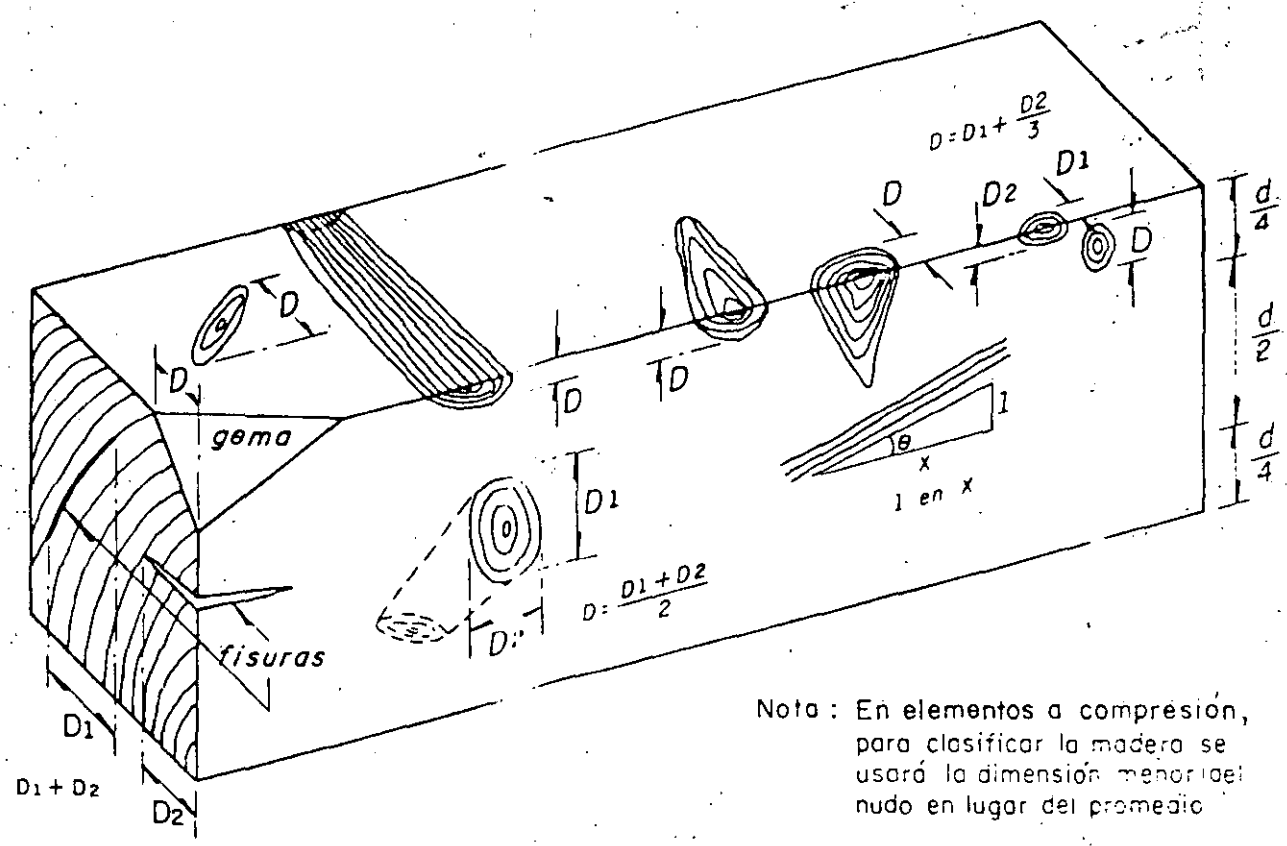


Fig II . Medición de nudos, inclinación de fibra, gema, velocidad de crecimiento y fisuras.

TABLA 2.2

ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación		V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión		80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra		60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra		12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra		11	9	7	6
Módulos de elasticidad (x 10^3)	medio	70	70	70	70
	mínimo	40	40	40	40

TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TIPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

(5)

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm^2
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM^2
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

	Sin Nudo	Con Nudo
Media $\bar{X}$ =	466 Kg/CM^2	444 Kg/CM^2
Desviación estándar =	102 Kg/CM^2	123 Kg/CM^2
Coeficiente de variación CV =	22%	CV = 28%

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM^2	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM^2
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media $\bar{X}$ = 445 Kg/CM^2

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM^2

Coeficiente de variación CV = 12%

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadrados y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VETAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp.1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II ≤ D ≤ 2 veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x $\frac{1}{16}$ Long.	MAX. S MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos S MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y S MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si ≤ D < 2 veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II ≤ D ≤ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area ≤ $\frac{1}{4}$ superficie total		MAX. 252 MM	En los extremos y menor Que: ANCHO y L/6		20%	1/4 de la superficie de la cara	2 MM Tal Q' ≤ D < 2 veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

(10)

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación		Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión		80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra		70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra		14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra		14	14	7	5
Módulos de elasticidad (x 10^3)	medio	70	70	70	70
	mínimo	40	40	40	40

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadrados y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM^2	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM^2
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media $\bar{X}$ = 445 Kg/CM^2

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM^2

Coeficiente de variación CV = 12%

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM^2
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

	Sin Nudo	Con Nudo
Media $\bar{X}$ =	466 Kg/CM^2	444 Kg/CM^2
Desviación estándar σ =	102 Kg/CM^2	123 Kg/CM^2
Coeficiente de variación CV =	22%	CV = 28%

TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TIPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm^2
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
cm (pulg)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximos para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA 2.2

ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad ($x\ 10^3$) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

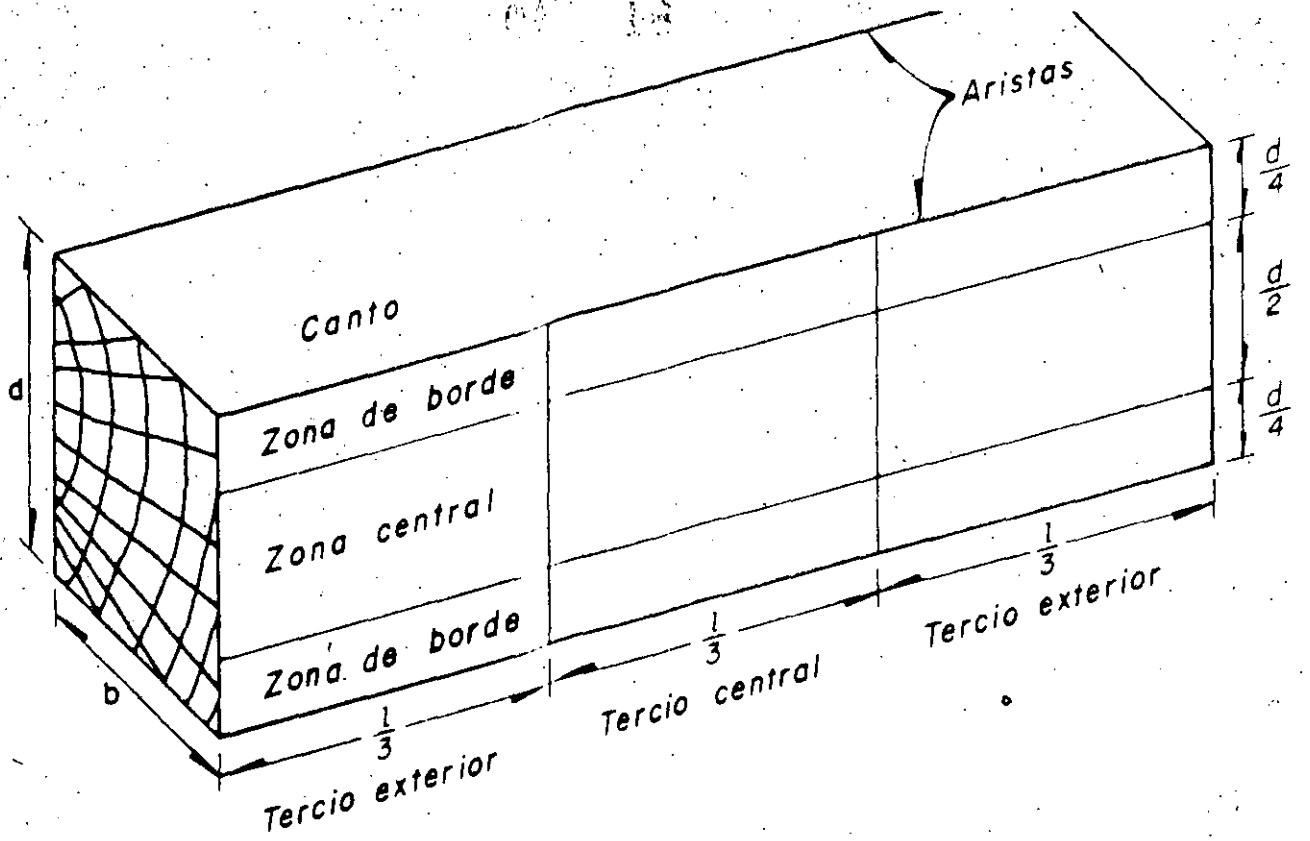
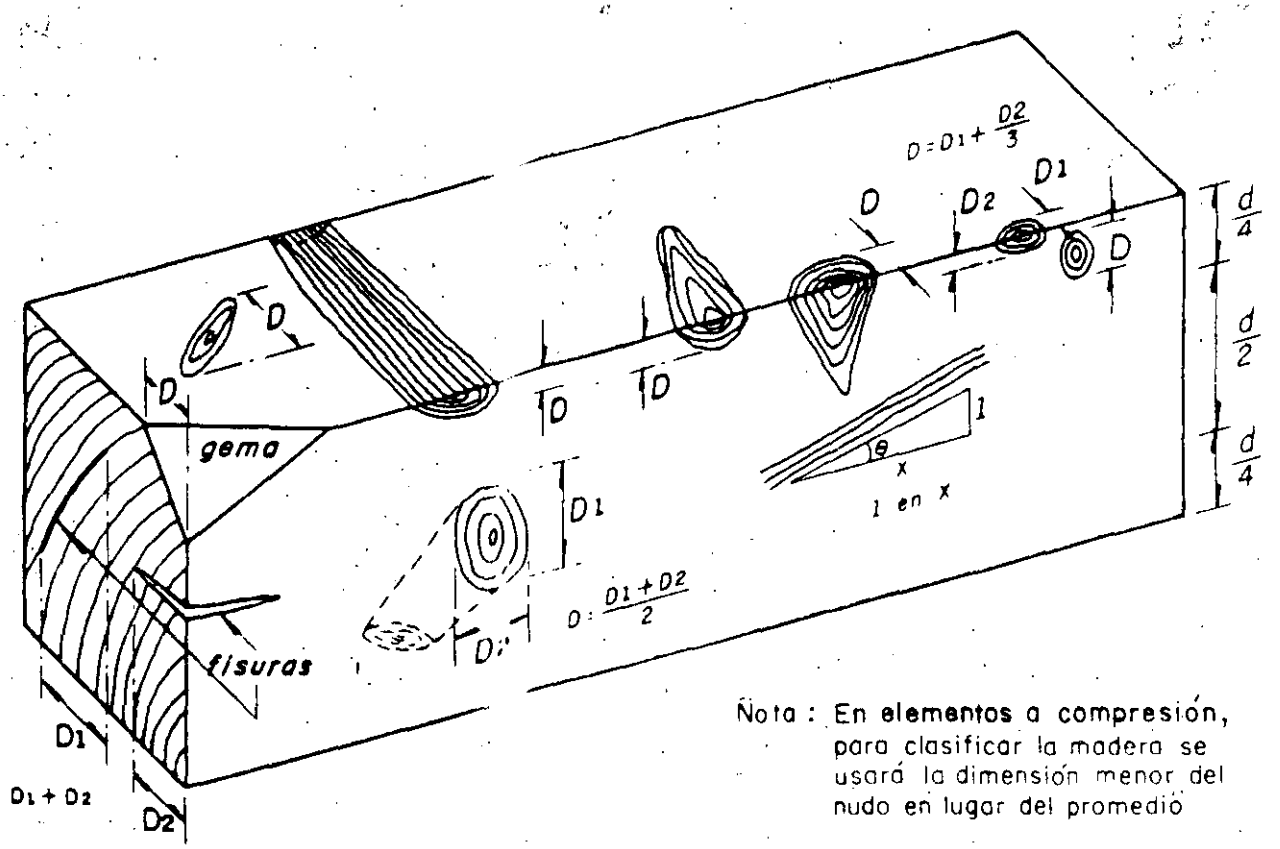


Fig I. Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural



Nota: En elementos a compresión, para clasificar la madera se usará la dimensión menor del nudo en lugar del promedio

Fig II. Medición de nudos, inclinación de fibra, gema, velocidad de crecimiento y fisuras

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VETAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp.1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II ≥ D ≤ 2 veces nudo MAX.	Menor de 1/12 ancho x 1/16 Long.	MAX. 8 MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos 8 MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y 8 MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si ≥ D < 2 veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II ≥ D ≤ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area ≤ 1/4 superficie total		MAX. 252 MM	En los extremos y menor Que ANCHO y 1/4		20%	1/4 de la superficie de la cara	2 MM Tal Q' ≥ D < 2 veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm^2; condición verde

Solicitación		Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión		80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra		70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra		14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra		14	14	7	5
Módulos de elasticidad (x 10^3)	medio	70	70	70	70
	mínimo	40	40	40	40

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

SEGURIDAD - SERVICIOS MEDICOS - CAMPAMENTOS

ING. RAÚL LÓPEZ CALVILLO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

SEGURIDAD - SERVICIOS MEDICOS - CAMPAMENTOS

TOMANDO EN CONSIDERACIÓN QUE LA OBRA DEL DRENAJE PROFUNDO IMPLICABA UN ÍNDICE DE PELIGROSIDAD ALTO POR SER OBRA SUBTERRÁNEA Y TENER LOS ACCESOS A TRAVÉS DE LUMBRERAS, TÚNEL, S. A. DE C. V., ESTABLECIÓ UNA GERENCIA DE SEGURIDAD DENTRO DE SU ORGANIZACIÓN, PARA QUE SE ENCARGARA DE ESTABLECER NORMAS DE SEGURIDAD QUE EVITASEN HASTA DONDE FUERA POSIBLE LOS ACCIDENTES.

LA GERENCIA DE SEGURIDAD FORMULÓ UN REGLAMENTO CUYAS NORMAS DEBÍAN SEGUIRSE EN TODOS LOS FRENTES DE TRABAJO, REGLAMENTO QUE SE ENTREGÓ A LAS GERENCIAS DE CONSTRUCCIÓN QUIENES A SU VEZ LO HICIERON LLEGAR A SUS SUPERINTENDENTES Y JEFES DE OBRA.

PARA LA VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD, LA GERENCIA DE SEGURIDAD NOMBRÓ SUPERVISORES QUE DEBÍAN PERMANECER EN LOS FRENTES DE TRABAJO Y SU PRIMERA OBLIGACIÓN QUE DEBÍAN CUMPLIR SERÍA LA CONSTANTE OBSERVACIÓN DE SITUACIONES DE PELIGRO QUE PUDIERAN SER CAUSA DE ACCIDENTES; CUANDO SE DESCUBRÍA UNA CONDICIÓN DE PELIGRO, EL SUPERVISOR DEBÍA AVISAR DE INMEDIATO AL INGENIERO JEFE DE OBRA, PARA QUE ORDENARA SE CORRIGIERA DENTRO DE UN TIEMPO RAZONABLE; PARA RESPONSABILIZAR AL ING. JEFE DE OBRA DE LA OBSERVACIÓN HECHA, ÉSTA QUEDABA ASENTADA EN UNA BITÁCORA, MISMA QUE DEBÍA FIRMAR EL ENCARGADO DEL FRENTE.

DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN DE LA GERENCIA DE SEGURIDAD, SE CREARON LAS COMISIONES MIXTAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD, INTEGRADAS POR UNA PARTE POR EL DELEGADO SINDICAL Y UN REPRESENTANTE DE LOS TRABAJADORES Y POR OTRA, UN REPRESENTANTE PATRONAL Y EL SUPERVISOR DE SEGURIDAD. ESTAS COMISIONES SE REUNEN MENSUALMENTE Y RECORREN LOS FRENTES DE TRABAJO; DE SUS OBSERVACIONES FORMULAN UN ACTA, MISMA QUE SE ENVÍA A LA SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL, POR LO QUE ÉSTA QUEDA ENTERADA DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD QUE EXISTEN EN LA OBRA.

EL SUPERVISOR DE SEGURIDAD, NO SOLAMENTE TIENE COMO OBLIGACIÓN EL HACER OBSERVACIONES DE SITUACIONES DE PELIGRO, SINO QUE TAMBIÉN RECIBE INSTRUCCIÓN MÉDICA DE PRIMEROS AUXILIOS, PARA ESTAR CAPACITADO A DAR ÉSTOS, CUANDO SE PRESENTA UN ACCIDENTE, EVITANDO CON ELLO, QUE EL TRABAJADOR ACCIDENTADO SUFRA MAYORES DAÑOS POR UN MAL MANEJO AL TRASLADARLO AL PUESTO MÉDICO INMEDIATO.

LA GERENCIA DE SEGURIDAD CUENTA CON UN ASESOR EJECUTIVO, QUIEN POR SU CARÁCTER PUEDE ORDENAR QUE LAS DISPOSICIONES DE SEGURIDAD SEAN CUMPLIDAS DE INMEDIATO.

LA DIRECCIÓN DE LA OBRA, DECIDIÓ QUE FUERA YO QUIEN SE ENCARGARA DE LA ASESORÍA EJECUTIVA, POR MI LARGA EXPERIENCIA EN EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS, Y CONSIDERANDO QUE LOS JOVENES INGENIEROS RECIBIRÍAN MIS RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD SIN DISCUSIÓN.

LA LABOR DE LA GERENCIA DE SEGURIDAD FUE PALPABLE, PUES AÚN TENIENDO LA OBRA UN ÍNDICE DE PELIGROSIDAD MUY ALTO, LOS ÍNDICES DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES SON BAJOS, COMPARADOS CON OBRAS DE CONDICIONES SIMILARES.

EN EL DESARROLLO DE ESTA OBRA, SE HAN LABORADO 72'650,982 HORAS HOMBRE Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES TENIDOS HASTA EL MES DE OCTUBRE DE 1974, HA SIDO DE 10,416, LO QUE DA UN ÍNDICE DE FRECUENCIA DE 143, ES DECIR QUE SE HAN TENIDO 143 ACCIDENTES POR CADA MILLÓN DE HORAS TRABAJADAS.

POR LAS ESTADÍSTICAS LLEVADAS EN LA GERENCIA DE SEGURIDAD, ESTOS 10,416 ACCIDENTES SE PUEDEN CATALOGAR DE ACUERDO CON LOS DÍAS DE INCAPACIDAD OTORGADOS POR EL SEGURO SOCIAL, EN LA SIGUIENTE FORMA :

DE	3	DE 7	DÍAS	8,957.76
DE	8	DE 15	DÍAS	838.28
DE	15	DE 30	DÍAS	416.64
DE	MÁS	DE 31	DÍAS	208.32
				10,416.00

EN EL NÚMERO DE ACCIDENTES CON INCAPACIDAD MAYOR A 31 DÍAS, ESTÁN INCLUIDOS 83 ACCIDENTES MORTALES, POR LO QUE EL ÍNDICE DE FRECUENCIA DE ÉSTE TIPO DE ACCIDENTES ES DE 1.14

LA GERENCIA DE SEGURIDAD EN COLABORACIÓN CON LAS GERENCIAS DE CONSTRUCCIÓN, PUSO ESPECIAL ATENCIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LOS MALACATES PARA EL PERSONAL, PUES MEDIANTE ELLOS DIARIAMENTE DESCIENDEN Y ASCIENDEN UN PROMEDIO DE 8,000 TRABAJADORES. AL CALCULAR LOS MALACATES Y SUS PARTES, SE CONSIDERÓ UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE OCHO Y ADEMÁS SE LES INSTALARON DISPOSITIVOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS QUE INCREMENTARAN SU SEGURIDAD, COMO SON FRENOS DE ACCIONAMIENTO HIDRONEUMÁTICO Y ELÉCTRICO, CORTA CORRIENTES QUE LIMITAN EL RECORRIDO DE LA CALESA Y EN ÉSTA UN DISPOSITIVO DE ACCIÓN AUTOMÁTICA EN EL CASO DE RUPTURA DEL CABLE, A TODOS LOS MALACATES DE PERSONAL SE LES INSTALARON GUÍAS RÍGIDAS.

PARA LA OPERACIÓN DE ESTOS MALACATES SE SELECCIONÓ UN PERSONAL QUE HUBIESE PASADO LAS PRUEBAS, TANTO DE HABILIDAD COMO PSICOMÉTRICAS. LOS RESULTADOS DE ESTA CAMPAÑA SON SATISFACTORIOS.

SIENDO LOS EXPLOSIVOS EL MATERIAL QUE IMPLICA UN MAYOR PELIGRO, LA COMPAÑÍA MANDÓ CONSTRUÍR DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL, CUATRO POLVORINES PARA ALMACENARLOS, CONVENIENTEMENTE DISTRIBUIDOS A LO LARGO DE LA OBRA DE LOS CUALES SE DISTRIBUYEN A LOS FRENTES, LAS CARGAS EXPLOSIVAS QUE REQUIEREN; PARA EL TRANSPORTE DE LOS EXPLOSIVOS SE UTILIZAN CUATRO CAMIONETAS PICK-UP, DEBIDAMENTE ADAPTADAS PARA HACER ÉSTE, LO MÁS SEGURO. CUANDO EL EXPLOSIVO ES REQUERIDO POR ALGÚN FRENTE SITUADO DENTRO DE LA ZONA URBANA, LA CAMIONETA VA ACOMPAÑADA DE UNA PATRULLA POLICÍACA PARA SU RESGUARDO.

A TODOS LOS TRABAJADORES QUE LABORAN DENTRO DEL TÚNEL, LA COMPAÑÍA LES PROPORCIONA EL EQUIPO DE PROTECCIÓN NECESARIO, CONSISTENTE EN BOTAS DE HULE, VESTIDO IMPERMEABLE Y CASCO, ADEMÁS DE OTRO EQUIPO ADICIONAL, COMO MASCARILLAS CONTRA EL POLVO Y CARETAS DE MICA, CUANDO LAS CONDICIONES DEL TRABAJO LO REQUIEREN.

CAMPAMENTOS .- EN CADA UNA DE LAS LUMBRERAS DEL EMISOR CENTRAL, SE CONSTRUYERON CAMPAMENTOS PARA LA HABITACIÓN DE LOS TRABAJADORES, CONTANDO CON COLECTIVOS, SERVICIOS SANITARIOS Y COMEDORES.

A LOS TRABAJADORES SE LES PROPORCIONA CAMA, COLCHONETA Y ALMOHADAS Y EN LOS BAÑOS HAY AGUA CALIENTE DURANTE TODO EL DÍA, POR LO QUE EL TRABAJADOR PUEDE DUCHARSE A LA SALIDA DE LOS TURNOS SI ASÍ LO DESEA; CADA COLECTIVO TIENE EMPLEADOS QUE LOS MANTIENE LIMPIOS; ADEMÁS DENTRO DE CADA CAMPAMENTO SE TIENEN INSTALACIONES DEPORTIVAS COMO CANCHAS DE BASQUETBOL Y EN ALGUNOS CAMPO DE FUTBOL Y BEISBOL, ASÍ LOS TRABAJADORES PUEDEN DISTRAERSE HACIENDO DEPORTE.

LA COMPAÑÍA EMPLEÓ A ENTRENADORES PROFESIONALES PARA LA PREPARACIÓN DE LOS JUGADORES, DEL DEPORTE DE SU ELECCIÓN Y ORGANIZÓ COMPETENCIAS ENTRE EQUIPOS DE CADA UNA DE LAS LUMBRERAS, OTORGANDO TROFEOS A LOS VENCEDORES.

SERVICIO MEDICO .- TODOS LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA ESTÁN AFILIADOS AL SEGURO SOCIAL, Y EN SUS HOSPITALES Y CLÍNICAS RECIBEN ATENCIÓN.

LA COMPAÑÍA INSTALÓ CUATRO PUESTOS DE SOCORRO, UNO EN CADA GERENCIA, ATENDIDOS POR MÉDICOS Y ENFERMERAS DURANTE LAS 24 HORAS DEL DÍA; EN CADA PUESTO DE SOCORROS SE TIENE UNA AMBULANCIA, PARA EL TRASLADO RÁPIDO Y SEGURO DE LOS LESIONADOS, DEL SITIO DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE A LA CLINICA DEL SEGURO MÁS CERCANA.

LOS MÉDICOS DE LOS PUESTOS DE SOCORROS SE ENCARGAN DE HACER LOS EXÁMENES MÉDICOS DE ADMISIÓN DE LOS NUEVOS TRABAJADORES, ATIENDEN A --

LOS ACCIDENTADOS EN EL CASO DE LESIONES LEVES, Y A LOS FAMILIARES DE ÉSTOS, CUANDO LO SOLICITAN.

EN LOS PUESTOS DE SOCORROS SE TIENEN MEDICINAS Y MEDICAMENTOS QUE PROPORCIONA EL SEGURO SOCIAL, LOS QUE SON DADOS A LOS TRABAJADORES O SUS FAMILIARES.

CUANDO EN LA EXCAVACIÓN DE LOS TÚNELES SE TUVO LA NECESIDAD DE UTILIZAR UN PROCEDIMIENTO DE ATAQUE ESPECIAL, COMO ES EL DE TRABAJAR BAJO UNA PRESIÓN HIPERBARICA, LA COMPAÑÍA HIZO LAS INSTALACIONES ADECUADAS TANTO DENTRO DEL TÚNEL, COMO EN SUPERFICIE, EN ÉSTAS ÚLTIMAS QUEDARON INCLUIDAS LAS MÉDICAS PARA PODER TRATAR EN ELLAS A LOS TRABAJADORES QUE SUFRIERAN ALTERACIONES DE SALUD, QUE NORMALMENTE SE PRESENTAN EN ESTE TIPO DE TRABAJO.

A LOS TRABAJADORES QUE LABORARON BAJO PRESIÓN HIPERBARICA SE LES HICIERON ANÁLISIS CLÍNICOS, TELERADIOGRAFÍAS, ESPIROMETRÍAS, AUDIOMETRÍAS, Y EN ALGUNOS CASOS ELECTROCARDIOGRAMAS, CON LO CUAL SE TUVO CONCIENCIA DE SU ESTADO DE SALUD ADEMÁS SE LES SOMETÍA A UNA PRUEBA DENTRO DE UNA CÁMARA MÉDICA, EN LA QUE PERMANECÍA POR UN TIEMPO BAJO UNA PRESIÓN MAYOR QUE LA QUE IBAN A TENER DENTRO DE LA ZONA DE TRABAJO, DURANTE ESTE TIEMPO ESTABAN VIGILADOS POR EL MÉDICO.

EL PERSONAL MÉDICO QUE LABORÓ EN ESTAS INSTALACIONES, FUE DEBIDAMENTE SELECCIONADO Y ADEMÁS SE LES DIO UNA PREPARACIÓN ESPECÍFICA.

CONCLUSION .-

EL COSTO OCASIONADO POR LA GERENCIA DE SEGURIDAD PLENAMENTE SE JUSTIFICA, PUES ES ELLA LA ENCARGADA DEL CUIDADO DE TANTAS VIDAS COMO TRABAJADOR HAYA, Y ÉSTO ES UN VALOR IMPONDERABLE.

DESGRACIADAMENTE NUNCA SE PUEDE CONTABILIZAR SUS RESULTADOS, POR LAS CONDICIONES ALEATORIAS QUE TIENEN LOS ACCIDENTES.

LA PRESENCIA DEL SUPERVISOR DE SEGURIDAD PROPORCIONA CONFIANZA AL TRABAJADOR Y ASÍ SU RENDIMIENTO ES MAYOR, ABATIENDO CON ÉSTO EL COSTO.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

"ACCIDENTES DE TRABAJO" ESTUDIO ELABORADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ING. RAÚL LÓPEZ CALVILLO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

"ACCIDENTES DE TRABAJO" ESTUDIO ELABORADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ACCIDENTES DE TRABAJO

I. ASPECTOS RELEVANTES

* EN 1979 CASI 11,000 PERSONAS QUEDARON PERMANENTEMENTE INCAPACITADOS POR ACCIDENTES DE TRABAJO.

* EN ESE AÑO EL SEGURO SOCIAL GASTÓ MÁS DE SIETE MIL MILLONES DE PESOS EN LA ATENCIÓN DE ACCIDENTES DE TRABAJO.

* LA IRRESPONSABILIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LA FALTA DE INTERÉS DE LAS EMPRESAS, SON FACTORES CONTRIBUYENTES.

* LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION Y LA TRANSFORMACIÓN SON LAS MÁS FRECUENTEMENTE INVOLUCRADAS.

* LA EDUCACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES LABORALES DEBE SER ESPECÍFICA, RESPECTO A LAS CAUSAS DE LOS MISMOS.

II. DETALLE DE COSTOS

1 EN 1979 SE REPORTARON 494,356 ACCIDENTES DE TRABAJO.

2 EL COSTO PROMEDIO FUÉ DE $14,229.00, POR LO QUE EL COSTO GLOBAL ANUAL ASCENDIÓ A MÁS DE $7000'000,000.00.

III. REGIONES MAS AFECTADAS.

1 VALLE DE MÉXICO CON 148,578 ACCIDENTES Y UN COSTO GLOBAL DE MÁS DE DOS MIL MILLONES DE PESOS , OCUPÓ EL PRIMER LUGAR.

2 SIGUIERON, EN ÓRDEN DE IMPORTANCIA, LOS ESTADOS DE JALISCO - CON 46,080 ACCIDENTES Y NUEVO LEÓN CON 41,450.

IV. RIESGOS AFECTADOS.

1 DEFUNCIONES: 1,029

2 INCAPACIDAD PERMANENTE: 10,978

V. COMPOSICION POR SEXO Y EDADES.

1 SEXO MASCULINO: 98.6% DE LAS DEFUNCIONES.

2 EDADES:

. EL 80% DE LAS DEFUNCIONES SE PRESENTA EN EDADES ENTRE LOS 15 Y 44 AÑOS (51.8% ENTRE PERSONAS DE 15 A 29 AÑOS).

. EL 55% DE LAS MUERTES DEL ÚLTIMO GRUPO DE EDADES ANOTADAS OCURRIÓ DESEMPEÑANDO ACTIVIDADES EN OBRAS DE CONSTRUCCION (EDIFICIOS, OBRAS DEL METRO Y DESAGUE DEL DISTRITO FEDERAL); EL 13.7% EN FÁBRICAS Y EL 5.2% EN EXTERIORES DE EDIFICIOS.

VI. CAUSAS MAS FRECUENTES DE LOS ACCIDENTES.

1 ENTRE LOS JÓVENES:

- LA INEXPERIENCIA
- LA FALTA DE ADIESTRAMIENTO
- EXCESO DE CONFIANZA
- LA FALTA DE DESTREZA.

2 EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION :

- EL USO DE ESCALERAS ANGOSTAS E IMPROVISADAS
- FALTA DE APUNTALAMIENTO DE ZANJAS.

- DEJAR CAER AL PISO TABLAS, VARILLAS Y OTROS OBJETOS.
- DEJAR HERRAMIENTAS EN LAS VIGUETAS
- TRABAJO EN ANDAMIOS INSEGUROS
- VIAJAR EN LOS TRANSPORTADORES DE MATERIALES Y EN LAS PLUMAS DE LAS GRÚAS.
- CAMINAR POR VIGAS ANGOSTAS.
- CAÍDAS DESDE PLANOS ELEVADOS.
- USO INADECUADO DE EXPLOSIVOS.

ALREDEDOR DEL 45% DE LAS DEFUNCIONES QUE OCURREN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, ACONTECEN EN LAS FORMAS DESCRITAS ANTERIORMENTE.

LA SEGUNDA CAUSA DE MUERTE EN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO OCURRIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y EN LAS FÁBRICAS, SON POR TRAUMATISMOS ORIGINADOS POR :

- CAÍDA DE OBJETO DE DIVERSAS ALTURAS SOBRE EL TRABAJADOR (LADRILLOS, HERRAMIENTAS, ETC.).
- LESIONES PRODUCIDAS POR MAQUINARIA.
- POR SALIENTES DE MATERIALES QUE PRODUCEN HERIDAS EN EL TRABAJADOR.
- DERRUMBES.
- INCRUSTACIÓN DE MATERIAL VARIOS EN EL CUERPO DEL TRABAJADOR.

APROXIMADAMENTE EL 15% DE LAS MUERTES SE DEBEN A ESTE TIPO DE TRAUMATISMOS.

LA TERCERA CAUSA DE MUERTE EN LOS ACCIDENTES LABORALES ES :

- LA ELECTROCUCIÓN POR CABLES DE ALTA TENSIÓN.
- INADECUADO MANEJO DE CABLES.
- MAL ESTADO DE CABLES, ETC.

VII. HORARIOS Y DIAS EN QUE OCURREN LOS ACCIDENTES

1 HORA EN QUE LOS ACCIDENTES OCURREN CON MAYOR FRECUENCIA:
ENTRE LAS 12:00 Y 18:00 HORAS DEL DÍA.

2 DÍA MÁS FRECUENTE :
LUNES, AL REGRESO DEL DESCANSO SEMANAL.

VIII. CONCLUSION

LOS ACCIDENTES OCASIONADOS POR DESCUIDO HUMANO PUEDEN EVITARSE MEDIANTE LA EDUCACIÓN DE LOS TRABAJADORES, MISMA QUE DEBERÍA SER NO SÓLO DE TIPO GENERAL, SINO QUE ADEMÁS, DEBE INCLUIR INFORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE LOS RIESGOS PRESENTES EN SU MEDIO DE TRABAJO.

ASÍMISMO, NO SOLO DEBE DETERMINARSE CON EXACTITUD LA CLASE PARTICULAR DE FALLA HUMANA O PELIGRO MECÁNICO EXISTENTES, SINO TAMBIÉN SELECCIONAR COMO PRIMER PUNTO DE ATAQUE AQUELLA CAUSA QUE SEA DE SUMA IMPORTANCIA, INDICADA POR SU PREDOMINIO O POR EL GRADO DE PROBABILIDAD DE QUE CONDUZCA A UNA GRAN FRECUENCIA O GRAVEDAD DE LESIONES O AMBAS CIRCUNSTANCIAS A LA VEZ.

LAS FUENTES DE INFORMACIÓN SON :

1) LA JEFATURA DE SERVICIOS DE MEDICINA DEL TRABAJO DEL I.M.S.S.
2) EL SERVICIO MÉDICO FORENSE DEL DISTRITO FEDERAL.

A PESAR DE QUE LOS RIESGOS DEL TRABAJO QUEDAN A CARGO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, ESTARÁN DE ACUERDO CONMIGO DE QUE SON UN SERIO PROBLEMA PARA LA EMPRESA YA QUE NO SOLO PUEDEN VERSE AFECTADOS INGENIEROS Y TRABAJADORES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS SINO QUE ADEMÁS PUEDEN RETRAZAR EL TRABAJO Y CREAR INCERTIDUMBRE ENTRE LOS TRABAJADORES.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONSECUENCIAS DE LOS RIESGOS LABORALES PARA LA SALUD Y LA ECONOMIA
BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO

ING. RAÚL LÓPEZ CALVILLO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONSECUENCIA DE LOS RIESGOS LABORALES PARA LA SALUD Y LA ECONOMIA BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO.

LAS DIVERSAS DEFINICIONES DE LA HIGIENE DEL TRABAJO PONEN ÉNFASIS EN SU MISIÓN FUNDAMENTAL : LA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS PELIGROS PRODUCIDOS POR EL PROPIO AMBIENTE DE TRABAJO. DESDE UN PUNTO IMPORTANTE, SIN EMBARGO, DESTACAR LA CARGA ECONÓMICA QUE REPRESENTAN LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DE LOS TRABAJADORES. NO PODEMOS OLVIDAR LA INFLUENCIA CADA VEZ MAYOR DEL DESARROLLO ECONÓMICO PARA NUESTROS PAÍSES Y PARA EL BIENESTAR DE SUS CIUDADANOS. DEBE TENERSE IGUALMENTE PRESENTE QUE EL SECTOR PATRONAL ESTÁ CONSTITUÍDO POR EMPRESAS, SEAN ELLAS UNIPERSONALES O MULTIPERSONALES, QUE DESARROLLAN SUS ACTIVIDADES TENIENDO COMO META FUNDAMENTAL LA OBTENCIÓN DE GANANCIAS MONETARIAS. EL PODER PLANTEAR EL PROBLEMA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS, Y DEMOSTRAR QUE LOS GASTOS DESTINADOS A SUPRIMIR LAS INCAPACIDADES DE LOS TRABAJADORES CONSTITUYEN INVERSIONES REPRODUCTIVAS, SIGNIFICA HABLAR EN UN MISMO IDIOMA CON ECONOMISTAS Y EMPRESARIOS. SE JUSTIFICA, POR ELLOS, ESTUDIAR LOS RIESGOS LABORALES DESDE EL DOBLE PUNTO DE VISTA DE SUS CONSECUENCIAS PARA LA SALUD Y LA ECONOMÍA.

---

* CURSO SOBRE SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO. MÉXICO, JUNIO, 1979.

** CONSULTOR DEL CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS) DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.

CONSECUENCIAS PARA LA SALUD

AL ESTUDIAR LAS DIVERSAS INCAPACIDADES QUE SUFREN LOS TRABAJADORES PODEMOS DISTINGUIR CUATRO CAUSAS FUNDAMENTALES :

1.- ACCIDENTES DEL TRABAJO
2.- ACCIDENTES OCURRIDOS FUERA DEL AMBIENTE LABORAL
3.- ENFERMEDADES OCUPACIONALES
4.- ENFERMEDADES COMUNES.

ACCIDENTES DEL TRABAJO

PODEMOS DEFINIR UN ACCIDENTE DEL TRABAJO COMO TODO HECHO NO PREVISTO QUE INTERRUMPE EL PROCESO NORMAL DE PRODUCCIÓN. SE PUEDEN DISTINGUIR CUATRO TIPOS DISTINTOS DE CONSECUENCIAS :

A) ACCIDENTES SIN CONSECUENCIA.
B) ACCIDENTES QUE PRODUCEN SÓLO DAÑOS MATERIALES.
C) ACCIDENTES QUE PRODUCEN LESIONES EN LOS TRABAJADORES AFECTADOS.
D) ACCIDENTES QUE PRODUCEN LESIONES Y DAÑOS MATERIALES.

NO DEBE CONFUNDIRSE EL ACCIDENTE CON LA LESIÓN. DE LOS CUATRO TIPOS ENUMERADOS SÓLO DOS PRODUCEN LESIONES A LOS TRABAJADORES. AUNQUE DESDE UN PUNTO DE VISTA ESTRICTAMENTE DE SALUD ESTOS SON LOS ÚNICOS QUE NOS INTERESAN, PARA LAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN ES IMPORTANTE EL ACCIDENTE MISMO, CUALQUIERA QUE SEA SU CONSECUENCIA.

LAS LESIONES PRODUCIDAS PUEDEN IR DESDE UNA CORTADURA O RASGADURA SUPERFICIAL, UNA CAÍDA SIN CONSECUENCIAS, UN GOLPE QUE SÓLO PRODUCE UN PEQUEÑO DOLOR, HASTA LA INCAPACIDAD TOTAL DEL TRABAJADOR POR PERÍODOS PROLONGADOS LA PÉRDIDA DE UNO O MÁS MIEMBROS DE FUNCIONES CORPORALES, Y LA MUERTE. SIN EMBARGO LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES ESTÁ FUERTEMENTE INFLUÍDA POR EL AZAR.

LA MAYOR PARTE DE LOS PAÍSES TIENEN EN SU LEGISLACIÓN LABORAL DISPOSICIONES QUE EXIGEN QUE LOS OBREROS SEAN COMPENSADOS POR LOS DAÑOS QUE PUEDEN SUFRIR A CAUSA DE UN ACCIDENTE DEL TRABAJO. PARA DEFENDERSE DE LAS GRAVES CONSECUENCIAS ECONÓMICAS QUE ESTO PODRÍA ACARREARLES, LOS PATRONES, ESPECIALMENTE LOS DE EMPRESAS PEQUEÑAS, SUELEN TOMAR UN SEGURO CONTRA ACCIDENTES DEL TRABAJO. MEDIANTE EL PAGO DE UNA PRIMA SUS OBREROS RECIBEN ATENCIÓN MÉDICA COSTEADA POR LA EMPRESA ASEGURADORA, LA QUE SE ENCARGA TAMBIÉN DE CANCELAR LAS COMPENSACIONES A QUE PODRÍAN TENER DERECHO. TODO ESTO CONTRIBUYE A QUE, PESE A LA POBREZA GENERAL DE LAS ESTADÍSTICAS EN NUESTROS PAÍSES, SEA POSIBLE OBTENER ALGUNOS DATOS SOBRE EL NÚMERO, Y A VECES SOBRE LA SERIEDAD DE LAS CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES LABORALES.

LOS EXPERTOS UTILIZAN COMO HERRAMIENTA ESTADÍSTICA LOS LLAMADOS ÍNDICES DE FRECUENCIA Y DE GRAVEDAD, QUE MÁS ADELANTE SE DISCUTIRÁN EN DETALLE. NOS PERMITIREMOS DEFINIR POR AHORA EL ÍNDICE DE FRECUENCIA COMO EL NÚMERO DE LESIONES CAPACES DE OCASIONAR LA PÉRDIDA DE POR LO MENOS UNA JORNADA COMPLETA PRODUCIDAS POR CADA MILLÓN DE HORAS-HOMBRE TRABAJADAS. COMO EN NUESTROS PAÍSES CADA OBRERO SUELE TRABAJAR 48 HORAS A LA SEMANA DURANTE 50 SEMANAS EN EL AÑO, UN MILLÓN DE HORAS CORRESPONDE APROXIMADAMENTE AL TRABAJO DESARROLLADO EN UN AÑO POR UN TOTAL DE 400 HOMBRES. PODEMOS INTERPRETAR ENTONCES ESTE ÍNDICE, EN UNA PRIMERA APROXIMACIÓN, COMO EL NÚMERO DE LESIONES QUE SE PRODUCEN ANUALMENTE POR CADA 400 TRABAJADORES.

EL ÍNDICE DE GRAVEDAD O DE SEVERIDAD, ALGO MÁS COMPLEJO DE CALCULAR QUE EL DE FRECUENCIA, PRETENDE EXPRESAR EN FORMA SENCILLA LAS CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES. SIN ENTRAR EN MAYORES DETALLES PODEMOS DEFINIRLO COMO EL TOTAL DE JORNADAS DE TRABAJO PERDIDAS POR CADA MILLÓN DE HORAS-HOMBRE TRABAJADAS, ES DECIR, EL NÚMERO DE JORNADAS DE TRABAJO PERDIDAS ANUALMENTE POR CADA 400 OPERARIOS.

DE LOS DATOS PRESENTADOS AL PRIMER SEMINARIO LATINOAMERICANO DE SALUD OCUPACIONAL, CELEBRADO EN SAO PAULO, BRASIL, EN MARZO DE 1964, HEMOS EXTRAÍDO LAS SIGUIENTES CÍFRAS :

	INDICES	
	FRECUENCIA	GRAVEDAD
BOLIVIA:		
TRABAJADORES MINEROS. INTERIOR DE LAS MINAS.	87 A 213	--
EXTERIOR	26 A 95	--
COLOMBIA:		
INDUSTRIA PETROLERA	14.1	1271
MINERÍA	78	1066
MANUFACTURAS	49.6	458
TRANSPORTE AÉREO	31.2	202
TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL	77.1	706
SERVICIOS PÚBLICOS	44.6	1871
CHILE:		
539 218 AFILIADOS AL SERVICIO DE SEGURO SOCIAL.	67.7	2680
VENEZUELA:		
260 000 AFILIADOS AL SERVICIO VENEZOLANO DE LOS SEGUROS SOCIALES	33.5	--

BASTA ABRIR CUALQUIER REVISTA ESPECIALIZADA PARA ENCONTRAR CÍFRAS SIMILARES.

AL EXAMINAR LOS VALORES ENUMERADOS PARECE QUE TENDRÍAMOS DERECHO A DECIR, SÓLO CON EL OBJETO DE PLANTEAR EL PROBLEMA LO MÁS SIMPLEMENTE POSIBLE, QUE POR LO MENOS UNO DE CADA 10 TRABAJADORES ES VÍCTIMA, EN CADA AÑO, DE UN ACCIDENTE QUE LE PRODUCE UNA LESIÓN SUFICIENTEMENTE GRAVE PARA OBLIGARLO A PERDER AL MENOS UNA JORNADA COMPLETA DE TRABAJO. EN CHILE, POR LO MENOS UNO DE CADA 5000 MUERE AL AÑO A CONSECUENCIA DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO. SI EXTRAPOLAMOS ESTAS CÍFRAS A LOS 80 000 000 DE TRABAJADORES QUE CONSTITUYEN LA FUERZA LABORAL DE AMÉRICA LATINA, ESTO REPRESENTARÍA 8 000 000 DE ACCIDENTES ANUALES, CONTANDO SÓLO LOS QUE PRODUCEN LA PÉRDIDA DE POR LO MENOS UNA JORNADA COMPLETA DE TRABAJO, Y 16 000 MUERTES. LOS VALORES REALES SON PROBABLEMENTE MÁS ALTOS.

EN IGUAL FORMA PODRÍAMOS DECIR QUE CADA TRABAJADOR PIERDE APROXIMADAMENTE UNOS 7 DÍAS POR AÑO A CAUSA DE LOS ACCIDENTES DEL TRABAJO, CÍFRA QUE SI BIEN EN ALGUNOS CASOS ES DE MENOS DE 1 DÍA LLEGA EN OTROS A MÁS DE 13 DÍAS POR AÑO.

ESTUDIOS EFECTUADOS EN PAÍSES DE DESARROLLO INDUSTRIAL MÁS AVANZADO, COMO LOS ESTADOS UNIDOS Y EUROPA, INDICAN QUE ESTOS NIVELES NO CORRESPONDEN SOLAMENTE A NUESTRA AMÉRICA LATINA. SI COMPARAMOS LAS CÍFRAS PROMEDIO PARA TODAS LAS INDUSTRIAS EN LOS ESTADOS UNIDOS Y EN NUESTROS PAÍSES VEREMOS QUE EN EL PRIMERO, DONDE LAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN HAN ALCANZADO SU MAYOR DESARROLLO, LOS ÍNDICES DE FRECUENCIA SON 6 A 7 VECES MENORES. SIN EMBARGO, ESTUDIOS REALIZADOS EN INDUSTRIAS PEQUEÑAS DE ESE PAÍS, DE 100 OPERARIOS O MENOS, ES DECIR LAS MÁS HABITUALES EN AMÉRICA LATINA, MUESTRAN ÍNDICES SIMILARES A LOS YA ENUMERADOS.

ACCIDENTES OCURRIDOS FUERA DEL AMBIENTE LABORAL

SI CONSIDERAMOS LA SALUD DE LOS TRABAJADORES COMO UN TODO NO SÓLO DEBEMOS PREOCUPARNOS DE LOS ACCIDENTES DEL TRABAJO, SINO QUE TAMBIÉN DE LOS QUE PUEDAN OCURRIRLES DURANTE LAS 24 HORAS DEL DÍA, INCLUYENDO LOS ACCIDENTES EN EL HOGAR, DEL TRÁNSITO, DEPORTIVOS Y EN LUGARES DE RECREO, ETC. LA TENDENCIA MODERNA DE LA LEGISLACIÓN SOCIAL ES CONSIDERAR COMO ACCIDENTE DEL TRABAJO A TODOS LOS QUE OCURREN POR CUALQUIER CAUSA RELACIONADA CON LA OCUPACIÓN, AÚN CUANDO ÉSTA PUEDA PARECER REMOTA. CADA VEZ CON MÁS FRECUENCIA SE INCLUYEN, POR EJEMPLO, LOS OCURRIDOS MIENTRAS LOS OPERARIOS SE TRASLADAN DE SUS HOGARES AL LUGAR DONDE DESEMPEÑAN SUS LABORES, ACCIDENTES EN COMEDORES O CAFETERÍAS, ETC.

COMO ES DE COMPRENDER, LOS ACCIDENTES OCURRIDOS FUERA DE LOS LUGARES DE TRABAJO SON MUCHO MÁS DIFÍCILES DE CONTABILIZAR. NO SE DISPONE DE CÍFRAS AL RESPECTO Y SE MENCIONAN SÓLO PARA DESTACAR EL HECHO DE QUE NO PODEMOS SEPARAR A UNA PERSONA EN 2 COMPARTIMENTOS DIFERENTES. SU SALUD ES UNA SOLA Y SE VERÁ AFECTADA POR CUALQUIER -

ACCIDENTE QUE LE OCURRA, CUALQUIERA QUE SEA EL LUGAR DONDE ESTE SE PRODUZCA O LA ACTIVIDAD QUE ESTUVIESE DESEMPEÑANDO EN ESE MOMENTO. ESTO SE HACE MÁS IMPORTANTE SI CONSIDERAMOS QUE CON LA DISMINUCIÓN DE LA MORTALIDAD POR ENFERMEDADES TRANSMISIBLES LOS ACCIDENTES EN GENERAL HAN ESTADO ADQUIRIENDO CADA VEZ MAYOR CATEGORÍA. ES MUY DIFÍCIL ENCONTRAR ACTUALMENTE UNA ESTADÍSTICA DE MORTALIDAD, DE CUALQUIER PAÍS, DONDE ELLOS NO FIGUREN ENTRE LAS 10 PRIMERAS CAUSAS DE MUERTE.

ENFERMEDADES OCUPACIONALES

LA DIFERENCIA FUNDAMENTAL ENTRE EL ACCIDENTE DEL TRABAJO Y LA ENFERMEDAD OCUPACIONAL ES QUE MIENTRAS EL PRIMERO, COMO YA LO DIJIMOS, SE PRESENTA DE UNA MANERA REPENTINA, INTERRUMPIENDO EL PROCESO NORMAL DE TRABAJO, LA ENFERMEDAD OCUPACIONAL SE DESARROLLA EN FORMA LENTA, NECESITANDO A VECES VARIOS AÑOS PARA PODER SER DIAGNOSTICADA, Y CONSTITUYE UNA CONSECUENCIA DEL PROCESO NORMAL DE PRODUCCIÓN, CUANDO NO SE EMPLEAN LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA EVITARLAS.

RESULTA MÁS DIFÍCIL, POR ESTO, OBTENER ESTADÍSTICAS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES. LOS EPIDEMIÓLOGOS ACEPTAN QUE ENTRE EL ESTADO DE SALUD COMPLETA Y EL DE ENFERMEDAD EXISTEN NUMEROSOS PUNTOS INTERMEDIOS, INCLUYENDO FASES SUB-CLÍNICAS DE LAS QUE NO SE DAN CUENTA NI EL ENFERMO NI EL MÉDICO. SU DESCUBRIMIENTO OPORTUNO SE VE COMPLICADO ADEMÁS PORQUE LOS SIGNOS Y SÍNTOMAS QUE PRESENTAN SON SIMILARES, EN MUCHOS CASOS, A LOS DE LAS ENFERMEDADES COMUNES, LO QUE DIFICULTA EL DIAGNÓSTICO CUANDO NO SE DISPONE DE MEDICOS ESPECIALIZADOS EN MEDICINA DEL TRABAJO, MUY ESCASO EN TODO EL MUNDO, Y DE LABORATORIOS IGUALMENTE ESPECIALIZADOS.

DEBIDO A ESTO NO EXISTEN, EN NINGÚN PAÍS, BUENAS ESTADÍSTICAS SOBRE ENFERMEDADES OCUPACIONALES. SE PUEDE CITAR, SIN EMBARGO, ALGUNOS EJEMPLOS QUE PERMITEN MOSTRAR LA GRAVEDAD DEL PROBLEMA. DE LAS CÍFRAS APORTADAS AL PRIMER SEMINARIO LATINOAMERICANO DE SALUD OCUPACIONAL, AL QUE SE HA HECHO REFERENCIA, SE PUEDE EXTRAER LAS SIGUIENTES :

Problema	País	Número de Personas estudiadas	Sanos %	Enfermos y Sospechosos %
Antracosis	Colombia	926	74.8	25.2
	Chile	3 758	88.7	11.3
	Perú	1 300	88.8	11.2
Arsénico	Brasil	135	13.4	86.6
	México	No se indicó	5	95
	Perú	222	11.3	88.7
Asbestosis	Colombia	292	81.6	18.4
	Chile	618	65.2	34.8
Cromo	Chile	129	88.0	12.0
	México	No se indicó	50	50
Dermatosis	Brasil	2 138	96.5	3.5
	Chile	802	93.9	6.1
Manganeso	Chile	189	88.1	11.9
Mercurio	Colombia	52	23	77
	Chile	65	40	60
Plomo	Colombia	238	86.3	13.7
	México	No se indicó. Fábricas de acumuladores.		
		1 956	79.1	20.9
		1 961	88.6	11.4
Silicosis	Bolivia	No se indicó	74.4	25.6
	Colombia	999	77.5	22.5
	Chile	15 734	75.3	24.7
	México	Estimación de todos los expuestos	80	20
	Perú	20 537	95.8	4.2
Solventes	Chile	No se indicó	53.8	46.2
Talcosis	Chile	478	84.1	15.9

SE PUEDE AGREGAR TODAVÍA QUE EN EL SEMINARIO REGIONAL DE SILICOSIS, CELEBRADO EN LA PAZ, BOLIVIA, A FINES DE JULIO DE 1976, CON LA PARTICIPACIÓN DE BOLIVIA, CHILE Y PERÚ Y BAJO EL AUSPICIO DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, SE PRESENTARON LAS SIGUIENTES CÍFRAS DE PREVALENCIA DE SILICOSIS, ES DECIR, DE PORCENTAJE DE ENFERMOS RECONOCIDOS SOBRE EL TOTAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS AL RIESGO:

PREVALENCIA DE SILICOSIS SEGÚN EL TIPO DE EMPRESA

	BOLIVIA		CHILE		PERÚ	
TIPO DE INDUSTRIA	NO.CASOS	PREV.	NO.CASOS	PREV.	NO.CASOS	PREV.
MINERÍA TOTAL	2991	25.5%	686	5.1%	1313	4.0%
MINERÍA METÁLICA	2991	25.5%	268	4.2%	1134	3.7%
MINERÍA NO METÁLICA	--	--	418	5.8%	179	8.0%
INDUSTRIA	--	--	285	3.8%	--	--

LA CÍFRA PROPORCIONADA POR EL PROPIO INSTITUTO NACIONAL DE SALUD OCUPACIONAL DE BOLIVIA, SIGNIFICA QUE UNO DE CADA CUATRO MINEROS BOLIVIANOS HA CONTRAÍDO UNA ENFERMEDAD IRREVERSIBLE, DE LA CUAL NO SANARÁ JAMÁS Y QUE LE PROVOCARÁ UNA MUERTE TEMPRANA. ESTO SOLO DEBIERA SER SUFICIENTE PARA JUSTIFICAR TODAS LAS INVERSIONES QUE SE HAGAN CON EL OBJETO DE CORREGIR ESTA SITUACIÓN.

ENFERMEDADES COMUNES

COMO EN EL CASO DE LOS ACCIDENTES OCURRIDOS FUERA DEL AMBIENTE LABORAL, NO ES POSIBLE DEJAR DE CONSIDERAR LAS ENFERMEDADES COMUNES, NO OCUPACIONALES, AL HABLAR DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES. LOS ESTUDIOS REALIZADOS MUESTRAN QUE LAS TASAS DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD EN LAS CLASES ASALARIADAS SON MÁS ALTAS QUE EN LOS ESTRATOS ECONÓMICAMENTE MEJOR DOTADOS DE LA SOCIEDAD. ESTO TIENE SU ORIGEN EN LAS DEFICIENTES CONDICIONES NUTRITIVAS, AMBIENTALES E HIGIÉNICAS EN QUE SUELEN VIVIR. LA ATENCIÓN MÉDICA ES TAMBIÉN GENERALMENTE -

MÁS POBRE. TODO ESTO REPERCUTE NECESARIAMENTE SOBRE SU SALUD Y LA DE SUS FAMILIAS, AUMENTANDO EL NÚMERO DE LAS ENFERMEDADES Y HACIÉNDOLAS MÁS SERIAS.

DE ACUERDO A UN ESTUDIO REALIZADO EN CHILE ENTRE MÁS DE 2 MILLONES DE TRABAJADORES AFILIADOS AL SERVICIO DE SEGURO SOCIAL, ESTOS PIERDEN UN PROMEDIO DE 14 DÍAS POR PERSONA Y POR AÑO DEBIDO A LAS ENFERMEDADES COMUNES, A LOS QUE SE DEBEN SUMAR LOS DÍAS PERDIDOS POR LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES, QUE YA HEMOS DISCUTIDO ANTERIORMENTE.

CONSECUENCIAS PARA LA ECONOMIA

NO ES FÁCIL HACER UN CÁLCULO MÁS O MENOS PRECISO DEL COSTO TOTAL PARA UN PAÍS DE LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES. EN EL DEBERÍA CONSIDERARSE EL VALOR DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS DESTRUÍDOS O DETERIORADOS Y DE LAS MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS ELABORADOS DAÑADOS. EL COSTO DE LA ATENCIÓN MÉDICA Y DE LAS COMPENSACIONES PAGADAS, LO QUE DEJAN DE GANAR LOS OPERARIOS AFECTADOS, ETC. ESTO ES RELATIVAMENTE FÁCIL PARA LOS ACCIDENTES DENUNCIADOS Y, ESPECIALMENTE, LOS QUE AFECTAN A TRABAJADORES ASEGURADOS. LAS GRANDES INDUSTRIAS, POR SU PARTE, QUE SABEN BIEN QUE LOS ACCIDENTES DEL TRABAJO PUEDEN ALCANZAR COSTOS ELEVADOS, SUELEN MANTENER BUENAS ESTADÍSTICAS, ESPECIALMENTE CUANDO CUENTAN CON DEPARTAMENTOS DE SEGURIDAD ENCARGADOS DE LA PREVENCIÓN.

MUCHO MÁS DIFÍCIL ES CONOCER EL COSTO REAL DE LOS ACCIDENTES NO DENUNCIABLES, COMO LOS QUE SÓLO OCASIONAN UNA HERIDA LEVE O PRODUCEN LA PÉRDIDA DE MENOS DE UNA JORNADA DE TRABAJO. EN IGUAL FORMA, EN NINGÚN PAÍS DEL MUNDO SE TIENE IDEA, SIGUIERA APROXIMADA, DEL COSTO EFECTIVO DE LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES SALVO EL DE AQUELLAS QUE, COMO LA SILICOSIS Y OTRAS NEUMOCONIOSIS, SON IRREVERSIBLES Y SUELEN SE LAS ÚNICAS QUE SE COMPENSAN.

IMAGINEMOS UN PAÍS LATINOAMERICANO, CON UNA FUERZA LABORAL DE 1 600 000 PERSONAS, EN EL QUE SE PRODUCEN 200 000 ACCIDENTES POR AÑO, CON 450 MUERTES.

HECHOS LOS CÁLCULOS DEL CASO SE HA ENCONTRADO QUE EL ÍNDICE DE FRECUENCIA ES DE 50 Y EL DE GRAVEDAD DE 1500. TRATEMOS DE CALCULAR LA RPERCUSIÓN ECONÓMICA DE ESTOS ACCIDENTES.

LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD SOCIAL Y LAS COMPAÑÍAS PRIVADAS DE SEGUROS INDICAN QUE LOS GASTOS POR ATENCIÓN MÉDICA Y POR INDEMNIZACIONES FUERON LOS SIGUIENTES :

ATENCIÓN MÉDICA	US $	680 000
ATENCIÓN HOSPITALARIA		2 200 000
INDEMNIZACIONES		3 500 000
T O T A L	US $	6 380 000

ESTAS CÍFRAS SON LAS ÚNICAS QUE DISPONEMOS EN CUANTO AL COSTO REAL Y EFECTIVO DE LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DEL TRABAJO CONOCIDOS Y COMPENSADOS. PARA EL RESTO SÓLO PODEMOS HACER ESTIMACIONES. A ESTOS COSTOS, LLAMADOS DIRECTOS, DEBEN AGREGARSE LOS COSTOS INDIRECTOS, DEBIDOS A DESTRUCCIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIAS, A PÉRDIDAS DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS ELABORADOS, A JORNADAS DE TRABAJO PERDIDAS POR LOS COMPAÑEROS DE LOS AFECTADOS, AL REEMPLAZO POR PERSONAL CON MENOR EXPERIENCIA, ETC., ETC. ESTUDIOS REALIZADOS EN ESTADOS UNIDOS MUESTRAN QUE ENTRE LOS COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS EXISTIRÍA UNA RELACIÓN DE 1 A 4. CREEMOS QUE ESTA CÍFRA ES DEMASIADO ELEVADA PARA NUESTROS PAÍSES, DONDE GENERALMENTE LOS OBREROS SUELEN SER MENOS ESPECIALIZADOS Y DONDE EL EQUIPO Y MAQUINARIA UTILIZADOS POR CADA UNO TIENE UN COSTO MÁS BAJO. SI ACEPTAMOS UNA RELACIÓN DE 1 A 2, LA PÉRDIDA ECONÓMICA PRODUCIDA POR LOS ACCIDENTES ALCANZARÁ UNA CÍFRA DE :

COSTOS DIRECTOS	US $	6 380 000
COSTOS INDIRECTOS		12 760 000
T O T A L		19 140 000

PERO TODAVÍA DEBEMOS AGREGAR MÁS. DEL ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES DE FRECUENCIA Y GRAVEDAD SE DEDUCE QUE, EN PROMEDIO, POR CADA ACCIDENTE SE PIERDEN 30 JORNADAS DE TRABAJO. LOS 200 000 ACCIDENTES

SIGNIFICAN, POR LO TANTO, QUE SE DEJARON DE EFECTUAR 6 000 000 DE JORNADAS DE TRABAJO. UN ESTUDIO REALIZADO EN CHILE DEMOSTRÓ QUE LA RELACIÓN ENTRE EL SALARIO DE UN OBRERO Y EL VALOR AGREGADO A LA PRODUCCIÓN ES DE 1 A 5. ES DECIR, EL PRODUCTO NACIONAL BRUTO DEL PAÍS AUMENTA EN UNA CANTIDAD IGUAL A 5 VECES LO QUE EL TRABAJADOR HA RECIBIDO COMO SUELDO. SI SUPONEMOS QUE, EN PROMEDIO, EL SALARIO DIARIO ES DE &L.50, LAS 6 000 000 DE JORNADAS TIENEN UN VALOR DE 9 000 000 DE DÓLARES. LA ECONOMÍA NACIONAL HABRÁ DEJADO DE PERCIBIR UNA CANTIDAD 5 VECES MAYOR, ES DECIR, 45 000 000 DE DÓLARES. LA PÉRDIDA TOTAL SERÁ :

COSTOS DIRECTOS	US $	6 380 000
COSTOS INDIRECTOS		12 760 000
MENOR PRODUCCIÓN		45 000 000
T O T A L	US $	64 140 000

ESTAS CÍFRAS SON REALMENTE UNA SUBESTIMACIÓN YA QUE SE HA TRATADO DE TOMAR LAS RELACIONES MÁS BAJAS POSIBLE. CORRESPONDEN SÓLO, POR OTRA PARTE, A LAS PÉRDIDAS PRODUCIDAS POR LOS 200 000 ACCIDENTES DENUNCIADOS Y COMPENSADOS, ES DECIR SÓLO AQUELLOS QUE AFECTAN A OBREROS ASEGURADOS Y QUE PRODUCEN LA PÉRDIDA DE POR LO MENOS UNA JORNADA COMPLETA DE TRABAJO. DEBERÍA TODAVÍA AGREGÁRSELE EL COSTO DE LOS ACCIDENTES SIN LESIONES, EL DE LOS OBREROS NO ASEGURADOS Y DE LOS QUE TRABAJAN POR CUENTA PROPIA, DE LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES PARA LAS CUALES RARAS VECES SE TIENE CONOCIMIENTO SOBRE EL COSTO, ETC., ETC. ES PROBABLE QUE LA CÍFRA REAL EN NUESTRO PAÍS HIPOTÉTICO ALCANCE A UNA PÉRDIDA DE POR LO MENOS US$ 200 000 000 ANUALES, PROBABLEMENTE SIMILAR AL DE SUS ENTRADAS EN PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN.

COMPAREMOS NUESTRO EJEMPLO CON ALGUNAS CÍFRAS REALES. DE ACUERDO A LOS DATOS PROPORCIONADOS AL PRIMER SEMINARIO LATIONOAMERICANO DE SALUD OCUPACIONAL, AL QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, EN CHILE EN 1962 OCURRIERON 87 862 ACCIDENTES ENTRE 539 218 PERSONAS AFILIADAS AL SE-

SOCIAL. LA TASA DE FRECUENCIA FUÉ DE 77.7 Y LA DE GRAVEDAD DE 2 680 EL COSTO DIRECTO ALCANZÓ A 3 814 000 ESCUDOS. EL COSTO TOAL, CONSIDERADOS LOS INDIRECTOS Y LA MENOR PRODUCCIÓN, ALCANZÓ A US$ 73 MILLONES, CÍFRA QUE CORRESPONDÍA A 7,2% DEL PRESUPUESTO NACIONAL. CONSIDERANDO QUE LA POBLACIÓN ACTIVA ERA EN ESE AÑO DE 2 200 000 PERSONAS EL COSTO TOTAL PARA LA ECONOMÍA FUÉ PROBABLEMENTE DE 3 A 4 VECES MÁS QUE LA CÍFRA CALCULADA .

EN EL MISMO SEMINARIO MÉXICO INFORMÓ QUE LAS INDEMNIZACIONES PAGADAS ALCANZABAN A US$ 2 650 000. NO SE PROPORCIONARON OTROS DATOS. VENEZUELA INFORMÓ QUE LOS COSTOS DIRECTOS, PARA SÓLO 260 000 AFILIADOS AL INSTITUTO VENEZOLANO DE LOS SEGUROS SOCIALES, ERAN DE US$9 450 000.

EN CUANTO A COSTOS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES, LOS ÚNICOS DATOS DE QUE SE DISPUSO FUERON LOS PROPORCIONADOS AL SEMINARIO REGIONAL DE SILICOSIS, CELEBRADO EN LA PAZ EN 1967 :

BOLIVIA	
COSTOS DIRECTOS	US$ 3 599 520
CHILE	
COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	US$19 272 729
PERÚ	
COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	US$ 1 730 312

SI CONSIDERAMOS EL COSTO PARA UNA COMPAÑÍA INDIVIDUAL ÉSTE PUEDE ALCANZAR CÍFRAS IGUALMENTE ELEVADAS. PARA CITAR UN SÓLO EJEMPLO, UNA MINA DE COBRE EN CHILE ESTABA PAGANDO MÁS DE US$3 000 000 POR AÑO EN COMPENSACIONES A LOS OBREROS PENSIONADOS ANTICIPADAMENTE A CAUSA DE UN DIAGNÓSTICO DE SILICOSIS. ESTO LA OBLIGÓ A INICIAR UN PROGRAMA ACTIVO DE CONTROL, EN EL CUAL INVIERTE POCO MÁS DE US$350 000 ANUALES, CON LA CONSIGUIENTE ECONOMÍA. EN NUESTROS PAÍSES SE OBSERVA QUE LAS GRANDES EMPRESAS, A MENUDO SUBSIDIARIAS DE COMPAÑÍAS NORTEAMERICANAS, MANTIENEN DEPARTAMENTOS DE SEGURIDAD DESTINADOS A LA PREVENCIÓN DE LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DEL TRABAJO. ESTO NO

LO HACEN TANTO POR RAZONES SOCIALES O HUMANITARIAS COMO PORQUE LA EXPERIENCIA QUE HAN ADQUIRIDO EN LAS INSTITUCIONES MATRICES LES HA DEMOSTRADO QUE ESTO ES UN BUEN NEGOCIO. EN REALIDAD, LA MAYOR PARTE DE NUESTRAS EMPRESAS NACIONALES QUEDARÍAN AUTOMÁTICAMENTE DESPLAZADAS EN UN MERCADO COMPETITIVO DEBIDO AL AUMENTO DEL COSTO DE SU PRODUCCIÓN OCASIONADO POR LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DEL TRABAJO. SÓLO LA DISTORSIÓN PRODUCIDA POR LAS LEYES DE PROTECCIÓN A LA PRODUCCIÓN NACIONAL LES PERMITE CONTINUAR EN FUNCIONES.

BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO

TODA CAMPAÑA DE HIGIENE DEL TRABAJO TIENE COMO META DIRECTA LA DISMINUCIÓN DE LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES LABORALES. DEBERÍA INCLUÍR TAMBIÉN, COMO ACTIVIDADES ANEXAS, MEJORAR TODOS LOS ÍNDICES DE SALUD DE LOS TRABAJADORES Y LAS RELACIONES ENTRE LA INDUSTRIA Y EL RESTO DE LA COMUNIDAD. SI ELLA RESULTA EFECTIVA DEBERÍAN OBTENERSE AMPLIOS BENEFICIOS. SE REVISARÁ ALGUNOS DE ELLOS CON CIERTO DETALLE.

DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES DEL TRABAJO

POR DEFINICIÓN TODO ACCIDENTE REGISTRADO REPRESENTA UNA LESIÓN QUE OBLIGA AL REPOSO, Y A VECES UNA INCAPACIDAD PERMANENTE O LA MUERTE. TODA DISMINUCIÓN DE LOS ÍNDICES DE ACCIDENTES DEL TRABAJO REPRESENTA, POR LO TANTO, UN CORRESPONDIENTE MENOR NÚMERO DE LESIONES E INCAPACIDADES. ESTE ES EL BENEFICIO DIRECTO MÁS IMPORTANTE QUE SE DEBE PERSEGUIR EN TODA CAMPAÑA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL. TODO LO DEMÁS, EN ESTRICTO RIGOR, DEBERÍA CONSIDERARSE SECUNDARIO.

AUNQUE SE DEFINE ACCIDENTE COMO UN HECHO " NO PREVISTO ", ESTO NO DEBE INTERPRETARSE COMO " NO PREVISIBLE ". TODA CAMPAÑA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL SE FUNDAMENTA, PRECISAMENTE, EN QUE LOS ACCIDENTES SON PREVISIBLES Y EVITABLES. AL CORREGIR LAS CONDICIONES INSEGURAS EXISTENTES EN EL AMBIENTE LABORAL Y AL TRATAR DE MODIFICAR LAS ACCIONES INSEGURAS EN QUE INCURREN LOS TRABAJADORES SE ESTÁ PRECISAMENTE PREVINIENDO LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES AL SUPRIMIR LAS CAU -

SAS QUE LOS INICIAN.

BASTA REVISAR LAS ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE CUALQUIER EMPRESA O GRUPO DE INDUSTRIAS, Y AÚN DE UN PAÍS COMPLETO, QUE INICIA UNA CAMPAÑA ACTIVA Y BIEN LLEVADA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA DARSE CUENTA DE LOS BENEFICIOS QUE PUEDEN OBTENERSE EN RELACIÓN CON EL NÚMERO DE ACCIDENTES, CON LA CONSIGUIENTE DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE LESIONES, INCAPACIDADES Y MUERTE, Y DE SU CORTEJO DE SUFRIMIENTOS PARA EL TRABAJADOR MISMO Y SUS FAMILIARES. NO ES DIFÍCIL CITAR CÍFRAS AL RESPECTO. POR EJEMPLO, EN LOS ESTADOS UNIDOS, DE ACUERDO A UNA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN 1965 POR EL CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD (NATIONAL SAFETY COUNCIL), EL NÚMERO DE MUERTES DEBIDO A ACCIDENTES INDUSTRIALES DISMINUYÓ ENTRE 1912 Y 1924 DE 21 POR 100 000 PERSONAS A EXACTAMENTE LA TERCERA PARTE, ES DECIR, 7 POR 100 000 PERSONAS. ESTO SIGNIFICÓ QUE MIENTRAS EN 1912 HUBO APROXIMADAMENTE 20 000 MUERTES DEBIDO A ACCIDENTES LABORALES, EN 1964, CON EL DOBLE NÚMERO DE TRABAJADORES Y CON UN PRODUCTO NACIONAL BRUTO 5 VECES MAYOR, SÓLO SE PRODUJERON 14 200 MUERTES POR LA MISMA CAUSA. SE PUEDE CITAR IGUALMENTE ALGUNAS EMPRESAS LATINOAMERICANAS. ASÍ LA COMPAÑÍA DE ACEROS DEL PACÍFICO, EMPRESA SIDERÚRGICA CHILENA, CONSIGUIÓ REBAJAR ENTRE 1954 Y 1960 SU ÍNDICE DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES DE 108 A 15, Y SU ÍNDICE DE GRAVEDAD DE 6000 A 1300. EN EL MISMO PAÍS LA EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD, ORGANISMO AUTÓNOMO PERO CON CAPITALES GUBERNAMENTALES, DISMINUYÓ SU ÍNDICE DE FRECUENCIA DE 35.1 EN 1957, A 14.9 EN 1960.

A ESTE RESPECTO SE PUEDE HACER UNA COMPARACIÓN INTERESANTE ENTRE LOS ÍNDICES DE FRECUENCIA Y GRAVEDAD DE ACCIDENTES EN LOS ESTADOS UNIDOS, EN TODO CHILE Y EN LA SOCIEDAD MINERA "EL TENIENTE", TAMBIÉN DE CHILE:

CHILE, 1962. TODAS LAS INDUSTRIAS	67.7	2680
ESTADOS UNIDOS, 1956. TODAS LAS INDUSTRIAS	6.96	815
ESTADOS UNIDOS, 1956. MINERÍA NO CARBONÍFERA	20.52	3569
SOCIEDAD MINERA "EL TENIENTE"	5.13	2506
CHILE, 1956. MINERÍA CARBONÍFERA	194.23	NO SE CONOCE
ESTADOS UNIDOS, 1956. MINERÍA CARBONÍFERA	24.65	6293

MIENTRAS EN GENERAL LOS ÍNDICES DE FRECUENCIA Y DE GRAVEDAD ERAN 3 A 10 VECES MÁS REDUCIDOS EN LOS ESTADOS UNIDOS QUE EN CHILE, EN LA SOCIEDAD MINERA "EL TENIENTE" HUBO LA CUARTA PARTE DE ACCIDENTES QUE EN LA MINERÍA DEL MISMO TIPO EN LOS ESTADOS UNIDOS. SUS CONSECUENCIAS SON TAMBIÉN INFERIORES COMO PUEDE OBSERVARSE AL COMPARAR LOS RESPECTIVOS ÍNDICES DE GRAVEDAD. DADO QUE LA SOCIEDAD MANTIENE UN PROGRAMA ACTIVO DE SEGURIDAD, QUE LE HA PERMITIDO ALCANZAR ESTAS CÍFRAS, CONSTITUYE UNA BUENA DEMOSTRACIÓN DE LOS BENEFICIOS PARA LA SALUD DE LOS OBREROS QUE PUEDE REPRESENTAR UNA CAMPAÑA DE PREVENCIÓN BIEN LLEVADA. CON IGUAL FACILIDAD SE PODRÍA ENCONTRAR VALORES SIMILARES EN EMPRESAS BOLIVIANAS, PERUANAS, SALVADOREÑAS, O DE CUALQUIER OTRO PAÍS DE LATINOAMÉRICA O DEL MUNDO.

ESTAS CÍFRAS PARECEN NO DECIRNOS MUCHO. CONOCIENDO SU INTERPRETACIÓN, SIN EMBARGO, SABEMOS QUE ELLAS REPRESENTAN UNA DISMINUCIÓN IMPORTANTE EN HORAS DE DOLOR Y MISERIA PARA NUESTROS TRABAJADORES. CUANDO DECIMOS QUE TAL ÍNDICE HA DISMINUÍDO EN UN DETERMINADO PORCENTAJE LO QUE ESTAMOS TRATANDO DE INDICAR, CON LA FRIALDAD DE LAS ESTADÍSTICAS, ES QUE HA DISMINUÍDO EL NÚMERO DE HOMBRES HERIDOS, EL DE INVALIDECES Y MUERTES PREMATURAS, EL DE VIUDAS Y HUÉRFANOS.

DISMINUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES.

COMO YA SE HA DICHO NO ES FÁCIL OBTENER, EN NINGÚN PAÍS DEL MUNDO, ESTADÍSTICAS ADECUADAS SOBRE ENFERMEDADES OCUPACIONALES. PODEMOS, SIN EMBARGO, RECURRIR OTRA VEZ A LAS ESTADÍSTICAS DE LA SOCIEDAD MINERA "EL TENIENTE" PARA MOSTRAR LOS BENEFICIOS DE UNA CAMPAÑA INTENSIVA DE PREVENCIÓN. ANTES DE INICIARLA EN 1964, LA EMPRESA DEBÍA CONCEDER PENSIONES A UNOS 300 DE SUS TRABAJADORES EN CADA AÑO, ENFERMOS DEBIDO A UNA SILICOSIS AVANZADA O A ACCIDENTES DEL TRABAJO. DESDE QUE SE INICIÓ EL PROGRAMA CASI NO SE HAN PRESENTADO CASOS DE ENFERMEDAD ENTRE LOS TRABAJADORES NUEVOS Y HA DISMINUÍDO CONSIDERABLEMENTE EL DE LOS OCURRIDOS ENTRE LOS TRABAJADORES MÁS ANTIGUOS QUE, POR HABER ESTADO EXPUESTOS AL POLVO DE SÍLICE DURANTE PERÍODOS PROLONGADOS, TENÍAN YA SUS PULMONES COMPROMETIDOS.

ESTO NO REPRESENTA UN CASO AISLADO. PESE A LA EXIGUIDAD DE LAS ESTADÍSTICAS OTROS PAÍSES LATINOAMERICANOS PUDIERON MOSTRAR ALGUNOS DE ESTOS BENEFICIOS EN LOS TRABAJOS PRESENTADOS AL PRIMER SEMINARIO LATINOAMERICANO DE SALUD OCUPACIONAL. ASÍ, EL RELATO DE COLOMBIA PRESENTA UNA DISMINUCIÓN DE LA SILICOSIS EN LAS FUNDICIONES DEL 9 AL 5%, Y DE LA ASBESTOSIS, ENTRE LOS OBREROS EXPUESTOS A ESTE RIESGO, DEL 25.7 AL 16.1%. EN PERÚ LOS ESTUDIOS COMPARATIVOS HECHOS POR EL INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL EN 14 CENTROS MINEROS MOSTRARON UNA DISMINUCIÓN DE LA PREVALENCIA DE SILICOSIS DEL 7.8 AL 5.4%, CÍFRA QUE DE ACUERDO AL RELATO PRESENTADO AL SEMINARIO DE SILICOSIS CELEBRADO EN LA PAZ EN 1967 HABÍA SEGUIDO DISMINUYENDO PARA LLEGAR A SÓLO 4.7%. EN EL SEMINARIO DE SAO PAULO EL PERÚ SEÑALÓ TAMBIÉN QUE LA PREVALENCIA DE SATURNISMO, OCASIONADO POR LA INGESTIÓN EXCESIVA DEL PLOMO, HABÍA DISMINUÍDO DEL 70.6 AL 56.9% EN LAS FÁBRICAS DE ACUMULADORES PARA AUTOMÓVILES.

RESULTA PENOSO DESTACAR QUE PRÁCTICAMENTE NO EXISTE NINGUNA SUSTANCIA TÓXICA CUYA ACCIÓN NOCIVA SOBRE LOS TRABAJADORES NO PUEDA SER PREVENIDA. LAS TÉCNICAS PARA HACERLO SON CONOCIDAS Y EN MUCHOS DE NUESTROS PAÍSES EXISTE PERSONAL PREPARADO PARA APLICARLAS. PESE A ELLO LOS CASOS DE ENFERMEDAD NO DISMINUYEN EN LA PROPORCIÓN EN QUE

DEBIERAN HACERLO Y CONTINÚAN SIGNIFICANDO, EN TODOS LOS PAÍSES Y EN TODO TIPO DE INDUSTRIA, UNA PESADA CARGA ECONÓMICA Y UN BALANCE DOLOROSO EN ORGANISMOS DEBILITADOS, TRABAJADORES ENFERMOS Y - MUERTES PREMATURAS.

UNA PRUEBA MÁS DE LOS BENEFICIOS QUE SE PUEDEN OBTENER DE UNA - CAMPAÑA DE PRECENCIÓN BIEN LLEVADA, LA TENEMOS EN LAS INDUSTRIAS QUE UTILIZAN SUSTANCIAS RADIOACTIVAS, COMO LOS REACTORES ATÓMI - COS, POR EJEMPLO. EL CONOCIMIENTO QUE SE TENÍA DE SU PELIGROSIDAD, EL TEMOR A SUS CONSECUENCIAS TARDÍAS, INCLUYENDO LAS GENÉTICAS QUE PUEDEN AFECTAR HASTA A LAS GENERACIONES FUTURAS, Y EL IMPACTO BRUTAL QUE REPRESENTÓ EL USO DE LAS BOMBAS ATÓMICAS EN LAS POSTRIMERÍAS DE LA II GUERRA , HIZO QUE TANTO LA OPINIÓN PÚBLICA COMO LOS PROPIOS TRABAJADORES SE RESISTIESEN A UTILIZAR ESTAS SUSTANCIAS SI NO SE LES DABA UNA RAZONABLE SEGURIDAD DE QUE ELLAS NO SERÍAN CAPACES DE HACER DAÑO. A CONSECUENCIA DE ESTO YA LOS PRIMEROS REACTORES INSTALADOS EN EL MUNDO SE CONSTRUYERON INCORPORANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN RECOMENDADAS POR UNA DISCIPLINA QUE A ESAS ALTURAS HABÍA ALCANZADO SU MAYORÍA DE EDAD. PESE A LA PELIGROSIDAD DE LAS MATERIAS QUE EMPLEAN, LAS INDUSTRIAS ATÓMICAS CORRESPONDEN A UNO DE LOS GRUPOS MÁS SEGUROS, Y EN ELLAS PRÁCTICAMENTE NO SE PRODUCEN ACCIDENTES NI SE REGISTRAN CASOS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES.

BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LA PROPIA INDUSTRIA

COMO YA SE HA DICHO, PARA LOS GOBIERNOS, ENTIDADES ENCARGADAS DE SALVAGUARDAR LOS INTERESES DE LA COMUNIDAD, Y PARA LOS PROFESIONALES DE SALUD PÚBLICA, LAS ÚNICAS RAZONES QUE DEBIERAN DETERMINAR LA PUESTA EN PRÁCTICA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES LAS CONSTITUYEN LOS BENEFICIOS SOCIALES Y HUMANITARIOS QUE SE PERSIGUEN AL TRATAR DE MANTENER EN BUENAS CONDICIONES DE SALUD A LA FUERZA LABORAL. LOS MÓVILES QUE IMPULSAN A LAS EMPRESAS PRIVADAS NECESARIAMENTE TIENEN QUE SER -

OTROS. SI BIEN COMO INDIVIDUOS SUS GERENTES Y EJECUTIVOS SON CAPACES DE COMPRENDER ESTO PERFECTAMENTE, NI ELLOS NI SUS MANDANTES PUEDEN OLVIDAR QUE LAS EMPRESAS SE HAN ORGANIZADO CON EL OBJETIVO FUNDAMENTAL DE OBTENER UNA UTILIDAD MONETARIA. RARA VEZ PONDRÁN EN PRÁCTICA UNA CAMPAÑA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES SÓLO POR RAZONES HUMANITARIAS. POR EL CONTRARIO, EL EJECUTIVO PROGRESISTA LA INICIA PORQUE LA FUERZA FRÍA DE LOS NÚMEROS LE HA DEMOSTRADO QUE CON ELLO AUMENTARÁN SUS UTILIDADES. HA TENIDO LA OPORTUNIDAD DE ANALIZAR LAS CÍFRAS CORRESPONDIENTES Y HA LLEGADO A DETERMINAR QUE AL INVERTIR UNA SUMA DE DINERO RELATIVAMENTE PEQUEÑA OBTENDRÁ GANANCIAS MAYORES EN BASE A LA PRODUCCIÓN NO INTERRUMPIDA POR ACCIDENTES O POR AUSENTISMO DE TRABAJADORES ENFERMOS; LA MENOR PÉRDIDA POR MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS ELABORADOS, MAQUINARIA Y EQUIPO; LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y SUBPRODUCTOS QUE AL SALIR AL AIRE O ELIMINARSE EN FORMA DE DESECHOS SON CAPACES DE CONTAMINAR EL AMBIENTE LABORAL, LA ATMÓSFERA EXTERIOR Y LOS CURSOS Y MASAS DE AGUA; EL MENOR PAGO DE COMPENSACIONES A TRABAJADORES INCAPACITADOS; LA DISMINUCIÓN DE LAS PRIMAS DE SEGURO, QUE LAS COMPAÑÍAS CONCEDEN GENERALMENTE A LAS INDUSTRIAS DONDE NO OCURREN ACCIDENTES Y ENFERMEDADS; LA BUENA VOLUNTAD HACIA LA EMPRESA DE LOS TRABAJADORES Y DE TODA LA COMUNIDAD, DEBIDO A LA PREOCUPACIÓN QUE ÉSTA MUESTRA PARA EVITARLES ENFERMEDADES Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL RESPECTIVAMENTE; LA DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE TRABAJADORES QUE SE RETIRAN PARA IRSE A OTRAS EMPRESAS QUE LES OFRECEN MEJORES CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE SUS LABORES; EL MAYOR RENDIMIENTO QUE SE OBTIENE AL PODER MANTENER EN SERVICIO A TRABAJADORES DE MÁS EDAD, QUE DEBIDO A SU MAYOR EXPERIENCIA SON CAPACES DE ACTUAR COMO CAPATACES Y SUPERVISORES, ENSEÑAR A LOS MÁS JÓVENES, Y ENTREGAR PRODUCTOS DE MEJOR CALIDAD, ETC.

EN REALIDAD, COMO YA SE HA DICHO, LA MAYOR PARTE DE LAS INDUSTRIAS LATINOAMERICANAS NO SERÍA CAPAZ, DEBIDO A SUS ALTOS COSTOS DE FUNCIONAR EN UN MERCADO COMPETITIVO. PUEDEN SEGUIR PRODUCIENDO PARA SUS PRIPIOS PAÍSES GRACIAS A LA PROTECCIÓN QUE LES BRIN-

DAN LOS RESPECTIVOS GOBIERNOS A TRAVÉS DE TARIFAS ADUANERAS Y - PROHIBICIONES DE IMPORTACIÓN. LES ES DIFÍCIL, EN CAMBIO, EXPORTAR SUS PRODUCTOS ELABORADOS A OTRAS NACIONES DONDE NO DISFRUTAN DE ESTAS VENTAJAS. UNA PARTE IMPORTANTE DEL MAYOR COSTO SE DEBE PRECISAMENTE A LAS PÉRDIDAS OCASIONADAS POR ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES.

BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA TODO EL PAÍS

CONSTITUYE UNA VERDADERA TRAGEDIA ECONÓMICA EL QUE LOS PAÍSES - QUE ESTÁN EN PEORES CONDICIONES PARA AFRONTARLAS SEAN PRECISAMENTE LOS QUE SUFREN LAS MAYORES PÉRDIDAS DEBIDO A ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES. ESTAS ALCANZAN EN CHILE AL 7.2% DEL PRESUPUESTO NACIONAL Y A CASI EL 30% DE LAS INVERSIONES TOTALES EN SALUD, LO QUE SIGNIFICA QUE CON SÓLO DISMINUÍR A LA MITAD EL NÚMERO DE ESTOS INFORTUNIOS LABORALES ESE PAÍS PODRÍA AUMENTAR EN UN 40% SUS CAMAS DE HOSPITAL, EL NÚMERO DE MÉDICOS, DE POSTAS DE ATENCIÓN RURAL, DE VACUNACIONES, ETC. ESTO NO PREOCUPA DEMASIADO A NADIE NI SE DESPIERTAN LAS INQUIETUDES DE LA OPINIÓN PÚBLICA, LAS AUTORIDADES EJECUTIVAS O EL PARLAMENTO. SI BIEN ES CIERTO QUE EL SERVICIO NACIONAL DE SALUD MANTIENE UNA SECCIÓN DE HIGIENE Y MEDICINA DEL TRABAJO, DESTINADA A LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES LABORALES, SU PERSONAL ES ESCASO Y MAL - REMUNERADO Y NO DISPONE DE LOS SUFICIENTES RECURSOS MATERIALES. EL TOTAL DESTINADO A ESTAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN ES DEL ORDEN DE US$ 100 000 POR AÑO, ES DECIR APENAS EL 1 POR 1000 DE LAS PÉRDIDAS ESTIMADAS PRODUCIDAS EXCLUSIVAMENTE POR LOS ACCIDENTES REGISTRADOS.

LAS MISMAS CONSIDERACIONES PUEDEN HACERSE PARA CUALQUIER OTRA DE LAS REPÚBLICAS LATINOAMERICANAS. LOS BENEFICIOS QUE OBTENDRÍA BOLIVIA SI CONSIGUIESE DISMINUIR SU INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE SILICOSIS A CÍFRAS TOLERABLES SON DE TAL MAGNITUD QUE PODRÍAN -

SIGNIFICAR UNA IMPORTANTE ALTERACIÓN DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PAÍS. VALE LA PENA DESTACAR QUE SU INSTITUTO NACIONAL DE SALUD OCUPACIONAL CUENTA CON LA CAPACIDAD TÉCNICA PARA HACERLO Y SÓLO NECESITARÍA DEL APOYO DECIDIDO DEL GOBIERNO Y DE LOS PROPIOS TRABAJADORES, ADEMÁS DEL INDISPENSABLE RESPALDO ECONÓMICO, PARA QUE EN POCOS AÑOS LOS RESULTADOS FUESEN VISIBLES. ESTO ES IGUALMENTE VÁLIDO PARA OTROS PAÍSES.

MEJORES RELACIONES DE LAS INDUSTRIAS CON SUS OBREROS Y LA COMUNIDAD.

OTRO DE LOS BENEFICIOS IMPORTANTES DE UNA CAMPAÑA EFECTIVA DE HIGIENE DEL TRABAJO LO TENEMOS EN EL CAMBIO QUE OCASIONA EN LAS RELACIONES ENTRE LA INDUSTRIA Y SUS OBREROS Y EL RESTO DE LA COMUNIDAD. UNO DE LOS PROBLEMAS SERIOS QUE PUEDE AFECTAR A UNA EMPRESA ES EL EXCESIVO REEMPLAZO DE PERSONAL QUE, A POCO DE HABER ADQUIRIDO ALGUNA EXPERIENCIA, SE RETIRA EN BUSCA DE MEJORES CONDICIONES DE TRABAJO. ESTE NO ES UN PROBLEMA MENOR. TODO OBRERO NUEVO SIGNIFICA UN PERÍODO DE ENTRENAMIENTO DURANTE EL CUAL PRODUCE MUY POCO Y, POR EL CONTRARIO, HACE AUMENTAR LOS COSTOS DEBIDO A MATERIAS PRIMAS DAÑADAS O PRODUCTOS MAL ELABORADOS Y AL DISMINUIR EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES ENCARGADOS DE ENSEÑARLE.

LOS ESTUDIOS REALIZADOS AL RESPECTO DEMUESTRAN QUE UN MEJOR SALARIO NO CONSTITUYE LA RAZÓN MÁS IMPORTANTE POR LA CUAL LOS TRABAJADORES BUSCAN NUEVOS EMPLEOS. EL TRATO QUE RECIBEN DE SUS JEFES Y SUPERIORES Y LA CONSIDERACIÓN QUE ELLOS LES DEMUESTRAN TIENEN TAMBIÉN UNA INFLUENCIA DECISIVA. EL OBRERO PREFIERE A MENUDO CONTINUAR EN UNA INDUSTRIA DONDE VE QUE HAY UNA PREOCUPACIÓN LEGÍTIMA POR SU SALUD Y SU BIENESTAR, DONDE SE INSTALAN OPORTUNAMENTE LAS MEDIDAS ADECUADAS DE CONTROL Y SE LE PROPORCIONAN LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL QUE LA FAENA JUSTIFIQUE. SERÁ INDISPENSABLE, AL MISMO TIEMPO, UNA BUENA EDUCACIÓN DEL TRABAJADOR PARA QUE COMPRENDA POR QUÉ SE TOMAN ESTAS

MEDIDAS Y LA IMPORTANCIA QUE ELLAS TIENEN PARA SU BIENESTAR ACTUAL Y FUTURO.

EN FORMA SIMILAR UNA INDUSTRIA QUE SE PREOCUPA DE MANTENER BUENAS RELACIONES CON LA COMUNIDAD QUE LA RODEA PUEDE OBTENER IMPORTANTES BENEFICIOS, AUNQUE ELLOS SÓLO SEAN DE TIPO APARENTEMENTE NEGATIVO, COMO EL NO TENER QUE PREOCUPARSE DE LAS QUEJAS DEL VECINDARIO NI DE LAS ACCIONES LEGALES QUE ESTOS PUEDAN SOLICITAR. PARA ELLO ES INDISPENSABLE QUE, CON LA DEBIDA OPORTUNIDAD, SE ADOPTEN LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA EVITAR PROBLEMAS DE RUIDOS, MALOS OLORES, MALA DISPOSICIÓN DE BASURAS Y DESECHOS, CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y DEL AGUA, ETC. NINGUNA INDUSTRIA QUE PRETENDA SER PROGRESIVA PUEDE DESCUIDAR ESTOS ASPECTOS. SON NUMEROSOS LOS CASOS EN LOS CUALES UNA ACCIÓN DEL VECINDARIO HA OBLIGADO AL CIERRE DE UNA INDUSTRIA O A SU TRASLADO URGENTE Y NO PLANIFICADO.

PODEMOS AFIRMAR CON CERTEZA QUE LAS ACTIVIDADES DE HIGIENE DEL TRABAJO TIENEN PLENA JUSTIFICACIÓN PORQUE ELLAS ESTÁN DESTINADAS A PREVENIR DOLORES, ENFERMEDADES, INVALIDECES Y MUERTE. APARTE DE LAS RAZONES SOCIALES Y HUMANAS, QUE CONSTITUYEN SU FIN FUNDAMENTAL, PODEMOS AGREGAR QUE AL BENEFICIAR CONSIDERABLEMENTE A LA ECONOMÍA PARTICULAR Y NACIONAL REPRESENTAN TAMBIÉN UN ESPLÉNDIDO NEGOCIO. CADA DÓLAR INVERTIDO EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DEL TRABAJO ESTÁ AUMENTANDO LA RIQUEZA Y EL BIENESTAR DE TODA LA COMUNIDAD.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

La finalidad de la Seguridad Industrial es evitar accidentes en el trabajo, con lo que protegemos:

1).- Al trabajador durante el desempeño de sus labores.

2).- La familia que depende de él.

3).- Los intereses de la empresa.

4).- La economía del país.

ACCIDENTE ES TODO ACONTECIMIENTO IMPREVISTO, que por lo mismo ocasiona serios trastornos a la actividad que se desarrolla.

Cuando la actividad desarrollada es en un centro de trabajo, el accidente trastorna la producción de bienes o servicios, según el giro de la empresa.

Los elementos de la Producción son : Capital, Trabajo y Tiempo.

Al ocurrir un accidente (acontecimiento imprevisto) en un centro de trabajo, se afecta siempre a los elementos de la producción.

De lo anterior obtenemos las siguientes conclusiones: 2

EL ACCIDENTE PROVOCA ALGUNAS VECES LESION EN LOS TRABAJADORES, por lo que la LESION ES CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE.

EL ACCIDENTE PROVOCA SIEMPRE PERDIDAS DE CAPITAL Y TIEMPO.

AL ELIMINAR LOS ACCIDENTES PROTEGEMOS :

a).- Al trabajador de sufrir una lesión.

b).- A la empresa de sufrir pérdidas económicas.

Del análisis que se hace de los accidentes, se demuestra que tienen causas perfectamente definidas y que el 98% pueden ser evitados.

(Sólo los accidentes provocados por las fuerzas incontrolables por ahora de la naturaleza, como sismos, huracanes, etc., no son humanamente previsibles).

LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES SE CLASIFICAN EN :

1).- ACTO INSEGURO O PELIGROSO (QUE REALIZA EL TRABAJADOR) .

2).- CONDICION INSEGURA O PELIGROSA (DEL MEDIO, OBJETO, SUBSTANCIA, PERSONA O RELACION EN EL TRABAJO).

Siendo nuestra finalidad el evitar los accidentes, la técnica de la Seguridad Industrial nos proporciona los siguientes medios para lograrlo :

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO.
INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES.
ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL.
ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO.

Estos medios ayudan a la localización de las posibles causas de los accidentes, determinándose éstas, deberá APLICAR LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA Y OBSERVAR LOS RESULTADOS .

Es inútil cualquier esfuerzo tendiente a la localización de causas que pueden provocar un accidente, si no se aplica de inmediato la acción correctiva necesaria.

El comportamiento del Supervisor en Seguridad debe ser tal, que al estímulo de una causa, aplique el efecto de la acción necesaria.

APLICACION DE LOS MEDIOS PARA LOGRAR SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Es muy importante para lo que trabajamos en la industria de la construcción, no olvidemos que las condiciones del medio de trabajo son rápidamente modificadas por el avance de la obra y que las labores de tipo repetitivo se ven muy afectadas por este motivo.

Lo anterior sugiere que las actividades de Seguridad deben ser altamente dinámicas, o sea aplicar de inmediato la acción correctiva necesaria y lograr una supervisión completa y constante.

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO

Tiene como fin el localizar posibles causas de accidente:

Actos inseguros y/o condiciones peligrosas.

En la construcción el mayor número de accidentes en obra están provocados por :

1.- Falta de limpieza.
2.- Falta de orden.
3.- Forma incorrecta de manejo de materiales.
4.- Malas condiciones de la herramienta.
5.- Malas condiciones de andamios, escaleras, tendidos, etc.
6.- Falta de equipo de protección personal.
7.- Falta de accesos seguros a las áreas de trabajo.
8.- Falta de cubiertas a fosos, huecos, registros.
9.- Falta de iluminación adecuada en áreas de trabajo y circulación.
10.- Falta de tapiales.
11.- Incumplimiento de las normas de seguridad para operadores de maquinaria. * (1).

ANEXO 1)

* (1) Anexo.- Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.

12.- Manejo de substancias tóxicas.
13.- Falta de Supervisión en general.
14.- Falta de ventilación en áreas cerradas con motores de combustión. - (Contaminación Atmosférica).

15.- Falla de taludes.

Debemos considerar también como área de trabajo las zonas de influencia - de la obra, que son aquellas en las que el público se ve afectado en sus costumbres o en riesgos durante los trabajos.
Comprender el punto de vista, que la gente tiene interés por conocer o ver- el desarrollo de la obra, para lo cual su curiosidad la acerca a zonas de peligro que son totalmente desconocidas.

Es nuestra responsabilidad, por tal motivo, el proteger a la gente de sufrir accidentes por causa de la obra.

Las causas principales por la que sufren accidentes las personas ajenas a - la obra son por :

1.- Tener acceso a la obra.
2.- Falta de protección en las zonas de circulación. (Paso de Peatones).
3.- Falta de limpieza en zonas afectadas.
4.- Falta de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la - obra.
5.- Falta de señalización adecuada en zonas de peligro de peatones y vehículos.
6.- Falta de vigilancia en zonas de cruce.
7.- Falta de cubiertas en fosos, huecos, registros, cepas, etc.
8.- Falta de supervisión en operaciones peligrosas, por ejemplo: extracción de tablaestaca.

Otras causas que provocan accidentes son :

Incumplimiento de normas de seguridad en almacénes y patios.

Falta de protecciones en las instalaciones eléctricas.

Falta de prevención de incendios y explosiones.

Falta de supervisión general.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA, por el descubrimiento de las causas anteriores, CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES .

INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES

5

La aplicación de este medio para la prevención de accidentes nos permite :

1).- Determinar las causas que originaron el accidente.

2).- Aumentar considerablemente nuestra capacidad para localizarlas.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES.

TODO ACCIDENTE. (Acontecimiento Imprevisto) cause lesión ó no al trabajador, deberá investigarse y se exigirá que se entregue reporte de TODOS aquellos que :

1).- Ocasionan lesión.
2).- Los que "por poco" la provocan.
3).- Los que causen daños considerables al Capital o al tiempo (Factores de la Producción).

Se deberá hacer el reporte escrito a la mayor brevedad posible y en el lugar en que ocurrió el accidente.

* Anexo 2 : Utilizar forma de " Reporte Accidente " *

* Anexo 3: Atender las indicaciones del Instructivo para el llenado del Reporte de Accidentes. *

ANALISIS DEL ACCIDENTE.

Al analizar a fondo un accidente obtenemos valiosa información para nuestra labor preventiva, determinando los siguientes factores :

1.- Agente - Objeto o substancia más directamente relacionado con el accidente.
2.- Parte del Agente - Parte específica del agente que produjo la lesión.
3.- Actos inseguros
4.- Condiciones inseguras - causas del accidente.
5.- Tipo de accidente - Forma de contacto de la persona lesionada con el objeto ó substancia que causó la lesión.
6.- Factor personal de inseguridad - Razón por la cual el individuo sufrió el accidente.

ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL

6

Cuando las necesidades de la obra exijan que se realice un trabajo peligroso, se requiere que el personal que lo ejecute esté debidamente adiestrado y en conocimiento de los riesgos a que está expuesto. El adiestramiento debe dirigirlo una persona con experiencia y conocimientos suficientes del trabajo a realizarse.

Es el supervisor de seguridad el indicado para exigir en ciertos trabajos, que se sujete al personal a un adiestramiento adecuado.

El supervisor debe hacerse presente en cuanta ocasión se violen las disposiciones de seguridad y en aquellos trabajos que por su naturaleza se consideren peligrosos.

EL EXITO DE CUALQUIER PROGRAMA DE SEGURIDAD DEPENDE DE LA EFICIENCIA DE LA SUPERVISION EN LA OBRA

Como en los casos anteriores al localizar una causa de accidente, deberá aplicarse de inmediato la acción correctiva necesaria.

En la industria de la construcción es necesario adiestrar al personal encargado del manejo de materiales *

a).- Acarreo de varillas y objetos largos.
b).- Levantar pesos excesivos.
c).- Bajar materiales pesados y/o voluminosos.
d).- En almacén de combustible.
e).- En almacénes y patios.

* Anexo 4 : Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

En la aplicación de este medio para lograr seguridad, nos proponemos que el supervisor cuente con los conocimientos necesarios para mejorar los métodos de trabajo a través de un mayor conocimiento de las operaciones que se realizan.

Los objetivos específicos que lograremos al hacerlo son :

1.- Descubrir condiciones inseguras.
2.- Descubrir actos peligrosos.
3.- Determinar las cualidades requeridas del personal para la ejecución segura del trabajo.

4.- Determinar que equipo y herramienta son necesarios para la seguridad del trabajo.
5.- Establecer normas que deben seguirse para realizar las operaciones con seguridad.
6.- Determinar las instrucciones y adiestramiento necesarios para el personal.

El método consta de 4 pasos :

I.- Dividir la operación en detalles.
Para conocerla mejor - Determinar lo que se hace.
Determinar el orden en que se hace.

a).- Enterar a los trabajadores de lo que está haciendo.
b).- Observar varias veces la operación que analizamos.
c).- Anotar los detalles de la operación (peso, longitud, condiciones)

II.- Localizar los riesgos:

a).- Obtener la colaboración de los trabajadores y personas afectadas.
b).- Determinar en cada detalle el riesgo que esté presente.
c).- Consultar la experiencia de accidentes anteriores.

III.- Determinar el método seguro :

a).- Tratar de eliminar el riesgo, proteger la máquina o equipo, usar equipo de protección personal.
(en el orden que se indica).
b).- Escribir el método seguro.

IV.- Aplicar el Método seguro :

a).- Obtener la aprobación del jefe, subordinados y personas relacionadas.
b).- Adiestrar a su personal en el método seguro.
c).- Comprobar resultados.

La seguridad industrial aplicada en la construcción, por ser una técnica de caracter preventivo, no es una actividad de la que se pueda hacer un juicio a "ojo" de los resultados obtenidos, porque siempre encontraremos que deben aplicarse ciertas medidas de seguridad que salen de la sagacidad de observación del supervisor, ó del control del mismo sobre la totalidad del conjunto de trabajadores que realizan su labor dentro de un medio rápidamente cambiante de condiciones originadas por el avance de la obra.

Para reducir los inconvenientes anteriores se debe contar :

1).- Con el convencimiento en seguridad de todos los elementos que

controlan o dirigen el trabajo del personal .- jefe de obra, ayudantes, sobrestantes, cabos, etc.

2).- Con la confianza de los anteriores hacia el supervisor en Seguridad, para que tenga conocimiento de los avances programados en obra y procedimientos de trabajo que se usarán en determinadas operaciones.

3).- Con el mayor y mejor adiestramiento al personal de primera línea (peones).

El juicio que se haga de las actividades de Seguridad, deberá ser a través de los llamados Indices de Seguridad, los cuales nos indican : 1o. la frecuencia con que ocurren los accidentes con incapacidad y 2o. la gravedad que los mismos revisten.

Es el Supervisor en Seguridad encargado de cada frente de trabajo, la persona indicada de enviar a la Dirección, los datos necesarios para el cálculo de Indices de Seguridad. Se deberá hacer puntualmente el "Reporte Semanal" * (5) de los mismos, cumpliendo con las indicaciones del instructivo elaborado para tal fin * (6).

* (5) Anexo.- Reporte semanal para el cálculo de Indice de Seguridad.

* (6) Anexo.- Instructivo para el llenado del Reporte Semanal para el cálculo de Indices de Seguridad.

9

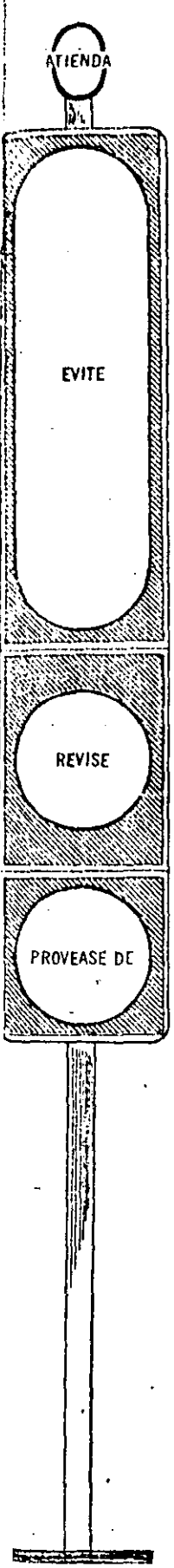
ANEXOS : CURSO BASICO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION

La seguridad industrial en la construcción :

Anexo 1)	Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.
Anexo 2)	Reporte de Accidente.
Anexo 3)	Instructivo para el llenado del "Reporte de Accidente".
Anexo 4)	Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.
Anexo 5)	Reporte semanal para el cálculo de Indices.
Anexo 6)	Instructivo para el llenado del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices".
Anexo 7)	Revisión de Seguridad.

ANEXO I

NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA.



1.—Las señales del ayudante y banderero. 10

1.—Que suban o viajen en la máquina, personas ajenas al operador.
2.—Acercar las manos a cables en movimiento.
3.—Que el ayudante limpie la máquina, cuando está en operación.
4.—Usar la máquina para trabajos fuera de los especificados.
5.—Pelearse con las palancas de mando.
6.—Suspender carga sobre trabajadores.
7.—Operaciones bruscas (sacudidas, giros violentos, choque de la almeja, etc.)
8.—Acercarse a cables eléctricos a menos de 1.50 mts. (en caso de contacto librarse del mismo y de ser necesario, bajar saltando de la máquina).
9.—Poner en operación la máquina en sitios peligrosos (tierra suelta, pisos grasosos, etc.)
10.—Cargar combustible con la máquina funcionando.
11.—Bajarse de la máquina en movimiento sin asegurar los mandos.

1.—El estado de cables, amarres y ganchos.
2.—Que haya espacio suficiente para la operación.
3.—En torno y debajo de la máquina, antes de ponerla en operación.
4.—Que los protectores de las partes móviles estén bien instalados.
5.—La carga en todo momento.

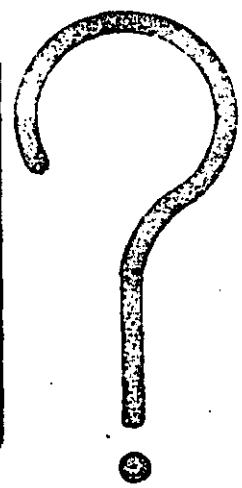
1.—Casco de Seguridad.
2.—Extinguidor en la máquina.
3.—Buena iluminación para operaciones nocturnas.
4.—Prendas de vestir apropiadas.

¿Conoce las especificaciones en cuanto a limitaciones de operación de esta máquina?

¿Demuestra su capacidad técnica operando la máquina de acuerdo a las indicaciones del fabricante en cuanto a capacidad y ciclos de operación?

¿Demuestra su responsabilidad?

a) Planeando sus operaciones y traslados.
b) Cuidando las recomendaciones del fabricante en cuanto a operación.
c) Cumpliendo las medidas de seguridad.



DIRECCION DE SEGURIDAD METRO
Minería No. 145 México 18, D. F. 5-16-25-00, 5-15-88-20 Ext. 231

GRUPO ICA OBRAS METRO

11

Reporte de Accidente

En Obra _____

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____

$ _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Hs.
Sueldo Diario — Fecha

LESIONANDOSE _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD _____
Parte del Cuerpo — (Marque con una x)

MOMENTANEA	
PARCIAL TEMPORAL	
PARCIAL PERMANENTE	
TOTAL	

EL LESIONADO ES PERSONAL
(Marque con una x)

DE LA COMPAÑIA	
DE SUB-CONTRATISTA	
O DESTAJISTA	

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse? _____

¿Con qué máquinas, herramientas y/o materiales estaba en contacto antes de lesionarse? _____

¿CUANTAS PERSONAS INTERVENIAN EN LA OPERACION QUE SE REALIZABA? _____ ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿COMO? _____

¿Como se presentó el accidente desde antes de lesionarse,....hasta habérsele proporcionado los auxilios necesarios? _____

¿Con qué se lesionó? _____ ¿Qué daño sufrió la Maquinaria, Equipo, Material o Instalaciones? _____

A QUE ALTURA O NIVEL SE TRABAJABA? _____ ¿SUFRIO CAIDA? (Marque con una x)

SI	
NO	

DE _____ Metros ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿CUAL? _____

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE: _____

REPORTO EL ACCIDENTE A LA DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

_____ Nombre

_____ Firma

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE DE ACCIDENTE

Deberá hacerse reporte escrito de todos los accidentes que:

1).- Ocasionan lesión.
2).- Los que "por poco" la provocan.
3).- Los que causen daños considerables al capital o al tiempo.

La finalidad del reporte es conservar la experiencia que nos proporciona cada accidente, al determinar las causas que lo originaron y tener conocimiento de las circunstancias que lo hicieron propicio.

La forma impresa para el Reporte de Accidente, tiene el objeto de ayudar al Supervisor en Seguridad en el vaciado de datos, más no es una forma perfecta que se adapte a todo tipo de accidentes, de los que se deberán reportar por escrito.

Por lo anterior es necesario revisar que en cada reporte, sean contestadas las siguientes preguntas :

1).- ¿ A quién ?
2).- ¿ Cuándo ?
3).- ¿ Dónde ?
4).- ¿ Qué ?
5).- ¿ Cómo ?
6).- ¿ Con qué ?

Con las que cualquier persona que lea el reporte deberá darse una idea precisa de las circunstancias en las que sucedió ó por poco sucede el accidente.

Habiendo logrado describir el accidente, nuestro siguiente paso es determinar las causas que lo originaron, contestando la pregunta ¿ Por qué sucedió ?, cuya respuesta deberá anotarse en el margen derecho y en sentido longitudinal de la hoja, recordando que pueden ser varios actos inseguros o condiciones peligrosas a la vez, las causas que lo originaron.

En el reverso de la hoja deberán anotarse las medidas de seguridad necesarias para evitar que ocurran accidentes similares.

El criterio con el que se determinarán las acciones correctivas necesarias es el siguiente :

1º.- Tratar de eliminar el riesgo o causa.

2º.- Determinar si es necesario modificar el procedimiento de trabajo ó sujetar al personal encargado de realizarlo, a un adiestramiento determinado.

3º.- Proteger al personal con equipo conveniente. (Sólo en los casos en que no se logre eliminar el riesgo, al tratar de aplicar el primero y segundo paso).

Nota : Si la forma de Reporte de Accidente no se ajusta a sus necesidades, se deberá ocupar el reverso y agregar hojas para su propósito. No olvidar que nos interesa conocer las circunstancias que lo originaron, para determinar las causas y aplicar la acción correctiva necesaria.

El Supervisor en Seguridad en cada frente de trabajo, tiene la obligación de reportar por escrito diariamente los accidentes que ocurran en su área, no importando en que turno sucedieron, para tal efecto durante su permanencia en la obra, deberá avisar a todo el personal que se requiera, que le comunique de inmediato cualquier accidente que ocurra, acudir al lugar del accidente contribuyendo a que al personal lesionado (si lo hay), se le presten los auxilios necesarios y posteriormente hacer el "Reporte" con las características anteriormente solicitadas.

Deberá puntualizar con el personal que observó el accidente o está relacionado con el mismo, que su finalidad no es determinar culpabilidad en ningún trabajador, sino determinar las causas para evitar que vuelva a presentarse un accidente similar.

Cuando el accidente ocurra fuera del turno de trabajo del Supervisor, éste deberá acudir al lugar del accidente y preguntar a los testigos el desarrollo del mismo, siguiendo el procedimiento descrito.

Para enterarse de accidentes con lesión que pudieron haber ocurrido fuera de su turno de trabajo, deberá solicitar diariamente al encargado de extender los "Avisos de Trabajo" durante ese turno, el nombre del lesionado y lugar donde ocurrió, para trasladarse a hacer el reporte con algún testigo.

El Supervisor en Seguridad deberá entablar buenas relaciones de compañerismo, con el objeto de que el personal que se quede en los otros turnos de trabajo le informe diariamente los sucesos de su interés.

ANEXO 4)

14

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE MATERIALES

1.- Deben levantarse pesos, aprovechando los músculos de las piernas manteniendo recta la espalda y las rodillas dobladas. Si el peso es excesivo, pida ayuda, no trate de levantarlo usted solo.

2.- Cuando dos o más personas transportan objetos muy pesados o largos, es importante que los esfuerzos y movimientos se hagan al unísono. Debe haber alguien que dirija las maniobras y dé las voces de ejecución. Siempre que sea posible, deben usarse herramientas especiales.

3.- Al manejar materiales largos como tubería, piezas de madera y escaleras, el extremo del frente debe estar más alto que el de atras. El objeto es que el extremo del frente libre a una persona al dar vuelta en una esquina.

4.- Un objeto muy pesado no debe levantarse manualmente, si se cuenta con ganchos, grúas u otros medios mecánicos.

5.- Al subir o bajar por un plano inclinado, rodando tanques u otros objetos redondos, pesados, sus movimientos deben controlarse por medio de cables o aparejos, evitándose que haya personas en el trayecto de bajada.

6.- Si un material que está siendo utilizado o está saliendo en una máquina u otro equipo, tiene que apilarse; debe procurarse que su estibamiento sea correcto.

7.- Deben mantenerse en buenas condiciones de operación, herramientas tales como palas, trinches, barretas, carretillas, carros de mano, ganchos, etc.

8.- Al manejar madera, metal en diversas formas, cajas y otros artículos suficientemente pesados para lesionar los pies, deben usarse protectores para éstos.- zapatos de seguridad, punteras metálicas para resguardarlos, así como guantes, manoplas de cuero y equipo semejante.

9.- Debe procurarse el buen estado de los pisos para evitar saltos en los carros que lleven material.

10.- Los pasillos deben estar despejados y lo suficientemente amplios.

11.- Al estibar materiales debe asegurárseles y, cuando su forma lo permita queden "cuatrapeados" para dar mayor solidez a la estiba. Al desestibar debe preverse la posibilidad de que el material se corra o se derrumbe.

15

12.- Al emplear carretillas, debe procurarse poner la carga más bien hacia la parte del frente, para que se facilite levantarla y empujar la carretilla. Debe evitarse sobrecargarlas.

13.- Al izar una carga con la ayuda de eslingas, éstas deben ser usadas y colocadas correctamente. La carga debe asegurarse para que no se corra o se vuelque.

GRUPO ICA OBRAS METRO

OBRA: _____

16

REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No.____ del_____ de _____ al_____ de _____ de 19____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

Horas - hombre laboradas = [ ]

PERSONAL SUB - CONTRATISTA

Horas - hombre laboradas = [ ]

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno.

Nombre del lesionado	Días de incapacidad	Nombre del lesionado	Días de incapacidad
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

Nombre del lesionado	Días de incapacidad	Nombre del lesionado	Días de incapacidad

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre_____

_____
Firma

GRUPO DE EMPRESAS
OBRAS PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

GRUPO ICA OBRAS METRO

TELS. 15-88-20 / 15-88-20 / 16-25-00

MINERIA Nº 145
MEXICO 18, D. F.

ANEXO 6)

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

La efectividad de las actividades de seguridad se mide a través de los llamados Indices de Frecuencia y Gravedad.

$$I.F. = \frac{\text{No. de accidentes con incapacidad}}{\text{horas - hombre laboradas.}} \times 10^6$$

$$I.G. = \frac{\text{No. de días perdidos por incapacidad}}{\text{horas - hombre laboradas.}} \times 10^6$$

Accidente con incapacidad, es aquel que a consecuencia de la lesión sufrida, impide al trabajador laborar al día siguiente del accidente.

Por medio de los índices calculados en función de los accidentes que provocaron lesiones con incapacidad al personal, tendremos una relación que nos permitirá juzgar cuantitativamente el control logrado para la prevención de accidentes con lesión.

Es conveniente recordar, que los accidentes son acontecimientos imprevistos que siempre afectan a los elementos de la producción, y que los accidentes que afectan al trabajador son solo una pequeña parte de todos los que afectan a la producción (Capital, Trabajo y Tiempo).

O sea :

Los índices de Seguridad nos muestran como afectan los accidentes al elemento de trabajo que es el hombre; y nos muestran una parte pequeña de como afecta a la producción (CAPITAL, TRABAJO, TIEMPO).

La seguridad se controla a través de los índices anteriores, porque existe imposibilidad física y técnica del conocimiento y cuantificación de daños de la totalidad de accidentes (acontecimientos imprevistos), que ocurren en un centro de trabajo.

Otra limitación en el cálculo de los índices anteriores, es la cuantificación de la gravedad (días perdidos por incapacidad) en los casos de incapacidades permanentes parciales o totales, que son consecuencia del accidente que sufre el trabajador, las cuales se valúan de acuerdo a las indicaciones de la Ley Federal del Trabajo referente a valuación de incapacidades permanentes por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Supervisor en Seguridad deberá anotar en el Reporte Semanal para el Cálculo de Indices de Seguridad, en que consistieron las incapacidades permanentes ocasionadas por la lesión.

El procedimiento de llenado del Reporte mencionado es como sigue :

a) Parte superior derecha : iniciales de la empresa, número de obra y en el siguiente renglón el nombre con que se conoce el frente de trabajo.

b) Después del encabezado del reporte indicar el número de la semana, de la que se envían los datos y los días y mes que comprenden esa misma semana.

c) En el siguiente renglón hay una división para el vaciado de datos; en parte izquierda para el personal administrativo de la empresa y la parte derecha para la totalidad del personal sub-contratista y destajista (en este último caso, los datos de cada sub-contratista deberán anotarse al reverso de la hoja, para que aparezca en el frente solo el total de la suma).

Anotar las horas-hombre laboradas por administración en la izquierda y la suma de las horas-hombre laboradas por la totalidad de los sub-contratistas a la derecha.

d) En los cuadros "Relación de Accidentes ocurridos en la semana" deberán anotarse el Nombre del lesionado o lesionados en esa semana que se reporta y el Número de días de incapacidad que le otorga el Seguro Social a través de los certificados de incapacidad. Si el certificado no ha sido presentado en la obra cuando se llene este reporte, deberá aparecer con raya horizontal el espacio destinado a días de incapacidad.

Es importante darse cuenta que la división de personal por administración a la izquierda y personal sub-contratista a la derecha, se conservará hasta terminar el reporte y que todos los nombres de lesionados que aparezcan en estos cuadros, sean de accidentes ocurridos en la semana que se reporta y que se anexen a esta hoja todos los "Reportes de Accidentes". (Anexo 2).

e) En los cuadros de "Relación de Incapacidades recibidas en la semana" deberán anotarse el nombre del lesionado al que se le extiende el certificado de incapacidad y los días de incapacidad que consigna el mismo (en estos cuadros, no importa en que semana ocurrió el accidente de trabajo, sino la totalidad de las incapacidades recibidas en la semana que se reporta).

NOTA : Al presentarse el caso de un lesionado de la semana que se reporta y que no ha entregado el certificado de incapacidad que-

extiende el Seguro Social, aparecerá su nombre en el cuadro superior y con raya horizontal los "días de incapacidad", a la semana siguiente, el nombre de este lesionado deberá aparecer en el cuadro inferior y con los días de incapacidad que indica el certificado que debe haber entregado o enviado a la obra.

Cuantas veces más le entreguen certificado de incapacidad, deberá aparecer su nombre en el cuadro inferior con los días de incapacidad otorgados y en el Reporte de la Semana en que se reciba el certificado.

f) Nombre y Firma del Supervisor en Seguridad.

RELACION DE SEGURIDAD

OBRA: _____

_____

20

FECHA: _____

HORA: _____

	Localización del Area	1 Limpieza en áreas de trabajo.	2 Iluminación en áreas de trabajo.	3 Equipo de protección personal	4 Accesos seguros a áreas de trabajo	5 Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo.	6 Supervisión a operadores de maquinaria.	7 Protección por contaminación atmosférica.	8 Supervisión en el manejo de substancias tóxicas.	9 Prot. de huecos, registros, brocales, cepas, etc.	10 Impedir trabajos peligrosos sin protección.	11 Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos	12 Prevención de incendios y explosiones.	1 Confinar áreas de trabajo.	2 Pasos seguros para peatones.	3 Limpieza en zonas afectadas.	4 Iluminación en zonas de circulación pública.	5 Señalización en zonas de peligro.	6 Vigilancia en zonas de cruce.	7 Protección de huecos, registros, losas etc.	S Instalación y servicio de sanitarios.	P Botiquín de curaciones y primeros auxilios.	PP Presentación de las instalaciones de seguridad.	A Reporte de Accidente.	B Reporte Semanal para el Calculo de Indices.	C Reporte Mensual de Atenciones en Botiquín.
A																										
B																										
C																										
D																										
E																										
F																										
G																										
H																										
I																										
J																										
K																										
L																										
M																										
N																										
O																										
P																										
Q																										
R																										
S																										
T																										

DETERMINACION DEL AREA

II.- "REVISION DE SEGURIDAD

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, es un elemento que depende del Director de Seguridad y que al asignársele a un frente de trabájo actúa como auxiliar del jefe de obra y demás contratistas en los aspectos de prevención de accidentes de trabajo.

El personal de cada una de las empresas del Grupo ICA debe considerar al Supervisor en Seguridad como de la propia compañía y aceptar sus indicaciones.

EL TALLER DE SEGURIDAD, se creó con la finalidad de auxiliar a las empresas constructoras en cuanto a la fabricación de protecciones para el público y trabajadores tales como barreras, mamparas, fantasmas luminosos, avisos, etc.

Es del Grupo ICA y para servicio del mismo.

23

A) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO

B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES

C) MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES

D) MEDIOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DEL PUBLICO

1).- Confinar áreas de trabajo.

2).- Pasos seguros para peatones.

3).- Limpieza en zonas afectadas.

4).- Iluminación en zonas de circulación pública.

5).- Señalización en zonas de peligro.

6).- Vigilancia en zonas de cruce.

7).- Protección de huecos, registros, fosos, etc.

1).- CONFINAR AREAS DE TRABAJO.

25

IMPEDIR EL ACCESO DEL PUBLICO AL INTERIOR DE LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA

MANTENER CERRADAS LAS AREAS DE TRABAJO PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los artículos necesarios al taller de Seguridad.

2.- Comunicar al Supervisor oportunamente el avance próximo de la obra o las modificaciones en el área de trabajo, para que ordene las instalaciones necesarias.

3.- Ordenar al cuerpo de vigilantes que cuiden las instalaciones y cooperen impidiendo el paso de personas ajenas.

4.- Indicar al Supervisor, la persona que se hará cargo del mantenimiento necesario de las instalaciones de Seguridad.

5.- Proporcionar vigilante en zonas donde por necesidad de obra no pueda confinarse el área de trabajo.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Instalar las mamparas, barreras, avisos, etc., que se requieran para confinar el área de trabajo.

NOTA : Cuando se instale barda Pintro, el jefe de obra debe proporcionar elementos suficientes, para no descuidar las demás actividades que realiza la cuadrilla.

2.- Ejecutar los cambios necesarios de las instalaciones anteriores cuando por necesidades de la obra se requiera.

3.- Realizar labores de mantenimiento menor que se requieran.

4.- Asegurar al piso las barreras para impedir que caigan por empuje del viento.

C) TALLER DE SEGURIDAD 26

1.- Entregar el material necesario para confinar el área de trabajo.

2).- PASOS SEGUROS PARA PEATONES .

27

EL MANTENER PASOS SEGUROS DE PEATONES, CONTRIBUYE A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA.

ASEGURAR QUE LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES ESTEN LIBRES DE RIESGOS, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor a solicitar los artículos necesarios al Taller de Seguridad.

2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios y avances próximos en la obra que afecten o requieran pasos para peatones.

3.- Ordenar al personal de obra que no mueva u ocupe los materiales e instalaciones destinadas a limitar los pasos de peatones.

4.- Informar al personal que no deben invadir las áreas destinadas al público, con maquinaria, materiales o escombro.

5.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones para peatones.

6.- Solicitar a S.T.C., que los contratistas ajenos a la empresa cumplan con proporcionar pasos seguros a los peatones. En caso contrario, el jefe de obra nos proporcione los elementos necesarios para cumplir.

7.- Proporcionar materiales y herramientas necesarios.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar en la obra los artículos necesarios : barreras, mamparas, avisos, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA .

1.- Acomodar e instalar los elementos necesarios para los pasos

de peatones.

2.- Realizar mantenimiento menor cuando se requiera.

3.- Retirar escombro o materiales que invaden la zona de circulación de peatones.

D) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar instructivo para uniformar las instalaciones.

3).- LIMPIEZA EN ZONAS AFECTADAS.

29

LA LIMPIEZA DE LAS AREAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LAS OBRAS, CONTRIBUYEN A MEJORAR EL PRESTIGIO DE LA EMPRESA

MANTENER LIMPIAS LAS ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA .

1.- Proporcionar al Supervisor en Seguridad, los medios necesarios para extraer el escombro, basura, o materiales que invadan las zonas de circulación pública afectadas por la obra.

2.- Autorizar al Supervisor a pedir los elementos que requiera.

3.- Ordenar a los camiones que sellen sus cajas dentro de la obra para no regar materiales en la vía pública.

4.- Colaboración de los vigilantes a no permitir se rieguen materiales en la vía pública.

5.- Prohibir bombear bentonita y aguas negras a la vía pública.

6.- Proporcionar equipo y herramientas necesarias a la cuadrilla de limpieza.

7.- Convencer a contratistas ajenos a la empresa de no tirar o dejar escombro en la vía pública. En caso en que no cumplan, la cuadrilla de limpieza lo levantará.

8.- Atender las indicaciones del Supervisor, relacionadas con destapar drenajes.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar los elementos necesarios como tambos de recolección de basura, carros para la concentración, etc.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA

1.- Recolección de basura y su concentración.

2.- Mantener limpias las zonas afectadas. 30

4).- ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA.

31

LA ILUMINACION EN ZONAS DE CIRCULACION PUBLICA AFECTADAS POR LA EJECUCION DE LA OBRA, CONTRIBUYE A MEJORAR LAS RELACIONES CON EL PUBLICO.

PROPORCIONAR ILUMINACION SUFICIENTE EN TODAS LAS AREAS DE CIRCULACION DE PEATONES Y VEHICULOS, DONDE EL ALUMBRADO PUBLICO SE VIO AFECTADO POR NECESIDADES DE LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Informar al electricista que deberá acatar las órdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminación necesaria en áreas de circulación pública afectadas por la obra.

2.- Informar al almacenista que deberá proporcionarle al Supervisor en Seguridad, el material necesario para la instalación y mantenimiento.

3.- Informar al Supervisor las necesidades próximas de iluminación en zonas afectadas.

4.- Indicar al electricista que deberá efectúar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalación eléctrica.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Reponer y cambiar diariamente las unidades en mal estado. (Mantenimiento Menor).

2.- Evitar deslumbramiento a vehículos.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

Proporcionar indicaciones generales de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la obra.

5).- SEÑALIZACION EN ZONAS DE PELIGRO.

32

LA SEÑALIZACION EN ZONAS DE PELIGRO DE LAS AREAS AFECTADAS POR LA OBRA, DEMUESTRA LA ATENCION DE QUIENES LA REALIZAN HACIA EL PUBLICO.

INSTALAR LA SEÑALIZACION ADECUADA EN TODAS LAS AREAS PELIGROSAS DONDE EL PUBLICO SEA AFECTADO POR LA OBRA, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Disponer que el cuerpo de vigilancia en la obra, colabore al cuidado de las instalaciones para señalar zonas de peligro.

2.- Autorizar al Supervisor a solicitar los artículos necesarios al Taller de Seguridad, tales como avisos, fantasmas, barreras.

3.- Avisar al Supervisor en Seguridad, con oportuna anticipación, los cambios de circulación de vehículos y modificaciones en los pasos de peatones, originados por el avance de la obra.

4.- Ordenar al almacenista que proporcione al Supervisor los materiales herramientas y equipo necesario para la instalación y mantenimiento de la señalización en zonas de peligro.

5.- Ordenar al electricista que atienda oportunamente las indicaciones del Supervisor en Seguridad referentes a hacer las instalaciones y mantenimiento necesarios para la señalización en zonas de peligro.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar el equipo de barreras, avisos, fantasmas, que la obra solicite.

C) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Ejecutar trabajos de mantenimiento menor necesarios.

2.- Instalar o retirar el equipo de señalizacion, para que cum -- plan su cometido.

33

D) DIRECCION DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar normar generales de señalización en zonas de- peligro.

NOTA: Cuando contratistas ajenos a la empresa, realicen trabajos en zo nas que consideramos de influencia por las obras del Metro, el - jefe de obra y Supervisor en Seguridad deberán convencerlos a - que cumplan la disposición de señalización adecuada en zonas de- peligro. En caso de no lograrlo, el Supervisor en Seguridad de berá cumplir con los medios con que dispone.

6).- VIGILANCIA EN ZONAS DE CRUCE.

LA VIGILANCIA EN ZONAS DE CRUCE DE TRABAJADORES Y VEHICULOS DE LA EMPRESA CON LA VIA PUBLICA, CONTRIBUYE A DISMINUIR LOS ACCIDENTES.

TODO CRUCERO DONDE VEHICULOS O TRABAJADORES DE LA EMPRESA AFECTEN LA CIRCULACION PUBLICA, DEBERA CONTAR CON UN VIGILANTE A LAS ORDENES DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD.

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Proporcionar al Supervisor en Seguridad los vigilantes que se requieran para los cruceros.

2.- Autorizar al Supervisor a pedir al Taller de Seguridad los elementos necesarios para el vigilante tales como uniforme, silbato, banderolas, libretas y lámpara para la vigilancia nocturna.

VIGILANCIA.

1.- Canalizar la circulación de vehículos y personas, en forma segura.

2.- Efectúar la limpieza necesaria en el tramo que le asigne el Supervisor en Seguridad.

3.- Anotar en su libreta las placas de los vehículos que no cumplan con las indicaciones que se les hagan.

4.- Revisar que la señalización en zonas de peligro se encuentre en buen funcionamiento.

DIRECCION DE SEGURIDAD.

Elaborar un reglamento de translado de máquina y para los vigilantes de crucero.

7).- PROTECCION DE REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC.

35

EL PERMITIR QUE QUEDEN DESCUBIERTOS EN VIA PUBLICA, REGISTROS CEPAS, BROCALES, ETC., ES SEÑAL DE IRRESPONSABILIDAD POR QUIENES REALIZAN LA OBRA.

ES MOTIVO DE MUY ESPECIAL ATENCION POR PARTE DEL SUPERVISOR EN SEGURIDAD, EL IMPEDIR QUE QUEDEN EN VIA PUBLICA SIN PROTECCION DEBIDA, LOS REGISTROS, CEPAS, BROCALES, ETC., para lo que cuentan con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Ordenar al soldador y carpintero que atiendan con prioridad las indicaciones del Supervisor en Seguridad, referentes a la fabricación de tapas o protecciones especiales para cubrir fosos, brocales, registros, cepas, etc., que se localicen en la vía pública.

2.- Prohibir terminantemente a todo el personal el utilizar las instalaciones anteriores de seguridad para otros fines.

3.- Ordenar que cuando por necesidades del trabajo se requiera retirar las tapas o cubiertas anteriores, deberá rodearse con barreras y luz la zona peligrosa. Reinstalar las tapas al finalizar el trabajo.

4.- Disponer que la vigilancia coopere en el cuidado de las instalaciones anteriores de seguridad.

5.- Comunicar al Supervisor en Seguridad, el avance de obra que requiera protección en vía pública de cepas, registros, brocales, etc. para que oportunamente queden cubiertas.

IMPORTANTE.-

LA PROTECCION DE REGISTROS, CEPAS, ETC., en vía pública, deberá hacerse con los medios anteriores aún cuando sean por trabajos de contratistas ajenos a la empresa.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Realizar trabajos de mantenimiento menor que se requieran en las instalaciones anteriores.

B) MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION DE TRABAJADORES.

1).- Limpieza en áreas de trabajo.

2).- Iluminación en áreas de trabajo.

3).- Equipo de protección personal.

4).- Accesos seguros a áreas de trabajo.

5).- Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo.

6).- Supervisión a operadores de maquinaria.

7).- Protección por contaminación atmosférica.

8).- Supervisión en el manejo de substancias tóxicas.

9).- Protección de huecos, registros, brocales, cepas, etc.

10).- Impedir trabajos peligrosos sin protección.

11).- Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos.

12).- Prevención de incendios y explosiones.

I).- LIMPIEZA EN AREAS DE TRABAJO

37

EL ORDEN Y LA LIMPIEZA EN AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

MANTENER LIBRES DE ESCOMBRO LAS AREAS DE TRABAJO Y CIRCULACION DE TRABAJADORES, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Informar al personal por administración y sub-contratistas que deberán realizar limpieza durante y al finalizar un trabajo.

2.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer las indicaciones necesarias para el oportuno cumplimiento de la disposición tratada.

3.- Indicar que personal deberá retirar el escombro amontonado.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Efectuar limpieza en áreas de trabajo en que se requiera.

NOTA :

Desde el punto de vista de seguridad, la limpieza que debe efectúar la cuadrilla, es suficiente amontonando el escombro en áreas donde no presente peligros, debiéndonos indicar el jefe de obra que personal deberá retirarlos de la misma.

IMPORTANTE :

La limpieza que se requiera en áreas de trabajo de contratistas ajenos a la empresa, deberá efectuarse cuando esté dentro de los límites de la obra.

2).- ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO

LA ILUMINACION EN AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA .

LA ILUMINACION EN ZONAS DE TRABAJO DEBE SER DE INTENSIDAD Y LOCALIZACION ADECUADA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Informar al electricista que deberá acatar las órdenes del Supervisor en Seguridad en cuanto a instalar la iluminación necesaria en las áreas de trabajo requeridas.

2.- Informar al almacenista que deberá proporcionarle al Supervisor en Seguridad el material necesario para la instalación.

3.- Informar al Supervisor las necesidades próximas de iluminación.

4.- Indicar al electricista que deberá efectúar las actividades necesarias de mantenimiento de la instalación eléctrica,

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA

Reponer o cambiar diariamente las unidades en mal estado.

3).- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

39

EL USO DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD Y EL AVANCE DE LA OBRA.

EL PERSONAL QUE SE ENCUENTRE EN EL AREA DE TRABAJO, DEBERA USAR CASCO DE SEGURIDAD Y EL EQUIPO DE PROTECCION QUE POR SU ESPECIALIDAD REQUIERA, para lo que el Supervisor en Seguridad dispone de los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Ordenar al jefe de personal de la obra y subcontratistas, que todos los trabajadores tengan y usen el equipo de protección personal.

2.- Informar a todo el personal que se autoriza al Supervisor en Seguridad a retirar del interior de la obra a los trabajadores que no usen el equipo de protección requerido.

3.- Indicar al almacenista que todo el equipo de protección personal que entreguen, se encuentre en buenas condiciones físicas y de higiene.
(Sería conveniente comisionar un elemento para que ejecute el mantenimiento necesario del equipo de protección).

4.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a reportar al personal que no use su equipo de protección personal y al jefe inmediato responsable de no exigirlo.

5.- Poner el ejemplo de usar el equipo de protección y exigirlo a todo su personal.

6.- Dar instrucciones al personal de vigilancia, que no permita el acceso a la obra si se carece de casco de seguridad.

7.- Mantener en almacén suficientes cascos de Seguridad para uso de las visitas.

8.- Instalar avisos en los accesos de la obra con leyenda de EN ESTA OBRA ES OBLIGATORIO EL USAR CASCO DE SEGURIDAD.

9.- Solicitar a STC, ordene a su personal que use el casco de seguridad en las obras. . . . En casos particulares, lo proporcione el almacén de obra.

40

IMPORTANTE :

ESTA NORMA OBLIGA A CONTRATISTAS AJENOS A LA EMPRESA.

4).- ACCESOS SEGUROS A AREAS DE TRABAJO.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, CONTRIBUYE A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

INSTALAR ACCESOS SEGUROS A LAS AREAS DE TRABAJO, DE ACUERDO A LAS NECESIDADES QUE IMPONGA EL MISMO, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que dispone de los siguientes medios:

COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, a ordenar la fabricación e instalación de los accesos que se requieran.

2.- Ordenar al personal de obra, cumplan con las órdenes del Supervisor, referentes a los accesos a las áreas de trabajo.

3.- Comunicar a los subcontratistas la obligación de construir accesos seguros a sus áreas de trabajo.

4.- Indicarle al personal, que queda prohibido el usar para otros fines los materiales de las escaleras y pasillos de acceso a las áreas de trabajo.

5.- Autorizar al Supervisor a exigir que la ejecución de todo trabajo, cuente con los accesos seguros necesarios.

CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Realizar el mantenimiento menor que se requiera.

5).- SEGURIDAD EN EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO.

42

LA SEGURIDAD EN EL EQUIPO E INSTALACIONES DE TRABAJO, - CONTRIBUYEN A MEJORAR EL AVANCE DE LA OBRA.

El Supervisor en Seguridad deberá cerciorarse que el equipo e instalaciones de trabajo se encuentren en buenas condiciones, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Ordenar al personal que atienda oportunamente las indicaciones de seguridad para el equipo e instalaciones de trabajo.

2.- Ordenar el mantenimiento y revisión periódica del equipo, por personal competente.

3.- Autorizar al Supervisor a solicitar las protecciones requeridas.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar las protecciones solicitadas.

C) DIRECCION DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar a los supervisores, información necesaria - para la seguridad del equipo e instalaciones de trabajo.

6).- SUPERVISION A OPERADORES DE MAQUINARIA

43

EL SUPERVISOR DEBERA HACER CUMPLIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA. (ANEXO 1) PARA LO QUE CUENTA CON LA :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Ordenar que todas las máquinas tengan en lugar visible al operador la hoja de normas de seguridad obligatorias, (Inclusive las alquiladas).

2.- Ordenar a los sobrestantes de maquinaria que obliguen a los operadores, el cumplimiento de las normas mencionadas.

3.- Establecer sanciones a que se hagan merecedores, sobrestantes, operadores y ayudantes, por incumplimiento de las normas.

4.- Enterar a jefes de frente y auxiliares en las normas de Seguridad.

7).- PROTECCION POR CONTAMINACION ATMOSFERICA.

8).- SUPERVISION EN EL MANEJO DE SUBSTANCIAS TOXICAS.

44

El Supervisor en Seguridad deberá investigar y observar, si los nuevos productos que se empleen en la obra alteran las propiedades del aire, al punto que sea intolerable por daños o efectos. Solicitar información técnica a este respecto, a quienes lo fabrican y a quienes lo emplean.

La contaminación atmosférica se origina con las identificaciones de elementos que alteran las propiedades del aire, ya sea produciendo olores o efectos visibles en el ambiente o cuando se identifica a través de múltiples observaciones su efecto sobre objetos, plantas o animales, incluyendo al hombre.

La contaminación atmosférica se hace evidente por :

a).- Disminución de la visibilidad.
b).- Daño a la vegetación.
c).- Deterioro de materiales.
d).- Olores molestos.
e).- Suciedad visible.
f).- Sabor ácido o desagradable en la boca.
g).- Irritación de las membranas.

Puede provocarse principalmente por combustión de desechos, motores de combustión, procesos industriales, transportación, demoliciones, evaporación de solventes y gasolina, sustancias químicas usadas, etc.

En general las combustiones son las responsables principales de la contaminación, por lo que es recomendable que el personal encargado del funcionamiento y mantenimiento de los equipos de combustión, sea altamente capacitado y responsable.

Existen diversos métodos para suprimir o reducir los contaminantes en las fuentes donde son producidos. Si por las condiciones especiales en la obra, no podemos controlar en la fuente la contaminación de la atmósfera, debemos de proporcionar el equipo de protección personal necesario.

La toxicidad de los gases de escape, pueden estimarse de acuerdo con la cantidad de aire requerido para diluir los contaminantes hasta que no tengan ningún efecto sobre la salud.

O sea, el riesgo se reduce considerablemente en este caso en áreas abiertas, por lo que el Supervisor en Seguridad deberá prestar mayor atención a las áreas cerradas con poca circulación de aire.

Otro peligro de los gases del escape de los motores diesel se atribuye al humo negro que es medio de sustancias concerógenas. *

Algunos casos en que se puede presentar la contaminación atmosférica en la obra, si se realiza el trabajo en áreas cerradas con poca circulación de aire.

a).- Por gases de :

Motores de combustión interna, Bombas.
Selladores de filtraciones.
Soldadura eléctrica.
Quemado de cables o desperdicios.
Soldado de bandas de las juntas del muro.
Acido muriático.
Calentamiento de chapopote.
Fugas en tanques combustibles, Acetileno, butano.
Evaporación de líquidos combustibles o solventes.

b).- Por Polvos :

Corte de materiales petreos.
Descarga del balasto o materilaes petreos.
Bentonita.
En demoliciones de concreto.

* Higiene y Seguridad.- Enero '69.

9).- PROTEGER REGISTROS, FOSOS, HUECOS, ETC.

PROTEGER LOS REGISTROS, REJILLAS, CEPAS, BROCALES, ETC., CONTRIBUYE A MEJORAR LA SEGURIDAD DE LA OBRA

El Supervisor en Seguridad tiene la obligación de proteger todo hueco del piso que pueda ocasionar un accidente, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor a ordenar la fabricación é intalación de tapas o cubiertas necesarias.

2.- Indicar al personal encargado de fabricar las cubiertas, que atienda con prioridad las órdenes del Supervisor.

3.- Prohibir estrictamente al personal el retirar las cubiertas o tapas de los huecos. De requerirse por necesidades de trabajo, deberán rodear con barreras y luz eléctrica la zona de peligro y reinstalar la tapa al terminar el trabajo o retirarse del sitio.

4.- Indicar al Supervisor los lugares o tamaños de las cubiertas que se requerirán. (Etapa de colado).

5.- Cuando se utilice un registro para bombear, deberá hacerse en la tapa la abertura necesaria para el paso de la manguera.

6.- Prohibir terminantemente el usar las tapas o cubiertas para otros fines.

7.- Indicar a todos los subcontratistas de la empresa o ajenos a la misma, la obligación de cumplir esta disposición.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Realizar mantenimiento menor.

10).- IMPEDIR TRABAJOS PELIGROSOS SIN PROTECCION.

47

EL SUPERVISOR EN SEGURIDAD DEBERA OBSERVAR QUE SE CUMPLAN LAS MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS DURANTE LA EJECUCION DE TRABAJOS PELIGROSOS TALES COMO :

a).- Demolición con pistola neumática sobre muros Milán.
b).- Los expuestos a caídas de materiales.
c).- Bajar varillas al piso del cajón.
d).- Operación de almeja entre troqueles habiendo trabajadores abajo.
e).- Extracción de tablaestaca.
f).- Montaje de losas precoladas.
g).- Colocación de emparrillado y translado.
h).- Movimiento de maquinaria pesada.
i).- Excavación profunda en terrenos falsos.
j).- Cruces con interferencias de cables eléctricos.

Medios con que cuenta :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor a impedir trabajos peligrosos en los que no se haya previsto disminuír el riesgo.

2.- Informar al personal de la autoridad del Supervisor para impedir la ejecución de trabajos, sin la debida protección.

3.- Informar a los subcontratistas que deberán acatar las disposiciones del Supervisor en Seguridad.

4.- Informar al Supervisor cuando se vayan a efectúar trabajos peligrosos para que disponga las medidas de seguridad convenientes.

5.- Autorizar al Supervisor a ordenar la construcción e instalación de protecciones que se requieran. Por ejemplo tapiales, ademes, etc.

B).- CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Auxiliar a retirar trabajadores o curiosos en áreas de trabajo peligrosas.

II). - IMPEDIR MONTARSE SOBRE LOS TROQUELES.

48

TODO TROQUEL DEBE ASEGURARSE CON CABLE DE ACERO E IMPEDIR QUE EL PERSONAL SE TRANSLADE SOBRE LOS MISMOS Ó QUE LOS OCUPEN DE APOYO.

El Supervisor en Seguridad, deberá vigilar el cumplimiento de esta disposición, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A). COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a hacer cumplir la medida preventiva que tratamos.

2.- Instalar avisos de Seguridad que recuerden que no se permite caminar ni apoyarse sobre los troqueles.

3.- Disponer que cuando sea necesario se utilicen escaleras, tendidos ó andamios, para evitar que usen los troqueles.

4.- Ordenar que los estrobos con que aseguran los troqueles, los instale personal competente con material en buen estado y que cumplan los requerimientos de Seguridad en el anclaje.

5.- Ordenar se aseguren de inmediato los troqueles.

6.- Autorizar al Supervisor en Seguridad, el parar cualquier trabajo en el que el personal se encuentre bajo troqueles sin estrobos y con maquinaria pesada en su cercanía.

B). TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar avisos alusivos.

12.- PREVENCION DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES. *

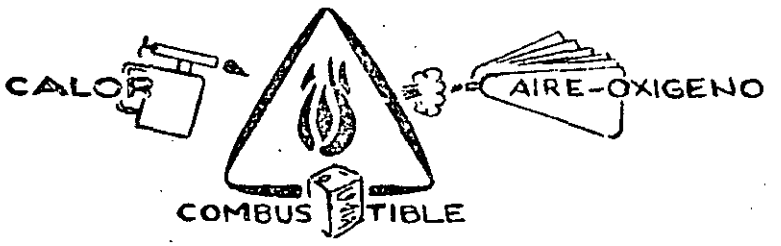
49

Fuego es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor.

LO QUE PRODUCE EL FUEGO SON :

Los vapores que despenden los materiales combustibles al mezclarse en ciertas proporciones con el oxígeno del aire y ser calentado a una temperatura determinada.

Para una ilustración gráfica, se forma lo que se conoce como TRIANGULO DE FUEGO.



Todas las medidas de prevención ó combate de fuego, consisten básicamente en evitar la formación o destruír el triángulo de fuego.

REGLAS FUNDAMENTALES PARA LA PREVENCION DE INCENDIOS.

1.- Sustituír materiales combustibles, por menos combustibles (no siempre es posible).

2.- Disminuír la proporción de oxígeno (atmósfera inerte). En combate de incendio sí es posible eliminar el oxígeno con los agentes extintores.

3.- El calor tendremos que controlarlo o de ser posible eliminarlo. En combate de incendios se emplean sustancias que tienden a enfriar los combustibles.

El Supervisor en Seguridad deberá conocer los peligros de incendio derivados de los materiales que se emplean en el trabajo, conocer las prácticas peligrosas de su manejo e instruír al personal sobre las precauciones que deben tomarse para evitar la conjunción de los tres elementos que producen el fuego.

PRINCIPALES CAUSAS QUE ORIGINAN INCENDIOS.

1.- Falta de orden y limpieza. 50

Acumulación de basuras y desperdicios combustibles: trapos con aceite o grasa; grasas, aceites o líquidos inflamables en el piso, estibas excesivas sin espacios de circulación; pastos o vegetales secos en las cercanías de las instalaciones, falta de limpieza en maquinaria, en armaduras de techos etc.

REMEDIO.- Estricta observancia de las reglas del trabajo y medidas de seguridad así como la especial atención que siempre debe darse al orden y a la limpieza.

2.- Cigarrillos y Cerillos.

No son en sí los cigarros y los cerillos los causantes directos de los incendios, sino más bien el descuido de los fumadores y el gran número de ellos. Muchos incendios han sido causados por la falta de observancia de las reglas más elementales de preocupación tales como cerciorarse de que tanto cigarros como cerillos estén bien apagados antes de tirarlos, usar ceniceros y fumar solamente en los sitios en que es permitido hacerlo.

Si tomamos todas las precauciones debidas, observamos y hacemos observar los reglamentos que establecen la prohibición de fumar en determinadas áreas, el peligro se habrá disminuído en mucho.

La colocación de carteles visibles en todos aquellos lugares en donde se crea conveniente establecer la prohibición de fumar, es una medida indispensable.

3.- Líquidos inflamables.

Encontramos muchas veces almacenados líquidos inflamables en lugares inadecuados y en recipientes no propios para este tipo de material.

Existen recipientes apropiados, botes de seguridad, para el depósito de líquidos inflamables.

Debemos tener presente, que aunque sea en forma transitoria nunca se deben tener líquidos inflamables cercanos a fuentes de calor; tampoco almacenarlos o transportarlos en recipientes abiertos; o de vidrio.

En los almacénes para esta clase de materiales, las precauciones que se tomen deben ser mayores; en todas las instalaciones para el-

almacenaje y movimiento de líquido inflamable, las conexiones a "tierra" son indispensables y si se usa equipo eléctrico, debe ser a prueba de explosión.

51

Deben hacerse revisiones periódicas a válvulas y tuberías para evitar fugas. Es conveniente recordar que son más peligrosos los recipientes semi-vacíos ó vacíos, que los llenos, por lo que todo recipiente se mantendrá siempre bien tapado y lejos de toda fuente de calor. En almacenes cerrados además de las precauciones descritas se prestará especial atención a la ventilación, para reducir al mínimo la posibilidad de formación de mezclas explosivas.

Es frecuente el empleo de barnices y solventes inflamables, los cuales siempre deberán almacenarse en lugares apropiados. Sólo se debe tener en las áreas de operación la existencia para el trabajo del día y siempre en recipientes apropiados.

4.- Equipos de soldadura y corte con soplete.

En condiciones normales de trabajo y con personal preparado, el empleo de este equipo no representa ningún peligro, pero por desgracia, las precauciones que por regla general se toman, son muy deficientes, y en ocaciones nulas.

a).- Inspección previa del lugar en que se va a trabajar.- Antes de iniciarse cualquier trabajo con el equipo de soldadura o corte, es necesario cerciorarse que no existen en el área de trabajo: desperdicios, materiales combustibles o bien mezclas explosivas en el ambiente; el piso debe estar limpio, sin aceites, grasas o pinturas y en general de cualquier otro material combustible.

Se despejará cuando menos un radio de tres metros, y siempre que sea posible se pondrán barreras o lonas protectoras.

b).- Vigilancia durante y después del trabajo.- Al estar trabajando con el equipo de referencia recordemos que estamos calentando los materiales en que es muy frecuente que salten partículas "al rojo", por lo que la vigilancia durante el trabajo es muy importante. Una vez terminado, es necesario que nos cercioremos de que no ha quedado ninguna partícula caliente o brasa de algún material, y vigilar el área en que se trabajó. De ser posible se colocará un extinguidor cerca de donde se está trabajando.

RECUERDE QUE EL OXIGENO Y LA GRASA FORMAN COMBINACION QUE SE INFLAMA EXPONTANEAMENTE.

5.- Equipo Eléctrico.

Instalaciones pobres y conexiones inseguras son fuente de muchas des

gracias, deben revisarse cuidadosamente los cordones de conexión de aparatos eléctricos y de herramientas eléctricas. Las instalaciones con protección deficiente o sobrecargadas están expuestas a corto - circuito, origen de muchos incendios.

Las reglas que debemos observar para prevenir incendios son las siguientes :

a). - Cerciorarse de que la instalación eléctrica es la adecuada para los usos que se le está dando. NO SOBRECARGARLA.

b). - Un buen mantenimiento en todos los circuitos eléctricos EVITAR LAS INSTALACIONES PROVISIONALES.

COMBATE DE INCENDIOS CON EXTINGUIDORES

CLASE DE FUEGO		EXTINGUIDORES				
CLASE		AGUA	SODA ACIDA	ESPUMA	BIOXIDO	POLVO
A	MADERA, TRAPOS, PAPEL ETC. SOLIDOS EN GRAL.	○	○	○	△	△
B	LIQUIDOS INFLAMABLES O SÓLIDOS DE BAJO PUNTO DE FUSION	X	X	○	○	○
C	EQUIPO ELECTRICO VIVO	X	X	X	○	○

○ ADECUADOS PARA EL TIPO DE FUEGO △ PUEDEN USARSE X NO DEBEN USARSE EN ESA CLASE DE FUEGO

a). - Fuego :

El fuego, de acuerdo con los materiales combustibles que lo alimentan se ha clasificado en tres clases; esta clasificación se ha hecho atendiendo a las técnicas de combate que se emplean y la forma en que se desarrolla el fuego mismo. Estas clases se conocen con las letras "A" "B" y "C".

Fuego Clase "A". - Es el que se produce en materiales tales como la madera, los textiles, trapos y en general en materiales sólidos.

El fuego de esta clase se caracteriza porque agrieta el material, origina brasas, deja cenizas y se propaga de afuera hacia adentro. Para combatirlo se requiere enfriar los materiales, y aprovechando la cualidad de agrietarse, deben emplearse de preferencia, agentes de extinción a base de agua.

Fuego Clase "B".- Se produce en combustibles líquidos en general, tales como la gasolina, aceites, pinturas y substancias de bajo punto de fusión, como las grasas y algunos plásticos.

53

La característica principal de este tipo de incendios, es que se produce en la superficie de los líquidos, por tanto, para combatirlos, debemos eliminar el oxígeno en contacto con la superficie que se está quemando. Se requieren agentes de extinción que cumplan con este fin.

Fuego Clase "C".- Son los incendios que se producen en el equipo eléctrico "vivo".

Aunque este tipo de incendio se produce en materiales sólidos, ha merecido clasificación especial por el peligro que implica la corriente eléctrica, pues de no emplearse los medios adecuados de extinción, se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica. Se emplean agentes de extinción NO CONDUCTORES DE ELECTRICIDAD.

* "Prevención y Combate de Incendio" A. M. H. S. A. C.

C).- MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES :

1.- Instalación y servicio de sanitarios.

2.- Botiquín de curaciones y primeros auxilios.

3.- Presentación de las instalaciones de seguridad.

I). - INSTALACION Y SERVICIO DE SANITARIOS.

55

DISTRIBUIR CONVENIENTEMENTE SUFICIENTES SANITARIOS EN LA OBRA ASI COMO MANTENERLOS EN OPTIMAS CONDICIONES DE HIGIENE, es obligación del Supervisor en Seguridad, para lo que cuenta con los siguientes medios :

A) COLABORACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar los sanitarios necesarios.

2.- Comunicar oportunamente al Supervisor los cambios en número significativo de trabajadores.

3.- Autorizar al Supervisor en Seguridad a solicitar al almacen los artículos necesarios para el mantenimiento higiénico de las unidades.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Mantener en óptimas condiciones de higiene los sanitarios.

2.- Mover los sanitarios a los lugares donde se requieran.

C) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Proporcionar en la obra los sanitarios que soliciten.

2).- BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS.

56

TODO FRENTE DE TRABAJO DEBERA CONTAR CON BOTIQUIN PARA CURACIONES Y APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS, siendo el Supervisor en Seguridad el responsable de verificar lo anterior y aplicar los primeros auxilios cuando se requiera.

Medios con que dispone :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Autorizar al Supervisor a solicitar el Botiquín con los elementos necesarios.

2.- Autorizar al Supervisor a solicitar al almacén de obra los artículos del botiquín que se vayan consumiendo.

3.- Comunicar al personal por administración y subcontratistas que el Supervisor en Seguridad está adiestrado para aplicar los primeros auxilios.

4.- Establecer un lugar permanente para el botiquín y comisionar a un trabajador para hacer curaciones de lesiones leves.

5.- Ordenar al personal de vigilancia de la obra, que avise de cuanta lesión observe.

7.- Ordenar al encargado del botiquín a llevar el control mensual de atenciones, como le indicará el Supervisor.

B) TALLER DE SEGURIDAD.

1.- Entregar en la obra el botiquín con los elementos necesarios y dos banderolas.

3).- PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD.

57

LA PRESENTACION DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCION — AL PUBLICO Y TRABAJADORES, DEBE SER TAL QUE DEMUES -- TRE LA ESPECIAL ATENCION DE LA EMPRESA HACIA LA SEGU RIDAD.

UNIFORMIDAD, ORDEN, LIMPIEZA, ESTETICA Y FUNCIONABI - LIDAD, deben ser las características de las intalaciones de Segu - ridad que debe cuidar el Supervisor, para lo que cuenta con los si- quientes medios :

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Aceptar la uniformidad de las instalaciones que establece la Dirección de Seguridad.

2.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios - para el mantenimiento menor de las instalaciones.

3.- Ordenar que la vigilancia de la obra colabore a que las instalaciones no sufran deterioro por el público o tra - bajadores y vehículos.

5.- Prohibir se utilicen las instalaciones de Seguridad para otros fines.

6.- Proporcionar al Supervisor los elementos necesarios - para efectúar al mantenimiento mayor que se requiera de las instalaciones de Seguridad.

7.- Obligar a contratistas ajenos a la empresa a no causar daños a nuestras instalaciones de Seguridad.

B) CUADRILLA DE LIMPIEZA.

1.- Realizar mantenimiento menor.

2.- Mantener las instalaciones bien presentadas.

D) DISPOSITIVOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.

1.- Reporte de accidente.

2.- Reporte Semanal para el cálculo de índices.

3.- Reporte mensual de atenciones en botiquín.

1.- REPORTE DE ACCIDENTE :

Es Supervisor en Seguridad tiene la obligación de presentar por escrito el reporte de todos los accidentes que :

1o.- Ocasionan lesión.
2o.- Los que "por poco" la provocan.
3o.- Los que causan daños considerables al Capital o al tiempo, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Informar al personal por administración y subcontratistas que colaboren con el Supervisor en Seguridad, para que pueda hacer los reportes de accidentes.

2.- Indicar al personal que extiende los Avisos de Trabajo que coopere con el Supervisor en Seguridad.

a) Marcando cada aviso que se extienda para atender a un lesionado, con la clave A.T. (Accidente de Trabajo).
b) Proporcionar al Supervisor diariamente y por escrito, la relación de Avisos de Trabajo, fecha, nombre del trabajador y la indicación si se extiende por A.T. o E.G. (Enfermedad General para el trabajador o su familia).

3.- Indicar al tomador de tiempo :

a) Que facilite al Supervisor en Seguridad la información respecto a la asistencia de los trabajadores a los que se les extendió el Aviso de Trabajo.
b) Que entregue al Supervisor en Seguridad todos los certificados de incapacidad que reciba diariamente (Los mismos serán devueltos tan pronto como se hayan tomado los datos que necesita).

a.- Ordene que el Ingeniero en guardia nocturna llene la hoja de Reporte de Accidente cuando ocurra en ese turno de trabajo.

5.- Indicar a todo el personal, que avise al Supervisor en Seguridad o Ingeniero en guardia (Turno Nocturno), de los accidentes que ocurran al público a consecuencia de la obra o sus instalaciones.

Procedimiento al que se sujetará el Supervisor en Seguridad para enviar a la Dirección el reporte de "TODOS" los accidentes que ocasionen lesión en la obra.

60

Establecer dos registros, uno para el personal por administración de la empresa y otro para los subcontratistas.

En cada registro se llevarán los siguientes datos :

OBRA _____

PERSONAL POR _____

FOLIO	NOMBRE DEL TRABAJADOR	FECHA	CONCEPTO AT. O E G	ASISTIO AL DIA SIGTE? SI/NO CAUSA	ENTREGO INCAPACIDAD POR AT. EG?	ELABORO EL REPORTE DE ACC?

El personal que extiende los avisos de trabajo proporcionará diariamente y por escrito al Supervisor, la relación de avisos extendidos con los datos de las primeras cuatro columnas del registro anterior.

Se trancribirán al registro del Supervisor y procederá a verificar que haya hecho el reporte de accidente de los lesionados (si ocurrió la lesión en el turno nocturno, el Ingeniero de guardia le entregará el reporte respectivo; en caso de no haberlo hecho, el Supervisor deberá llenarlo en el lugar donde sucedió y con testigos del accidente).

Proceder a verificar con el tomador de tiempo, la asistencia del personal que aparece en la relación y del cual no se ha elaborado el Reporte de Accidente (puede ser que sea por E. G. o A. T.), preguntar al jefe inmediato si conoce la causa por que no asistió. Si dice que por A. T., llenar el reporte y avisar al que extiende el aviso de trabajo que omitió la indicación de A. T. en el reporte que entregó.

De los certificados de incapacidad que reciba, deberá separar todos aquellos por A. T. (Accidente de Trabajo) o E. P. (Enfermedad Profesional) y hacer la anotación en la columna 6.

VERIFICAR QUE TODOS LOS A. T., hayan sido reportados y anotados en la columna 7.

NOTA : Los días de incapacidad deberán consignarse en el registro del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices de Seguridad ".

2.- REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD.

6i

El Supervisor en Seguridad entregará semanalmente el reporte solicitado, para lo que cuenta con los siguientes medios:

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Indicarle al encargado de hacer la lista de raya.

a) Que informe al Supervisor de las Horas-Hombre trabajadas esa semana.

b) Que permita verificar ese dato periodicamente.

2.- Indicarle al encargado del personal, que le entreguen al Supervisor todos los avisos de alta que reciban en la obra (serán devueltos el mismo día).

El Supervisor en Seguridad procederá al llenado de la hoja del Reporte Semanal para el Cálculo de Indices de Seguridad de acuerdo a las instrucciones que están contenidas en el Anexo 6, con el dato anterior y los proporcionados por el registro siguiente :

NOMBRE DEL LESIONADO	FECHA DEL ACCIDENTE	FECHA DE ALTA	INCAPACIDADES PARCIALES TEMPORALES	INCAPACIDAD PERMANENTE (¿EN QUE CONSISTIO?)

Obtenido del que se lleva de "Reporte de Accidentes".

Los avisos de alta que reciba el Supervisor deberán relacionarse en la hoja del Reporte Semanal.

3.- REPORTE MENSUAL DE ATENCIONES EN BOTIQUIN.

El Supervisor en Seguridad deberá entregar a la Dirección, el reporte mensual de atenciones en botiquín, para lo que cuenta con la

A) COOPERACION DEL JEFE DE OBRA.

1.- Ordenar al personal que se encargue del botiquín que lleve el siguiente registro.

OBRA _____

MES DE _____

REPORTE MENSUAL DE ATENCIONES EN BOTIQUIN

NOMBRE DEL LESIONADO	FECHA	HORA	OCUPACION	PARTE DEL CUERPO LESIONADA	NATURALEZA DE LA LESION	KAUSAS POR QUE?	AGENTE CON QUE?

III.- APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS.

PROGRAMA DEL CURSO DE APLICACION DE PRIMEROS AUXILIOS

64

1.

a) Reglas Generales.
b) Que se debe hacer.
c) Que no se debe hacer.

HERIDAS :

d) Clases.
e) Peligros,
f) Vendajes.

2. HEMORRAGIAS.

a) Tipos
b) Control.
c) Prácticas.

SHOCK TRAUMATICO :

d) Síntomas.
e) Prevención y Control.
f) Prácticas.

3.

QUEMADURAS :

a) Clasificación.
b) Atención de emergencia.
c) Exhibición de transparencias.

FRACTURAS :

d) Clasificación.
e) Síntomas.
f) Inmobilización.
g) Prácticas.
h) Exhibición de Transparencias.

4.

RESPIRACION ARTIFICIAL DE BOCA A BOCA

a) Mecanismo de la Respiración.
b) Casos que requieren Respiración Artificial.
c) Reglas para dar Respiraración.
d) Prácticas.

MASAJE CARDIACO A PECHO CERRADO

e) Mecanismo.
f) Casos que lo ameritan.
g) Reglas.
h) Prácticas.
i) Película.

5.

TRANSPORTACION DE LESIONADOS

a) Por una persona.
b) Por dos personas.
c) Por más personas.
d) Uso de la Camilla.
e) Prácticas.
f) Exhibición de transparencias.
g) Examen final escrito.

No hay nada más semejante a crear una vida, que salvarla.

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales dados a las víctimas de un accidente o de una enfermedad súbita, en tanto que los servicios de un Médico pueden obtenerse.

Atender las lesiones que se observan en el siguiente orden :

1.- Hemorragias.
2.- Carencia de respiración.
3.- Fracturas.
4.- Heridas, quemaduras, etc.
PREVENGA O TRATE EL SHOCK.

HERIDA: Lesión que produce daño a los tejidos de la piel.

a) Abrasiva.
b) Incisiva.
c) Lacerante.
d) Penetrante.

Peligros de infección y hemorragias.
Prevención de la infección :

1.- Lavado con agua simple (algunos casos).
2.- Secado con gasa esterilizada.
3.- Aplicar antiséptico.
4.- Cubrir la herida con gasa esterilizada.

HEMORRAGIA : Pérdida abundante de sangre.

a) Arterial.
b) Venenosa.
c) Capilar.

1.- Presión directa sobre la herida.

2.- Presión en los "puntos de control".
Unicamente en los casos en que no ha podido contener una hemorragia en las formas antes mencionadas, y esta pone en peligro la vida del accidentado, deberá aplicarse un torniquete.

RESPIRACION ARTIFICIAL : Sistema de respiración de boca a boca.

1.- Coloque a la víctima boca arriba.
2.- Con una mano jale hacia arriba la mandíbula inferior y hacia atrás la cabeza, con la otra mano tape la nariz.
3.- Respire más aire de lo normal y sople por la boca del accidentado, viendo como se levanta el pecho al entrar el aire.
4.- Si no entra, voltee a la víctima y dele fuertes palmadas en la espalda y límpiele la boca con un trapo. Repita los pasos anteriores.
5.- Una vez insulfado el aire, retírese a tomar aire nuevo mientras la víctima exhala el qué usted había inyectado REPITA LOS PASOS 3 y 5, doce veces por minuto para adultos y veinte veces para niños.
6.- Si usted nota que el estómago se está inflando bastará con que haga presión en él con la mano que usted tiene libre.
7.- Déla inmediatamente, mantenga el ritmo y no suspenda hasta que lo indique el Médico ó la víctima respire sola.

QUEMADURAS : Lesiones causadas por temperatura o substancias químicas corrosivas al ponerse en contaco con nuestro organismo.

a) Primer grado.- Color subido de la piel;
b) Segundo grado.- Se forman ámpulas.
c) Tercer grado.- Piel destruída.

Tratamiento.- Uso inmediato de agua (1º. y 2º grado).
Bolsas con hielo en quemaduras de 3er. grado.

QUEMADURAS QUIMICAS.- Mucha agua y mucho tiempo.

SHOCK.- Fenómeno que se presenta en el sistema circulatorio a consecuencia de las lesiones de un accidente y que por si mismo puede causar la muerte.

Tratamiento :
a) Reposo
b) Temperatura

Síntomas :
1.- Se siente débil.
2.- Piel pálida, fria y pegajosa.
3.- Pulso débil.
4.- Náusea y vómito algunas veces.
5.- Sudor.
6.- Inconciencia.
7.- Respiración superficial lenta.

FRACTURAS : Rotura de huesos.

a) Simples. - Cuando se ha roto el hueso y no ha perforado la piel.
b) Compuesta. - Cuando los huesos rotos perforan la piel y salen.

Tratamiento: Inmobilizar la parte fracturada en la posición encontrada y proporcionar transportación adecuada.

MASAJE CARDIACO A PECHO CERRADO : Método de aplicación; con el lesionado acostado boca arriba y sobre un soporte rígido.

a) Se coloca el auxiliador viendo la cara del lesionado.
b) Pone el talón de la palma de la mano más cercana al auxiliado sobre la parte inferior de su esternón, se coloca la otra mano encima de la primera. (En caso de niños menores de 3 años, aplicar la presión con las yemas de los dedos índice y medio).
c) Se ejerce una presión vertical que mueva aproximadamente 4 cms de la parte inferior del esternón.
d) Se retira toda la presión para que el esternón recobre su posición de reposo.
e) La velocidad a que deben repetirse estas presiones, es de 60 a 70 veces por minuto para adultos y 90 para niños de menos de 3 años.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

ING. MIGUEL MONTES DE OCA

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR.

C O N T E N I D O

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

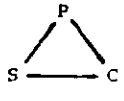
INTRODUCCION

Se dice que Supervisar una obra es como meterse en una "olla de presión".

En un folleto sobre unos cursos sobre administración de proyectos se menciona que "cuando se le asigna a uno un proyecto, por lo general se trata de un trabajo único, el cual nunca se ha hecho antes y lo más probable es que nunca se vuelva a presentar otro igual. Por su propia naturaleza, la administración de un proyecto se convierte en una incubadora de tropiezos, de errores, de conflictos y hasta de desastres".

Lo anterior es sólo a manera de introducción al tema sobre Relación entre Contratistas y Supervisor.

La acción del Supervisor se desarrolla fundamentalmente dentro del conjunto PROPIETARIO-SUPERVISOR-CONTRATISTA.



En ocasiones la relación no es directa con el Propietario sino con un representante de él que actúa como Gerente del Proyecto. En otros casos puede también relacionarse con proyectistas, proveedores, autoridades, asesores, etc..

El conjunto P-S-C tiene como objetivo único común LA REALIZACION SATISFACTORIA DE UNA OBRA. El Supervisor debe estar alerta para conciliar puntos de vista e intereses del Propietario, del diseñador y del constructor.

/... 2

RELACIONES PROPIETARIO - SUPERVISOR

Para analizar las relaciones Contratista-Supervisor, es necesario revisar también las de Propietario-Supervisor, aunque sea en forma somera.

La mayoría de los puntos a revisar de relaciones con el Propietario, en el fondo son semejantes y aplicables a las relaciones con el Contratista.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones P-S los siguientes que el Propietario debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio:

La autoridad que delega al Supervisor.
La confianza que deposita en él.
El apoyo que le dará.
Las facultades que le autoriza.
Las actividades que desarrollará.
El alcance (facultades-responsabilidades-actividades) de los servicios del Supervisor.
Las políticas de actuación.
La información que espera y los sistemas que establecen para lograrla.
Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.).
El apego de los servicios, acorde con los alcances.
Las normas a que se sujetará la supervisión.

(Las normas para supervisar comprenderán varios de los puntos mencionados, por lo cual conviene ver lo que se entiende por Normas de Supervisión y qué deben contener).

/... 3

NORMAS DE SUPERVISION

OBJETIVOS.

Las Normas de Supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas o morales, que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que éste resulte satisfactorio.

Cada tipo de trabajo tendrá normas particulares dedicadas a ordenar lo que requiera el trabajo concreto de que se trate. Así nos encontramos con normas para supervisar el montaje de maquinaria, normas para supervisar compras, para supervisar inversiones, supervisar estudios, obras, etc..

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar al Supervisor para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia y con eficacia.

Dentro de este aspecto general se mencionan algunos de los temas que logicamente deben estar implícitos en el contenido de unas normas:

Organizar el modo de trabajar para definir procedimientos, niveles de autoridad, líneas de mando y sistemas de comunicación.

Ordenar las actividades de supervisión y su secuencia, la manera de archivar documentación y la forma de presentarla.

Uniformar las labores de supervisión para que todos los involucrados en ella actuen en forma semejante dentro de una unidad de supervisión, y para que sigan la misma tónica otras unidades supervisoras. Muy importante dentro de este concepto es la uniformidad de la información.

/... 4

Simplificar el trabajo de supervisión, los controles que se lleven, las actividades a desarrollar y la presentación de resultados o informes para que sean facilmente interpretados o captados por quien deba enterarse y puedan servirle para tomar las decisiones apropiadas.

Sin duda pueden mencionarse otros temas para las normas, algunos de los cuales quizas quedarían contenidos en uno o más de los ya mencionados.

En resumen puede decirse que todo ello tiende a facilitar el trabajo del Supervisor, del Propietario y de los sujetos supervisados, a precisar en qué consiste la participación de cada uno en dicho trabajo y a propiciar buenas y eficientes relaciones entre todos ellos.

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecer las responsabilidades que debe asumir.

Las normas van dirigidas a utilizarse fundamentalmente por el Supervisor ya que establecen la forma en que debe realizar su trabajo. Sin embargo, las normas deberán ser cumplidas también por el Propietario, en lo conducente, y por quien este realizando el trabajo objeto de la supervisión, pues de lo contrario se inutilizaría su aplicación. Por ello, en el caso de los contratos de obra, debería decirse que el contratista conoce también las normas de supervisión de las obras.

En algunos casos, según convenga, podrán estar diseñados para utilizarse por personal de la entidad propietaria del trabajo o bien por personal externo contratado especificamente para el servicio de supervisión.

/... 5

En cuanto a los términos o conceptos que en algunos casos se emplean, tales como Coordinación o Dirección, debe tenerse el cuidado de definirlos para expresar realmente lo que el Propietario desea y entiende por coordinar o dirigir y para precisar las obligaciones y grado de autoridad del Supervisor.

Por lo que respecta a lo detallado que deben ser unas normas y a que lleguen a explicar el "como" se harán las actividades que contemplan, es difícil precisarlo ya que pueden llegar a coartar la libertad y el criterio del supervisor que son condiciones esenciales para un buen desempeño de su trabajo, y por otro lado pueden limitar su responsabilidad.

Se piensa a veces que las normas deben detallar todo lo que pueda necesitarse, suceder o presentarse, indicando cómo resolverlo. Ello demostraría falta de experiencia, de preparación, o el deseo de quitarse responsabilidades.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales, frecuentes en nuestra época y en nuestro medio, van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

Pasando ahora de lo general a lo particular y tratandose concretamente de normas para supervisar y coordinar obras de construcción, sus objetivos serán lograr que las obras se realicen con apego al proyecto respectivo, en el plazo establecido, con las calidades estipuladas, ajustándose al costo previsto y que se cumplan las obligaciones pactadas en los contratos de obras.

CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretenden reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando qué se espera como resultado de tales labores.

#... 6

Si se pretende que los servicios del supervisor sean también de coordinación, habrá que exponer en qué consiste dicha labor, que seguramente se referirá al ordenamiento de trabajos similares o diversos y que sean ejecutados por diferentes entidades o personas, a fin de llegar al resultado esperado y con la oportunidad prevista, sin interferencias ni pérdidas de tiempo hasta donde sea factible.

Si los servicios deben llegar al nivel de dirección habrá que definir qué se entenderá con dicho término, qué se espera de ese servicio de dirigir y sobre todo sentar en forma clara la autoridad y responsabilidad contenidas en la dirección de los trabajos.

Parte importante del contenido de las normas son los campos de acción del supervisor dentro del proceso de desarrollo de un trabajo o una obra, es decir, precisar el servicio o servicios que deba prestar dentro de las diferentes etapas que componen el desarrollo del trabajo.

Si, por ejemplo, se piensa en un desarrollo portuario, en un complejo industrial o en un conjunto habitacional, las primeras etapas después de la concepción general del proyecto serán las investigaciones, estudios previos técnicos, financieros y sociales, anteproyectos, etc., y todos ellos pueden ser suceptibles de supervisarse.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga. Estas facultades se refieren tanto a permitirle que trate determinados asuntos o aspectos del trabajo y cómo y con quienes puede tratarlos, como a la facultad de toma de decisiones.

Pensando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve al cabo dicha función.

#.. 7

En cuanto a responsabilidad, que es como decir " responder por", las normas conviene que precisen en qué consiste tal responsabilidad y a ser posible, llegar a concretar la responsabilidad de los diferentes niveles de un grupo de supervisión.

En ciertos casos o tipos de trabajo puede ser necesario detallar responsabilidades, funciones y actividades que se esperan de cada una de las personas según el nivel que ocupen dentro del grupo.

Habrá que observar que en estos trabajos de tipo profesional, como en los actos de la vida, para que haya responsabilidad tiene que haber libertad; pero ésto debe medirse cuidadosamente al formular unas normas que van a regir un trabajo concreto.

Otro aspecto del contenido de las normas, y muy importante, es el de fijar limitaciones en las labores de supervisión, que en realidad muchas veces quedan implícitas en la forma de redacción. Un ejemplo puede ser el fijar el límite de la responsabilidad en el cumplimiento de una orden o de una observación del supervisor, o decir que deberá abstenerse de cierta acción.

El sistema y los medios de comunicación del supervisor son esenciales para su trabajo y deben quedar claramente establecidos.

Los modelos y formatos para registros y controles, para comunicaciones y presentación de reportes, son parte indispensable en el contenido de las normas.

Para algunos casos y condiciones las normas podrían incluir sanciones por incumplimiento de las obligaciones del supervisor.

Finalmente cabe mencionar la conveniencia de que las normas incluyan elementos, requisitos y condiciones para la contratación de los servicios de supervisión, en cuanto a personal y en cuanto a empresa supervisora cuando sea el caso. El modelo de contrato para estos servicios podría también incluirse en el contenido de las normas.

.. 8

CAMPOS DE ACCION DE LA SUPERVISION Y/O COORDINACION DE OBRAS

Ya se mencionó antes que puede haber diversos campos de acción para la supervisión.

Tratándose del caso especifico de obras de construcción, los campos suceptibles de ser supervisados y/o coordinados pueden agruparse en tres grandes campos que son:

PREVIOS Y PREPARATORIOS PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA.
DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.
POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

Los detalles relativos a estos campos deben incluirse en las normas.

.. 9

CONCEPTOS GENERALES

DEFINICION.

La supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia e intervención en la realización de una obra, para lograr que un proyecto se realice conforme a los diseños (arquitectónicos, estructurales, de instalaciones etc.) de acuerdo en todas sus partes integrantes en cuanto a calidades, tanto de materiales como de mano de obra, señaladas en las normas y especificaciones, y dentro de un programa de tiempo y costo.

CONDICION FUNDAMENTAL.

La condición fundamental en la supervisión es que ésta sea preventiva y no correctiva. Esto quiere decir que antes de principiar cualquier etapa de la construcción se debe verificar que sus dimensiones y localización, niveles, calidad de los materiales por emplear herramientas y equipo, procedimiento constructivo, etc., sean los adecuados para garantizar que el trabajo se desarrollará logrando los resultados esperados, no dando lugar a que una vez terminado se tenga que corregir o demoler, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. Es obvio decir que debe mantenerse vigilancia sobre estos aspectos durante todo el desarrollo del trabajo, pero esto se refiere sólo a que la obra se apegue al diseño y sus especificaciones.

El principal elemento para prever el cumplimiento o incumplimiento de los avances conforme al tiempo, y de los costos, lo constituye la programación de la ejecución.

FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

El Supervisor, coordinador o director de la obra, es el apoyo principal y la única autoridad que actuará en representación de los intereses del Propietario auxiliándolo en todo lo relacionado con la ejecución de la obra, teniendo la responsabilidad total de ella, para lograr que se lleve a cabo conforme a lo previsto.

#... 10

EL SUPERVISOR.

El Supervisor es un especialista que generalmente después de una profesión, tal como Ingeniero o Arquitecto, ha profundizado en los aspectos constructivos, control de calidad, costos y control de tiempo, teniendo a su cargo la vigilancia técnica de las obras, representando al Propietario y responsabilizandose ante él de las actividades desarrolladas durante su labor de supervisión.

#... 11

RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

En esta sección se analizan las relaciones entre contratista y supervisor que son la parte esencial del tema a tratar.

El tema se dividirá en dos partes: RELACIONES TECNICAS Y RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO.

RELACIONES TECNICAS.

Le llamo relaciones técnicas a los aspectos de la realización de una obra en que el Supervisor interviene frente al Contratista para asesorarlo, orientarlo, informarlo, pedirle u ordenarle sobre la ejecución de la obra, para que ésta se apegue al proyecto, a las especificaciones y calidades, a los programas de tiempos y erogaciones y a los términos del contrato, con el fín de que se lleve al cabo en forma satisfactoria según lo pactado.

Para ello el Supervisor debe conocer detalladamente el proyecto, las normas y especificaciones de cada parte de la obra, el presupuesto, los alcances de los precios, los diversos programas de ejecución, el contrato, así como el sitio donde se ejecutará y los aspectos legales y los organizacionales del Propietario para que aplicando sus conocimientos técnicos, criterio y experiencia, pueda juzgar lo que haga el contratista y ayudarlo, asesorarlo, pedirle y ordenarle lo que proceda para la feliz realización del trabajo.

Esta acción del Supervisor debe fundamentarse en la PREPARACION PROFESIONAL Y TECNICA, QUE JUNTO CON LA EXPERIENCIA integran el CRITERIO, que es indispensable para sus relaciones con el contratista.

Es muy deseable que en estos aspectos el Supervisor este a mayor nivel que el contratista o al menos al mismo nivel, pues de lo contrario no será respetado y reconocida su posición.

#... 12

Hablando en términos generales, cuando una persona no es respetada u obedecida, por convencimiento, debido a su calidad y nivel intelectual y moral, tendrá entonces que recurrir al poder o fuerza que tenga por su posición, o a las amenazas o hasta la violencia. Tal situación debe evitarse pues es inestable y destructiva, y no implica autoridad.

Es recomendable para el Supervisor, evitar discusiones con el Propietario, con autoridades o entre compañeros de trabajo, delante del Contratista o de proveedores, pues con ello se demerita su posición de autoridad.

También se recomienda al Supervisor evitar la mala costumbre de estar dando instrucciones constantemente, pues ésto puede provocar reclamaciones del Contratista y también el que se sienta liberado de responsabilidad.

RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO

En esta parte se analizan los aspectos muy importantes, de las RELACIONES HUMANAS y de la COMUNICACION.

Sin duda esto es aplicable a todo género de relaciones: con contratistas, con el Propietario, con la empresa, con autoridades, con su subordinados y superiores, con visitantes, y también con amigos, compañeros y familiares.

RELACIONES HUMANAS

I.- LA PERSONA.- Los Roles que Desempeña y sus Conflictos.

Es necesario tener presente que el ser humano es una unidad:

BIO - PSICO - SOCIAL

Capaz de:

SENTIR - PENSAR - HACER (REALIZAR)

#.. 13

y que son determinantes estas características en el desempeño de sus Roles ya que las conductas y actividades que realiza una persona en cada Rol, nos permiten identificarlos como:

1.- **ROL SOCIAL:** Aquel en el que uno tiene el contacto con amigos, reuniones, grupos, compromisos sociales y hobbies (incluye actividades sociales y culturales en general) y que produce presiones que llevan a conductas de conformidad e inconformidad.

(CONFORMIDAD: Es el tipo de conducta que se presenta cuando las metas culturales como los medios organizacionales son aceptados y estan suficientemente internalizados por el individuo. Lógicamente la estabilidad de una estructura social depende del grado de conformidad de las conductas).

2.- ROL FAMILIAR: El trato con los padres, hijos y parientes.
3.- ROL PAREJA: La relación con la pareja que se tiene.
4.- ROL OCUPACIONAL: (PROFESIONAL), es el que desempeñamos en toda actividad productiva y/o remunerativa (trabajo, estudio).

Cuando en estos diferentes roles:

- Se llevan los problemas de uno al otro,
- Se confunde uno con otro,
- Se hace o acepta que un rol sea absorbente de uno mismo y de los demás roles,
- No hay autonomía, compatibilidad y comprensión de las personas que actuan en cada uno de los roles hacia los otros,

surge el CONFLICTO DE ROLES.

Cada persona puede analizar sus roles para darse cuenta si existe el equilibrio deseable en ellos, pues de lo contrario sus actividades traerán problemas que repercutirán en las relaciones humanas (se "llevará" sus problemas personales al trabajo, al grupo).

SOCIAL	FAMILIAR
Amigos	Afecto
reuniones (grupos)	Información
Hobbies	Gratificación
Deportes	Tiempo
Tiempo	

PAREJA	OCUPACIONAL
Afecto	Me gusta
Información	Me valoran
Gratificación	Me pagan
Tiempo	Soy eficiente
	Tiempo

Las calificaciones deben ser iguales para cada rol si la persona actua en forma equilibrada.

0= nada (no funciona, no existe, en calidad, en tiempo)
1= bajo (funciona poco, existe poco en calidad, en tiempo)
2= aceptable (funciona suficiente en calidad, en tiempo)
3= mucho (funciona en calidad y tiempo)

II.- LA PERSONA EN EL GRUPO - Dinámica Grupal.

Grupo es cualquier conjunto de personas que se reunan socialmente o de trabajo y se delimitan. Además todo grupo se caracteriza por ser dinámico, lo que genera los procesos dentro de él. Estos procesos generan principalmente dos tipos de conflictos:

CONFLICTOS REALES.- Que están referidos a situaciones reales, objetivas, generalmente referidas al tiempo, a la información o a bienes materiales y hechos que se dan en el presente sin mayor emoción.

CONFLICTOS EMOCIONALES.- (Imaginarios) Estos se refieren a situaciones emocionales, generalmente con transferencias de significados simbólicos que reviven inconcientemente situaciones del pasado que se traen al presente y se viven con mucha emoción.

(Este último tipo de conflictos es el que más problemas provoca en la organización por estar relacionado con los problemas de tipo interpersonales, teniendo una génesis de tipo intrapersonal).

PROBLEMAS INTERPERSONALES.- Son aquellos que se dan entre personas o entre una persona y un grupo.

Factores Interpersonales que Favorecen los Conflictos en la Organización - Grupo:

1. Agudo desacuerdo u oposición de intereses o ideas.
2. Transtorno emocional, resultante de un choque de ideas.
3. Lucha, pelea, etc., emocional y hasta física por posición, poder o control.
4. Responsabilidades o jurisdicciones no bien definidas.
5. Conflictos de intereses (reparto de tiempo, atenciones, información o bienes materiales).
6. Barreras a la comunicación - actitudes.

   - el 100 ó 96%
   - lector de mentes.
   - exitabilidad.
   - etiquetas.
   - amenazas.
   - demasiados temas.
   - despreciativo (desvaloriza todo).
   - tajante (cortante agresivo).
   - cerrado (se tiene información y no se da).
   - evasivo (cambia de temas y no se puede regresar).

7. Dependencia marcada entre una parte del conflicto y otra.
8. Alto grado de diferenciación entre personas o grupos.
9. Necesidad de que el acuerdo sea total (general, consensual).
10. Excesivas reglas de conducta

PROBLEMAS INTRAPERSONALES.- Son aquellos que tienen su origen dentro de la persona como son los de tipo emocional y físicos.

Los emocionales: Se manifiestan como rasgos de la personalidad, que en ocasiones aparentan ser cualidades y que a la larga se tienen resultados nefastos para sí mismos o para los demas; como anteriormente se mencionó en los conflictos emocionales en donde la problemática personal se lleva a todos los roles provocando los problemas interpersonales; ejemplos:

a.- Descalificación.- Que es un mecanismo interno por el cual las personas minimizan o ignoran ciertos aspectos de la realidad (de ellos mismos, de otros, o del mundo).

   Descalificar (negar) la existencia del problema.
   Descalificar la importancia o significado del problema.
   Descalificar la solución del problema.
   Descalificar la capacidad propia o ajena, para resolverlo.

b.- Transferencias.- Poner mascaras a otros.
c.- Vivir en el pasado.
d.- Transtornos de conducta.
e.- Etc. etc.

Todo esto impide el funcionamiento y desarrollo adecuado de la persona en sus actividades, así como en su trabajo, reduciendo la eficiencia en la organización.

Físicos.- Son las enfermedades que se pueden padecer, que también afectan la eficiencia.

Por lo tanto es conveniente hacer una buena selección de personal, a fín de prever problemas emocionales y físicos que serán en detrimiento del buen funcionamiento de la organización; sin olvidar la capacidad técnica que será en beneficio de ella.

III. INTEGRACION DEL GRUPO- COLABORACION- CORTESIA.

La comunicación, el conocimiento de los compañeros así como el autoconocimiento personal van a favorecer las buenas relaciones, y al ambiente de trabajo, teniendose una sensacion de seguridad, confianza y bienestar, que llevan a un buen rendimiento en la labor y a que se tenga colaboración y trabajo en equipo al ser conciente cada elemento del grupo que trabaja y convive con seres humanos semejantes a él; porque con quienes mas contacto directo tenemos es precisamente con los miembros de nuestra propia organización. Y mal puede verselas aquel que no empieza por dar él mismo, en su propio grupo, el buen ejemplo.

Para el grupo de trabajo existe un lenguaje especial. No se trata solamente del lenguaje hablado, pues se "habla" con los gestos, con la mirada o con un leve guiño que puede ser de broma, de picardia o de censura. Puede también que no se tenga que abrir la boca para llevar al otro el mensaje del silencio, el que más hiere y del que a nadie en particular se puede acusar porque ni siquiera un gesto hubo. Todo esto es el resultado directo de la proximidad entre unos y otros a través del tiempo, de la relación diaria de trabajo y de problemas personales. De ahi lo "demasiado especial" del lenguaje que todos venimos obligados a usar en el trabajo.

Recordemos que pasamos al menos la tercera parte del dia en la relación directa con el compañero de trabajo y tal vez no nos compenetramos de su modo de vida, de sus problemas, de sus necesidades, sus ideales, sus afanes, sus planes y de todo aquello que un ser humano es capaz de sentir, pensar y realizar. Debieramos considerarlo como un miembro mas de nuestra familia, pero en general no es así.

#... 18

A todos nos gusta que nos distingan, y no existe una mayor distinción que aquella del compañero que reconoce y habla de lo educado y fino que es uno, de lo agradable que le resulta nuestra presencia.

La cortesia es algo abstracto, encierra los elementos básicos de la cohesión ..... de grupo. Tan así es que, con puntos de vista opuestos y de orígen social y educacional diferentes, se puede trabajar al unísono como una solo unidad. Practiquemos la cortesía reconociendo las cualidades de nuestros semejantes. ¡No cuesta nada y vale tanto!.

#... 19

COMUNICACION.

Es el proceso mediante el cual el ser humano transmite sus ideas, decisiones, etc. a otros. En el caso de un Supervisor, éste debe comunicarse eficiente y eficazmente con el Propietario, con el Contratista, con sus compañeros de mayor y de menor nivel así como con una diversidad de personas involucradas en la realización de una obra.

No existe nada más frustrante, que el ver nuestros trabajos, que se consideran técnicos y de alta importancia, subestimados o descartados por los superiores que no los entendieron por fallas en la comunicación.

En muchos casos, lo anterior nos lleva a un desaliento y a un fatalismo, algo así como "los de arriba no están preparados para entendernos", debilitándose nuestro esfuerzo, aislándonos y esterilizándonos aún más en las funciones, en capacidad profesional, en relaciones interpersonales. Y se llega a la conclusión de que el eslabón débil de la cadena esta en la comunicación.

Consideramos que para que la comunicación se efectúe, se requiere que exista un Emisor y un Receptor, donde el Emisor envía un mensaje y el Receptor lo recibe y se produce un intercambio de estímulos y respuestas entre ambos.

Tipos de Comunicación: Verbal - Escrita - Gesticular.

OPTIMIZAR LA COMUNICACION es colocarse en el nivel - al instante de comunicar - para adecuarse a las personas receptoras. Los resultados serán la comprensión real de lo expuesto, que ante un problema será el elemento básico para la toma de decisión.

Perdóneme, no entendí lo que quiso decir.
No vi el memorando que mandaron de su departamento.
Excúseme, no me avisaron a tiempo.
Qué pena, se me olvidó anunciarle que lo esperaban en su despacho.
No sé de qué me está hablando. Aquí nadie ha dicho nada.

Estas y otras miles de frases se escuchan a menudo en las empresas modernas y en los diversos trabajos. Ninguna tendría nada de trascedental, si no fuera porque cada palabra está costando dinero.

Las comunicaciones han mejorado en toda su estructura tecnológica, pero han venido desmejorando en su parte humana.

Cada día se cometen más errores por fallas en las comunicaciones o por ausencia de las mismas. Las comunicaciones empresariales se han convertido en toda una compleja ciencia, a veces tan grande y costosa, que se hace necesario encargar a un experto asumir la responsabilidad de aumentar su eficiencia y bajar su costo.

ASPECTOS TEORICOS DELA COMUNICACION.

A partir del modelo clásico de la teoría de las comunicaciones, y como una expansión del mismo, se desarrolla un modelo específico, que contempla, además, el problema semántico en el grupo o en la empresa, el sico-organizacional, el referente al tipo de desarrollo de operaciones mentales del Receptor y el de la dupla: actitud-aptitud del mismo.

UN MODELO DE LA COMUNICACION.- La idea de mensaje implica la de transferencia de un "representante mental" de un individuo a otro. Para que sea efectivo, todo mensaje debe cumplir con cuatro condiciones fundamentales:

1.- Que exista un medio físico adecuado para que pueda propagarse. (el aire, conductor eléctrico, campo electromagnético, papel, onda luminosa).

2.- Un acuerdo previo sobre las características sintácticas y de codificación del mensaje, así como la relación biunívoca entre símbolos del idioma y señales físicas.

3.- La coordinación efectiva del valor semántico de las palabras que constituirán el mensaje.

4.- La máxima concordancia posible en la interpretación sicológica del texto transmitido a fin de lograr la transferencia de la representación mental deseada.
(Hay que considerar la posible falibilidad del incumplimiento de cada una de las condiciones).

- La teoría de las comunicaciones desarrolla una metodología matemática para características y para codificación.
- El medio físico adecuado debe ser resuelto por medio de técnicas convencionales.
- El aspecto semántico y cognoscitivo ameritan una extensión de la teoría de las comunicaciones.

El modelo consta de una etapa de codificación en el individuo Emisor (se efectúa a partir de la correspondencia biunívoca establecida entre los símbolos y las señales a emitir), una etapa de propagación física de las señales (depende lógicamente del medio físico elegido) y una tercera etapa de decodificación o descifrado en el Receptor, (se hacen corresponder símbolos a las señales físicas recibidas).

Además, debido a la natural e inevitable imperfección del canal físico de transmisión, se agrega al modelo un bloque de interferencias ó "ruido" que acciona sobre las señales suprimiendo algunas de ellas ó modificándolas ó inyectando señales no transmitidas (no deseadas), afectando la fidelidad del mensaje transmitido.

/.. 22

La consideración del ruido inyectado en un canal de transmisión, hace deseable contar con un cierto porcentaje de redundancia, a fin de no omitir señales en detrimiento del mensaje.

La redundancia a veces resulta favorable, por ejemplo para asegurar que la gente pueda entender lo que se está haciendo ó diciendo. El abuso de ella por el Emisor puede llegar a confundir al Receptor.

El modelo de comunicación: Emisor-canal-fuente de ruido-Receptor, es interpretación de tipo cibernético-

EL PROBLEMA SEMANTICO.- El valor semántico de las palabras ó de una expresión determinada puede representar cosas muy distintas, incluso para especialistas en el tema.

El problema semántico del "lenguaje", puede constituirse en una fuente de inyección de ruido que perturba la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. De esa manera, al ruido debe agregársele el ruido semántico.

SIMBOLOGIA.- En cuanto a la simbología utilizada, deberán seguirse los principios nemotécnicos fundamentales, es decir, que la expresión simbólica que es presentada a modo de fonema, resulte en lo posible fácilmente pronunciable, lo que facilitará su recuerdo y su utilización oral.

La distorsión del sentido del mensaje, originada por interpretar a éste con el exclusivo punto de vista del área funcional, en que se desenvuelve el receptor, es por tanto, una fuente de ruidos que inyecta los mismos en la comunicación. Estos ruidos pueden denominarse sico-organizacionales y son introducidos en la etapa de representación mental, posterior a la decodificación.

/... 23

DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA.- El desarrollo de la inteligencia es un aspecto cualitativo de la misma, desde el nacimiento a la adultez. Está vinculado a nivel sicológico con distintas relaciones entre los "significantes", definidos como la representación mental operativa del medio, y los "significados" de dichos elementos.

A través de las relaciones significante-significado, se llega a definir el índice, señal-símbolo-signo. Algunos autores denominan a la relación significante-significado, con la palabra código, que englo ba tanto a los símbolos como a los signos.

Finalmente, para lograr la aceptación del mensaje, ya decodifica do y comprendido, se requiere contar con una favorable dupla "aptitud-actitud" del Receptor.

ES IMPORTANTE QUE CON TODA CLARIDAD Y FRANQUEZA, EN LOS TIPOS DE ASUNTOS A TRATAR, SE RESUELVAN LOS PROBLEMAS SEMANTICOS Y DE SIMBOLOGIA ASI COMO LA DEFINICION DE LOS CANALES ADECUADOS, DETECTANDO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS O RUIDOS QUE DESVIRTUAN LOS PROPOSITOS DE LAS COMUNICACIONES.

SUGERENCIAS E IDEAS PARA MEJORAR LAS COMUNICACIONES.

1.- No improvisar cuando de comunicaciones se trate.- La mayoría de los errores de comunicaciones se deben a la improvisación. No planear de antemano lo que se va a comunicar puede resultar costosísimo. Por lo tanto, cuando se quiera comunicar algo hay que prepararlo con sumo detenimiento, sin pensar que se está perdiendo el tiempo. Piense que está utilizando tiempo para que otros lo ganen y sus costos no se eleven. Fíjarse detenidamente qué es lo que se quiere comunicar. No se trata sólo de lo que uno entiende, sino de lo que van a entender los otros. Piense en la gente que va a recibir su comunicación. "Si quiere hablar a Juán Pérez, lo que Juán Pérez debe entender, es preci so que piense como Juán Pérez y vea con los ojos de Juán Pérez".

...24

2.- Emplear el medio de comunicación más adecuado.- Los costos también se elevan demasiado cuando el medio es equivocado. La selección del medio de comunicación es otro de los factores fundamentales para aumentar la eficiencia. Hay muchos medios de comunicación y cada uno tiene su valor. Errar en escoger el medio siempre cuesta, y no sólo porque el mensaje no llega a su objetivo, sino porque se hace necesario repetirlo en otro medio y por lo tanto debe volverse a estudiar todo el proceso de la comunicación.

Los receptores de la comunicación, por otra parte, son diferentes. Con algunos puede emplearse la palabra escrita, con otros es imposible, con muchos puede emplearse el lenguaje gráfico, con otros sólo es posible entenderse hablando. A algunos hay que verlos, a otros basta llamarlos por teléfono.

3.- Tener en cuenta al ser humano.- Muchas comunicaciones carecen de sentido humano. Alguna gente habla por teléfono como si estuviera hablando con el aparato y no con una persona. Otras gentes sólo comunican a la mente y descuidan el corazón de su receptor.

Cuando se trata de comunicar a seres humanos hay que tener en cuenta que son tales. Por lo tanto no hay que atropellar sus ideas, sus principios ni sus sentimientos, hay que comunicar a los sentidos pero también al corazón.

4.- Enviar las comunicaciones a tiempo.- El tiempo es uno de los enemigos mortales de las comunicaciones. Casi todo llega tarde. El éxito de las comunicaciones radicará en hacerlas con suficiente antelación. No hay que esperar hasta última hora y no se debe dejar nada a la imaginación, ni al prejuicio de que la "gente ya lo sabe".

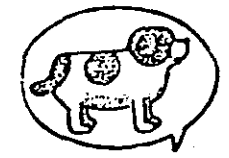
5.- Hacer mensajes claros, concretos y concisos.- Este principio es conocido con el nombre de la regla de las tres "C" y se debe tener siempre en cuenta. Un célebre industrial decía: "Ningún buen mensaje debe llevar más de una idea".

...25

El lenguaje gráfico también permite hacer mensajes cortos y claros. Se emplea universalmente para turistas que no hablan idiomas. Una buena ilustración afirma tanto como muchas palabras. "Si no puede decirlo, ilústrelo", es otro buen principio. Cuando por medio de palabras no pueda expresarse claramente, hágalo con papel y lápiz.

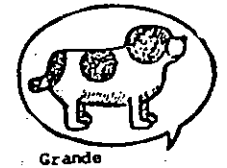
6.- Cuidar muy bien los mensajes no hablados.- Cuando se está participando en un diálogo de cualquier naturaleza, debe tenerse cuidado no sólo de lo que dice sino de la manera como se dice. El lenguaje corporal, facial, ocular y de las manos también cuenta. Muchas veces la boca dice una cosa y los ojos otra; otras veces la palabra afirma algo pero las manos y los pies indican lo contrario. El gesto y las expresiones pueden ser más comunicadoras que las simples palabras.

SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE COMUNICAR ES MAS QUE HABLAR.


Tengo un animal doméstico en casa


Es un perro


Es un San Bernardo


Grande


Café y blanco


Que bueno
¿Qué clase de animal?


¿Qué clase de perro?


¿Cachorrito, o ya grande?


¿De qué color es?


Podrías haberme dicho desde el principio que tienes en casa un perro San Bernardo, crecido, color café y blanco


¿ Porqué nadie me entiende?

LIDERAZGO Y AUTORIDAD

LIDERAZGO.

Existen numerosos enfoques y definiciones del Líder y del Liderazgo:

"El ejercicio de la autoridad y de la toma de decisiones".
"El proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas".
"El lider es el que logra que otros lo sigan".

La palabra líder procede del inglés "to lead", conducir, luego el líder es un conductor de personas.

Estas definiciones contienen dos premisas:

- Que el liderazgo implica una distribución desigual, pero legítima de la influencia y del poder (autoridad).
- Que no existen líderes aislados. Su rol para existir requiere los roles complementarios de seguidores, miembros del grupo.

Horsey y Blanchard, resumen los conceptos de la mayoría de los autores sobre el tema en la definición que sigue:

"Liderazgo es el proceso de influencia sobre las actividades de individuos o grupos para lograr metas comunes en situaciones determinadas".

Todos los ejecutivos que supervisan y dirigen a subordinados son por ello líderes al funcionar dentro de una estructura, respondiendo a la última definición.

Los numerosos autores sobre el tema de como debería liderar "el directivo ideal" no han podido ponerse de acuerdo, ya que sus definiciones en general no responden a las múltiples y variadas situaciones que éste debería enfrentar. Mencionemos algunas de las diferentes teorías y modelos sobre estilos gerenciales, propuestas por

especialistas en Desarrollo Organizacional:

Es conveniente distinguir cuatro tipos de líderes de grupo:

1) El autocrático.- Toma las decisiones sobre la base de sus propios intereses, o de intereses especiales dentro y fuera del grupo.

2) El paternalista.- Actúa según los intereses del grupo, tal como él interpreta estos intereses.

Los líderes autocráticos y paternalistas, son aquellos en los cuales las decisiones son tomadas por el líder, quien es elegido por el grupo o designado por alguna autoridad exterior. Una gran parte de las técnicas y acciones de los líderes autocráticos y paternalistas, son análogas. La diferencia reside en los motivos de los líderes.

3) El individualista o permisivo.- Es producto de una sociedad o grupo de transición. En medio de la inseguridad de la democracia en evolución opina a menudo que la forma de dirigir es no dirigir en absoluto, dejar que la gente aunque inmadura, tenga la completa "libertad".

4) El participativo.- Es el que actúa por participación en el grupo. Los miembros trabajan en conjunto para lograr una elevada cohesión de grupo; el ambiente queda determinado por él mismo. Se asigna la máxima importancia al crecimiento y desarrollo de todos los miembros del grupo ninguno de los cuales es líder; el liderazgo es distribuido.

Existe otra teoria que valúa al lider en función de 2 variables que son: El interés por la producción y el interés por la gente, teniendose 5 estilos de liderazgo:

/... 28

El "Empobrecido".- Bajo interés por la producción y por la gente.
El "Club Campestre".- Alto interés por la gente y bajo por la producción.
El "Dedicado a la tarea".- Alto interés por la producción y bajo por la gente.
El "Mitad del Camino".- Su objetivo es el equilibrio entre las exigencias de la producción, y
El "Equipo máximo".- Interesado por la producción y por la gente; cumple las metas mediante el trabajo en equipo con gente motivada y vinculada con relaciones de confianza.

Cual es el mejor estilo de liderazgo?

El lider situacional para ser efectivo es el que adecúa su estilo de liderazgo de acuerdo a la situación y al momento. Para lograrlo necesita capacitación y entrenamiento a fin de que el liderazgo formal coincida con el liderazgo natural y tenga flexibilidad. También el liderazgo de grupo estará estrechamente ligado con los tipos de estructura de grupo. Se podría decir que cada grupo eligirá el lider que mejor concuerde con su estructura o característica o a la inversa, el lider escogerá a los seguidores de acuerdo a su problemática personal.

AUTORIDAD.

Existen dos tipos de autoridad:

Autoridad formal o delegada.- Es la que una persona recibe cuando es nombrada para un puesto, o cuando es delegada.

Autoridad informal.- Es la capacidad para inducir una sugerencia a una persona determinada para que lleve a cabo una proposición específica.

Lo conveniente es que el lider tenga:

Autoridad y liderazgo formal, o mejor todavia:
Autoridad informal y liderazgo inato.

...29

De cualquier modo que se vea la situación, no debe perderse de vista que la autoridad es una investidura de la persona, para el logro de un propósito específico. En el caso de la realización de una obra, ese será el propósito específico u objetivo, que no debe perderse.

El Supervisor, como tal, es el responsable del "proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas"; y en una obra debe ser la autoridad, que el Propietario le ha delegado.

También conviene tener presente que el hecho de ser lider y tener autoridad implica la responsabilidad y obligación de servicio. (Servir a las personas, servir al grupo, a la organización, a la empresa, a la comunidad, para el logro de sus fines).

...30

TOMA DE DECISIONES.

Una decisión consiste en dar solución a un problema específico.

Para tomarla conviene sopesar los diversos criterios que intervienen así como el acopio de la información necesaria para tener elementos de juicio.

En labores de supervisión de obras se presentan situaciones que demandan tomar decisiones, las cuales deben considerarse y estudiarse con cuidado sopesando sus consecuencias y repercusiones diversas. Algunos ejemplos pueden ser los siguientes: Estudio y análisis de modificaciones al proyecto; modificaciones en procedimientos constructivos; reprogramaciones que alteren o no alteren fechas de terminación; aceptaciones o rechazos de personal, de maquinaria, de materiales, de trabajos o de instalaciones; aplicación de sanciones; suspensiones de obra parciales, o total; trabajos extraordinarios o por administración; situaciones imprevistas o de emergencia.

CARACTERISTICAS DE UNA SITUACION DE DECISION.

- Un objetivo.- Se requiere tener el logro de un fín.
- Cursos de acción alternativos.- Son las diferentes formas o medios para obtener el fin. Se hace la selección de alternativas mediante diversos sistemas de selección de ellas.
- Factores importantes.- Económicos. Tecnicos, personales, sociales, políticos, que pueden ser igualmente importantes para las distintas alternativas.

Dentro de los factores hay que tomar en cuenta, además de los muy importantes antes mencionados, al humano, ya que toda decisión estará influenciada por el razonamiento, por las emociones, la problemática personal, así como la influencia de los roles.
El no tomar una decisión oportuna, es una decisión de no decidir.

...31

FACTORES INTRAPERSONALES QUE IMPIDEN TOMAR BUENAS DECISIONES.

- Temer no tener la información adecuada, o no elegir la mejor línea de acción. (ya tomada la decisión, pensar que no fué la adecuada).
- Tomar la decisión de inmediato, sin haber analizado, como correspondía, sus consecuencias.
- Decidir por sí solo y prometerse asumir todas las consecuencias hasta la última instancia.
- Elegir la decisión que provocará menos dificultades interpersonales.
- Postergar la decisión.

TEORIAS O TECNICAS USUALES PARA LA TOMA DE DECISIONES.

- Teoría de la optimización.- Es mediante la determinación de los valores de los parámetros controlables, empleando la función criterio y las restricciones. Queda como resultado el valor extremo del concepto a optimizar.
- Teoría de probabilidades.- O de conclusiones inciertas, por asignar un valor numérico al grado de incertidumbre que pueda existir respecto a un evento particular.
- Teoría de la estadística.- Esta relacionada con datos u observaciones que ayudan a llegar a conclusiones racionales basandose en los datos recopilados.
(Las teorías de probabilidades y de estadística estan internamente ligadas. Dan lo que se llama índices de confiabilidad).
- Teoría de la decisión de la utilidad.- Proporciona un medio para la medición en una sola escala de diversidad de valores dimensionales, para la selección de estrategias para optimizar las probabilidad de obtener un valor máximo en la escala de utilidad-

En resumen, tomar una decisión implica alcanzar una meta u objetivo, para lo cual es necesario considerar un conjunto de soluciones - posibles, un conjunto de factores importantes y, tal vez, alguna - incertidumbre respecto a las posibles consecuencias de las diversas - alternativas o soluciones.

...32

CUALIDADES QUE DEBE TENER UN SUPERVISOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN CONTRATISTA.

1.- Que el supervisor haya sido también contratista.
2.- Que sea exigente en cuanto a la calidad de los trabajos, pero no perfeccionista.
3.- Que tenga experiencia en la construcción de obras similares a las que está supervisando.
4.- Que sea diligente en el cumplimiento de sus labores, tanto de campo como de gabinete.
5.- Que esté adecuadamente remunerado, para que no tenga resentimientos contra el personal del contratista.
6.- Que sea honrado, pero no puritano.
7.- Que tenga el valor civil de aceptar que está equivocado, cuando sea el caso.
8.- Que conozca cuales son las funciones y objetivos de una supervisión.
9.- Que sea puntual.
10.- Que tenga sentido de responsabilidad.
11.- Que sea oportuno.
12.- Que tenga capacidad para evaluar y tomar decisiones.
13.- Que sea previsor.
14.- Que sea respetuoso.
15.- Que tenga iniciativa para resolver satisfactoriamente los problemas imprevistos y de emergencia que pudieran presentarse en la obra.
16.- Que tenga tacto o delicadeza para manejar las situaciones de controversia que se presenten.
17.- Que sea objetivo y justo en sus apreciaciones.

CONCLUSIONES.

Un BUEN Supervisor de obra conoce el proyecto, los programas los controles, es capaz de idear y diseñar procedimientos constructivos y es cumplido con sus responsabilidades.

Pero un Supervisor DESTACADO, conoce además el arte de la diplomacia.

Otra conclusión consiste en que debemos percatarnos de la necesidad de analizar o analizarnos como supervisores y CAPACITARSE para poder desempeñar profesionalmente y eficazmente esa importante función.

Reflexiones Generales.

Empléate a fondo en tu trabajo.

Preguntate si acaso tu trabajo sufre merma porque pasas demasiado tiempo en quejarte y demasiado poco en cumplir con las responsabilidades para las que se te llama y se te paga.

Si trabajas para un hombre, trabaja de veras por él.

Si es él quien paga tu salario, trabja por el, habla bién de el, defiendelo en su persona y en la institución que represente.

Si te ponen en aprietos, recuerda que un gramo de lealtad vale más que un kilo de inteligencia.

Si piensas en atacarlo, prefiere renunciar a tu posición; pero mientras formas parte de su organización, no lo condenes.

Dá muestras en tu trabajo del mismo ardor e iniciativa que esperas de los que tengas o tuvieras que pagar sus salarios.

Lo que quieras que los demás hagan contigo, hazlo tú con ellos.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

RECEPCION DE OBRAS

ING. ROGELIO RIVERO CARRARO

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

RECEPCION DE OBRAS

OBJETO DEL ACTA DE RECEPCION.

TIPOS DE RECEPCION.

RECEPCION DE CONTRATOS
- PARCIAL
- TOTAL

RECEPCION DE OBRAS
- TOTAL
- PARCIAL

CAMBIO DE DOMINIO.- (TRASLADO)

ASPECTOS CONTRACTUALES Y LEGALES

ACTAS DE RECEPCION

GUIA DE RECEPCION

FORMA DE ACTA SPP.

EJEMPLO DE ACTA
- SECRETARIA DE MARINA
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

O B R A S D E R E C E P C I O N

Colaboración del Ing. Rogelio Rivero Carraro,
al Curso SUPERVISION DE OBRA impartido en el
Colegio de Educación Contínua

Mayo de 1982.

T E M A: ACTAS DE ENTREGA RECEPCION'

EL ACTA DE RECEPCION DE OBRAS TIENE POR OBJETO EL FINIQUITAR LOS COMPROMISOS CONTRACTUALES UNA VEZ QUE HAN SIDO CUMPLIDOS POR LAS PARTES.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE RECEPCION:

1. ACTAS DE RECEPCION PARA LIBERAR COMPROMISOS (Contratos de Obra ó Suministro):
   - PARCIAL
   - TOTAL

2. RECEPCION DE OBRAS
   - PARCIAL
   - TOTAL

3. TRASLADO DE DOMINIO.

3.1. De acuerdo con las disposiciones legales es factible realizar la recepción parcial ya sea de áreas posibles de poner en servicio, ó bien por períodos fiscales: en esa situación es previsión del contratante definir si lleva a cabo una u otra.
En términos generales las empresas constructoras procuran tener Actas de tal forma que puedan ir liberando parte de los compromisos.
Nunca una Estimación puede ser considerada como recepción de obra a satisfacción de una contratante.

3.2. Recepción de Obras.- En ocasiones un Contrato involucra la realización de diversas obras, por ejemplo, la construcción de unidades habitacionales, que pueden las contratantes ir recibiendo unidades terminadas para entregarle al usuario;

ó bien en ocasiones un conjunto de obras, amparadas por diversos contratos, no son recibidas hasta concluída la totalidad, principalmente originado por la interrelación entre ellas.

ASPECTOS CONTRACTUALES

EN LA ACTUALIDAD LA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA REGULACION AL RESPECTO, LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION, EN EL CAPITULO RELATIVO A MODELOS DE CONTRATO, ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN DE CUBRIRSE PARA PODER FINIQUITAR EL COMPROMISO.

EN TERMINOS GENERALES, LA RECEPCION DE OBRAS NO TIENE NINGUN PROBLEMA CUANDO LOS ELEMENTOS DE CONTROL QUE SE REQUIEREN PARA LLEVAR A CABO LA OBRA HAN SIDO SEGUIDOS ORDENADAMENTE POR LA RESIDENCIA DE OBRAS.

LOS ELEMENTOS MINIMOS DE CONTROL PARA LA OBRA SON LOS SIGUIENTES:

- PROYECTO GENERAL DE PLANOS Y DE LA OBRA
- PROGRAMA DE OBRA
- RELACION DE CONTRATOS O ACUERDOS DE OBRA POR ADMINISTRACION DIRECTA
- PRESUPUESTO DE LA OBRA
- CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS
- ESTIMACIONES AUTORIZADAS O RELACIONES DE GASTOS EFECTUADOS.
- NUMEROS GENERADORES
- ESPECIFICACIONES GENERALES Y COMPLEMENTARIAS
- CONTROL DE CALIDAD
- BITACORA

- MEMORIA FOTOGRAFICA
- MODIFICACIONES
- RELACION DE CONCEPTOS Y VOLUMENES EJECUTADOS CON SUS CORRESPONDIENTES PRECIOS UNITARIOS.

LA NUEVA LEY DE OBRA PUBLICA ESTABLECE LA OBLIGACION DE AL EFECTUAR LA ENTREGA RECEPCION DE UNA OBRA, PROPORCIONAR OPORTUNAMENTE EL INMUEBLE, EN CONDICIONES DE OPERACION, LOS PLANOS ACTUALIZADOS, Y LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE FUERON APLICADAS EN LA EJECUCION, ASI COMO LOS MANUALES E INSTRUCTIVOS DE OPERACION, CONSERVACION Y MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTES.

ELEMENTOS QUE DEBEN CONTEMPLAR LAS ACTAS DE RECEPCION:

EN PRIMER TERMINO DEBERA DESCRIBIRSE CLARAMENTE EL OBJETO DE DICHA ACTA; RECIBIR TOTAL O PARCIALMENTE POR LA CONTRATANTE, LOS TRABAJOS DESARROLLADOS POR LA CONTRATISTA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL CONTRATO DE REFERENCIA Y SUS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.

DEBERA CONTENER LA INFORMACION BASICA QUE DEFINA:

- NOMBRE DEL CONTRATANTE
- DIRECCION U OFICINA ENCARGADA DE LA EJECUCION DE LA OBRA
- NOMBRE Y LOCALIZACION DE LA OBRA
- UNIDAD FEDERATIVA DONDE SE REALICEN LOS TRABAJOS
- NUMERO DE CONTRATO DE LA CONTRATANTE, SU FECHA Y MONTO
- NUMERO DE REGISTRO DE LA EMPRESA EN EL PADRON DE CONTRATISTAS; EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL, EL NOMBRE DE LA CONTRATISTA EJECUTORA DE LAS OBRAS
- NUMERO DE REGISTRO DE LA CONTRATISTA EN LA CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, EN EL CASO DE SER OBRA PARTICULAR.
- LUGAR, FECHA Y HORA DE LA RECEPCION.

POR OTRA PARTE, ES NECESARIO PRESENTAR LA SIGUIENTE INFORMACION:

- EL ORIGEN DE LOS RECURSOS
- LA AUTORIZACION RESPECTIVA EN EL CASO DE SER OBRA FEDERAL
- BAJO QUE CONDICIONES FUE OTORGADO EL CONTRATO (Concurso y/o Adjudicación Directa)
- FECHA DE INICIACION QUE ESTABLECE EL CONTRATO
- FECHA REAL DE INICIACION
- FECHA DE TERMINACION SEÑALADA EN EL CONTRATO Y LA FECHA REAL DE TERMINACION
- EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SEÑALAR LAS COMUNICACIONES RESPECTIVAS A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

DEBERA CONSIGNARSE TAMBIEN EN LAS ACTAS DE ENTREGA RECEPCION LA PERSONALIDAD DE LOS INTERVENTORES, CUANDO MENOS EL CORRESPONDIENTE AL CONTRATANTE, AL CONTRATISTA Y, EN EL CASO DE OBRAS PUBLICAS, SI DECIDE INTERVENIR EL CORRESPONDIENTE A LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

CAPITULO DE GRAN IMPORTANCIA, QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS ES DESCRITO SUSCINTAMENTE, ES EL RELATIVO A LOS TRABAJOS EJECUTADOS. SE ESTIMA DE GRAN IMPORTANCIA EL ANEXAR LA RELACION DE OBRA REALMENTE EJECUTADA Y SUS CORRESPONDIENTES VOLUMENES Y PRECIOS UNITARIOS.

ASI MISMO, DEBERAN ASENTARSE LOS DATOS GENERALES DE LA FIANZA O FIANZAS, OTORGADAS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA EJECUCION. PRINCIPALMENTE SE DEBERA INDICAR EL MONTO Y PERIODO DE VIGENCIA DE DICHA FIANZA; ASI TAMBIEN DEBERA ASENTARSE CUALQUIER OTRA GARANTIA ENTREGADA.

ES MUY IMPORTANTE QUE SE INDIQUE EL NUMERO, PERIODO E IMPORTES DE LAS ESTIMACIONES GENERADAS, YA QUE CON ELLO SE PERMITE OBTENER LOS SALDOS A FAVOR O EN CONTRA. DEBERAN ANOTARSE CLARAMENTE LOS CREDITOS A FAVOR DE LA CONTRATISTA, IMPORTE TOTAL DE LAS ESTIMACIONES, IMPORTE DE LA DEVOLUCION DE MATERIALES, IMPORTE DE PAGOS HECHOS POR EL CONTRATISTA POR CUENTA DE LA CONTRATANTE.

CARGOS AL CONTRATISTA, ES DECIR, IMPORTE DE LAS SANCIONES, IMPORTE DE LOS MATERIALES QUE FUERON SUMINISTRADOS POR EL CONTRATANTE, PAGOS HECHOS POR LA CONTRATANTE A CUENTA DEL CONTRATISTA, DEDUCCIONES POR IMPUESTO Y DERECHOS, ETC. ETC.....

TAMBIEN DEBERA INDICARSE EN BASE A PROCEDIMIENTOS ANTERIORES EL SALDO QUE SE CANCELA O BIEN EL ADEUDO CORRESPONDIENTE.

EN LA PRESENTE ACTA DEBERA CONSIGNARSE LAS MODIFICACIONES QUE SUFRIO EL PROYECTO, LAS ESPECIFICACIONES O BIEN EL PROGRAMA CON EL FIN DE DESLINDAR RESPONSABILIDADES,QUE SE APLIQUEN LAS SANCIONES CORRESPONDIENTES,EN SU CASO, AL CONTRATISTA. ESTAS SANCIONES ESTAN CONTEMPLADAS EN EL CONTRATO, DONDE SE ESPECIFICAN LAS CAUSAS Y LOS IMPORTES QUE SE DEBEN APLICAR.

DENTRO DE LOS TERMINOS DEL CONTRATO SE RECIBEN LOS TRABAJOS DESCRITOS RESERVANDOSE EL DECRETO DE HACER POSTERIORMENTE LAS RECLAMACIONES QUE ESTIMEN PROCEDENTES POR OBRA FALTANTE, MAL EJECUTADA, MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS, PAGOS INDEVIDOS O VICIOS OCULTOS.

EL CONTRATISTA MANIFIESTA Y ACEPTA QUE NO TIENE RECLAMACIONES QUE HACER A LA CONTRATANTE.

CUANDO HUBIERE OBSERVACIONES QUE SE DEBAN CONSIGNAR EN EL ACTA, COMO DATOS Y CONCEPTOS QUE ACLARE LO REGISTRADO EN EL FORMATO, SE ASENTARAN CON CLARIDAD Y EN FORMA CONCISA.

FINALMENTE, SE DEBERA SEÑALAR EL NOMBRE, CARGO Y DEJAR UN ESPACIO PARA FIRMA DE TODAS LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN EL ACTO DE ENTREGA RECEPCION DE LA OBRA, EN EL LUGAR, FECHA Y HORA INDICADOS.

RRC'rme

GUIA PARA ELABORAR EL ACTA DE RECEPCION DE OBRAS

I. Del Objeto.

+ 1.1. Recibir total o parcialmente por la Contratante, los trabajos ejecutados por el contratista, de acuerdo con lo indicado en el contrato de referencia y sus documentos complementarios.

II. De la Información Básica Inicial.

2.1. Nombre de la Contratante.
2.2. Dirección u Oficina encargada de la Obra.
2.3. Nombre y localización de la Obra.
2.4. Entidad federativa donde se realizaron los trabajos.
2.5. Número del contrato en la Dependencia, fecha y monto.
2.6. Número del Registro del Contrato en la S.P.P.
2.7 Contratista que ejecutó los trabajos.
2.8. Número del Registro del contratista en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal de la S.P.P.
2.9. Lugar, fecha y hora de la recepción.

III. De los Antecedentes.

++ 3.1. Autorización de inversión de la Sría de la Presiencia. (número de oficio y fecha).
++ 3.2. Concurso. Número, fecha de la adjudicación e importe.
++ 3.3. Fecha de iniciación de los trabajos según contrato.
++ 3.4. Fecha real de iniciación.
++ 3.5. Número y fecha del AVISO DE INICIACION (formato oficial) enviado a la S.P.P.
+++ 3.6. Fecha de terminación de los trabajos según contrato.
+++ 3.7. Fecha de terminación de los trabajos según prórroga concedida, señalando número y fecha del oficio enviado al contratista.
+++ 3.9. Número real de terminación de los trabajos contratados.
++ 3.8. Número y fecha del aviso de prórroga enviado a la S.P.P.
++ 3.10 Fecha de envío del AVISO DE TERMINACION a la S.P.P.
++ 3.11 Número y fecha del oficio de la SOLICITUD DE REPRESENTANTE enviado a la S.P.P.

IV. De la Personalidad de los que intervienen.

+++ 4.1. Por la Contratante.
Nombre y cargo de los funcionados designados.
+++ 4.2. Por el Contratista:
Nombre del representante debidamente acreditado.
+++ 4.3. Por la Secretaría de Programación y Presupuesto.
Nombre del representante designado o notificación de no intervención, indicando número y fecha del oficio correspondiente.

V. De los Trabajos Ejecutados.

+++ 5.1. Descríbanse en DETALLE las partes o aspectos principales, a fin de facilitar su identificación.

VI. De las Modificaciones.

+++ 6.1. Descríbanse las modificaciones substanciales autorizadas en el proyecto, las especificaciones, o el programa. Infórmese el número y fecha de las comunicaciones relativas enviadas a la S.P.P.

VII De las Garantías.

+++ 7.1. Datos generales de la fianza o fianzas, indicando su monto y vigencia.

+++ 7.2. Datos generales de otras garantías, indicando su monto y vigencia.

VIII. De las Estimaciones.

+++ 8.1. Indíquese: Número, fecha de expedición, período que comprende, monto de cada una y si han sido registradas en la S.P.P. (++) (la última estimación podría no estar registrada, pero sí debidamente autorizada por la Contratante.

IX. De las Sanciones.

+++ 9.1. Causa de las sanciones y su importe.

X. De la Liquidación.

+++10.1 Créditos a favor del contratista: (Importe total de las estimaciones, importe de la devolución de materiales, importe de pagos hechos por el contratista por cuenta de la Contratante, etc).

+++10.2. Cargos al contratista: (Importe de las sanciones, importe de materiales suministrados por la Contratante; pagos hechos por la Contratante a cuenta del contratista; deducciones por impuestos y derechos; etc.)

+++10.3 Saldo que se cancela.

XI. Términos bajo los cuales se efectúa la Recepción.

11.1. La Contratante dentro de los términos del contrato, recibe los trabajos descritos, reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime convenientes, por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indebidos, o vicios ocultos.

II.2 Por su parte el contratista manifiesta que no tiene reclamaciones.

II.3 Se incluirá el siguiente texto: El representante de la S.P.P. cuya personalidad se ha acreditado, interviene para certificar la realización del presente acto, de conformidad con las facultades

que a su representada confieren la fracción XVI del Artículo 7o. de la Ley de Secretaría y Departamentos de Estado, la Ley de Obras Públicas y las disposiciones legales aplicables.

XII. Observaciones:

Las procedentes.

+++ XIII, Nombre, Cargo y Firma de las personas que real y físicamente intervinieron en el lugar, fecha y hora señalada.

\+ Esta acta se refiere a un solo contrato ya sea el original o una ampliación del mismo.

++ Estos datos solo se proporcionarán si se tienen en el lugar de la recepción.

+++ Artículo 43 del Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas.

NUMERO DE CONTROL S. P. P. (2) 0 6 2 1 0 6

NUMERO DE CONTRATO EN LA DEPENDENCIA O ENTIDAD EP-100-001/8T

I - DEL OBJETO: (3)

DESCRIPCION: TOTAL [X] PARCIAL [ ]

NOMBRE DE LA ENTIDAD QUE RECIBE (4) SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA

NUMERO ECONOMICO 316

NOMBRE DEL CONTRATISTA QUE ENTREGA (5) APOLO CONSULTORES, SERVICIOS Y ASESORIA, S.C.

NUMERO REGISTRO S.P.P. 77432

II - DE LA INFORMACION BASICA INICIAL

DIRECCION O UNIDAD ENCARGADA DE LA OBRA (6) SUBDIRECCION DE OBRAS Y CONSERVACION

OBJETO DEL CONTRATO: (7) ESTUDIO DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF

12

ENTIDAD FEDERATIVA DONDE SE LOCALIZAN LOS TRABAJOS (8) DISTRITO FEDERAL CLAVE (01) 09

III - ANTECEDENTES

NUMERO DEL OFICIO DE AUT. DE INVERSION (9) S.P.P. 33-81-58 DE FECHA (10) 30 01 81 MODALIDAD DE LA ADJUDICACION (11)

NUMERO DE CONCURSO (12) FECHA ADJUDICACION (13) 02 03 81 FECHA CONTRATO ORIGINAL (14) 02 03 81

FECHA INICIACION SEGUN PRIMER CONTRATO QUE SE RECIBE (15) 02 03 81 FECHA TERMINACION SEGUN ULTIMO CONTRATO (16) 01 04 81

FECHA REAL INICIACION (17) 02 03 81 FECHA REAL TERMINACION (18) 01 04 81

IV - DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN:

(19)

ESTUDIOS DE PRECIOS UNITARIOS PARA UNIDADES DE SALUD DEL DIF

V - DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES

(20) LAS ASENTADAS EN BITACORA DE OBRA, MEDIO DE COMUNICACION OFICIAL ENTRE EL ORGANISMO Y LA CONTRATISTA.

CLAVE

CLAVE

COMUNICACIONES DE MODIFICACIONES A LA S. P. P.

NUMERO (21)	FECHA (22)	NUMERO (21)	FECHA (22)

VI - DE LAS GARANTIAS

FIANZA NUMERO (23)	IMPORTE (24)	DE FECHA (25)	COMPAÑIA AFIANZADORA (26)	VIGENCIA DE (27)	A

OTRAS GARANTIAS

IMPORTE (28) _____ (29) CONCEPTO _____ VIGENCIA (30) DE _____ A _____

109 119

VII. DE LA LIQUIDACION

IMPORTE CONTRATO ORIGINAL (31)	NUM. EST. (34)	FECHA (35)	PERIODO DE (36)	PERIODO A (36)	IMPORTE TOTAL (37)	DEDUCCIONES (39)	REGISTRO (41)	PAGO (42)
9 1 4 4 0 0 0		02-03-81	0 2 0 3 8 1	0 1 0 4 8 1	9 1 4 4 0 0 0	3 8 8 6 3 7		

VIII. DE LAS ESTIMACIONES DEFINITIVAS

NUM.	IMPORTE AMPLIACIONES (32)								

IMPORTE TOTAL CONTRATADO (33) _____ SALDO POR CANCELAR (43) 0 0 9 1 4 4 0 0 0

IMPORTE TOTAL ESTIMADO (38) 9 1 4 4 0 0 0

IMPORTE TOTAL DEDUCCIONES (40) 3 8 8 6 3 7

13

IX. DE LAS SANCIONES (44)
CAUSA _____ NO HUBO _____ IMPORTE (45) _____ RECIBO NUM. (46) _____

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION .
DEPENDENCIA O ENTIDAD .- Dentro de los términos del Contrato recibe los trabajos descritos reservándose el derecho de hacer posteriormente, las reclamaciones que estime convieniente por obra faltante, mal ejecutada, mala calidad de los materiales empleados, pagos indevidos o vicios ocultos. Por su parte el Contratista manifiesta que no tiene reclamaciones. El Representante de la SPP(DGNAAOP) cuya personalidad se ha acreditado interviene para certificar la realización del presente acto,de conformidad con las facultades que a su representado confieren las fracciones IX y XVI del Art. 32 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas y demás disposiciones legales aplicables.

X-O B S E R V A C I O N E S (47)

N I N G U N A

XII,-NOMBRE, CARGO y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVINIERON EN ESTE ACTO.
el día _____ a las _____ en _____

POR LA ENTIDAD (Nombre y Cargo) (51)
Firma _____

POR EL CONTRATISTA (Nombre y Cargo) (52)
Firma _____

POR LA S.P.P. (Nombre y cargo) (53)
Firma _____

CATALOGO DE CLAVES (*)

CATALOGO NUM. 1

CVE.	ENTIDAD FEDERATIVA
01	AGUASCALIENTES
02	BAJA CALIFORNIA NORTE
03	BAJA CALIFORNIA SUR
04	CAMPECHE
05	COAHUILA
06	COLIMA
07	CHIAPAS
08	CHIHUAHUA
09	DISTRITO FEDERAL
10	DURANGO
11	GUANAJUATO
12	GUERRERO
13	HIDALGO
14	JALISCO
15	MEXICO
16	MICHOACAN
17	MORELOS
18	NAYARIT
19	NUEVO LEON
20	OAXACA
21	PUEBLA
22	QUERETARO
23	QUINTANA ROO
24	SAN LUIS POTOSI
25	SINALOA
26	SONORA
27	TABASCO
28	TAMAULIPAS
29	TLAXCALA
30	VERACRUZ
31	YUCATAN
32	ZACATECAS
33	VARIOS (1)
34	EXTRANJEROS

CATALOGO NUM. 2

CVE.	MODALIDAD EJECUCION
1	CONTRATO DE OBRA
2	CONTRATO DE SERVICIOS
3	ADMINISTRACION DIRECTA

CATALOGO NUM. 3

CVE.	MODALIDAD DE CONTRATACION
1	CONTRATO
2	CONVENIO ADICIONAL

CATALOGO NUM. 4

CVE.	APLICACION DE LA INVERSION
N	OBRA NUEVA
P	OBRA EN PROCESO
C	OBRA DE CONSERVACION

CATALOGO NUM. 5

CVE.	PROGRAMA DE INVERSION
1	NORMAL
2	CUC
3	COPLAMAR

CATALOGO NUM 6

CVE.	MODALIDAD ADJUDICACION
1	CONVOCATORIA PUBLICA EN EL DIARIO OFICIAL
2	OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 56 L.O.P.
3	OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 57 L.O.P. Y ARTICULO 5° TRANSITORIO 1981
4	OBRAS A QUE SE REFIERE: EL ARTICULO 58 L.O.P.

CATALOGO NUM. 7

CVE.	TIPO DE SALDO
NS	SALDO POR EJERCER
SP	SALDO NO EJERCIDO
SC	SALDO A CANCELAR
SR	SALDO POR REINVERTIR

CATALOGO NUM. 8

CVE.	MODIFICACIONES CONTRACTUALES
1	MONTO
2	FECHA INICIACION
3	FECHA TERMINACION

CATALOGO NUM. 9

CVE.	INFORMACION ENVIADA
1	CONTRATO, ACUERDO O CONVENIO
2	ESTIMACIONES O RELACIONES DE GASTOS
3	MODIFICACIONES CONTRACTUALES
4	TERMINACION DE TRABAJOS

(1) SE USARA CUANDO LA OBRA AFECTE VARIAS ENTIDADES FEDERATIVAS, Y LA INVERSION A EJERCER EN CADA UNA DE ELLAS SEA EXACTAMENTE IGUAL. EN CASO CONTRARIO LA ENTIDAD FEDERATIVA A REPORTAR PARA ESA OBRA, DEBERA SER EN LA QUE SE APLICA LA MAYOR PARTE DE LA INVERSION AUTORIZADA.

(6)

...O CIVIL

...tructuras de Concreto

...11 Tanques
...12 Silos
...13 O[illegible]
...14 [illegible]ficados (Pret-test)
...15 Puentes
...16 Estructuras de control y casetas
...17 Silos
...18 *

...tructuras Metálicas

...21 Tuberías
...22 Tanques
...23 Habilitado y soldadura
...24 Montaje
...25 Puentes
...26 *

...dificación

...31 Albañilería y recubrimientos
...32 Pintura
...33 Falsos plafones
...34 Herrería
...35 Cancelería
...36 Vidriería
...37 Carpintería
...38 Impermeabilización
...39 Limpieza de edificios
...40 Demolición
...41 *

...fraestructura de Zonas Urbanas y ...

...1 Líneas de conducción y redes de distribución de agua
...2 Redes de gas
...3 Al[illegible] público
...4 E[illegible]s
...5 Ga[illegible]s y banquetes
...6 Viveros, [illegible]ques y jardines
...7 *

...inistro de Tierras

...1 Presas de almacenamiento
...2 Presas derivadoras
...3 [illegible]les y drenes (excavación, revestimiento, estructuras, etc)
...4 Desazolves y desalojos
...5 Obras de protección y almacenamiento
...6 Ferrocarriles para obras viales
...7 Excavaciones a cielo abierto
...8 Trabajos preagrícolas (barbecho, subsoleo, rastreo, nivelación, desmontes)
...9 Acarreos
...10 Incorporación de agrogelados
...11 Drenaje en caminos y ferrocarriles
...12 *

...fiantos

...1 De concreto asfáltico
...2 De concreto hidráulico
...3 *

...ras Marítimas y Fluviales

...1 Rompeolas, escolleras y espigones
...2 Dragados
...3 Muros de contención, muelles y diques
...4 Instalaciones de navegación
...5 *

*ESPECIFICAR

200 INDUSTRIAL Y ELECTROMECÁNICA

210 Plantas Industriales

211 Obras de refinación
212 Petroquímica
213 Plantas de recuperación y acondicionamiento de hidrocarburos
214 Fabricación e instalación de equipo
215 Plantas de distribución y almacenamiento
216 Ingenios
217 *

220 Plantas de Generación de Electricidad

221 Hidroeléctricas
222 Termoeléctricas
223 Geoeléctricas
224 Nucleoeléctricas
225 Generadores de vapor
226 Turbogeneradores y turbomotores
227 *

230 Líneas y Redes de Conducción

231 Líneas de transmisión
232 Redes de distribución
233 Tableros
234 Subestaciones
235 *

240 Conducciones de Petróleo y Derivados

241 Obras de conducción y distribución
242 Baterías de recolección
243 Baterías de separación
244 Baterías de medición
245 Estaciones de calderas
246 Estaciones de compresoras
247 *

300 INSTALACIONES

310 En Edificios

311 Sanitarias e hidráulicas
312 Eléctricas
313 *

320 Telecomunicaciones

321 Sistemas de instrumentación y control
322 Telégrafos
323 Teléfonos
324 Radio
325 T.V.
326 Sistemas de microondas
327 *

330 Instalaciones Especiales

331 Ayudas visuales en pistas aéreas
332 Ayudas electrónicas en pistas aéreas
333 Aire acondicionado
334 Intercomunicación y/o sonido
335 Oxígeno, vacío y aire comprimido
336 Sistema contra incendio
337 Instalaciones de gas
338 Electrónicas
339 Elevadores
340 Instalaciones para albercas
341 Aspersores
342 Sincronizadores
343 Aislantes térmicos y acústicos
344 Cercas de malla de alambre
345 Instalación de material refractario
346 Refrigeración
347 Electromecánicas
348 *

400 MAQUINARIAS

410 Cimentaciones

411 Pilas, pilotes y tablestacas
412 Especiales
413 Tratamientos de cimentaciones
414 *

420 Excavaciones Subterráneas

421 Túneles
422 Cuevas de máquinas subterráneas
423 Turbinas
424 *

430 Obras Sub-Acuáticas

440 Construcción de Vía

441 Tendido de vía
442 Fabricación y/o colocación de lastre
443 *

450 Obras Artísticas

451 Murales
452 Esculturas
453 Restauración de obras
454 *

460 Señalamientos y Protecciones

461 Urbanas
462 Carreteras
463 Ferroviarias
464 Defensas viales
465 *

470 Demoliciones

480 Plantas Incineradoras o de Tratamiento

490 Perforación para Aceite y Gas

491 Obras de exploración
492 Pozos de explotación
493 *

500 Perforación para Pozos de Agua

510 Protección Anticorrosiva

520 Limpieza de Terrenos

530 Control del Medio Ambiente

540 *

600 Estudios, Proyectos, Supervisión y Dirección de Obra

601 Proyectos arquitectónicos
602 Proyectos de urbanismo
603 Proyectos de obras hidráulicas
604 Diseño estructural
605 Hidráulicos y sanitarios
606 Proyectos electromecánicos
607 Control de calidad
608 Agrológicos
609 Fitometría
610 Valuación
611 Mecánica de suelos
612 Topográficos y geodésicos
613 Hidrológicos
614 Fotogramétricos
615 Geológicos y geofísicos
616 Geométricos de vías terrestres y pistas aéreas
617 Hidrológicos
618 Meteorológicos
619 Oceanográficos
620 Evaluación de proyectos
621 Sismológicos
622 Ingeniería básica
623 Ingeniería de detalle
624 Planeación, dirección y/o supervisión de obras civiles
625 Planeación, dirección y/o [illegible]

INFORME DEL EJERCICIO DE CONTRATOS O ACUERDOS POR ADMINISTRACION DIRECTA DE OBRA

CONTRATOS O ACUERDOS POR ADMINISTRACION DIRECTA

MODIFICACIONES CONTRACTUALES

SE SUSTITUYE INFORMACION EN LOS DATOS

ESTIMACIONES O RELACIONES DE GASTOS

IMPORTE

SALDO

INSTRUCTIVO

PARA LA ELABORACION DEL

FORMATO ACTA

DE ENTREGA-RECEPCION

INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL FORMATO ACTA DE ENTREGA-RECEPCION

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 32 fracciones IX y XVI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y con apoyo en el artículo 20 fracciones I y III de su Reglamento Interior, la Secretaría de Programación y Presupuesto, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, expide el presente Instructivo, para la elaboración de las Actas de Entrega-Recepción de las Obras Públicas que se construyan con cargo al presupuesto de Egresos de la Federación.

Cada dependencia o entidad imprimirá sus propios formatos, en original y cinco copias, con su logotipo, o bien el sello correspondiente, en el ángulo superior izquierdo.

El formato deberá ser llenado invariablemente a máquina, aún cuando los espacios precodificados señalados no coincidan con el espaciamiento de las letras o números de la máquina, lo importante es que al mecanografiar, no se rebase el número de espacios señalados para cada campo. Asimismo aparecen espacios por llenar que no están precodificados, en los cuales no existe límite para anotar las letras o números arábigos que se requieran.

1. Número de control SPP	Anote el número del Aviso de Iniciación y Control de Obra asignado por la Secretaría de Programación y Presupuesto.

2. Número del contrato en la dependencia o entidad	Anote el número que asignó la dependencia o entidad al contrato o en su caso el del Convenio Adicional, revalidación o acuerdo.

I. DEL OBJETO

3. Recepción total o parcial	Cruce con una X si se recibe total o parcialmente la obra.
4. Nombre de la Entidad que Recibe y Número Económico	Anote el nombre de la dependencia o entidad que expida el formato Acta de Entrega-Recepción. Anote el número económico que corresponda a la dependencia o entidad.
5. Nombre del Contratista que entrega y Núm. Reg. SPP	Anote el nombre o razón social de la contratista, y su número según registro en el Padrón de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

II. DE LA INFORMACION BASICA INICIAL

6. Dirección o Unidad encargada de la obra	Anote el nombre de la Dirección o Unidad encargada de ejecutar la obra.

7. Objeto del contrato

Anote la finalidad en base a las cláusulas específicas del contrato de obra o en su caso del convenio adicional, revalidación o acuerdo, etc.

8. Entidad Federativa donde se localiza

Anote el nombre y clave de la Entidad Federativa donde se localiza la obra de acuerdo al siguiente catálogo:

AGS.	01	BCN.	02
BCS.	03	CAMP.	04
COAH.	05	COL.	06
CHIS.	07	CHIH.	08
D.F.	09	DGO.	10
GTO.	11	GRO.	12
HGO.	13	JAL.	14
MEX.	15	MICH.	16
MOR.	17	NAY.	18
N. L.	19	OAX.	20
PUE.	21	QRO.	22
Q. ROO	23	S.L.P.	24
SIN.	25	SON.	26
TAB.	27	TAMS.	28
TLAX.	29	VER.	30

YUC.	31	ZAC.	32
Varios	33	Extranjero	34

NOTA: Se clasificará varios cuando la obra abarque dos o más entidades federativas.

III. DE LOS ANTECEDENTES

9. Número del Oficio de Autorización de Inversión SPP	Anote el número de oficio de autorización de inversión para la obra, girado por la SPP.
10. Fecha	Anote con números arábigos el día, mes y año del oficio de Autorización de Inversión. Ej. Primero de marzo de mil novecientos setenta y ocho: 010378. EN TODAS LAS FECHAS UTILICE ESTE SISTEMA DE ANOTACION.
11. Modalidad de Adjudicación	Anote la clave de la modalidad de la adjudicación de las obras.

Clave: 01 - Concurso

02 - Adjudicación Directa.

12. Número de Concurso	Anote el número que la dependencia o entidad asignó al concurso.
13. Fecha Adjudicación	Anote el día, mes y año de adjudicación del contrato.
14. Fecha contrato original	Anote el día, mes y año del contrato original.
15. Fecha de iniciación primer contrato que se recibe	Anote en números arábigos, la fecha de iniciación correspondiente en tiempo, señalada en el primer contrato que se recibe.
16. Fecha terminación según último contrato	Anote la fecha de terminación, -incluyendo prórrogas- señalada para el último contrato que se recibe, según tiempo.
17. Fecha real de iniciación	Anote la fecha real en que se iniciaron los trabajos relativos al primer contrato que se recibe.
18. Fecha real de terminación	Anote la fecha de terminación real, correspondiente al último contrato que se recibe, según tiempo. Deben incluirse las prórrogas relativas.

IV. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS QUE SE ENTREGAN

19. Descripción de los trabajos que se entregan	23	Descríbanse en detalle las partes o aspectos principales de la obra, a fin de facilitar su identificación.

V. DESCRIPCION DE LAS MODIFICACIONES

20. Descripción de las modificaciones y su clave.

Describa las modificaciones substanciales autorizadas, anotando la clave que les corresponda.

Plazo	01	Monto	04
Proyecto	02	Rescisión	05
Precios Unitarios	03	Otros	06

Comunicaciones de modificaciones a la SPP

21. Número — Anote el número de la comunicación de modificaciones a la SPP.

22. Fecha — Anote la fecha correspondiente a la comunicación de modificaciones a la SPP.

VI. DE LAS GARANTIAS

23. Fianza número — Anote el número de la fianza de garantía especificada en el contrato.

24. Importe	Anote el importe de la fianza de garantía.
25. De fecha	Anote la fecha de expedición de la fianza de garantía.
26. Compañía Afianzadora	Anote la razón social de la compañía que expidió la fianza de garantía.
27. Vigencia: De, a	Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza. En caso de existir una segunda fianza anotarse los datos de ésta.

Otras garantías

28. Importe	Anote el importe que corresponda a la garantía.
29. Concepto	Anote el concepto por el cual queda la garantía.
30. Vigencia: De, a	Anote las fechas que limitan la vigencia de la fianza.

VII. DE LA LIQUIDACION

31. Importe Contrato original	Anote importe del contrato original.
32. Importe Ampliaciones	Anote el número y el monto de cada una de las ampliaciones, correspondientes al contrato y a la obra por recibir.

[illegible]	[illegible]tratado	Anote el importe total del contrato y sus ampliaciones.
[illegible]	25	Anote el número de las estimaciones y su monto, correspondiente al ejercicio del contrato original y sus ampliaciones.
[illegible] Fecha		Anotese la fecha de elaboración de cada estimación.
[illegible]		Anote la fecha inicial y final, del período correspondiente a la ejecución de los trabajos estimados.
[illegible] importe total		Anote el importe sin descuentos, correspondiente a cada estimación.
[illegible] importe total estimado		Anotese el importe total de las estimaciones derivadas de la ejecución de los trabajos que se entregan.
[illegible]		Anotese para cada estimación, el importe total de las deducciones aplicadas:
[illegible] deducciones		Anotese el importe total obtenido al sumar las deducciones aplicadas en cada una de las estimaciones.

41. Registro	Anotese si o no, de acuerdo con la acción de registro de la estimación en la SPP.
42. Pago	Anotese un si o no de acuerdo con la del pago de la estimación al contratista o a sus representados.
43. Saldo por cancelar	Anotese la cantidad obtenida de restar al importe contratado, el importe estimado. Anotese en "observaciones", campo 47, el destino del saldo.

IX. DE LAS SANCIONES

44. Causa	Anotese la causa de la sanción con detalle.
45. Importe	Anotese el importe correspondiente a la sanción.
46. Recibo Núm.	Anotese el número del recibo oficial expedido por la Tesorería de la Federación, que ampare la sanción.

X. TERMINOS BAJO LOS CUALES SE EFECTUA LA RECEPCION

Se detallan en el formato establecido para el acta de entrega-recepción, los términos bajo los cuales se efectúa la misma.

XI. OBSERVACIONES

47. Observaciones	Anote aquellos datos y conceptos, que aclaren lo registrado en el formato.

XII. NOMBRE, CARGO Y FIRMA DE LAS PERSONAS QUE REAL Y FISICAMENTE INTERVIENEN EN ESTE ACTO

48. El día	Anote el día, mes y año en que se realiza la recepción de la obra.
49. A las	Anote la hora señalada para la recepción de la obra.
50. En	Anote el lugar y la entidad federativa donde se realice la recepción de la obra.
51. Por la dependencia o entidad nombre, cargo, firma	Este espacio es para anotar el nombre, cargo y de la persona que por parte de la dependencia o entidad interviene en la recepción y firmará para constancia.
52. Por el Contratista nombre, cargo y firma	Deberá anotarse, nombre y cargo de la persona que por parte del contratista hace entrega de la obra, firmando para constancia.

53. Por la SPP	28	Deberá anotarse, nombre, y cargo de la persona que participa en la recepción, por parte de la SPP, firmando para constancia.
NO INT. Fecha, Núm. oficio		En caso de no intervención, anotese la fecha y el número del oficio, con que la SPP, notificó la no intervención.

NOTA GENERAL

En caso de que los renglones de cualquier concepto sean insuficientes deberán anexar 1 hoja complementaria con los datos correspondientes.

[illegible] de Entrega Recepción se formulará en original y siete copias con la siguiente distribución.

Original y 1a. copia	Blanca	Tesorería de la Federación u Oficina Pagadora.
2a. y 3a. copias	Amarilla	Dirección General de Egresos, Deuda Pública y Créditos Internacionaels (Únicamente cuando exista financiamiento con crédito externo).
4a. copia	Rosa	Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, anexando los comprobantes de cálculo que correspondan al 100% de la etapa de obra ejecutada.
5a. copia	Azul	Contratista.
6a. copia.	Rosa	Dirección General de Sistemas y Procesos Electrónicos, por conducto de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas.
7a. copia	Verde	Entidad (acuse de recibo).
N. copias	Blancas	Para uso interno de la entidad

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

EL DILUVIO
ORDENES VERBALES

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

EL DILUVIO

GENESIS 6, 1 - 7, 24

Y el Señor dijo a Noé:

¿Dónde está el Arca que te mandé construir?

y Noé Contestó:

Señor, hemos tenido problemas. Los permisos para talar árboles no fueron autorizados. Las madererías han subido los precios al saber lo grande que será el Arca y los pedidos que se colocaron hace 12 meses no han sido surtidos por los proveedores.

Los plomeros estuvieron en huelga y los carpinteros se dieron cuenta de la urgencia del trabajo y quieren bonificaciones y un lugar en el Arca.

Y el Señor dijo a Noé:

¿ Terminarás el Arca dentro de 7 días y 7 noches?

Y Noé Contestó:

Así se hará. Y no fue así.

El Señor dijo a Noé:

¿Qué problema tienes ahora?

Y Noé contestó:

La primera madera llegó habilitada y lista para ser ensamblada, pero se le torraron las maceas y ahora no sabemos como encajan las piezas.

El pedido de la madera del tercer piso se duplicó y el del segundo piso no se colocó y será necesario hacer ajustes para aprovechar el material mientras se pide el resto.

La ventana que tu ordenaste, no venía indicada en los planos y ahora hay presiones de distintos grupos de animales, pues todos quieren vista al mar.

Los elefantes que llegaron son más grandes que los solicitados, por lo que habrá que ampliar la puerta y las celdas.

Todos estos cambios, Señor, han elevado los costos y ahora no nos quieren entregar las jirafas si no pagamos por adelantado.

Y el Señor dijo a Noé:

Te reunirán con los proveedores y carpinteros para coordinar todas esas modificaciones en el acto.

Y Noé contestó:

Ya lo hemos hecho Señor, pero las juntas no progresan pues desde lo de Babel, las distintas lenguas, nos complicaron la comunicación. (Gen. 11, 1 - 9).

Y el Señor preguntó a Noé:

¿Y qué me dices de los demás animales macho y hembra que te ordené llevar en el Arca para preservar su semilla viva sobre la tierra?

Y Noé contestó:

Casi todos han sido entregados en una dirección equivocada, pero el viernes estarán aquí.

Los que ya llegaron, vinieron en secuencia distinta a la de construcción de las celdas por lo que fue necesario construir albergues provisionales y los alimentos que tú ordenaste han empezado a escasear.

Y el Señor dijo a Noé:

¿Y que pasó con los unicornios y los canguros?

Y Noé contestó:

Los unicornios han sido descontinuados y no se consiguen.

Los canguros, llegaron pero quizá no se pueda preservar su especie, pues ninguno trae bolsa. Se está investigando si vinieron defectuosos o si son puros machos.

Y el Señor reprendió a Noé:

¿Por qué, hijo mío, si has tenido tantos problemas, no solicitaste antes mi ayuda infinita?

Y Noé contestó:

Lo intenté muchas veces Señor, pero había tanta gente tratando de comunicarse contigo que tuve que estar en lista de espera 40 días y 40 noches.

Además, Señor, las primeras lluvias se han adelantado anegando el Arca por completo, y los elefantes no tienen capacidad suficiente para desaguarla, tu sabes como es esto, Señor.

Y el Señor con su sabiduría infinita asintió:

Noé, hijo mío, ya lo sé.

¿Por qué crees, que he ordenado que venga un diluvio sobre la tierra? .....

AÑO DEL SEÑOR.

VIII - X - MCMLXXVI

El riesgo de las órdenes verbales

EL TENIENTE AL SARGENTO

Por orden del capitán la tropa asistirá mañana al campo de ejercicios en uniforme de campaña, a fin de presenciar el eclipse del sol, que según los periódicos tendrá lugar a las once en punto. Un especialista en astronomía explicará a los soldados, en el propio campo las causas del raro fenómeno; pero si llegara a llover, las explicaciones tendrán lugar en el comedor del cuartel.

EL SARGENTO A LOS CABOS

Por orden del capitán mañana habrá un eclipse de sol en el campo de ejercicios. Seguidamente empezará a llover, por lo que la tropa pasará al comedor del cuartel en donde un astrónomo en uniforme de campaña, leerá a los soldados lo que los periódicos dicen acerca del raro fenómeno.

EL CABO A LOS SOLDADOS

Mañana a las once en punto el capitán eclipsará al sol con unos periódicos, en el campo de ejercicios, un especialista hará llover en el comedor; pero para que el raro fenómeno se produzca, la tropa deberá vestirse con uniforme de campaña.

LOS SOLDADOS ENTRE ELLOS

Mañana a las once el sol eclipsará al capitán... Los astrónomos tratarán de explicar las causas del raro fenómeno, los que no lo entiendan irán a ver a un especialista. Los soldados llevarán periódicos para taparse por si acaso llueve.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMBRAS DESLIZANTES

Ing. Arturo Mondragón Esquivel

OCTUBRE, 1984

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

LA CIMBRA DESLIZANTE SIEMPRE ES ASOCIADA A LA CONSTRUCCION DE SILOS Y OTRAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y SIEMPRE COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSTRUCCION QUE BAJA COSTOS Y FUERZA DE TRABAJO Y PERMITE SEGURIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION. ULTIMAMENTE, SIN EMBARGO CON EL PERFECCIONAMIENTO DE GATOS TOTALMENTE AUTOMATICOS QUE SON MAS COMPETITIVOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE HA - SIDO EXITOSAMENTE APLICADA DE MUCHAS OTRAS ESTRUCTURAS INCLUYENDO PILAS PARA PUENTE, CUBOS DE SERVICIOS EN EDIFICIOS ALTOS, CHIMENEAS, - TORRES DE COMUNICACION, TORRES DE ENFRIAMIENTO Y PLATAFORMAS DE PERFORACION FUERA DE LAS COSTAS; POR ENUMERAR UNAS CUANTAS.

PARA GANAR LOS BENEFICIOS OPTIMOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE TODO ESFUERZO SERA VALIDO PARA INCORPORAR LA SELECCION DE TECNICAS Y MATERIALES EN LOS CONCEPTOS DE DISEÑO EN LAS PRIMERAS ETAPAS. EL ARQUITECTO O INGENIERO QUE DEJA LAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION ENTERAMENTE AL CONTRATISTA, ESTA POSPONIENDO ESAS OPCIONES, HASTA QUE ES DEMASIADO TARDE IMPLEMENTARLAS, TENIENDO QUE HACER REVISIONES AL DISEÑO QUE - LLEGAN A SER CASI PROHIBITIVAS POR SU COSTO Y OCASIONANDO DEMORAS POR TALES REVISIONES.

EL PROCESO SLIPFORM.

ALGUNOS ASPECTOS DE LOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LA TECNICA SLIPFORM SON DADOS AQUI Y SE PROVEERA DE ALGUN CRITERIO PARA EVALUAR EL METODO Y - USARLO EN CASOS ESPECIFICOS DE EDIFICIOS O PARA USARSE CONJUNTAMENTE CON OTRAS TECNICAS DE CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE ES USUALMENTE APLICADA PARA ERIGIR MUROS DE CONCRETO, PILAS, TORRES U OTRAS ESTRUCTURAS CAPACES DE CONSTRUIRSE SIENDO EXTRUIDAS. EN EFECTO, LA - CIMBRA DESLIZANTE ES UN PROCESO DE EXTRUSION EN EL CUAL LA CIMBRA DE 1.05 A 1.80 M. DE ALTURA ES EL MOLDE. EN LA MAYORIA DE LOS PROCESOS DE EXTRUSION EL MOLDE ES ESTACIONARIO PERO EN CIMBRA DESLIZANTE EL MATERIAL ESTA ESTATICO Y EL MOLDE SE MUEVE HACIA ARRIBA PROPULSADO -

POR FUERZA HIDRAULICA, NEUMATICA U OTROS MEDIOS. EL CONCRETO PLASTICO COLOCADO EN LA BASE SUPERIOR DEL MOLDE DEBERA PERDER SU PLASTICIDAD - DURANTE EL TIEMPO QUE EL MOLDE SE HA MOVIDO PASANDO Y CESANDO DE SER SOPORTADO. POR TANTO LA VELOCIDAD DEL FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO DETERMINA LA VELOCIDAD QUE LA CIMBRA DESLIZANTE SE DESPLAZARA ENTRE - OTROS FACTORES. NORMALMENTE EL TIEMPO DE FRAGUADO ES DE 2 A 3 HORAS - CON CIMBRAS DE 1.20 M. DE ALTO, ESTO SIGNIFICA UNA VELOCIDAD DE 40 A - 60 CM. POR HORA DEPENDIENDO DE OTROS FACTORES TALES COMO: TIPO Y FINURA DEL CEMENTO, TEMPERATURAS DE COLADO, Y MEZCLA USADA; VELOCIDADES MAYORES QUE LAS CITADAS HAN SIDO ALCANZADAS; PERO CON FRECUENCIA LAS VELOCIDADES DE OPERACION SON MAS BAJAS; DE 20 A 30 CM. POR HORA, ES UN PROMEDIO COMUN POR LAS DEMORAS DEBIDAS A COLOCACION DE INSERTOS, DE ACERO DE REFUERZO O CONCRETO.

YA QUE EL DESLIZADO DE CIMBRA ES UN PROCESO DE EXTRUCCION NADA PUEDE VACIARSE DURANTE EL PROCESO QUE NO QUEDE CONFINADO DENTRO DEL MOLDE. EN OTRAS PALABRAS LA TRAYECTORIA VERTICAL DEL MOLDE NO PUEDE INTERFERIRSE CON NINGUN OBJETO O ELEMENTO HORIZONTAL.

DISEÑO DE LA CIMBRA

ESTE ES UN ELEMENTO DE POCA ALTURA QUE HAY QUE PROPORCIONAR DE TAL MANERA QUE RESISTA LAS PRESIONES DEL CONCRETO AL SER VACIADO EN SU INTERIOR EN EL MOMENTO DEL LLENADO INICIAL, PREVIO AL ARRANQUE DEL SISTEMA HACIA ARRIBA.

LA CIMBRA ESTA COMPUESTA DE DOS ELEMENTOS PRINCIPALES ESTOS SON: FORRO Y LARGUEROS O CERCHAS. EL FORRO PODRA VARIAR EN ALTURA DE 1.05 A 1.80 M. Y ESTA SUJETO A LOS LARGUEROS O CERCHAS, TODOS LOS ELEMENTOS QUE - CONSTITUYEN UNA CIMBRA PODRAN SER DE MADERA, METALICAS O MIXTAS.

OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES DE LA CIMBRA SON: POR UNA PARTE LOS SISTEMAS DE RIGIDIZACION FORMADAS POR ESTRUCTURAS DE MADERA O METALICAS --

ELEMENTOS QUE MANTENDRAN LA EXACTA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL - DE LA ESTRUCTURA A DESLIZAR EN TODA SU ALTURA SOBRE ESTA ESTRUCTURA SE PODRAN ACONDICIONAR LAS PLATAFORMAS Y PASARELAS, TANTO POR OPERACIONES DE ARMADO DE VARILLA COMO PARA LA DISTRIBUCION Y COLOCACION DEL CONCRETO DENTRO DE LA CIMBRA.

DISEÑO DEL SISTEMA ACCIONADOR.

ESTA FORMADO PRINCIPALMENTE POR UN EQUIPO CENTRAL DE PRESION, QUE A TRAVES DE UNA TUBERIA ALIMENTADORA TRASMITE IMPULSOS DE PRESION A UN CONJUNTO DE GATOS QUE TREPAN POR LAS BARRAS DE APOYO Y ARRASTRAR EN ESTE MOVIMIENTO ASCENDENTE A LA CIMBRA.

LA DISTRIBUCION Y NUMERO DE UNIDADES DE ACCIONAMIENTO, OBEDECE A UN ESTUDIO PARA CADA CASO EN PARTICULAR EN EL QUE HAY QUE DETERMINAR TODAS LAS CARGAS QUE GRAVITAN SOBRE PLATAFORMA, FUERZAS A VENCER, COMO FRICCION CONTRA EL CONCRETO, LA ADHERENCIA DE ESTE HACIA LA CIMBRA.

ESTE ESTUDIO PERMITE PROPORCIONAR NO SOLO EL NUMERO Y DISTRIBUCION - DE LOS GATOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD, SI NO TAMBIEN LA SECCION ADECUADA DE LAS BARRAS DE APOYO Y LA CAPACIDAD DE LA FUENTE CENTRAL DE PRESION.

LOS ELEMENTOS DE LIGA ENTRE EL EQUIPO ACCIONADOR Y LA CIMBRA PROPIAMENTE DICHA, SE ESTABLECE MEDIANTE LA CONEXION ENTRE LOS LARGUEROS DE SOPORTE DEL FORRO Y LAS PIERNAS DEL YUGO FORMADO POR ESTAS Y UN CONECTOR HORIZONTAL DENOMINADO CABEZAL, EN ESTA PIEZA VA SUJETO EL GATO O UNIDAD ACCIONADORA DEL SISTEMA DESLIZANTE. EL PRINCIPIO MECANICO DE - TREPA DEL GATO SE LOGRA POR MEDIO DE MUELA, RESORTE Y UNA CAMARA DE ADMISION DEL FLUIDO A PRESION QUE AL EXPANDIRSE REALIZA LA FUERZA — ASCENDENTE QUE EN CONJUNTO IZARAN LA CIMBRA, LOGRANDO LA EXTRUSION DE LA SECCION DE LA ESTRUCTURA POR DESLIZAR.

CONTROL DEL SISTEMA DESLIZANTE.

UN ASPECTO MUY IMPORTANTE EN EL EXITO DE UNA OPERACION DE DESLIZADO -

ES EL CONTROL DE SU MOVIMIENTO ASCENDENTE DURANTE TODO EL TIEMPO DE OPERACION QUE DEBE SER CONTINUA DURANTE 24 HORAS AL DIA O TAMBIEN -- INTERMITENTE SI HAY LIMITACIONES PARA OPERAR DURANTE LA NOCHE A DETERMINADO INTERVALO DE TIEMPO DURANTE EL DIA.
LA CONDICION PRINCIPAL A SATISFACER DESPUES DE GARANTIZAR LA CONSTANTE SECCION TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE EL CORRECTO DISEÑO DE LA CIMBRA ES LA VERTICALIDAD DE LA PROPIA ESTRUCTURA.

TODO SISTEMA DESLIZANTE PRESENTA EN EL DESARROLLO DE SU DESPLAZAMIENTO VERTICAL TENDENCIAS A DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES, GIROS O PERDIDA DE HORIZONTALIDAD.

ES INDISPENSABLE DETECTAR CON PRECISION Y EN EL MOMENTO QUE SE INICIA CUALQUIER TENDENCIA FUERA DE PROYECTO EN LA TRAYECTORIA DEL SISTEMA. EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR ES EL ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES DE VERTICALIDAD DE NIVEL Y DE GIRO LOS QUE DEBERAN SER VIGILADOS CONSTANTEMENTE DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO DE DESLIZADO.

DE LA CORRECTA INTERPRETACION DEL REPORTE DE REGISTRO Y DE LA DICISION DE LA OPERACION CORRECTIVA DEPENDE DEL RESULTADO FINAL. CUANDO LA -- TENDENCIA ERRONEA SE DETECTA EN SU MOMENTO INCIPIENTE Y SE CORRIGE -- OPORTUNAMENTE PUEDE DECIRSE QUE NO HABRA PROBLEMAS SUBSECUENTES. EN EL CASO DE DEJAR PROGRESAR LA TENDENCIA Y APLICAR LA CORRECCION TARDIAMENTE, LA ESTRUCTURA SUFRIRA DEFORMACIONES Y EN CASO EXTREMO INCURRIR EN FALLAS TOTAL LLEVARA AL FRACASO DEL PROCEDIMIENTO.

LA VELOCIDAD CONSTANTE DE ASCENSO ES OTRA CONDICION FUNDAMENTAL QUE FACILITARA EL CONTROL DE TRAYECTORIA Y EN SU CASO LAS ACCIONES CORRECTIVAS QUE SUPRIMIRAN UNA TENDENCIA ERRONEA EN DICHA TRAYECTORIA.

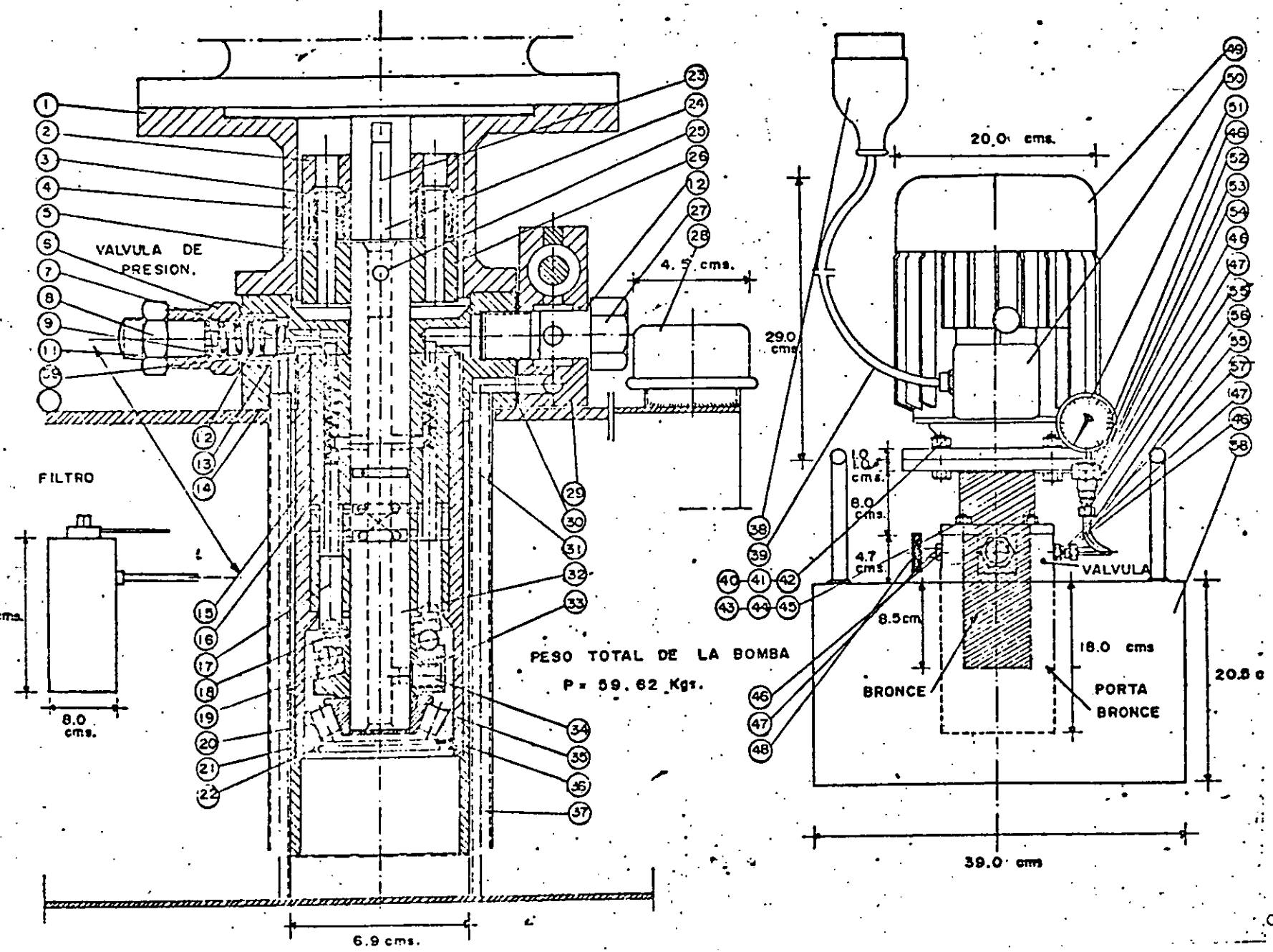
HAY MUCHAS CAUSAS CUYOS EFECTOS, AFECTAN LA VELOCIDAD DE ASCENSO Y - CASI TODAS ELLAS SON PRACTICAMENTE AJENAS AL SISTEMA ACCIONADOR EN SI, ESTE NO OFRECE MAYORES PROBLEMAS DE OPERACION CUANDO ESTA DISEÑADO -- ADECUADAMENTE Y SU ELEMENTO ESTA EN PERFECTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

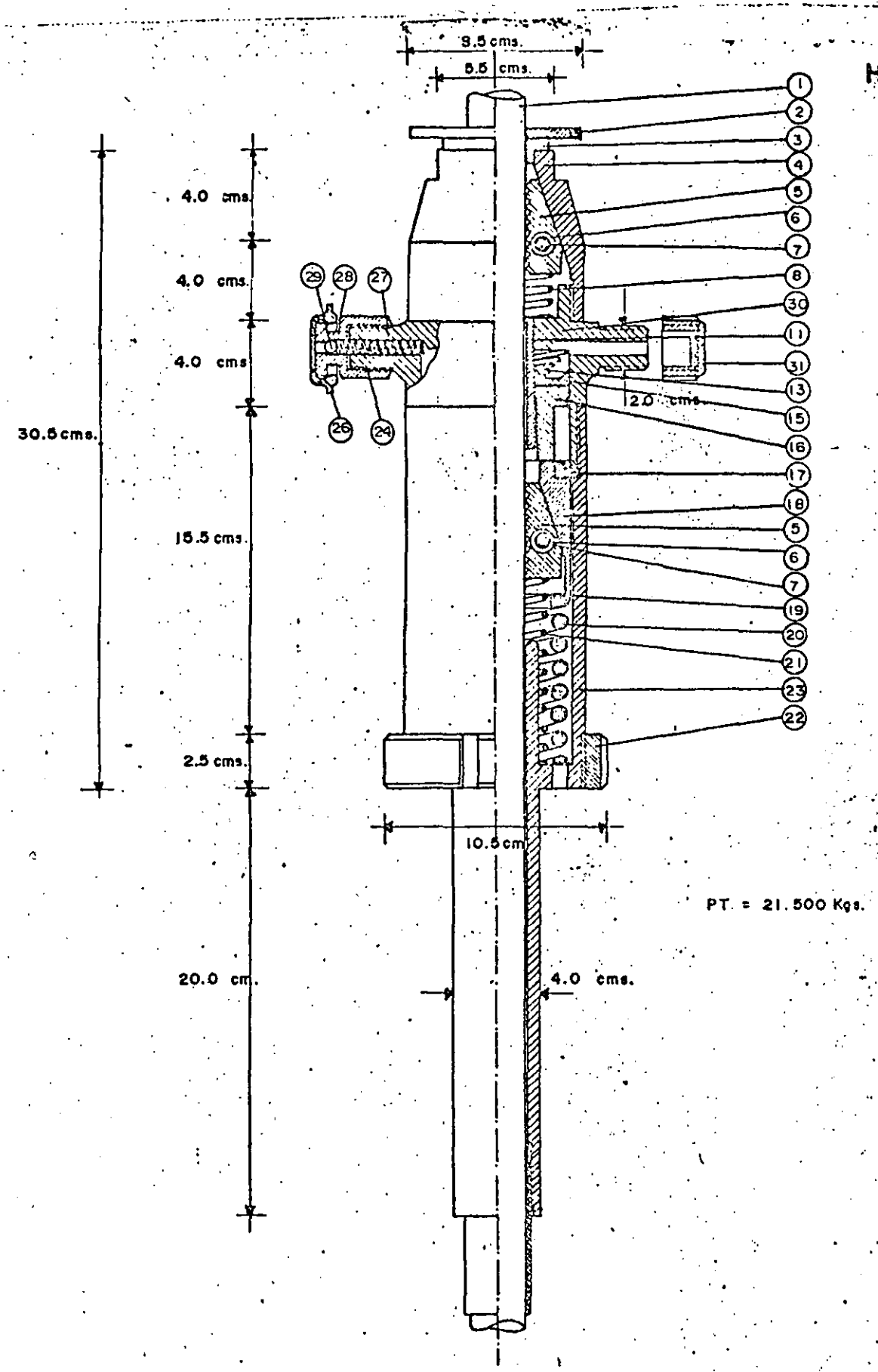
ES COMUN QUE LAS SITUACIONES QUE POR PARTE DEL SISTEMA ACCIONADOR - PUDIERAN EN UN MOMENTO DADO AFECTAR LA VELOCIDAD DEL SISTEMA DESLIZANTE, SEAN DEBIDO A FALLAS MECANICAS QUE SON RELATIVAMENTE CONTROLABLES CON RAPIDEZ, PUES REPARAR UNA TUBERIA DE ACEITE ROTA, CAMBIAR UN GATO QUE FUNCIONA MAL O CAMBIAR LA MISMA BOMBA DEL CENTRO DE PRESION NO - SON OPERACIONES QUE LLEVEN MUCHO TIEMPO EN COMPARACION CON LA VELOCIDAD DE ASCENSO.

NO SUCEDE LO MISMO CON LAS FALLAS EN LAS ACTIVIDADES CONCURRENTES COMO SON: PRODUCCION, TRANSPORTE, ELEVACION Y COLOCACION DEL CONCRETO DE LA CIMBRA O EL HABILITADO DE ELEVACION, MANEJO Y ARMADO DE VARILLA EN LA ESTRUCTURA. ESTAS ACTIVIDADES DEBEN SER PROPORCIONADAS Y PLANEADAS CON ANTICIPACION AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE DESLIZAMIENTO - CON MINUCIOCIDAD, TRATANDO DE PREVER LAS CIRCUNSTANCIAS QUE PUEDAN - PRESENTARSE DESPUES DEL DESPEGUE DEL SISTEMA Y QUE PUDIERAN ALTERAR LA COORDINACION DE ESTAS ACTIVIDADES. ES PROBLEMATICO CAMBIAR SOBRE LA MARCHA POR EJEMPLO, EL PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA, SI ESTA NO RESULTA SUFICIENTEMENTE MANEJABLE. ES ASI MISMO UN PROBLEMA GRAVE, NO DISEÑAR UN DESPIECE DE VARILLA QUE CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION SE ADAPTA AL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION, SALVANDO - LAS CONDICIONES QUE IMPONE LA DISPOSICION DE YUGOS Y GATOS.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE, ES VISUALIZAR LAS LIMITACIONES QUE IMPONEN - LOS VACIOS EN LOS MUROS PARA ALOJAR PUERTAS, VENTANAS, NICHOS DE INSTALACIONES, ETC.

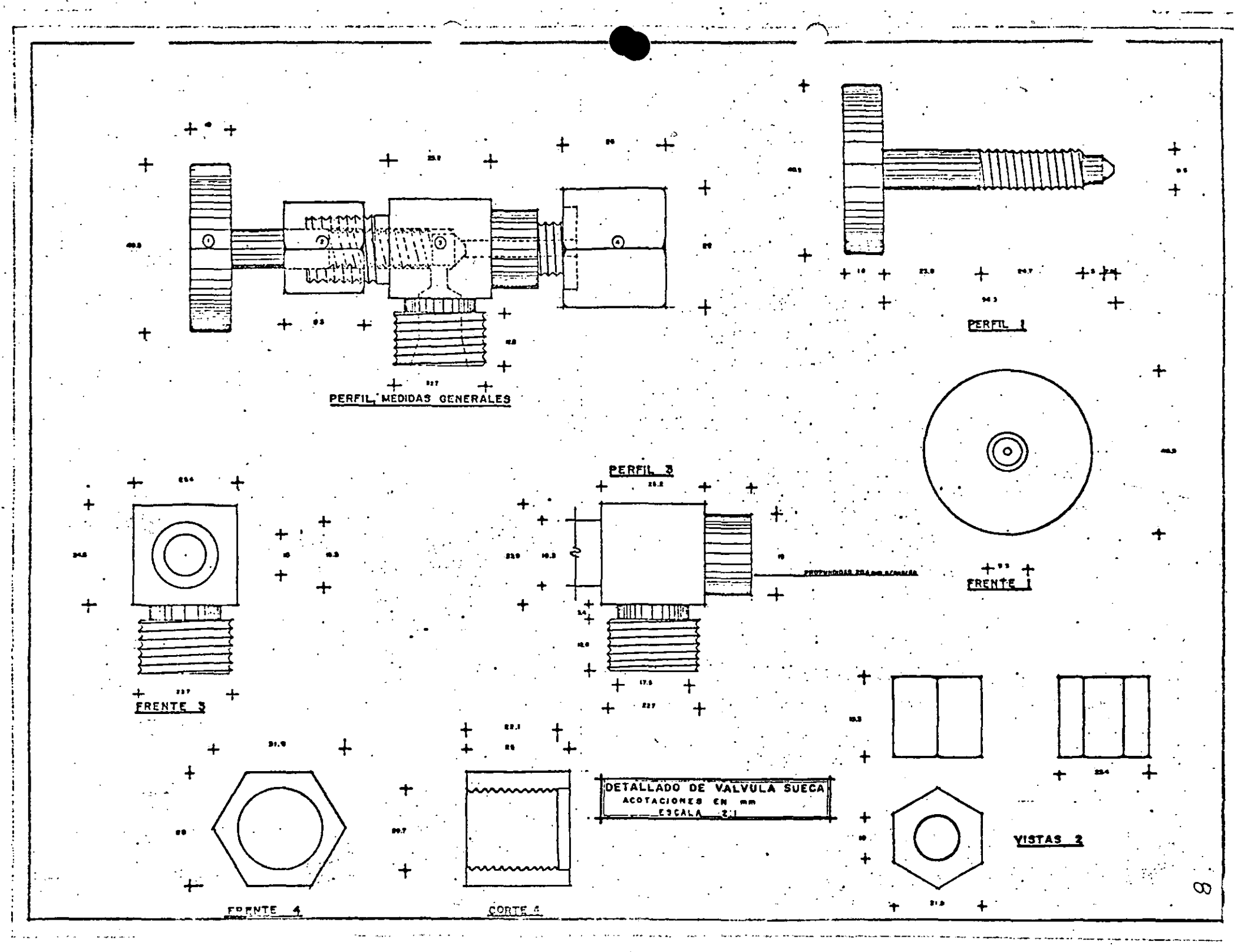
BOMBA MODELO H.T.P 5



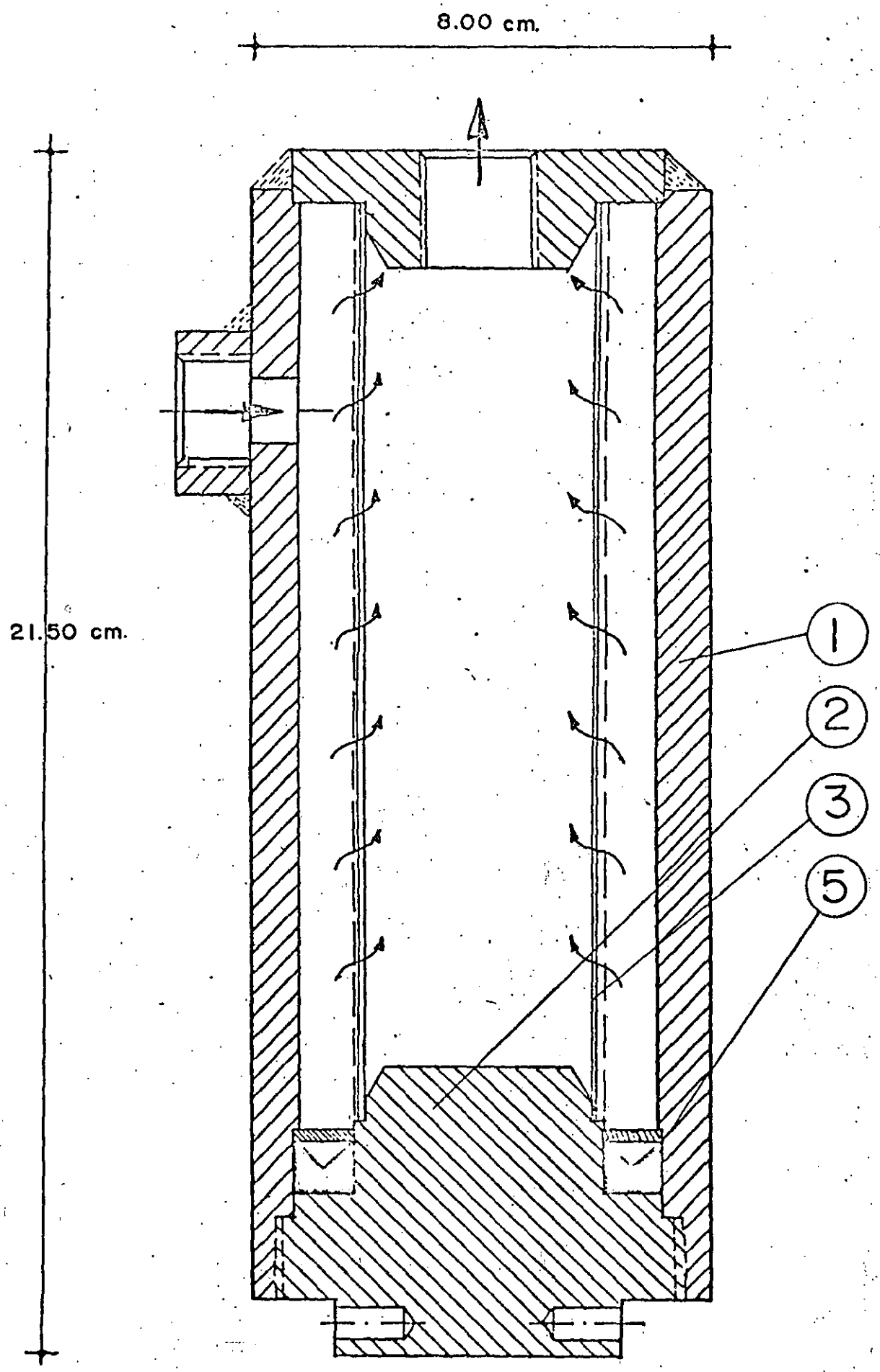


PT. = 21.500 Kgs.

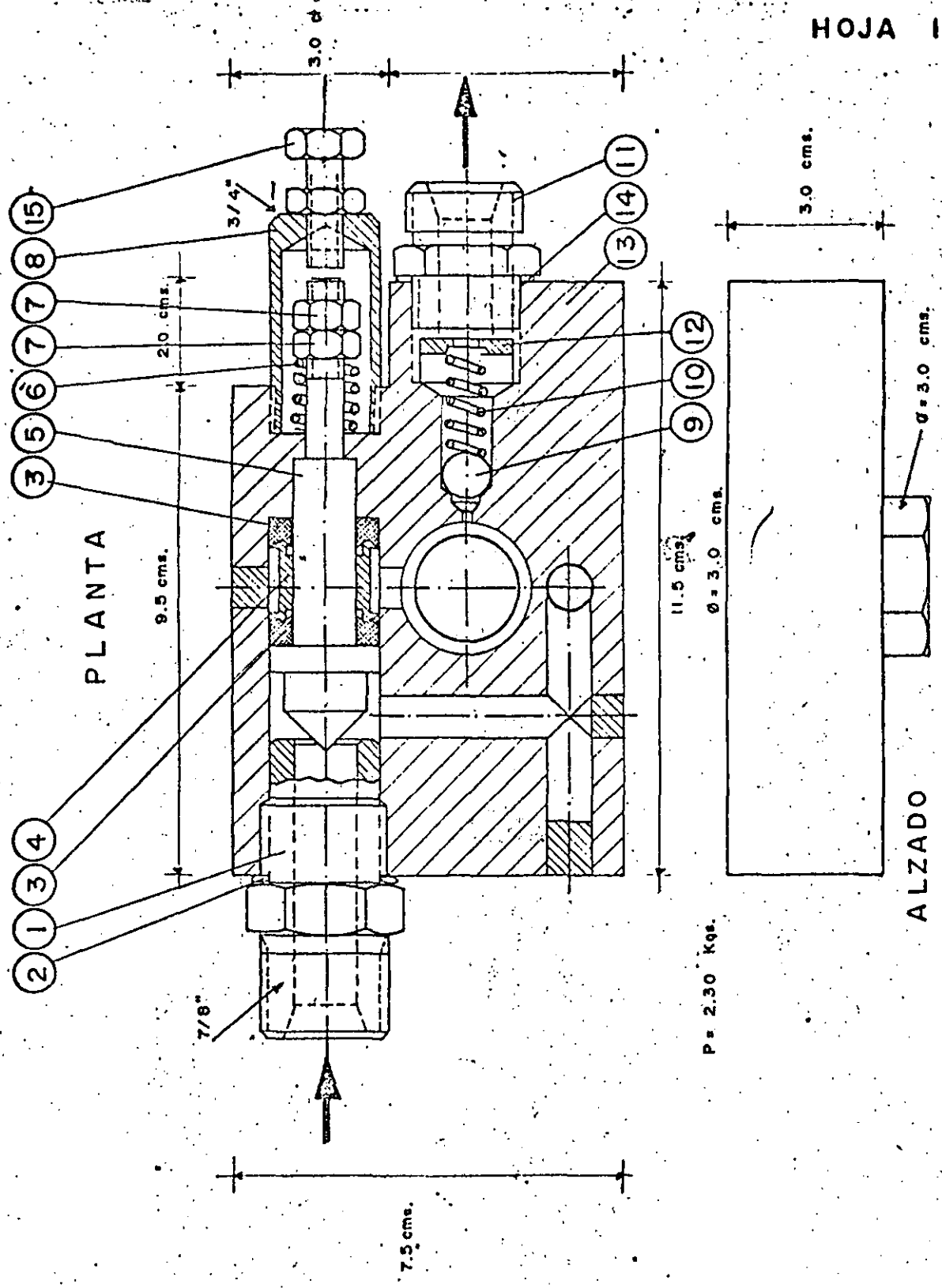
ELEVADOR TIPO 501 (GATO)


PERFIL MEDIDAS GENERALES
PERFIL 1
PERFIL 3
FRENTE 1
FRENTE 3
FRENTE 4
CORTE A
VISTAS 2
DETALLADO DE VALVULA SUECA
ACOTACIONES EN mm
ESCALA 2:1

8

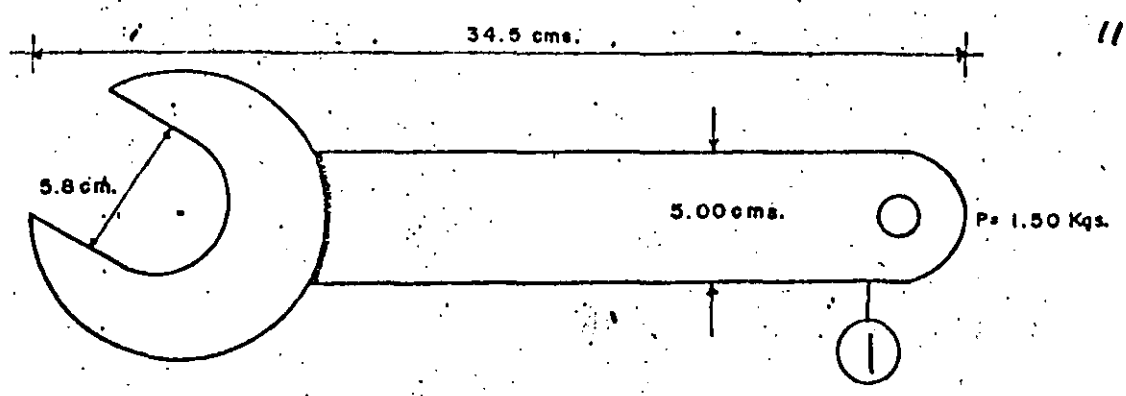


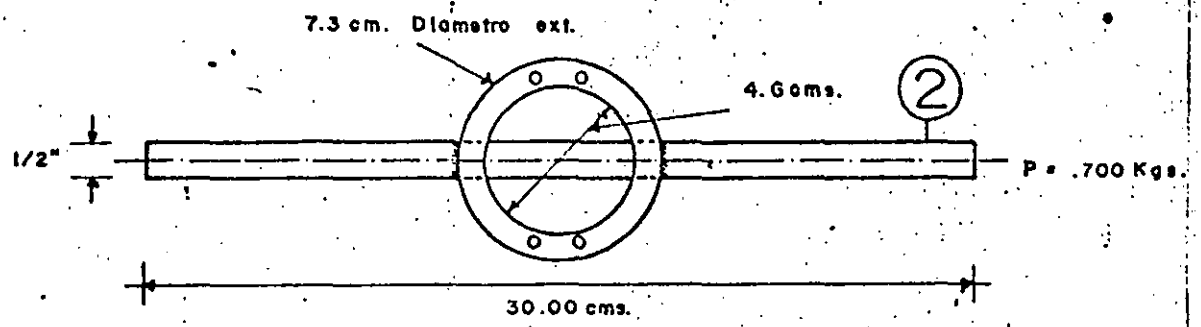
FILTRO

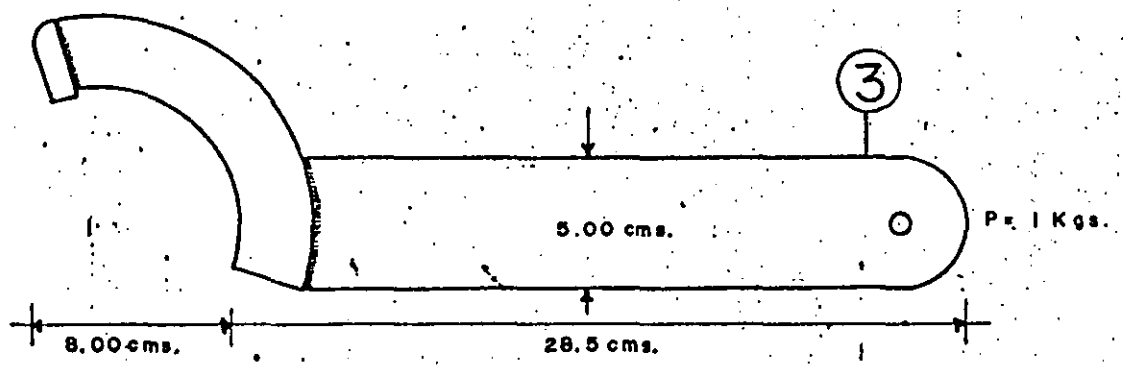


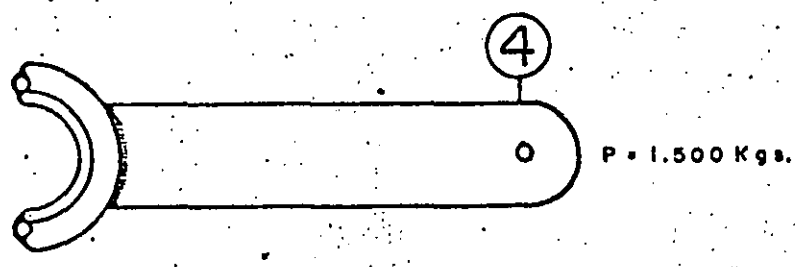
VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO

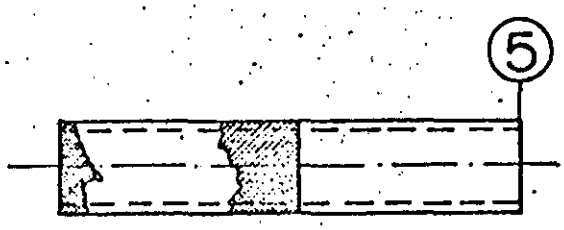
DESCRIPCION DELAS PIEZAS HOJA 2 PESO 2.300KG





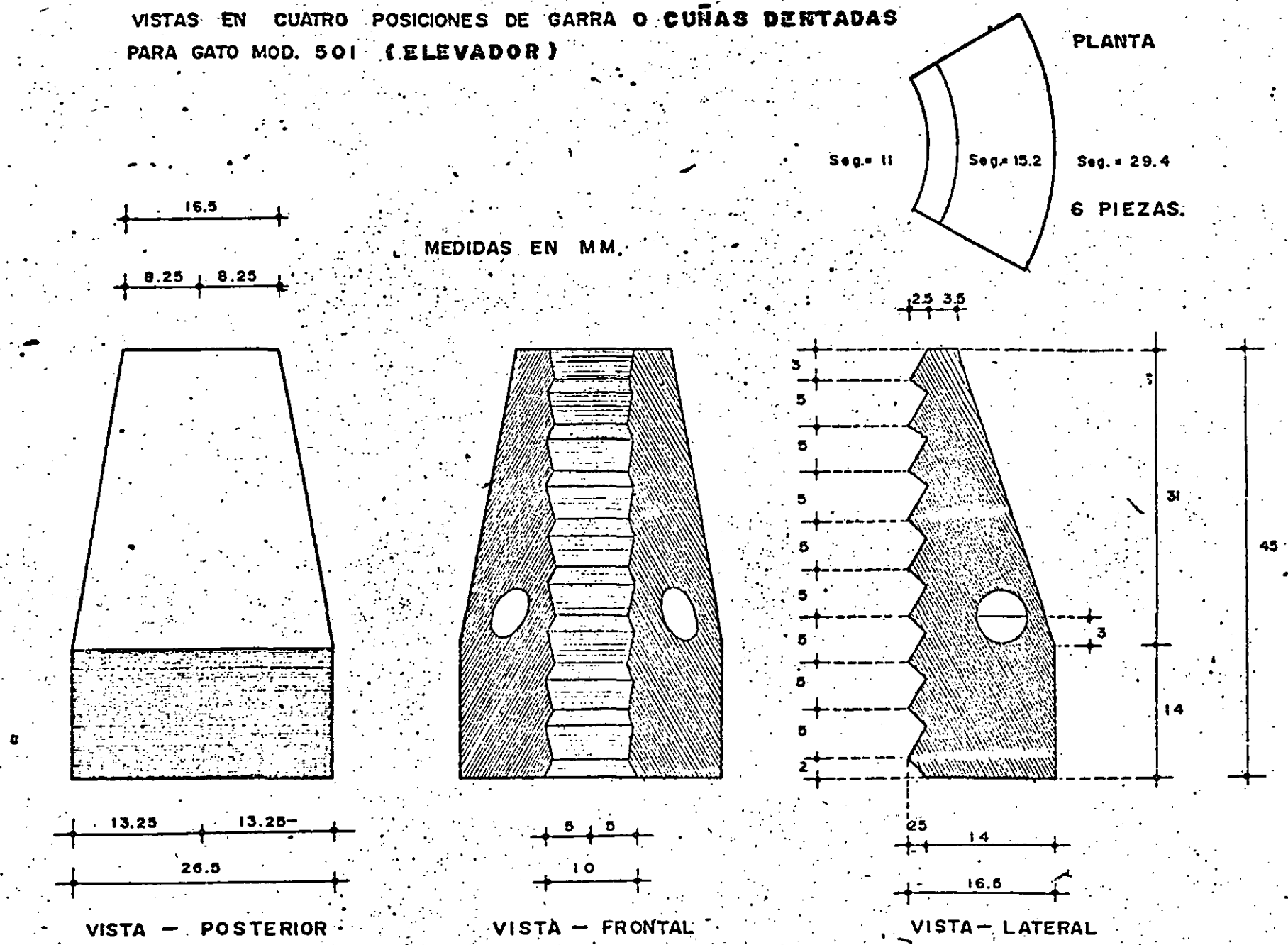




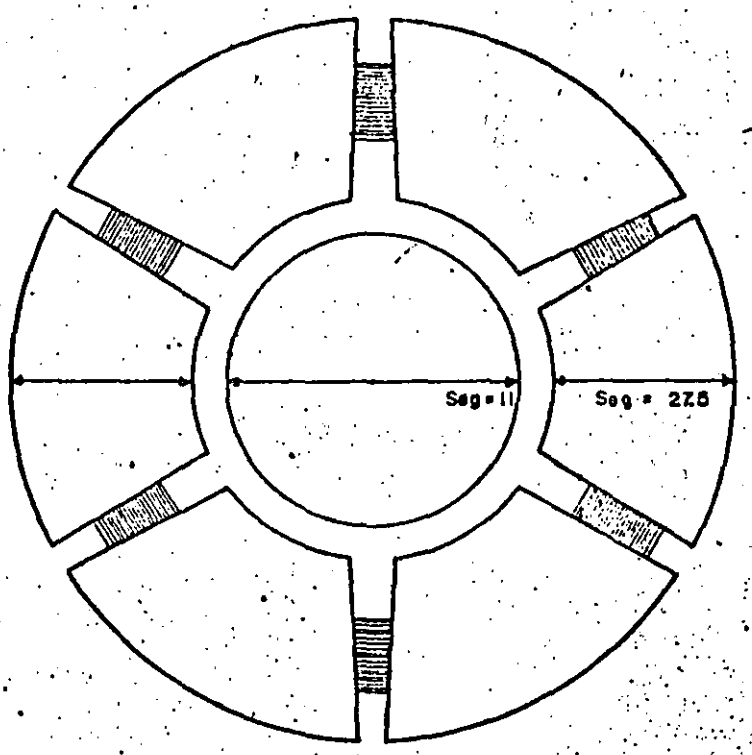


JUEGO DE LLAVES PARA EL ARMADO Y DESARMADO DE GATOS (ELEVADORES).
PESO TOTAL 4.700 KGS.

VISTAS EN CUATRO POSICIONES DE GARRA O CUÑAS DENTADAS
PARA GATO MOD. 501 (ELEVADOR)



HOJA 12



C O R O N A
(JUEGO DE 6 CUÑAS DENTADAS).
EN PLANTA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

RESIDENTES CONSTRUCCION

ANEXOS

ING.RAUL LOPEZ CALVILLO

OCTUBRE, 1984

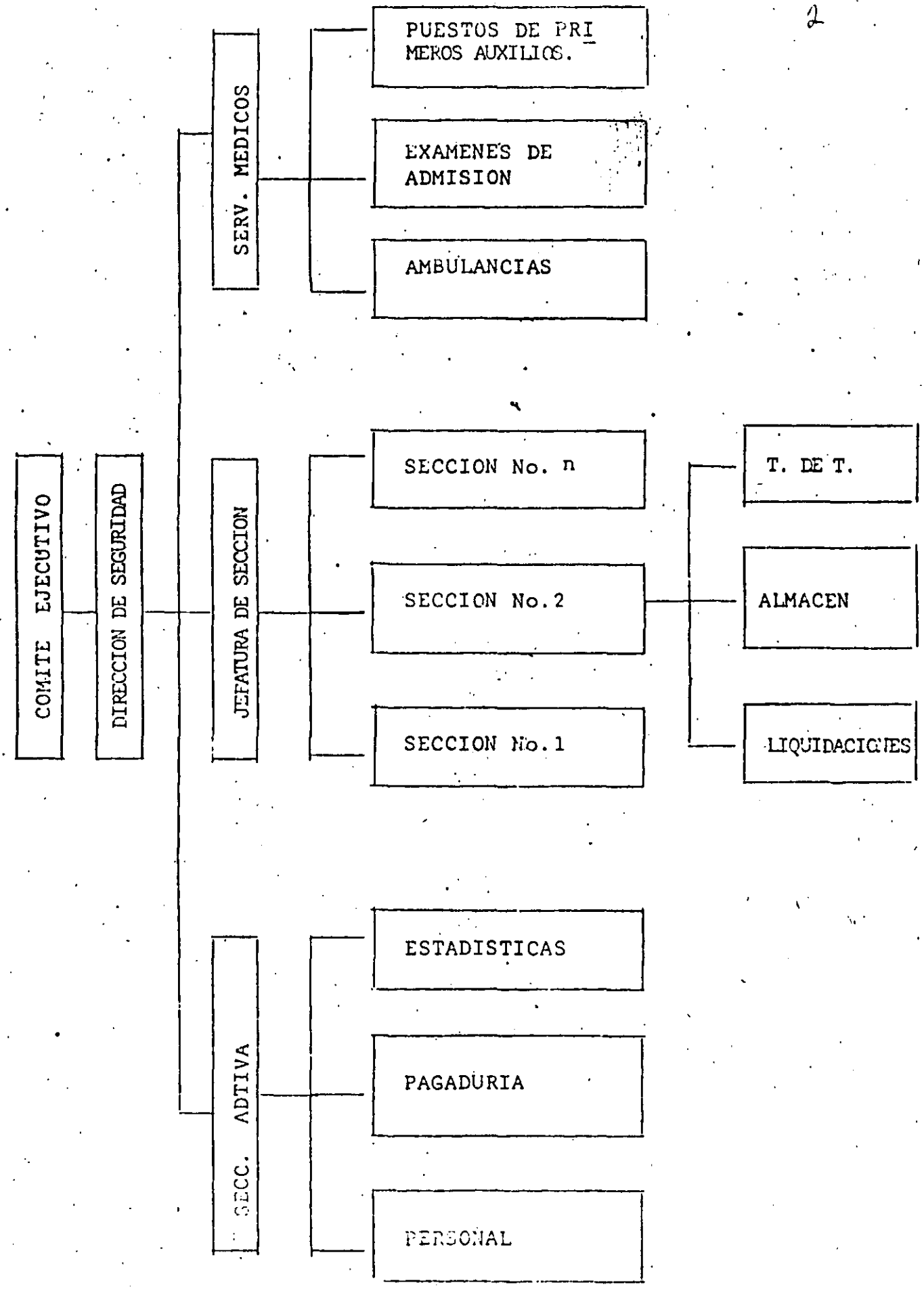
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

EN LOS PAISES DESARROYADOS TANTO ORIENTALES COMO OCCIDENTALES, LA SEGURIDAD FORMA PARTE DEL GRUPO QUE TOMA DECISIONES EJECUTIVAS E INTERVIENE PREPONDERANTEMENTE EN ELLAS, POR LO QUE SIEMPRE ESTÁ PRESENTE EN LOS COMITÉS EJECUTIVOS .

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD

- PLANTEAMIENTO DE LA OBRA QUE SE VA A EJECUTAR
- ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
- ELECCIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS
- PROYECTO
- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN
- EQUIPOS QUE SE DEBAN UTILIZAR
- PERSONAL IDONEO
- FACILIDADES DE COMUNICACIÓN
- CAMPAMENTOS.

DIRECCION DE SEGURIDAD
ORGANIGRAMA



LISTA DE ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD

- Nombramiento Ing. Jefe de Seguridad
- Personal Depto. de Seguridad
  - Ing. auxiliar comisión central
  - Jefe administrativo
  - Calculista datos estadísticos
  - Jefe taller Seguridad
  - Almacenistas
    - Seguridad
    - Explosivos
- Recorrido frentes de trabajo
- Ante proyecto programa de Seguridad
- Elaboración reglamentación interna
- Asesoría, quejas e información
- Cursos básicos de Seguridad
  - Personal técnico
  - Personal supervisión
  - Personal trabajadores especializados
  - Personal comisionado
- Elaboración de papelería, publicaciones
- Datos estadísticos, cálculo de índices, frecuencia y gravedad
- Análisis de costos y presupuestos
- Análisis de accidentes de los reportes de obras
- Registro actas dependencias oficiales, STPS, DDF, IMSS
- Informes a gerencia
- Intercambio de experiencias con compañías, instituciones públicas y privadas
- Campañas de Seguridad e higiene, incentivos, sanciones, concursos
- Integración de comisiones central y auxiliares
- Instrucción a comisiones sobre responsabilidades
- Estudios especiales con la maquinaria, equipo y procedimientos de construcción
- Normas políticas, relaciones humanas y Seguridad

TABLA No. 1 (a)

COMISION CENTRAL
DE
SEGURIDAD

- Integración Acta 1ª
- Juntas de Seguridad mensuales con comisiones
- Inspecciones de Seguridad mensuales con comisiones
- Investigación de reportes de accidentes
- Asesoría en materia de Seguridad
- Organización conferencias de Seguridad
- Creación departamentos médicos ó primeros auxilios
- Adiestramiento equipo de protección
- Adiestramientos en maquinaria, herramientas, explosivos
- Supervisión de comisiones auxiliares y coordinación
- Vigilancia cumplimiento reglamentos de Seguridad

TABLA No. 1 (b)

COMISIONES AUXILIARES DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS O FRENTES

- Integración con acta 1ª
- Juntas mensuales acta 2ª con comisionados
- Inspecciones mensuales acta 3ª recorrido en toda el área de obra
- Reportes de accidentes a Depto. de Seguridad e IMSS
- Reportes de hrs. hombre laboradas
- Organización cursos de Seguridad en obra
- Organización de simulacros
- Organización exhibición películas de Seguridad
  - Incendios
  - Salvamento
  - Campañas
- Difusión en obra normas Depto. de Seguridad
- Análisis de Seguridad en las operaciones
  - Folletos, avisos, carteles, propagandas
- Integración de brigadas de trabajo en obra
- Construcción comedores, dormitorios, sanitarios
- Construcción de protecciones, accesos, escaleras, etc.
  - Limpieza Seguridad o Higiene, bomberos vigilancia, uso de explosivos
- Vigilancia de sub-contratistas
- Libro diario de maquinaria Art. 331

TABLA No. 1

[c]

TALLER DE SEGURIDAD

- Diseño y construcción de equipos de Seguridad
- Diseño y construcción de dispositivos de Seguridad
- Diseño y construcción de protecciones en maquinaria
- Diseño y construcción de avisos, letreros, carteleras
- Diseño y construcción de andamios, escaleras, accesos
- Reparación de equipo de Seguridad, extinguidores, cascos, escaleras, etc.
- Reparación de Herramientas de mano, portátiles, eléctricas, etc.
- Reparaciones mayores

ALMACEN Y BODEGA DE SEGURIDAD

- Estudios equipos de Seguridad
- Compra equipo de Seguridad
- Resguardo equipo de Seguridad
- Resguardo herramientas de Seguridad
- Reparaciones menores de herramientas
- Reparaciones menores de equipos de protección
  - Protección personal, respiratorios, cinturones de Seguridad, extinguidores, etc.
- Reparaciones en cables, poleas, bandas, transportadores, etc.

ALMACENES

- Explosivos
- Detonantes
- Combustibles y lubricantes
- Oxígeno acetileno y gas

TABLA No. 1

REVISION DE SEGURIDAD

OBRA: _____

FECHA: _____

HORA: _____

	Localizacion del Area	1 Limpieza en areas de trabajo.	2 Iluminacion en areas de trabajo.	3 Equipo de proteccion personal	4 Accesos seguros a areas de trabajo	5 Seguridad en equipo e instalaciones de trabajo	6 Supervision a operadores de maquinaria.	7 Proteccion por contaminacion atmosferica.	8 Supervision en el manejo de substancias toxicas	9 Prot. de huecos, registros, brocales, cepas, etc.	10 Impedir trabajos peligrosos sin proteccion.	11 Asegurar troquelas, e impedir lanzarse en ellos	12 Prevencion de incendios y explosiones.	1 Confinar areas de trabajo.	2 Pasos seguros para peatones.	3 Limpieza en zonas afectadas.	4 Iluminacion en zonas de circulacion publica.	5 Senalizacion en zonas de peligro.	6 Vigilancia en zonas de cruce.	7 Proteccion de huecos, registros, tapas etc.	S Instalacion y servicio de sanitarios.	P Botiquin de curaciones y primeros auxilios.	PP Presentacion de las instalaciones de seguridad.	A Reporte de Accidente.	B Reporte Semanal para el Calculo de Indices.	C Reporte Mensual de Atenciones en Botiquin.
A																										
B																										
C																										
D																										
E																										
F																										
G																										
H																										
I																										
J																										
K																										
L																										
M																										
N																										
O																										
P																										
Q																										
R																										
S																										
T																										

DETERMINACION DEL AREA

GRUPO ICA OBRAS METRO

OBRA: _____

REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No.____ del____ de _____ al____ de _____ de 19____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

Horas-hombre laboradas = [ ]

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas-hombre laboradas = _____

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno.*

Nombre del lesionado	Dias de incapacidad	Nombre del lesionado	Dias de incapacidad
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	
*		*	

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

Nombre del lesionado	Dias de incapacidad	Nombre del lesionado	Dias de incapacidad

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre_____

_____
Firma

GRUPO DE EMPRESAS
OBRAS PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

GRUPO ICA OBRAS METRO

TELS. 15-58-20 15-58-20 16-25-00

MINERIA Nº 145
MEXICO 13, D. F.

GRUPO ICA OBRAS METRO

Reporte de Accidente

9

En Obra _____

_____ Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación

$ _____ Sueldo Diario SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ Fecha A LAS _____ Hs.

LESIONANDOSE _____ Parte del Cuerpo RESULTANDO UNA INCAPACIDAD (Marque con una x)

MOMENTANEA	
PARCIAL TEMPORAL	
PARCIAL PERMANENTE	
TOTAL	

EL LESIONADO ES PERSONAL (Marque con una x)

DE LA COMPAÑIA	
DE SUB-CONTRATISTA	
O DESTAJISTA	

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse?

¿Con qué máquinas, herramientas y o materiales estaba en contacto antes de lesionarse?

¿CUANTAS PERSONAS INTERVENIAN EN LA OPERACION QUE SE REALIZABA? _____ ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿COMO? _____

¿Como se presentó el accidente desde antes de lesionarse,....hasta habérsele proporcionado los auxilios necesarios?

¿Con qué se lesionó? ¿Qué daño sufrió la Maquinaria, Equipo, Material o Instalaciones? A QUE ALTURA O NIVEL SE TRABAJABA? _____ ¿SUFRIO CAIDA? (Marque con una x)

SI	
NO	

DE _____ Metros ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL? (Marque con una x)

SI	
NO	

¿CUAL? _____

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE: _____

REPORTO EL ACCIDENTE A LA DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

_____ Nombre

_____ Firma

GRUPO DE EMPRESAS
OBRAS PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

GRUPO ICA OBRAS METRO

TELS. 15-86-20 15-68-20 16-25-00

MINERIA No. 145
MEXICO 5 D F.

ESTADI[illegible]ICA Indice de Frecuencia

	1	2	3	II	II	III
	Núm. Acc.	Hrs Hombre	I.F.	Núm. Acc.	Hrs.Hombre Acumulada	Ind. Frec.
ABRIL 1971	55	[illegible]01,351	110	55	501,851	109
MAYO	193	979,951	197	248	1,430,902	173
JUNIO	238	897,023	265	436	2,377,925	204
JULIO	344	1,234,109	278	830	3,662,034	226
AGOSTO	217	1,122,763	193	1047	4,764,797	219
SEPTIEMBRE	204	1,149,992	177	1251	5,934,769	211
OCTUBRE	265	1,471,460	180	1516	7,406,249	205
NOVIEMBRE	209	1,189,337	175	1725	8,595,586	201
DICIEMBRE	221	1,123,017	197	1946	9,717,603	200
ENERO 1972	216	1,689,126	128	2162	11,406,729	190
FEBRERO	166	1,360,900	106	2328	12,967,629	180
MARZO	187	1,651,759	113	2515	14,619,388	172
ABRIL	256	2,125,060	120	2771	16,744,448	165
MAYO	290	1,725,934	163	3961	18,470,382	215
JUNIO	209	1,880,230	111	3270	20,350,562	161
JULIO	188	1,947,060	96	3458	22,297,722	155
AGOSTO	232	2,029,770	114	3690	24,327,492	152
[illegible]TIEMBRE	133	2,610,000	51	3823	26,937,492	142
[illegible]UBRE	289	2,029,815	144	4112	28,967,300	141
NOVIEMBRE	164	2,437,955	68	4276	31,495,272	138
DICIEMBRE	165	1,890,090	87	4441	33,295,362	135
ENERO 1973	269	1,883,475	143	4710	35,178,837	133
FEBRERO	306	1,915,390	151	5016	37,094,217	135
MARZO	379	1,534,275	201	5395	38,978,492	139
ABRIL	289	1,939,455	143	5684	40,917,947	133
MAYO	486	2,535,355	192	6170	43,451,312	149
JUNIO	434	2,036,740	208	6604	40,541,552	145
JULIO	441	1,882,440	234	7045	47,423,992	145
AGOSTO	325	2,310,660	146	7330	49,734,952	147
SEPTIEMBRE	287	1,753,325	152	7617	51,493,477	147
OCTUBRE	273	1,967,660	138	7390	53,461,137	147
NOVIEMBRE	238	1,456,926	163	8128	54,918,057	145
DICIEMBRE	201	1,417,470	139	8329	56,365,527	149
ENERO 1974	207	1,739,470	116	8536	58,145,997	147
FEBRERO	220	1,529,055	144	8756	59,075,052	147
MARZO	202	1,561,140	129	8958	61,234,192	143
ABRIL	225	1,392,430	119	9183	63,153,621	140
MAYO	255	1,525,325	163	9433	64,644,447	145
JUNIO	228	1,857,735	122	9666	66,542,132	145
JULIO	231	1,933,705	125	9897	63,355,837	147
[illegible]OSTO	169	1,453,755	115	10066	69,144,442	115
[illegible]PTIEMBRE	187	1,444,110	129	10253	71,249,552	144
OCTUBRE	163	1,401,916	116	10416	72,653,934	145

ESTADISTICA Indice de Frecuencia

	1	2	3	I	II	III
	Núm. Acc.	Hrs.Hombre	I.F.	Núm. Acc.	Hrs.Hombre Acumulada	Ind. Frec.
NOVIEMBRE	147	1,576,950	93	10563	74,227,962	112
DICIEMBRE	105	1,175,310	85	19666	75,403,272	146
ENERO 1975	103	1,056,255	94	10771	76,489,527	141
FEBRERO	73	1,695,956	37	10341	77,535,457	140
MARZO	72	1,073,430	97	10916	76,658,887	142
ABRIL	89	1,073,353	96	11019	79,757,492	138
MAYO	53	801,675	66	11063	80,558,967	138

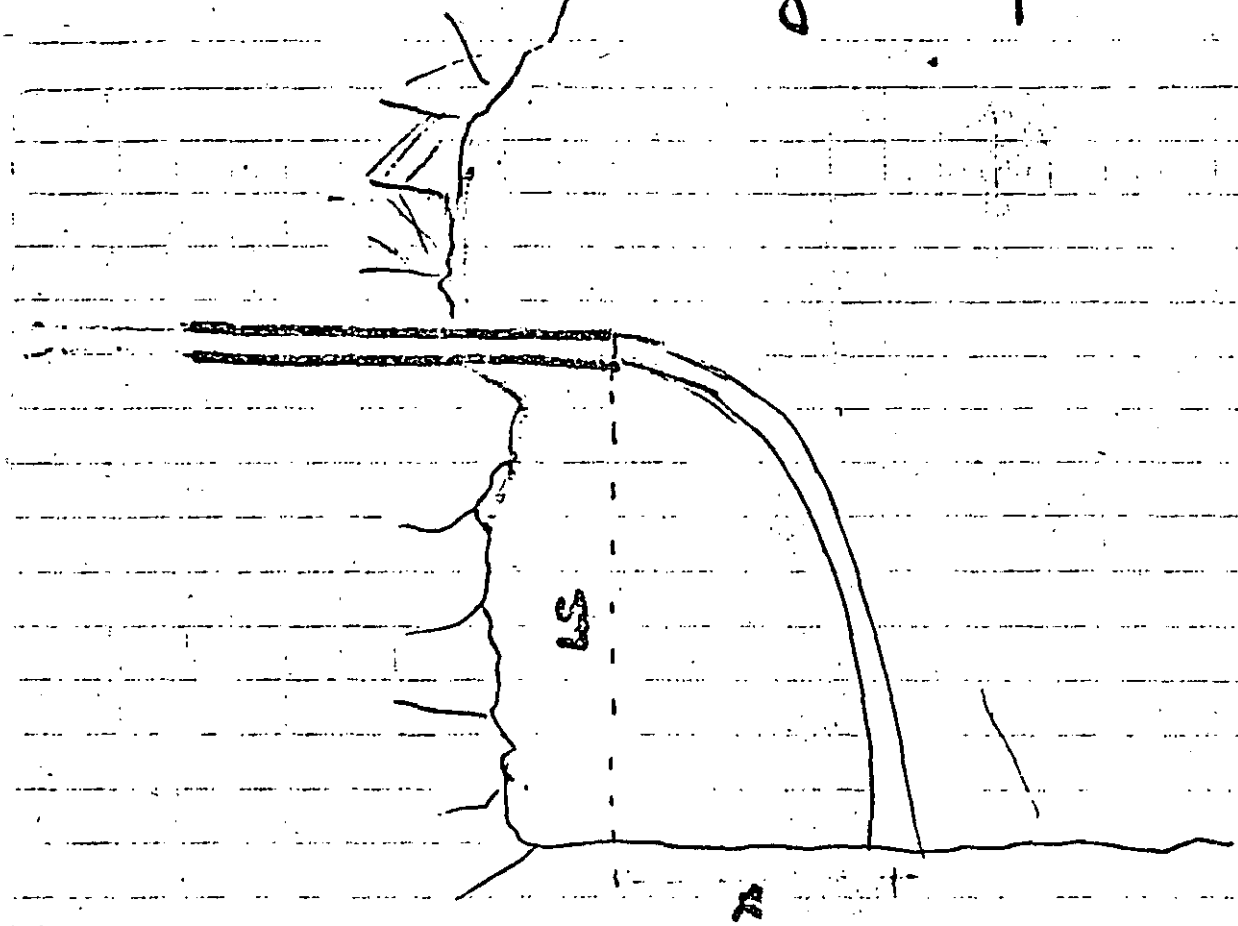
NOTA: Total de accidentes mortales ocurridos en el interior del tunel y en las lumbreras fue 87 por lo que el I.F. de accidentes de este tipo fue de 1.09 por cada millón de horas trabajadas.

DANGEROUS NOISE LEVELS

Following are various noise levels and decibels (db) for each:

	db
Busy street traffic at about 100 feet	60
Office tabluating machines (electric typewriter, etc.)	80
20 feet from subway	90
Pneumatic diesel air compressor	90
Diesel shovel (idling)	90
Automatic screw machines	98 to 105
Wire rope stranding machine	102 to 108
Header	103 to 108
Circular saw	105 to 116
Pin routers	107 to 116
Quarry floor (in general)	108
Drills, shovels & trucks operating	108
Can manufacturing plant	110
Weaving room	110
Between two compressors	110
Trip hammer	110 to 115
Drop hammer (depending on size)	110 to 135
Punch press	112
Sandblasting	112
Pneumatic chippers	112
Between two drills—20 feet apart	117
Impact on pile driver	120
Operators station—1 track drill in rock	120
4 feet from large pneumatic riveter	122
Operators station—1 track drill breaking through steel	125
5 feet from pneumatic press	130
Riveting steel tank	132
40 feet from jet engine	138
59 feet from rocket engine or jet with afterburner on	150

Formula gasto filtracion



Formula para determinar el gasto que aporta una filtracion

$$x = vt \quad ; \quad t = \frac{x}{v}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v^2} \qquad v^2 = \frac{g x^2}{2y}$$

$$v = x\sqrt{\frac{g}{2y}} = x\sqrt{\frac{4.91}{y}}$$

$$= 2.193\sqrt{\frac{1}{y}}$$

$$Q = Av$$

CALCULO DE PERDIDAS DE PRESION EN UNA TUBERIA DE VENTILACION DENTRO DE UN TUNEL.

1o. RECOMENDACIONES PRACTICAS.

a) EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE VENTILACION DEBE SER DE 1/7 DEL DIAMETRO DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL TUNEL CONSIDERANDOLA CIRCULAR.

b) EL AREA DE LA TUBERIA DE VENTILACION DEBE SER DE 1/50 DEL AREA DEL TUNEL.

2o. PERDIDAS DE PRESION.

- POR FRICCION
- POR CAMBIOS DE SECCION
- POR CURVAS
- POR FUGAS

3o. LA PERDIDA POR FRICCION ES LA MAS IMPORTANTE, YA QUE LAS OTRAS CAUSAS SE CONVIERTEN EN FACTORES DE LONGITUD DE TUBO.

4o. UNIVERSALMENTE SE USA LA FORMULA DE MONNIER PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE PRESION DEBIDA A LA FRICCION Y ES LA SIGUIENTE:

$$h_f = k \frac{Q^n}{D^m}$$

LOS EXPONENTES " n " Y " m " VARIAN SEGUN EL MATERIAL DE QUE ESTE HECHO LA TUBERIA, PARA EL CASO DE LAMINA NEGRA CON UNIONES DE ABRAZADERA "n" = 2 ; "m" = 5 .

EL COEFICIENTE "k" PARA TUBERIA DE LAMINA ES DE 0.00205 y "n"= 2 Y "m" = 5.

... 5 ..

PARA TUBERIA DE TELA AHULADA "k" = 0.0021 Y "n"= 1.7 Y "m"= 5.

SIENDO LO MAS COMUN EL USO DE TUBERIA DE LAMINA, YA QUE CON ELLA PUEDE INVERTIRSE EL SENTIDO DEL AIRE SIN COMPLICACIONES, SE PUEDE SIMPLIFICAR LA FORMULA DE MONNIER EN LA FORMA SIGUIENTE:

HACIENDO QUE $Q = AV$ Y $A = \frac{\pi D^2}{4}$

SUBSTITUYENDO ESTOS VALORES EN LA FORMULA QUEDARIA:

$$h_f = \frac{k \frac{\pi^2}{16} V^2}{D}$$

AHORA BIEN SI HACEMOS: $k' = k \frac{\pi^2}{16}$ LA FORMULA SE PUEDE EXPRESAR ASI:

$$h_f = k' \frac{V^2}{D}$$

EL RESULTADO SE OBTIENE EN MILIMETROS POR METRO LINEAL DE TUBERIA.

RLC*amzs

DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO "RESIDENTES DE CONSTRUCCION" IMPARTIDO EN ESTA DIVISION DEL 14 AL 26 DE OCTUBRE DE 1984.

1.- ACOSTA PEREZ ARTURO
DIRECCION GENERAL DE OBRAS
SUPERVISOR DE OBRA
AV. REVOLUCION No. 2045
CIUDAD UNIVERSITARIA
550-57-63

LINALOE No. 37
COL. STA. MARIA INSURGENTES
DELEGACION CUAUHTEMOC
00640 MEXICO, D.F.
597-81-14

2.- AGUILAR MARTINEZ EMILIANO
PILOTES DE CONTROL, S.A.
AUXILIAR DE RESIDENTE DE OBRA
URUAPAN No. 3-5o. PISO
COL. ROMA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06700 MEXICO, D.F.
525-23-21

INVIERNO No. 60
COL. ANGEL SIMBRON
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02090 MEXICO, D.F.
399-75-20

3.- ARAIZA ARMENTA JESUS ARMANDO
S. C. T.
JEFE DE SECCION
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD
COL. NARVARTE

COPILCO No. 300 EDIF. H-309
COL. COPILCO UNIVERSIDAD
DELEGACION COYOACAN
04260 MEXICO, D.F.
598-39-50

4.- ALVAREZ CAMARENA AIDA MAGALI
S. C. T.

5.- ANAYA HERNANDEZ JOSE ANTONIO
S. C. T. DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
CALCULISTA
PROVIDENCIA No. 807
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-66-24 y 687-76-60

P. ARRIAGA No. 537 M. 20 A
COL. NOPALERA
DELEGACION TLAHUAC
13-20 MEXICO, D.F.

6.- ARELLANO BAEZ MERCED
S. A. R. H.
JEFE DE SECCION DE ANALISTAS
PASEO DE LA REFORMA No. 102-9o. PISO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06030 MEXICO, D.F.

FRAY SERVANDO TERESA DE MIER No. 208-20
06090 MEXICO, D.F.

7.- BALDERAS DAZA ROGELIO
S. C. T.

8.- BASILIO GARCIA ARTEMIO
S. C. T.

9.- BELTRAN A. JOAQUIN
S. C. T.

10.- BENITEZ BRIONES JOSE FROULAN
S. A. R. H.
AUXILIAR DE RESDENTE DE OBRA
AV. VENUSTIANO CARRANZA No. 2300
3. 34-78

LIC. QUEZADA No. 103
ZONA CENTRO
78000 SAN LUIS POTOSI
4-09-36

11.- CARRASCO BONILLA JUAN JOSE
P. I. U. M. H. H.
TECNICO ANALISTA
CARRETERA MEXICO- LAREDO KM. 159

CORREGIDORA No. 3
IXMIQUILPAN, HGO.
3-04-17

12.- CORONA TOLEDO SERGIO ROGELIO
DIREC. GRAL. OBRAS
U. N. A. M.
SUPERVISOR DE OBRA
AV. REVOLUCION No. 2045
DELEGACION COYOACAN
550-57-61

LIBERTAD No. 13-2
COL. SAN ALVARO
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02090 MEXICO, D.F.
399-50-83

13.- CRUZ CISNEROS GILBERTO
S. C. T. DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
JEFE DE OFICINA TECNICA
PLANTA BAJA DEL EDIF. ADUANA MARIT.
ZANA FRANCA
TAMPICO,TAMPS.
2-32-22

PRIV. LLERA No. 104 DEPTO. 11
COL. TOLTECA
89160 MEXICO, D.F.
2-47-00

14.- CUBERO OSORIO LUIS
DIREC. GRAL. OBRAS U. N. A. M.
SUPERVISOR
AV. REVOLUCION No. 2043
550-57-61

RUMANIA No. 1118 INT. 301
COL. PORTALES
674-31-18

15.- CHABLE HERRERO WILFRIDO
S. E. D. U. E.
ANALISTA TECNICO
REFORMA No. 27-9o. PISO
COL. REVOLUCION
DELEGACION CUAUHTEMOC
535-00-38

JOSE EMPARAN No. 16-B
COL. REVOLUCION
DELEGACION CUAUHTEMOC
06030 MEXICO, D.F.
566-11-25

16.- DE LEON ROSAS GUSTAVO
S. E. D. U. E.
ANALISTA TECNICO
REFORMA No. 20
COL. JUAREZ
592-14-96

TESORO No. 79
COL. ESTRELLA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO

17.- DIAZ GUTIERREZ RAFAEL
ALMACENES NACIONALES DE DEPOSITO
SUBJEFE DE DEPARTAMENTO
PLAZA DE LA CONSTITUCION No.7
3er. PISO
COL. CENTRO
518-10-70

CARLOTA No. 158
COL. GUADALUPE TEPEYAC
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07840 MEXICO, D.F.

18.- DIAZ MORENO GERARDO
S. C. T.

19.- ESTRADA JESUS
S. A. R. H.

19.- FERNANDEZ RUIZ CARLOS MANUEL
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
RESIDENTE DE OBRA
AV. CARMELINAS No. 3725-8o. PISO
MORELIA, MICH
4-55-96

SANTANDER No. 4919
COL. LAS PALMAS
PUEBLA, PUE.
40-06-57

20.- FLORES ULLESCAS CARLOS
DIREC. GRAL. AEROPUERTOS
JEFE OFNA. EVALUACION
CHIAPAS No. 121-2o. PISO
COL. ROMA
574-88-42

AV. UNION No. 201
COL. TEPEYAC INN
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO

21.- FLORES LIMA JESUS MARIO
PROSUCO, S.A.
COORDINADOR DE SUPERVISION DE OBRA
INSURGENTES SUR No. 1650-105
524-89-70

UXMAL No. 496-2
COL. VERTIZ NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03600 MEXICO, D.F.
687-05-11

22.- GARCIA DEL VALLE MOTA IRMA EDITH
CONSTRUCCIONES Y SERV. INGENIERIA
RESIDENTE
CARLOS B. ZETINA No. 116-2o. PISO
COL. ESCANDON
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11800 MEXICO, D.F.
515-28-62

MARINA NACIONAL No. 200 E-ii-A-04
COL. ANAHUAC
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11320 MEXICO, D.F.

23.- GARICA OSORIO JUAN JOSE
UNIVERSIDAD AUTONOMA EDO. MEXICO
CATEDRATICO
CD. UNIVERSITARIA
4-02-55

JUAREZ SUR No. 307
COL. UNIVERSIDAD
561-56

24.- GAYTAN DIAZ MARTIN
S. C. T.
AUXILIAR DE RESIDENTE
AV. UNIVERSIDAD Y XOLA

J. ROMO No. 1040 S-J
COL. PROGRESO
JALISCO

25.- GONZALEZ MONTIEL GENARO ELIAS
DIREC. GRAL. DE OBRAS
SUPERVISOR
AV. REVOLUCION No. 2045
CIUDAD UNIVERSITARIA

CALLE KINCHIL H80 LOTE 17
COL. LOMAS DE PADIERNA
DELEGACION TLALPAN

26.- GONZALEZ SALAS PEDRO RENE
CONSTRUCTORA MARLI, S.A. DE C.V.
RESIDENTE DE OBRA

MARIANO RIVAS No. 302
COL. L. MATEOS
MAZATLAN, SIN.
3-38-46

27.- GRANADOS MONTELONGO MIGUEL ANGEL
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
RESIDENTE DE OBRA
BUENAVISTA, SALTILLO COAH.
4-31-00

MOCTEZUMA No. 787
4-26-42

28.- H. GUTIERREZ CASANOVA URIEL
S. C. T.
AUXILIAR DE RESIDENTE
AVS. UNIVERSIDAD Y XOLA
03028 MEXICO, D.F.

MANZANILLO No. 12
COL. ROMA
564-01-47

29.- HERNANDEZ MENDOZA GUSTAVO
DEPTO. DEL DISTRITO FEDERAL
JEFE DE TOPOGRAFOS
TLALOC No. 1
COL. TLAXPANA

ELIGIO ANCONA No. 163-A
COL. STA.MA. LA RIBERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06400 MEXICO, D.F.

30.- HERNANDEZ PEREZ MIGUEL ANGEL
PATRIMONIO INDIGENA VALLE DEL MEXQUITAL
Y HUASTECA HIDALGUENSE
RESIDENTE
KM. 159 CARRETERA MEXICO-LAREDO
IXMIQUILPAN, HGO.

KM. 159 CARRETERA MEXICO-LAREDO
IXMIQUILPAN, HGO.

31.- JIMENEZ GARCIA NAHUM
CIA. CONSTRUCCIONES CONDUCCIONES
Y PAVIMENTOS I. C. A.
JEFE DE FRENTE
MINERIA No. 165

AV. PASEO DEL FERROCARRIL No. 65
EDIF. "P" No. 401
COL. LOS REYES IZTACALA
TLALNEPANTLA
54090 EDO. DE MEXICO

32.- JUAREZ OSORNIO JOSE LUIS
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
ANALISTA DE PRECIOS UNITARIOS
INSURGENTES SUR No. 664-6o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-80-94

STO. SAN BLAS No. 22
COL. EL OLIVO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07920 MEXICO, D.F.
753-81-44

33.- LASCARES HERNANDEZ JUAN FCO.
C. F. E.
RESIDENTE CAMPAMENTOS
TORRE FINANCIERA
AV. LAS CAMELIAS
MORELIA, MICH.
4-55-96

VIRGEN 4066-606
GUADALAJARA, JAL.
31-01-17

34.- LOPEZ VILLAFAÑA FELIPE DE JESUS
S. C. T.
INGENIERO CIVIL
AV. INSURGENTES SUR No. 664-6o.PISO
COL. DEL VALLE
587-53-27

RABAUL No. 100
COL. ELECTRICISTAS
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
02060 MEXICO, D.F.
561-16-77

35.- LUGO REYNAGA LUIS RICARDO
S. E. D. U. E.
ANALISTA TECNICO
INSURGENTES CENTRO No. 56-3er. PISO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
535-00-38

CALLE 563 No. 13
UNIDAD ARAGON
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO

36.- MACIAS ZEPEDA MARIO JAVIER
S. E. D. U. E.
SUPERVISOR TECNICO
REFORMA No. 77-11o. PISO
COL. SAN RAFAEL

R. GAYOL No. 147-107
COL. GUADALUPE INSURGENTES
DELEGACION GUSTAVO A.MADERO
07870 MEXICO, D. F.
537-35-92

37.- MALDONADO MARTINEZ GERARDO
AEROPUERTOS Y SERV. AUXILIARES
AUDITOR
AV. 602 No. 161
COL. ARAGON
DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA
784-23-02

MANUEL CARPIO No. 144-36
COL. SANTA MARIA LA RIBERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06400 MEXICO, D.F.
547-53-99

38.- MARTINEZ CRUZ FRANCISCO
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
JEFE DE OFICINA
PROVIDENCIA No. 807-6o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-66-24

CALZ. DE LA VIGA No. 617-4
COL. SAN FCO. XICALTONGO
DELEGACION IZTACALCO
696-15-21

39.- MARTINEZ GONZALEZ LUCIANO
S. A. R. H.
JEFE DE OFICINA
PASEO DE LA REFORMA No. 107-9o. PISO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06030 MEXICO, D.F.
546-62-21

JADE No. 12
COL. PEDREGAL DE ATIZAPAN
DELEGACION ATIZAPAN DE ZARAGOZA
4500 EDO. DE MEXICO
589-68-49

40.- MARTINEZ JENKINS ADALBERTO
S. A. R. H.

41.- MENDEZ NUCAMENDI LENIN
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
ANALISTA
INSURGENTES SUR No. 664
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-77-92

DR. BARRAGAN No. 520-21
DELEGACION BENITO JUAREZ
03020 MEXICO, D.F.
530-95-80

42.- MORAN MENDOZA ALFREDO
DREC. GRAL. DE OBRAS
SUPERVISOR DE OBRA
REVOLUCION No. 2045
DELEGACION COYOACAN
550-57-61

MELCHOR OCAMPO No. 7
COL. APATLACO
DELEGACION IXTAPALAPA
590-73-43

43.- MORALES MORENO TRINIDAD ELIAS
S. A. R. H.
RESIDENTE DE OBRA
AVE. RUFO FIGUEROA S/N
CHILPANGINGO, GUERRERO
226-90

COL. ELECTRICISTAS No. 76
CHILPANCINGO, GUERRERO
2-43-37

44.- MURGA PAK RAUL ARMANDO
CONSTRUCCIONES, CONDUCCIONES Y
PAVIMENTOS, S. A.
JEFE DE OBRA
MINERIA No. 145
COL. ESCANDON
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
516-04-60

C. DE LA ESTRELLA No. 315-204
COL. CAMPESTRE CHURUBUSCO
DELEGACION COYOACAN
04200 MEXICO, D.F.
550-80-16

45.- OLIVARES SAENZ SERGIO
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
RESIDENTE
LOS AZUFRES, MICH.

FINLANDIA No. 40
COL. VILLA UNIVERSIDAD
MORELIA, MICH.
58130
4-55-96

46.- OLMEDO LOPEZ MARTIN
S. C. T.
AUXILIAR OFNA. SUMINISTRO ASFALTOS
AV. XOLA Y UNIVERSIDAD
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
519-88-66

AV. COYOACAN No. 501-105
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03100 MEXICO, D.F.
543-23-80

47.- ORTEGA SOSA BERNARDO
S. C. T.
JEFE SECCION OFNA. NORMAS
PROVIDENCIA No. 807
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-66-24

GOMEZ FARIAS No. 702 DEPTO. 1
COL. SURTIDORA
PACHUCA, HGO.
238-62

48.- PAZ VELAZQUEZ DAVID
AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES
AUDITOR DE OBRA
AVENIDA 602 No. 161
COL. SAN JUAN DE ARAGON
DELEGACION VILLA GUSTAVO A MADERO
784-23-02

RETORNO 7 No. 10 DE GALINDO Y VILLA
COL. JARDIN BALBUENA
DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA
15900 MEXICO, D.F.
784-84-38

[illegible]

66.- VERAIN GUERRERO JOSE ANTONIO
S. A. R. H.
PROYECTISTA
25 PONIENTE No. 188
COL. CARMEN
PUEBLA, PUE.
40-00-90

PRIV. 7 SUR No. 3306
COL. GABRIEL PASTOR
PUEBLA, PUE.
43-35-99

67.- VIGURI ZAGOYA LEONARDO ARTURO
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
JEFE DE SECCION
DIREC. DRAGADO
PROVIDENCIA No. 807-6o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ

CALZ. ACOXPA AND 11 CASA 1
VILLA COAPA
DELEGACION TLALPAN
594-42-60

68.- ZAMUDIO CINTORA EMILIO
C. F. E.
JEFE OFICINA DE CONCRETO
AUGUSTO RODIN No. 265
COL. NOCHE BUENA
DELEGACION BENITO JUAREZ
563-37-00

69.- ZORRILLA GONZALEZ MARCELO JAVIER
INGENIEROS Y CONTRATISTAS, S.A.
AUXILIAR TECNICO
DARWIN No. 102-2o. PISO
COL. ANZURES
11590 MEXICO, D.F.
533-18-00 ext. 34

ANAXAGORAS No. 590-3
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03020 MEXICO, D.F.
543-21-43