Directorio de Profesores del Curso: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
1982

1. ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
Director General
Grupo de Ingeniería Integral, S.A.
Adolfo Prieto No. 430
03100 México, D. F.
536 37 70

2. ING. JORGE HUMBERTO DE ALBA CASTAÑEDA
Gerente de Supervisión
ICATEC
San Fernando No. 469 Int. 2
México 22, D. F.
655 01 84

3. ING. EDGAR FERNANDEZ GOMEZ
Apolo Consultores, S. C.
Diego Becerra No. 63
San José Insurgentes
Delegación Benito Juárez
03900 México, D.F.
651 94 49 651 94 91

4. ING. SERGIO HERRERA MUNDO
Gerente General
G. H. A. Y ASOCIADOS
Dakota No. 423 2° Piso
Col. Nápoles
Delegación Benito Juárez
03810 México, D.F.
523 04 85 536 70 23

5. ING. JOSE LUIS SANCHEZ MARTINEZ
Gerente de Proyectos
Colinas de Buen, S.A.
Viaducto Miguel Alemán No. 190-2° Piso
0320 México, D.F.
519 72 40

6. ING. EMILIO GIL VALDIVIA
Gerente de Obra Civil
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano
D. D. F.
Av. Universidad No. 800-4° Piso Esq. Zapata
Col. Sta. Cruz Atoyac
Delegación B. Juárez
03310 México 10, D.F.
559 72 73

7. ING. JOSE MARCOS FARADJI CAPON
Laboratorio Nacional de la Construcción
Director Técnico
Calle 23 No. 22 Letra A
Col. San P. de los Pinos
México 18, D.F.
516 75 08 y 516 25 65

8. C.P. EDUARDO GALLO TELLO
Despacho Sarlat Gallo y Tello, A.P.
Cerrada San Borja No. 36
Col. del Valle
Delegación Benito Juárez
03100 México, D.F.
559 64 09

9. ING. MARIO GOMEZ GALBARRIATO
Director General
Imperquímica, S.A.
San Pedro No. 24
Col. del Moral
Delegación Iztapalapa
9300 México, D.F.
686 26 11 Ext. 131 ó 132

10. LIC. LUIS MIGUEL CANAL HERNANDO
Avenida Revolución No. 1387 1° Piso
GUTSA, S.A. de C.V.
Subdirector Financiero Coorporativo
Col. Campestre Tlacopac
Delegación Alvaro Obregón
01040 México, D.F.
550 13 44 Ext.

11. ING. ENRIQUE DOMINGUEZ MENESES
Gerente General
Presforzados y Sistemas de Ingeniería
Av. Valle de las Alamedas No. 70
San Francisco Chilpa
Tultitlán, Edo. de México
565 79 25

12. C.P. JOAQUIN CANO CHOM
Subdirector Administrativo
GUTSA, S.A. de C.V.
Av. Revolución No. 1387-2° Piso
Col. Campestre Tlacopac
Delegación Alvaro Obregón
01040 México, D.F.
550 13 44 Ext. 173

13. ARQ. MARIO ANDRES PUEYO CANOVAS
Gerente General
CEI Constructores e Ingenieros, S.A.
General Salvador Alvarado No. 144
Col. Escandón
Delegación B. Juárez
11800 México, D.F.
277 4700

14. ING. ROGELIO RIVERO CARRARO
Subdirector de Coordinación Financiera
Subdirección de Agua Potable y Alcantarillado
S A H O P
P. de la Reforma No. 20-5° Piso
Col. Centro
Delegación Cuauhtémoc
06040 México, D.F.
535 13 37 y 535 21 27

15. ING. GABRINO GRACIA CAMPILLO
Gerente de Construcción
GUTSA CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.
Av. Revolución 1387 -1° Piso
Col. Tlacopac San Angel
Delegación Alvaro Obregón
01040 México, D.F.
550 13 44 Ext. 114

16. ING. RAUL LOPEZ CALVILLO
Director de Seguridad
Constructora Metro, S.A. de C.V.
Altadena No. 23-3° Piso
Col. Nápoles
Delegación Cuauhtémoc
México, DF. 03810
687 33 93

17. ING. MARCELO ESMENJAUD COGORDAN
Director de Manufactura
Berol, S.A.
Vía Gustavo Baz No. 309 Planta Baja
Código Postal 54060
Tlanepantla, Edo. de México
397.80.22 Ext. 138

18. ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS
Gerente General
Grúas y Transportes MICSA
Av. Industria Eléctrica de México No. 3
Col. Vista Hermosa
Pte. de Vigas
Tlanepantla, Edo. de México
3984222

19. Ing. Miguel Montes de Oca Alcaraz
Director General
IMASA, S.A.
Porfirio Díaz No. 69
Col. del Valle
Delegación Benito Juárez
03100 México, D.F.
559 32 38,

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ASPECTOS FINANCIEROS

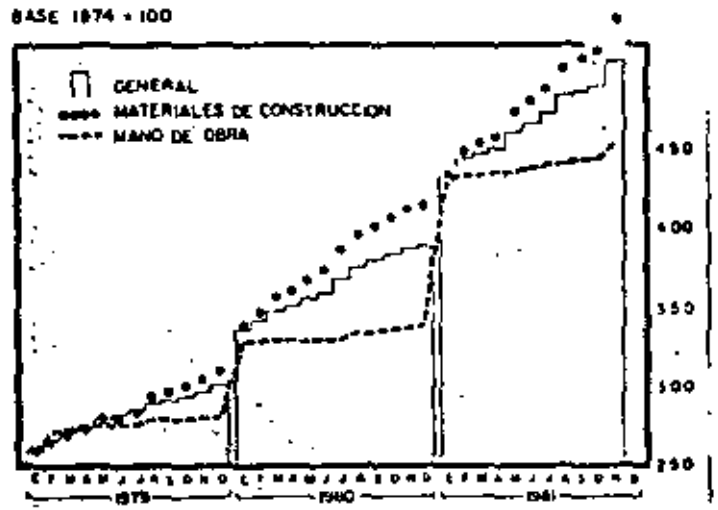
LIC. LUIS MIGUEL CANAL

Febrero, 1982

acio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

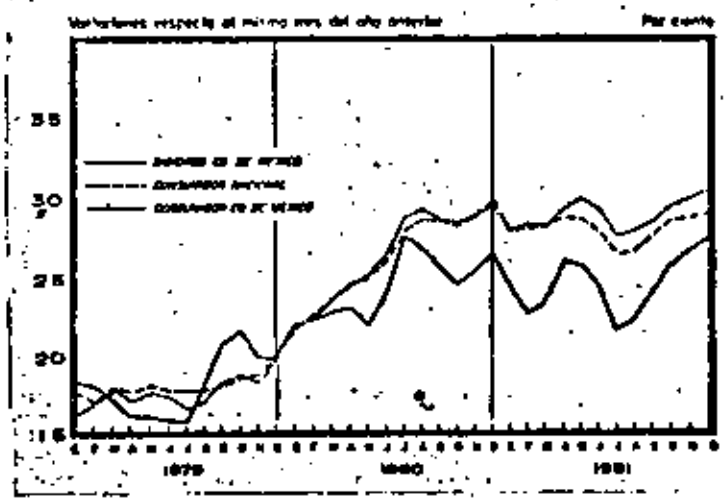
I N D I C E

Construcción

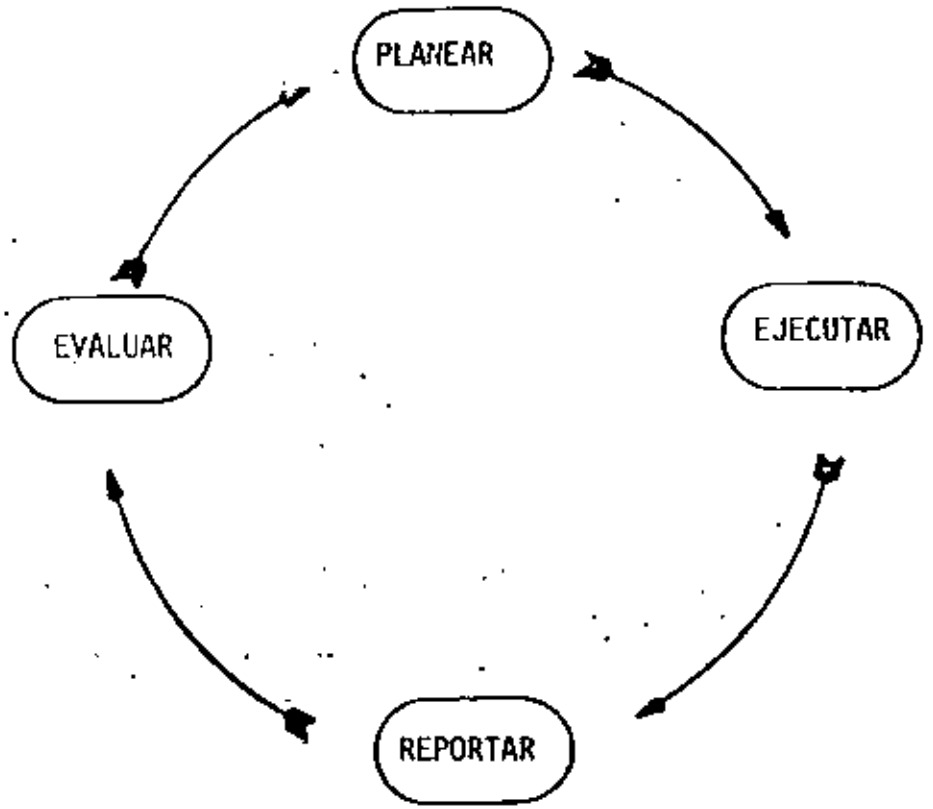


La tremenda alza en costos que registró la Industria de la Construcción el año pasado, se observa en la gráfico, siendo fácil de notar que el mayor incremento de precios correspondió a materiales para dicha industria.

Indice de Precios



CICLO ADMINISTRATIVO DE LA EMPRESA



ESTRUCTURA ESQUEMATICA DEL BALANCE DE UNA EMPRESA

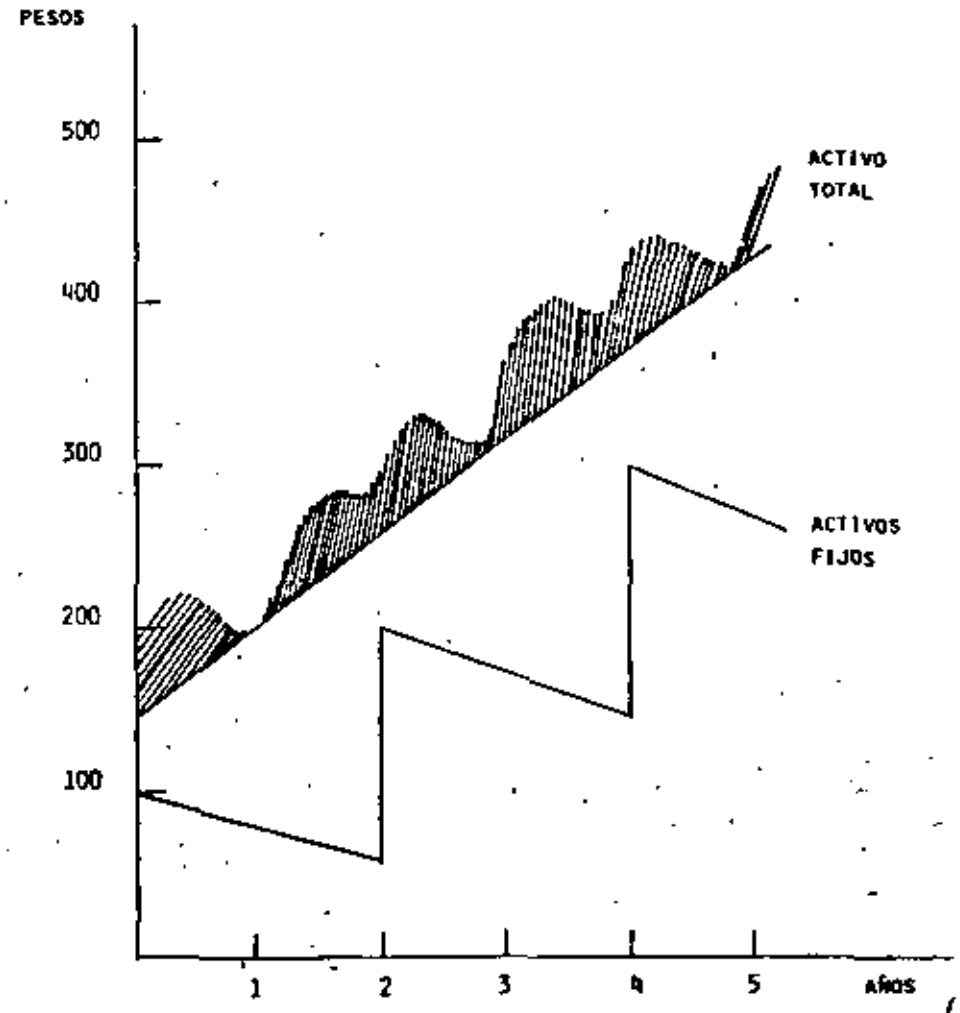
A C T I V O
INVERSIONES DE LOS RECURSOS

PASIVO Y CAPITAL
FUENTE DE RECURSOS.

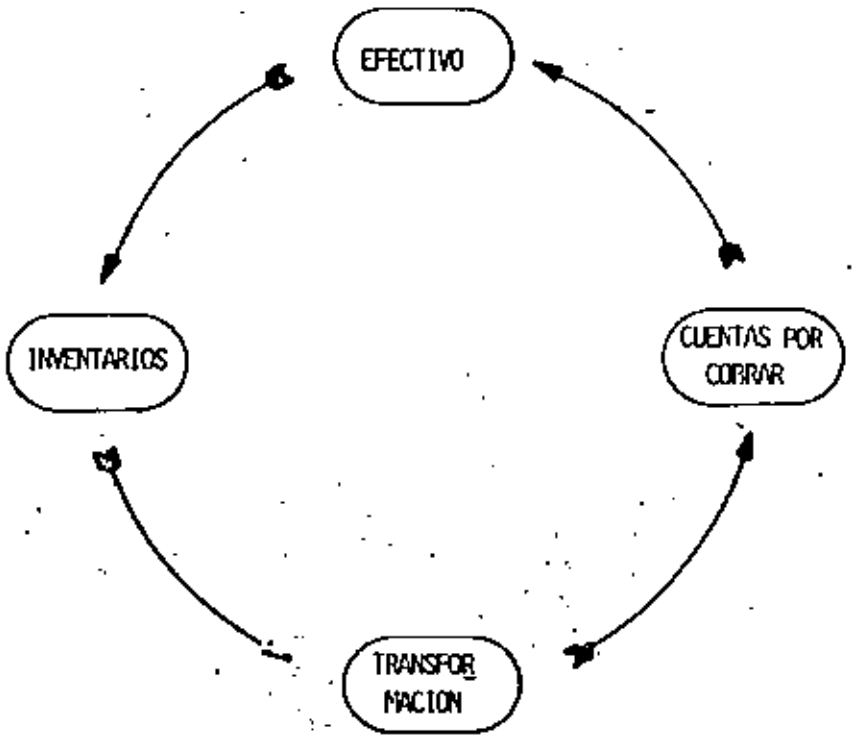
- DISPONIBLE
  - CAJA
  - BANCOS
- REALIZABLE
  - INVERSIONES CICLICAS
    - DOCUMENTOS POR COBRAR
    - CUENTAS POR COBRAR
    - INVENTARIO MATERIAS PRIMAS
    - PRODUCTOS EN CURSO DE FABRICACION
    - INVENTARIO PRODUCTOS ACABADOS
  - OTROS ACTIVOS
- ACTIVO FIJO NETO
  - INVERSIONES ACICLICAS
    - INSTALACIONES
    - INMUEBLES
    - TERRENOS
    - DEPRECIACIONES AMORTIZACIONES

- RECURSOS CIRCULANTES
  - RECURSOS DE TERCEROS A CORTO
    - CREDITO DE PROVEEDORES
    - PAGOS DIFERIDOS
    - IMPUESTOS
    - DESCUENTO DE DOCTOS.
    - CREDITO BANCARIO A CORTO
  - RECURSOS DE TERCEROS A MEDIO Y LARGO
    - CREDITO A MEDIO
    - CREDITO A LARGO
    - OBLIGACIONES
- RECURSOS PERMANENTES
  - RECURSOS PROPIOS
    - CAPITAL
    - RESERVAS
    - PROVISIONES

FINANCIAMIENTO DE LA EMPRESA



CICLO ECONOMICO DE LA EMPRESA



CALCULOS DE INTERES

A) INTERES

$$\frac{\text{TASA DE INTERES}/100}{360\ \text{DIAS}} \times (\text{PRINCIPAL}) \times (\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS})$$

EJEMPLO:

Principal $1000

Fecha de disposición: 3 de enero de 1982

Fecha de vencimiento: 14 de mayo de 1982

Interés anual: 39%

$$\frac{39/100}{360} \times 1000 \times 133\ \text{DIAS} = \$144.08$$

B) TASA EFECTIVA REAL VENCIDA

$$\frac{\text{TASA DE INTERES}}{360\ \text{DIAS}} \times 365\ \text{DIAS}$$

EJEMPLO:

Tasa anual: 39%

$$\frac{39}{360} \times 365 = 39.54\%$$

C) TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD (VER ANEXO)

$$\frac{\text{INTERES}}{1 - \text{RECIPROCIDAD}/100}$$

EJEMPLO:

INTERES: 39%
RECIPROCIDAD: 20%

$$\frac{39}{1-(20/100)} = 48.75\%$$

D) TASA EFECTIVA REAL VENCIDA CON RECIPROCIDAD

TASA EFECTIVA REAL VENCIDA
1- (RECIPROCIDAD/100)

EJEMPLO:

Interés: 39%
Reciprocidad: 20%

$$\frac{\frac{39}{360} \times 365}{1-(20/100)} = 49.27\%$$

E) TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA

$$\frac{\text{INTERES}/(\text{PRINCIPAL}-\text{INTERES})}{\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS}} \times 365 \times 100$$

EJEMPLO:

Principal:	1000
Interés :	39%
Fecha disposición:	3/I/82
Fecha vencimiento:	18/V/82

$$\text{INTERES} = \frac{39/100}{360} \times 1000 \times 133 \text{ DIAS} = 144.08$$

$$\frac{144.08/(1000-144.08)}{133} \times 365 \times 100 = 46.198\%$$

F) TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA CON RECIPROCIDAD

$$\frac{\text{INTERES}/(\text{PRINCIPAL}-\text{INTERES}-\text{RECIPROCIDAD EN \$})}{\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS}} \times 365 \times 100$$

EJEMPLO:

Principal:	1000
Interés :	39
Fecha disposición:	3/I/82
Fecha vencimiento:	18/V/82
Reciprocidad:	20%

$$\text{INTERES} = \frac{39/100}{360} \times 100 \times 133 \text{ DIAS} = 144.08$$

RECIPROCIDAD = 100 x 20% = 200

$$\frac{144.08/(1000-144.08-200)}{133} \times 365 \times 100 = 60.285\%$$

A N E X O

C) TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD:

CREDITO	RECIPROCIDAD	LIQUIDO	INTERES
100	20	80	40.00
20	4	16	8.00
4	0.80	3.20	1.60
0.80	0.16	0.64	0.32
0.16	0.032	0.128	0.064
0.032	0.0064	0.0256	0.0128
124.992	24.9984	99.9936	49.9968

LO QUE EQUIVALE LA TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD

$$\frac{\text{INTERES}}{1-\text{RECIPROC}/100} = \frac{40}{1-20/100} = \underline{50.00\%}$$

O BIEN, DE CUANTO CREDITO NECESITO PARA OBTENER $100 DISPONIB

80% DE X= 100

X= $\frac{100}{.8}$

X= 125

125 X 40%= 50.00%

MATRIZ DE DECISION PARA UN INTERES NOMINAL DEL 40%

RECIPROCIDAD	TASA EFECTIVA REAL VENCIDA	TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA DIAS 30	60	90	120	150	180
0%	40.56	41.95	43.45	45.06	46.79	48.67	50.69
5%	42.69	44.24	45.91	47.71	49.66	51.77	54.03
10%	45.06	46.79	48.67	50.69	52.90	55.30	57.94
15%	47.71	49.66	51.77	54.07	56.59	59.35	62.39
20%	50.69	52.90	55.30	57.94	60.83	64.04	67.59

AÑOS TRANSCURRIDOS	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%
[illegible]	1.020	1.040	1.061	1.082	1.103	1.124	1.145	1.166	1.188	1.210	1.254	1.300	1.323
[illegible]	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.120	1.140	1.150
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.990	.930	.971	.962	.952	.943	.935	.926	.917	.909	.893	.877	.870
2	.980	.961	.943	.925	.907	.890	.873	.857	.842	.826	.797	.769	.756
3	.971	.942	.915	.889	.864	.840	.816	.794	.772	.751	.712	.675	.658
4	.961	.924	.888	.855	.823	.792	.763	.735	.708	.683	.636	.592	.572
5	.951	.906	.863	.822	.784	.747	.713	.681	.650	.621	.567	.519	.497
6	.942	.888	.837	.790	.746	.705	.666	.630	.596	.564	.507	.456	.432
7	.933	.871	.813	.760	.711	.665	.623	.583	.547	.513	.452	.400	.376
8	.923	.853	.789	.731	.677	.627	.582	.540	.502	.467	.404	.351	.327
9	.914	.837	.766	.703	.645	.592	.544	.500	.460	.424	.361	.308	.284
10	.905	.820	.744	.676	.614	.558	.508	.463	.422	.386	.322	.270	.247
11	.896	.804	.722	.650	.585	.527	.475	.429	.388	.350	.287	.237	.215
12	.887	.788	.701	.625	.557	.497	.444	.397	.356	.319	.257	.208	.187
13	.879	.773	.681	.601	.530	.469	.415	.368	.326	.290	.229	.182	.163
14	.870	.758	.661	.577	.505	.442	.388	.340	.299	.263	.205	.160	.141
15	.861	.743	.642	.555	.481	.417	.362	.315	.275	.239	.183	.140	.123
16	.853	.728	.623	.534	.458	.394	.339	.292	.252	.218	.163	.123	.107
17	.844	.714	.605	.513	.436	.371	.317	.270	.231	.198	.146	.108	.093
18	.836	.700	.587	.494	.416	.350	.296	.250	.212	.180	.130	.095	.081
19	.828	.686	.570	.475	.396	.331	.277	.232	.194	.164	.116	.083	.070
20	.820	.673	.554	.456	.377	.312	.258	.215	.178	.149	.104	.073	.061
21	.811	.660	.538	.439	.359	.294	.242	.199	.164	.135	.093	.064	.053
[illegible]	.803	.647	.522	.422	.342	.278	.226	.184	.150	.123	.083	.056	.046
23	.795	.634	.507	.406	.326	.262	.211	.170	.138	.112	.074	.049	.040
24	.788	.622	.492	.390	.310	.247	.197	.158	.126	.102	.066	.043	.035
25	.780	.610	.478	.375	.295	.233	.184	.146	.116	.092	.059	.038	.030

ILUSTRACION 13 TABLA DE VALORES ACTUALES FACTORES PERIODICOS

INDICADORES FINANCIEROS	COSTO PORCENTUAL PROMEDIO	PARIDAD PESO - DOLAR
1979 DICIEMBRE	17.52%	22.87
1980 DICIEMBRE	24.25%	23.37
1981 ENERO	25.50%	23.50
1981 FEBRERO	25.98%	23.62
1981 MARZO	26.59%	23.88
1981 ABRIL	26.91%	24.05
1981 MAYO	27.22%	24.25
1981 JUNIO	27.66%	24.49
1981 JULIO	28.42%	24.70
1981 AGOSTO	29.50%	24.95
1981 SEPTIEMBRE	30.45%	25.26
1981 OCTUBRE	31.22%	25.56
1981 NOVIEMBRE	31.77%	25.88
1981 DICIEMBRE	31.81%	26.26
1982 ENERO	32.34%	26.64
INCREMENTO 1980/1979	38.41%	2.19%
INCREMENTO 1981/1980	31.18%	12.37%

AÑOS TRANS-CURRI-DOS	16%	18%	20%	22%	24%	25%	26%	28%	30%	35%	40%	45%	50%
-2	1.346	1.392	1.440	1.489	1.538	1.563	1.588	1.638	1.690	1.823	1.960	2.103	2.250
-1	1.160	1.180	1.200	1.220	1.240	1.250	1.260	1.280	1.300	1.350	1.400	1.450	1.500
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.862	.847	.833	.820	.806	.800	.794	.781	.769	.741	.714	.690	.667
2	.743	.718	.694	.672	.650	.640	.630	.610	.592	.549	.510	.476	.444
3	.641	.609	.579	.551	.524	.512	.500	.477	.455	.406	.364	.328	.296
4	.552	.516	.482	.451	.423	.410	.397	.373	.350	.301	.260	.226	.198
5	.476	.437	.402	.370	.341	.328	.315	.291	.269	.223	.186	.156	.132
6	.410	.370	.335	.303	.275	.262	.250	.227	.207	.165	.133	.108	.088
7	.354	.314	.279	.249	.222	.210	.198	.178	.159	.122	.095	.074	.059
8	.305	.266	.233	.204	.179	.168	.157	.139	.123	.091	.068	.051	.039
9	.263	.225	.194	.167	.144	.134	.125	.108	.094	.067	.048	.035	.026
10	.227	.191	.162	.137	.116	.107	.099	.085	.073	.050	.035	.024	.017
11	.195	.162	.135	.112	.094	.086	.079	.066	.056	.037	.025	.017	0.12
12	.168	.137	.112	.092	.076	.069	.062	.052	.043	.027	.018	.012	.008
13	.145	.116	.093	.075	.061	.055	.050	.040	.033	.020	.013	.008	.005
14	.125	.099	.078	.062	.049	.044	.039	.032	.025	.015	.009	.006	.003
15	.108	.084	.065	.051	.040	.035	.031	.025	.020	.011	.006	.004	.002
16	.093	.071	.054	.042	.032	.028	.025	.019	.015	.008	.005	.003	.002
17	.080	.060	.045	.034	.026	.023	.020	.015	.012	.006	.003	.002	.001
18	.069	.051	.038	.028	.021	.018	.016	.012	.009	.005	.002	.002	.001
19	.060	.043	.031	.023	.017	.014	.012	.009	.007	.003	.002	.001	
20	.051	.037	.026	.019	.014	.012	.010	.007	.005	.002	.001	.001	
21	.044	.031	.022	.015	.011	.009	.008	.006	.004	.002	.001		
22	.038	.026	.018	.013	.009	.007	.006	.004	.003	.001	.001		
23	.033	.022	.015	.010	.007	.006	.005	.003	.002	.001			
24	.028	.019	.013	.008	.006	.005	.004	.003	.002	.001			
25	.024	.016	.010	.007	.005	.004	.003	.002	.001	.001			

ILUSTRACION 13 (continuación)

AÑOS TRANSCURRIDOS	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%
-2	1.020	1.040	1.061	1.082	1.103	1.124	1.145	1.166	1.188	1.210	1.254	1.300	1.323
-1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.120	1.140	1.150
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.990	.980	.971	.962	.952	.943	.935	.926	.917	.909	.893	.877	.870
2	.980	.961	.943	.925	.907	.890	.873	.857	.842	.826	.797	.769	.756
3	.971	.942	.915	.889	.864	.840	.816	.794	.772	.751	.712	.675	.658
4	.961	.924	.888	.855	.823	.792	.763	.735	.708	.683	.636	.592	.572
5	.951	.906	.863	.822	.784	.747	.713	.681	.650	.621	.567	.519	.497
6	.942	.888	.837	.790	.746	.705	.666	.630	.596	.564	.507	.456	.432
7	.933	.871	.813	.760	.711	.665	.623	.583	.547	.513	.452	.400	.376
8	.923	.853	.789	.731	.677	.627	.582	.540	.502	.467	.403	.351	.327
9	.914	.837	.766	.703	.645	.592	.544	.500	.460	.424	.361	.308	.284
10	.905	.820	.744	.676	.614	.558	.508	.463	.422	.386	.322	.270	.247
11	.896	.804	.722	.650	.585	.527	.475	.429	.388	.350	.287	.237	.215
12	.887	.788	.701	.625	.557	.497	.444	.397	.356	.319	.257	.208	.187
13	.879	.773	.681	.601	.530	.469	.415	.368	.326	.290	.229	.182	.163
14	.870	.758	.661	.577	.505	.442	.388	.340	.299	.263	.205	.160	.141
15	.861	.743	.642	.555	.481	.417	.362	.315	.275	.239	.183	.140	.123
16	.853	.728	.623	.534	.458	.394	.339	.292	.252	.218	.163	.123	.107
17	.844	.714	.605	.513	.436	.371	.317	.270	.231	1.198	.146	.108	.093
18	.836	.700	.587	.494	.416	.350	.296	.250	.212	.180	.130	.095	.081
19	.828	.686	.570	.475	.396	.331	.277	.232	.194	.164	.116	.083	.070
20	.820	.673	.554	.456	.377	.312	.258	.215	.178	.149	.104	.073	.061
21	.811	.660	.538	.439	.359	.294	.242	.199	.164	.135	.093	.064	.053
22	.803	.647	.522	.422	.342	.278	.226	.184	.150	.123	.083	.056	.046
23	.795	.634	.507	.406	.326	.262	.211	.170	.138	.112	.074	.049	.040
24	.788	.622	.492	.390	.310	.247	.197	.158	.126	.102	.066	.043	.035
25	.780	.610	.478	.375	.295	.233	.184	.146	.116	.092	.059	.038	.030

ILUSTRACION 13 TABLA DE VALORES ACTUALES. FACTORES PERIODICOS

AÑOS TRANSCURRIDOS	16%	18%	20%	22%	24%	25%	26%	28%	30%	35%	40%	45%	50%
-2	1.346	1.392	1.440	1.489	1.538	1.563	1.588	1.638	1.690	1.823	1.960	2.103	2.250
-1	1.160	1.180	1.200	1.220	1.240	1.250	1.260	1.280	1.300	1.350	1.400	1.450	1.500
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.862	.847	.833	.820	.806	.800	.794	.781	.769	.741	.714	.690	.667
2	.743	.718	.694	.672	.650	.640	.630	.610	.592	.549	.510	.476	.444
3	.641	.609	.579	.551	.524	.512	.500	.477	.455	.406	.364	.328	.296
4	.552	.516	.482	.451	.423	.410	.397	.373	.350	.301	.260	.226	.198
5	.476	.437	.402	.370	.341	.328	.315	.291	.269	.223	.186	.156	.132
6	.410	.370	.335	.303	.275	.262	.250	.227	.207	.165	.133	.108	.088
7	.354	.314	.279	.249	.222	.210	.198	.178	.159	.122	.095	.074	.059
8	.305	.266	.233	.204	.179	.168	.157	.139	.123	.091	.068	.051	.039
9	.263	.225	.194	.167	.144	.134	.125	.108	.094	.067	.048	.035	.026
10	.227	.191	.162	.137	.116	.107	.099	.085	.073	.050	.035	.024	.017
11	.195	.162	.135	.112	.094	.086	.079	.066	.056	.037	.025	.017	0.12
12	.168	.137	.112	.092	.076	.069	.062	.052	.043	.027	.018	.012	.008
13	.145	.116	.093	.075	.061	.055	.050	.040	.033	.020	.013	.009	.005
14	.125	.099	.078	.062	.049	.044	.039	.032	.025	.015	.009	.006	.003
15	.108	.084	.065	.051	.040	.035	.031	.025	.020	.011	.006	.004	.002
16	.093	.071	.054	.042	.032	.028	.025	.019	.015	.008	.005	.003	.002
17	.080	.060	.045	.034	.026	.023	.020	.015	.012	.006	.003	.002	.001
18	.069	.051	.038	.028	.021	.018	.016	.012	.009	.005	.002	.002	.001
19	.060	.043	.031	.023	.017	.014	.012	.009	.007	.003	.002	.001	
20	.051	.037	.026	.019	.014	.012	.010	.007	.005	.002	.001	.001	
21	.044	.031	.022	.015	.011	.009	.008	.006	.004	.002	.001		
22	.038	.026	.018	.013	.009	.007	.006	.004	.003	.001	.001		
23	.033	.022	.015	.010	.007	.006	.005	.003	.002	.001			
24	.028	.019	.013	.009	.006	.005	.004	.003	.002	.001			
25	.024	.016	.010	.007	.005	.004	.003	.002	.001	.001			

PUNTO DE EQUILIBRIO

Se entiende por Punto de Equilibrio aquél mediante el cual los ingresos y los costos ó gastos de la empresa son iguales, ó dicho de otra forma, el nivel de ventas necesario para que la empresa ni gane ni pierda en su ejercicio.

Para determinar el punto de equilibrio se necesita conocer los costos fijos y variables a los cuales está sujeta la empresa.

Costos variables son aquellos que tienen una proporción directa con las ventas.

Costos fijos son aquellos que independientemente de las ventas se realizan.

Algunos ejemplos de costos variables son la materia prima, la mano de obra directa, combustibles, transportes, etc.

Algunos ejemplos de costos fijos son la depreciación, los gastos de oficina central, impuesto predial, etc...

La diferencia entre las ventas ó ingresos y los costos variables se denomina Contribución o Utilidad Marginal y ésta debe ser suficiente para cubrir a los costos fijos.

Para mayor claridad expondremos varios ejemplos:

A)	VENTAS	100,000
	COSTOS VARIABLES	80,000
	CONTRIBUCION MARGINAL	20,000
	COSTOS FIJOS	20,000
	UTILIDAD	-.-

b) Una empresa constructora tiene costos fijos de $15'000,000 anuales y desea saber qué nivel de obra deberá construir en el año para alcanzar su Punto de Equilibrio, considerando que las obras ofrecidas tienen una utilidad de campo del 25%

$$.25\ V = 15'000,000$$

$$V = \frac{15'000,000}{.25}$$

$$V = 60'000,000 \text{ DE OBRA ANUAL}$$

c) A una constructora le ofrecen un contrato por 1 mes de 5'000,000, arrojando una utilidad de campo del 20%; sus costos fijos del año son 15'000,000 y desea saber si lo toma ó no.

5'000,000 x 20% = 1'000,000 V.S. 15'000,000 ANUALES

Si la empresa toma el contrato obtendrá 1'000,000 para contribuir a costos fijos, por lo que si en el mes no hay otra alternativa que contribuya mayormente a costos fijos, lo deberá aceptar

d) A una empresa de prefabricados le ofrecen un contrato por 5,000 piezas que ocupará sus instalaciones durante todo el año.

Sus costos fijos anuales son de $10'000,000 y el precio de cada pieza es de $6,000, con unos costos variables de $4,000

La inversión de la fábrica es de $10'000,000 y sus dueños requieren de un rendimiento del 80% sobre dicha inversión antes de impuestos.

$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{10'000{,}000 \text{ C.FIJOS}}{(8{,}000 - 4{,}000)\ \text{C.MARGINAL}} = 2{,}500 \text{ PIEZAS}$$

Por lo tanto 5,000 piezas del contrato menos 2,500 piezas del punto de equilibrio, equivalen a una utilidad de antes del impuesto de:

$$2{,}500 \times 4{,}000 = \frac{10'000{,}000}{10'000{,}000 \text{ INVERSION}} = 100\%$$

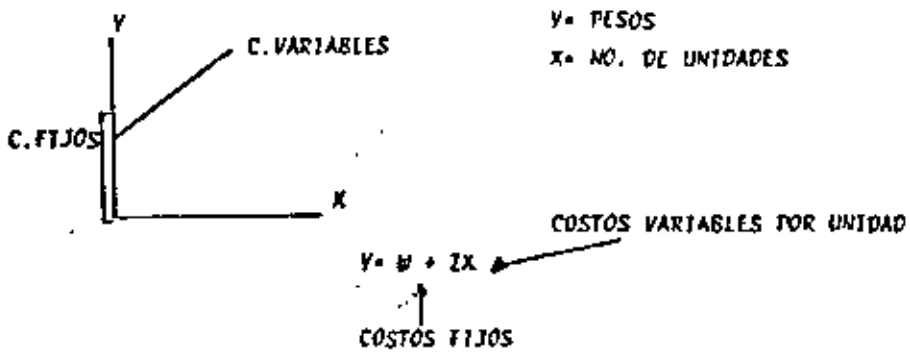
d-1| El mismo caso anterior, pero con una solicitud de 6,000 piezas, para lo cual es necesario ampliar nuestra capacidad instalada con una inversión adicional de $10'000,000 originando un incremento de costos fijos anuales de $8'000,000

$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{18'000{,}000 \text{ C.FIJOS}}{4'000 \quad \text{C.MARGINAL}} = 4{,}500 \text{ PIEZAS}$$

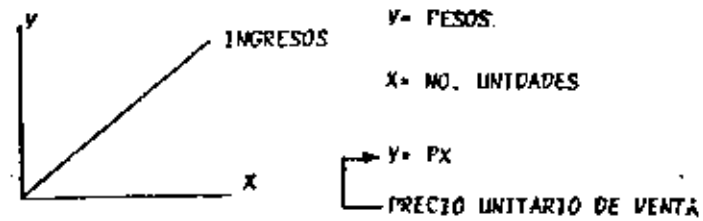
$$6'000 \text{ PIEZAS} - 4{,}500 \text{ PIEZAS} = 1{,}500 \times 4{,}000 = \frac{6'000{,}000}{20'000{,}000} = 30\%$$

Por lo tanto no se deberá aceptar la propuesta.

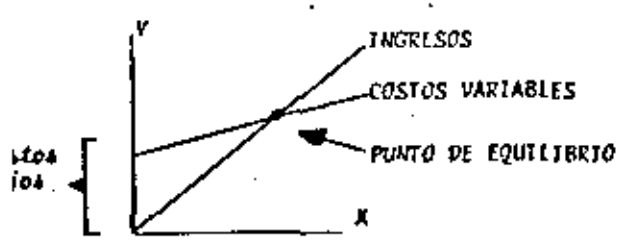
De los ejemplos anteriores se desprende que el costo total de una empresa está determinado por una ecuación lineal en donde para una capacidad determinada:



A SU VEZ, LOS INGRESOS DE UNA EMPRESA TAMBIEN ESTAN DETERMINADOS POR LA ECUACION DE UNA RECTA, EN DONDE:



POR LO TANTO LA INTERSECCION DE ESTAS DOS RECTAS REPRESENTA EL PUNTO DE EQUILIBRIO



De donde la fórmula para obtener el punto de equilibrio es:

a) COSTOS TOTALES $Y = W + ZX$

b) INGRESOS TOTALES $Y = PX$

Substituimos el valor de b) en a) y tenemos:

$$PX = W + ZX$$
$$PX - ZX = W$$
$$X\,(P-Z) = W$$

C. MARGINAL

$$X\,(P-Z) = W = \text{PUNTO DE EQUILIBRIO}$$

NO. UNIDADES

PRECIO UNIT. DE VENTA

C. VARIABLE UNIT.

C. FIJOS

FLUJO DE CAJA

Por flujo de caja se entiende al reporte financiero que señala los ingresos y egresos en efectivo que afectan a la empresa durante un período determinado.

Su finalidad básica es indicar los sobrantes o faltantes de efectivo con los que se encontrará la empresa en el futuro próximo, a manera de poder prevenir y afrontar oportunamente dichos movimientos de tesorería.

El flujo de caja consta de 3 elementos básicos:

a) Ingresos
b) Egresos
c) Período de tiempo

Ingresos son todas aquellas entradas en efectivo que recibe la empresa, siendo los más importantes:

- La cobranza de estimaciones y pre-estimaciones
- Los anticipos de obra
- La recuperación de los fondos de garantía
- Las ventas de contado de todo tipo de activos o servicios.
- Las aportaciones en efectivo de los accionistas
- Los préstamos bancarios
- Las devoluciones de impuestos o intereses
- El cobro a los deudores de la empresa
- Los dividendos recibidos en efectivo

En términos generales puede ocasionar un ingreso en efectivo una disminución de las partidas del Activo, un incremento de las partidas del Pasivo o del Capital.

Egresos son todas aquellas salidas de efectivo que realiza la empresa, siendo las más importantes:

- La adquisición de contado de materiales o activos fijos.
- El pago de la mano de obra y sueldos
- El pago de impuestos e intereses
- El pago de los Pasivos de la empresa, tanto bancarios como de proveedores o acreedores diversos.
- La liquidación de gastos operativos
- El pago de dividendos o retiros de los accionistas
- Los préstamos que otorga la empresa
- Las rentas de maquinaria y equipo

En términos generales puede ocasionar un egreso, una disminución de las partidas del Pasivo ó Capital, o un aumento de las partidas del Activo.

Período de tiempo es el lapso comprendido por el flujo de caja, pudiendo ser semanal, mensual, anual ó plazos mayores que abarquen total o parcialmente el ciclo de un proyecto.

Tradicionalmente el flujo de caja cubre doce períodos mensuales, detallándose en muchos casos semanalmente el primer mes del ciclo.

Al ser un reporte dinámico el flujo de caja debe actualizarse mes a mes, siendo tan importante indicar las perspectivas futuras como un análisis de la variación entre lo estimado y lo que realmente sucedió.

Para integrar al flujo de caja, se debe tomar como postura de arranque las partidas que integran al balance general, al ser éstas compromisos o derechos ya determinados.

Como segundo elemento de integración se deberá considerar el presupuesto de obras, tanto del lado de los ingresos como de los egresos.

Se deberá procurar en rubros genéricos las partidas de ingresos y egresos, debiéndose anexar siempre como parte integrante del flujo de caja, las cédulas analíticas en las cuales se realizaron los cálculos y base de apoyo.

El flujo de caja deberá arrojar cuatro sumas o totales que son:

a) Suma de los ingresos
b) Suma de los egresos
c) Saldo del mes o del período considerado
d) Saldo acumulado del mes o del período considerado

Como complemento a este reporte es muy recomendable elaborar la "solución al flujo de caja", que no es otra cosa más que un nuevo flujo de caja sintetizado, el cual incluye las decisiones que se deberán tomar y los efectos que éstas ocasionen en la tesorería de la empresa.

CASO CONSTRUCTORA, S. A.

LA EMPRESA INICIA SU EJERCICIO CON UNA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE $10'000,000.00 CON LOS CUALES ADQUIEREN MAQUINARIA Y EQUIPO POR $5'000,000.00

DURANTE EL AÑO VA A EJECUTAR LA EMPRESA UNA OBRA POR $100'000,000.00, BAJO LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

PROGRAMA DE OBRA	- SEGUN ANEXO "A"
DURACION	- DE ENERO A DICIEMBRE
COSTOS DIRECTOS	- $80'000,000.00 DISTRIBUIDOS SUS EGRESOS SEGUN FLUJO DE CAJA
COSTO INDIRECTO(OFNA.CENTRAL)	- $9'000,000.00 DISTRIBUIDOS SUS EGRESOS SEGUN FLUJO DE CAJA .
ANTICIPO	- $20,000,000.00 EN DOS EXHIBICIONES DE $10'000,000.00, DURANTE ENERO Y FEBRERO
ESTIMACION	- MENSUALES
COBRANZA	- EL 75% DE LA ESTIMACION A 45 DIAS Y EL 25% RESTANTE A 75 DIAS.
FONDO DE GARANTIA	- RETENCION DEL 5% SOBRE LAS ESTIMACIONES A REINTEGRARSE AL MES SIGUIENTE DEL PAGO DE LA ULTIMA ESTIMACION
AUTORIZACION DEL ANTICIPO	- 20% SOBRE CADA ESTIMACION
FINANCIAMIENTO	- INTERES ANTICIPADO AL 40% ANUAL, CON UNA RECIPROCIDAD DEL 20%
TASA IMPOSITIVA Y PARTICIPACION DE UTILIDADES	- 50%
SDO.DE PARTIDAS COMPL.DE BALANCE	- AL 30/VI/82

ANTICIPO A PROVEEDORES	$3'500,000.00
ALMACEN DE MATERIALES	2'000,000.00
PROVEEDORA	1'700,000.00
RETENCION CONTRATISTAS	300,000.00
AL 31/XII/82	
ALMACEN DE MATERIALES	1'000,000.00
RETENCION CONTRATISTAS	650,000.00

CONSTRUCTORA, S.A.

AVANCE DE OBRA

(000's)	AVANCE MENSUAL	AVANCE ACUMULAD
ENERO	3'750	3'750
FEBRERO	7'500	11'250
MARZO	8'750	20'000
ABRIL	12'500	32'500
MAYO	15'000	47'500
JUNIO	16'250	63'750
JULIO	11'250	75'000
AGOSTO	8'750	83'750
SEPTIEMBRE	6'250,	90'000
OCTUBRE	3'750	93'750
NOVIEMBRE	3'750	97'500
DICIEMBRE	2'500	100'000
S U M A :	100'000	

DETERMINACION DE LAS CIFRAS AL 30 DE JUNIO DE 1982

A) ESTADO DE RESULTADOS

INGRESOS POR ESTIMACIONES	- SE CONSIDERO LAS ESTIMACIONES DE OBRA ACUMULADA AL MES DE JUNIO POR - - - $63'750,000 DEL ANEXO "A"
COSTO DE OBRA:	
MANO DE OBRA	- SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE JUNIO POR $20'000,000 DEL FLUJO DE CAJA
MATERIALES	- SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - $25'000,000 DE LOS $26'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
SUB-CONTRATISTAS	- SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - $6'000,000 DE LOS 8'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
RENTA	- SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - $3'000,000 DE LOS $3'500,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
GASTOS DE OPERACION:	
GENERALES	- SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE JUNIO POR $3'950,000 DEL FLUJO DE CAJA.
DEPRECIACION	- SE CONSIDERO LO CORRESPONDIENTE A 6 MESES, DE ACUERDO A UNA VIDA UTIL DE 5 AÑOS, SIN VALOR DE RESCATE.
FINANCIEROS	- SE CONSIDERO COMO GASTOS UNICAMENTE - LO CORRESPONDIENTE HASTA EL MES DE JUNIO DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA.

CREDITO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
6'750,000	225,000	225,000	225,000	225,000
8'000,000		266,666	266,667	266,667
4'000,000			133,333	133,333
3'000,000				100,000
$21'750,000	225,000	491,666	625,000	725,000

...2

I.S.R. Y P.T.U.	- SE CONSIDERO EL 50% DE LA UTILIDAD DE OPERACION.

B) BALANCE GENERAL

CAJA Y BANCOS	- SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA AL MES DE JUNIO POR - - $2'981,250
ESTIMACIONES POR COBRAR	- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO ESTIMADO AL MES DE JUNIO DE $63'750,000 Y LO PAGADO - VIA ESTIMACIONES A LA MISMA FECHA POR - - $29'375,000 ANTES DE DEDUCIRLES LAS AMORTIZACIONES DEL ANTICIPO Y FONDO DE GARANTIA.
DEPOSITOS EN GARANTIA	- SE CONSIDERO LA SUMA DE LAS RETENCIONES DEL FONDO DE GARANTIA HASTA EL MES DE JUNIO.
ANTICIPOS A PROVEEDORES	- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO EROGADO EN EL FLUJO DE CAJA HASTA EL MES DE JUNIO, - MENOS LOS GASTOS DE OFICINA CENTRAL POR - - $3'950,000 Y LO REMITIDO AL ESTADO DE RESULTADOS COMO COSTO DE OBRA POR $54'000,000
ALMACEN DE MATERIALES	- SE CONSIDERO LA CIFRA DE $2'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, FINANCIADA POR EL PASIVO DE PROVEEDORES DE $1'700,000 Y POR LA RETENCION A CONTRATISTAS POR $300,000.
MAQUINARIA Y EQUIPO	- SE CONSIDERO LA CIFRA DE $5'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, MENOS LA DEPRECIACION CARGADA A RESULTADOS POR $500,000
BANCOS	- SE CONSIDERO EL ADEUDO BANCARIO DE 21'750,000 ARROJADO POR LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA.
ANTICIPO DE OBRAS	- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE EL ANTICIPO RECIBIDO DE $20'000,000 Y LAS AMORTIZACIONES DE DICHO ANTICIPO HASTA EL MES DE JUNIO POR - $5'875,000.
IMPUESTOS Y CUOTAS	- SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO EL ESTADO - DE RESULTADOS.

..3

CAPITAL SOCIAL - SE CONSIDERO LA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE $10'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO.

RESULTADOS DEL EJERCICIO - SE CONSIDERO LA CIFRA DE $1'616,170 SEÑALADA POR EL ESTADO DE RESULTADOS

DETERMINACION DE LAS CIFRAS AL 31 DE DICIEMBRE DE 1982

A) ESTADO DE RESULTADOS

INGRESOS POR ESTIMACIONES - SE CONSIDERO LAS ESTIMACIONES DE OBRA ACUMULADAS AL MES DE DICIEMBRE POR $100'000,000 DEL ANEXO"A"

COSTO DE OBRA:

MANO DE OBRA - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE DICIEMBRE POR $30'000,000 DEL FLUJO DE CAJA.

MATERIALES - SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE $32'000,000 DE LOS $33'000,000 QUE APARECEN EN EL FLUJO DE CAJA, CARGANDOSE LA DIFERENCIA DE $1'000,000 AL ALMACEN EN EL BALANCE GENERAL.

SUB-CONTRATISTAS - SE CONSIDERO COMO COSTO $13'000,000 A DIFERENCIA DE LOS $12'350,000 QUE APARECE EN EL FLUJO DE CAJA, REGISTRANDO LA DIFERENCIA DE $650,000 EN EL RENGLON DE RETENCIONES A CONTRATISTAS DEL BALANCE GENERAL.

RENTAS - SE CONSIDERO LOS $4'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.

GASTOS DE OPERACION:

GENERALES - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE DICIEMBRE POR $9'000,000 DEL FLUJO DE CAJA.

DEPRECIACIONES - SE CONSIDERO LO CORRESPONDIENTE A 12 MESES DE ACUERDO A UNA VIDA UTIL DE 5 AÑOS, SIN VALOR DE RESCATE.

FINANCIEROS - SE CONSIDERO EL TOTAL DE INTERESES DE $4'350,000 SEÑALADOS EN LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA, QUE EQUIVALEN A UNA SUMA DE LOS QUE SE TENIA POR ESTE CONCEPTO EN EL ESTADO DE RESULTADOS DEL MES DE JUNIO, MAS LOS INTERESES PAGADOS POR ADELANTADO SEÑALADOS EN EL BALANCE GENERAL A LA MISMA FECHA, DESPARECIENDO POR ENDE ESTA ULTIMA PARTIDA DEL BALANCE AL 31 DE DICIEMBRE.

I.S.R. Y P.T.U. - SE CONSIDERO EL 50% DE LA UTILIDAD DE OPERACION

B) BALANCE GENERAL

CAJA Y BANCOS - SE CONSIDERO LA CIFRA DE $1'909,370 ARROJADA POR LA SOLUCION AL FLUJO DE CAJA EN EL MES DE DICIEMBRE.

ESTIMACIONES POR COBRAR - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO ESTIMADO AL MES DE DICIEMBRE DE $100'000,000 Y LO COBRADO VIA ESTIMACIONES A LA MISMA FECHA POR $92'612,500 ANTES DE DEDUCIRLES LAS AMORTIZACIONES DEL ANTICIPO Y FONDO DE GARANTIA.

DEPOSITOS EN GARANTIA - SE CONSIDERO LA SUMA DE LAS RETENCIONES DEL FONDO DE GARANTIA HASTA EL MES DE DICIEMBRE.

ALMACEN DE MATERIALES - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA DE $1'000,000 SEÑALADA EN EL RENGLON DE MATERIALES DEL ESTADO DE RESULTADOS.

MAQUINARIA Y EQUIPO - SE CONSIDERO LA CIFRA DE $5'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, MENOS LA DEPRECIACION CARGADA A RESULTADOS POR $1'000,000

ANTICIPO DE OBRAS - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE EL ANTICIPO RECIBIDO DE $20'000,000 Y LAS AMORTIZACIONES DE DICHO ANTICIPO HASTA EL MES DE DICIEMBRE DE $18'562,500

RETENCION A CONTRATISTAS - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA SEÑALADA EN EL RENGLON DE SUBCONTRATISTAS DEL ESTADO DE RESULTADOS

CAPITAL SOCIAL - SE CONSIDERO LA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE $10'000,000 SEÑALADAS EN LAS PREMISAS DEL CASO.

IMPUESTOS Y CUOTAS	- SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO EL ESTADO DE RESULTADOS.
RESULTADOS DEL EJERCICIO	- SE CONSIDERO LA UTILIDAD OBTENIDA EN EL EJERCICIO, ARROJADA POR EL ESTADO DE RESULTADOS.

C O N S T R U C T O R A, S.A.

INGRESOS EN EFECTIVO
(000's)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	T O T A L
- POR ESTIMACIONES:							
CORRESPONDIENTES AL MES DE ENERO			2'812.5	937.5			3'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE FEBRERO				5'625	1'875		7'500
CORRESPONDIENTES AL MES DE MARZO					6'562.5	2'187.5	8'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE ABRIL						9'375	9'375
S U M A :			2'812.5	6'562.5	8'437.5	11'562.5	29'375
- POR ANTICIPO	10'000	10'000					20'000
MENOS:							
- AMORTIZACION DEL ANTICIPO (20%)			(562.5)	(1'312.5)	(1'687.5)	(2'312.5)	(5'875)
- FONDO DE GARANTIA (5%)			(140.62)	(328.13)	(421.88)	(578.12)	(1'468.75)
SUMAN LOS INGRESOS:	10'000	10'000	2'109.38	4'921.87	6'328.12	8'671.88	42'031.25

CONSTRUCTORA, S.A.

FLUJO DE CAJA

(000's)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	T O T A L
I N G R E S O S							
SALDO DE CAJA	5'000						5'000
COBRANZA	10'000	10'000	2'109.36	4'921.87	6'328.12	8'671.88	42'031.25
SUMAN LOS INGRESOS:	15'000	10'000	2'109.38	4'921.87	6'328.12	8'671.88	47'031.25
E G R E S O S							
POR OBRA:							
MANO DE OBRA	3'000	3'000	3'000	3'000	4'000	4'000	20'000
MATERIALES	4'000	5'000	6'000	4'000	3'000	4'000	26'000
SUBCONTRATOS	500	1'000	2'000	2'000	1'000	1'500	8'000
RENTAS DE EQUIPO	500	1'000	500	500	500	500	3'500
OFICINA CENTRAL	700	650	650	650	650	650	3'950
SUMAN LOS EGRESOS:	8'700	10'650	12'150	10'150	9'150	10'650	61'450
SALDO DEL MES	6'300	(650)	(10'040.62)	(5'228.13)	(2'821.88)	(1'978.12)	
SALDO ACUMULADO	6'300	5'650	(4'390.62)	(9'618.75)	(12'440.63)	(14'418.75)	(14'618.75)

C O N S T R U C T O R A, S.A.

SOLUCION AL FLUJO DE CAJA (000's)

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIC.
SALDO FLUJO	(4'390.62)	(5'228.13)	(2'821.28)	(1'978.12)	3'151.25	7'013.12	5'475	3'681.25	1'756.25	518.75
CREDITO	5'400	6'400	3'200	2'400	-	(6'750)	(6'000)	(4'000)	(3'000)	-
SALDO	1'009.38	1'171.87	378.12	421.88	3'151.25	305.12	(2'525)	(318.75)	(1'238.75)	(518.75)
SALDO ACUM.	1'009.38	2'181.25	2'559.37	2'961.25	6'012.50	6'315.62	3'790.62	3'671.87	2'428.12	1'909.37
FLUJO DE DISPOSICION DE CREDITO	6'750	8'000	4'000	3'000		(6'750)	(6'000)	(4'000)	(3'225)	
-INTERESES 6 MESES AL 10%	1.350	1.600	800	600						
LIQUIDO A RECIBIR	5'400	6'400	3'200	2'400						
SALDO AL INICIO DEL MES ACUM. DE CREDITO	6'750	14'750	18'750	21'750	21'750	21'750	15'000	7'000	3'000	
SALDO ACUM. DE EFVO.	1'009.38	2'181.75	2'559.37	2'921.25	6'012.50	6'315.62	3'790.62	3'671.87	2'428.12	
% RECIPROCIDAD	14.95	14.79	13.65	13.71	27.36	29.04	25.27	52.46	[illegible]	

CONSTRUCTORA, S.A.

ESTADO DE RESULTADOS

(000's)

	30/JUNIO/82		31/DICIEMBRE/82	
INGRESOS POR ESTIMACIONES		63'750		100'000
COSTO DE OBRA:				
MANO DE OBRA	20'000		30'000	
MATERIALES	25'000		32'000	
SUB-CONTRATISTAS	6'000		13'000	
RENTAS	3'000		4'000	
TOTAL COSTO DE OBRA:		54'000		79'000
UTILIDAD BRUTA		9'750		21'000
GASTOS DE OPERACION:				
GENERALES	3'950		9'000	
DEPRECIACIONES	500		1'000	
FINANCIEROS	2'066.66		4'350	
TOTAL GTOS.DE OPERACION:		6'516.66		14'350
UTILIDAD DE OPERACION:		3'233.34		6'650
I.S.R. Y P.T.U.		1'616.67		3'325
UTILIDAD NETA		1'616.67		3'325

CONSTRUCTORA, S. A.

BALANCE GENERAL

(000's)

	1o/ENERO/82	30/JUNIO/82	31/DICIEMBRE/82
ACTIVO CIRCULANTE			
CAJA Y BANCOS	5'000	2'981.25	1'909.37
ESTIMACIONES POR COB.		34'375	7'187.50
DEPOSITOS EN GARANTIA		1'468.75	4'640.63
ANTICIPO A PROVEEDORES		3'500	
ALMACEN DE MATERIALES		2'000	1'000
SUMA EL CIRCULANTE:	5'000	44'325	14'737.50
ACTIVO FIJO			
MAQ. Y EQUIPO	5'000	5'000	5'000
DEPRECIACION		(500)	(1'000)
SUMA EL FIJO:	5'000	4'500	4'000
OTROS ACTIVOS			
INT.PAG.POR ANT.		2'283.34	
SUMA EL ACTIVO:	10'000	51'108.34	18'737.50
PASIVO A CORTO PLAZO			
PROVEEDORES		1'700	
BANCOS		21'750	
ANTICIPOS DE OBRAS		14'125	1'437.50
RETENCIONES A CONTRAT.		300	650
IMPUESTOS Y CUOTAS		1'616.67	3'325
SUMA EL PASIVO:		39'491.67	5'412.50
CAPITAL			
CAPITAL SOCIAL	10'000	10'000	10'000
RESULT.DEL EJERCICIO		1'616.67	3'325
SUMA EL CAPITAL	10'000	11'616.67	13'325
SUMA PASIVO Y CAPITAL:	10'000	51'108.34	18'737.50

C O N S T R U C T O R A, S. A.

INGRESOS EN EFECTIVO ...(000'S)

	JUIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	T O T A L
POR ESTIMACIONES:							
CORRESPONDIENTES AL MES DE ABRIL	3'125						3'125
CORRESPONDIENTES AL MES DE MAYO	11'250	3'750					15'000
CORRESPONDIENTES AL MES DE JUNIO		12'187.5	4'062.5				16'250
CORRESPONDIENTES AL MES DE JULIO			8'437.5	2'812.5			11'250
CORRESPONDIENTES AL MES DE AGOSTO				6'562.5	2'187.5		8'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE SEPT.					4'687.5	1'562	6'250
CORRESPONDIENTES AL MES DE OCT						2'812.5	2'812.5
S U M A:	14'375	15'937.5	12'500	9'375	6'875	4'375	63'437.5
MENOS:							
AMORTIZACION DEL ANTICIPO (20%)	(2'875)	(3'187.5)	(2'500)	(1'875)	(1'375)	(875)	(12'687.5)
FONDO DE GARANTIA (5%)	(718.75)	(796.88)	(625)	(468.75)	(343.75)	(218.75)	(3'171.88)
SUMAN LOS INGRESOS:	10'781.25	11'953.12	9'375	7'031.25	5'156.25	3'281.25	47'578.12

C O N S T R U C T O R A, S.A.

FLUJO DE CAJA (000.s)

	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	T O T A L
INGRESOS													
SDO. EN CAJA	5'000												5'000
COBRANZA	10'000	10'000	2'109.38	4'921.87	6'328.12	8'671'88	10'781.25	11'953.12	9'375	7'031.25	5'156.25	3'281.25	89'609.37
SUMAN LOS INGRESOS:	15'000	10'000	2'109.38	4'921.87	6'328.12	8'671'88	10'781.25	11'953.12	9'375	7'031.25	5'156.25	3'281.25	94'609.37
EGRESOS													
POR OBRA:													
M. DE OBRA	3'000	3'000	3'000	3'000	4'000	4'000	3'000	2'000	2'000	1'500	1'000	500	30'000
MATERIALES	4'000	5'000	6'000	4'000	3'000	4'000	3'000	1'500	750	500	750	500	33'000
SUB-CONTRATOS	500	1'000	2'000	2'000	1'000	1'500	650	500	500	500	1'000	1'000	12'350
RENT. DE EQUIPO	500	1'000	500	500	500	500	250	250					4'000
OFIC. CENTRAL	700	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	1'800	9'000
SUMAN LOS EGRESOS :	8'700	10'650	12'150	10'150	9'150	10'650	7'750	4'900	3'900	3'150	3'400	3'800	88'350
SDO. DEL MES	6'300	(650)	(10'040.62)	(5'228.13)	(2'821.88)	(1'978.12)	3'031.25	7'053.12	5'475	3'881.25	1'756.25	(518.75)	
SDO. ACUM.	6'300	5'660	(4'390.62)	(9'618.75)	(12'440.63)	(14'418.75)	(11'387.50)	(4'334.38)	1'140.62	5'021.87	6'778.12	6'259.37	6'259.37

CONSTRUCTORA, S.A.

INGRESOS EN EFECTIVO (000'S)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	TOTAL
-POR ESTIMACIONES:					
CORRESPONDIENTES AL MES DE OCTUBRE	937.5				937.5
CORRESPONDIENTES AL MES DE NOVIEMBRE	2'812.5	937.5			3'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE DICIEMBRE		1'875	625		2'500
SUMA:	3'750	2'812.5	625		7'187.5
-POR REINTEGRACION DEL FONDO DE GARANTIA.				5'000	5'000
MENOS:					
AMORTIZACION DE ANTICIPO (20%)	(750)	(562.5)	(125)		(1'437.5)
FONDO DE GARANTIA (5%)	(187.5)	(140.62)	(31.25)		(359.37)
SUMAN LOS INGRESOS:	2'812.5	2'109.38	468.75	5'000	10'3[illegible]

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ASPECTOS CONTABLES

C.P. JOAQUIN CANO CHOM

FEBRERO, 1982

acio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONCEPTOS QUE INTEGRAN

COSTO INDIRECTO

Sueldos personal Técnico

Sueldos personal Administrativo

I.M.S.S. Cuotas

I.M.S.S. Guarderias

INFONAVIT

1 % Sobre Remuneraciones

Amortización de Instalaciones

Pasajes

Viáticos

Comidas

Honorarios

Depreciación de Mobiliario y Equipo

Papelería

Copias

Otros Gastos.

ESTADO DE RESULTADOS

Ingresos		$75'000,000.00	100.00 %
Costo directo de obra		47'500,000.00	63.33 %
UTILIDAD DE CAMPO		$27'500,000.00	36.67 %
GASTOS INDIRECTOS			
Costo Indirecto	$8'500,000.00		11.33 %
Gastos Financieros	4'000,000.00	12'500,000.00	5.34 %
UTILIDAD DE OBRA		$15'000,000.00	20.00 %

CONCEPTOS QUE INTEGRAN

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

Materiales

Mano de obra por administración

Mano de obra por destajos

I.M.S.S. Cuotas

I.M.S.S. Guarderias

INFONAVIT

1 % sobre Remuneraciones

Honorarios

Subcontratistas

Alquiler de maquinaria y equipo

Fletes y acarreos

Impuesto al Valor Agregado

Otros Gastos

Depreciación de Maquinaria y Equipo

Depreciación de herramienta.

BALANCE AL 30 DE ENERO DE 1982

A C T I V O

C I R C U L A N T E			
Caja	$ 170,000.00	$	$
Bancos	1'000,000.00	1'170,000.00	
Preestimaciones por cobrar	5'000,000.00		
Estimaciones por cobrar	10'000,000.00	15'000,000.00	
Anticipos a Proveedores	20'000,000.00		
Subcontratistas	15'000,000.00		
Deudores Diversos	500,000.00	35'500,000.00	
Almacén		5'000,000.00	56'670,000.00
F I J O			
Mobiliario y Eq. de Ofna.	500,000.00		
Depreciación acumulada	100,000.00	400,000.00	
Maquinaria y equipo	15'000,000.00		
Depreciación acumulada	3'000,000.00	12'000,000.00	
Equipo de transporte	2'000,000.00		
Depreciación acumulada	500,000.00	1'500,000.00	
Herramienta	500,000.00		
Depreciación acumulada	150,000.00	350,000.00	14'250,000.00
D I F E R I D O			
Instalaciones provisionales	1'000,000.00		
Amortización acumulada	500,000.00	500,000.00	
Costos por aplicar		1'500,000.00	2'000,000.00
SUMA EL ACTIVO			$72'920,000.00

P A S I V O

C I R C U L A N T E	
Impuestos por pagar	$ 1'250,000.00
Proveedores	5'000,000.00
Acreedores Diversos	1'250,000.00
SUMA EL PASIVO	$ 7'500,000.00

C A P I T A L

Remesas de Ofna. Central	$50'420,000.00	
Utilidad de obra	15'000,000.00	$65'420,000.00
SUMAN PASIVO Y CAPITAL		$72'920,000.00

ESTADO DE RESULTADOS

Los ingresos que se presentan en el Estado de Resultados -- por un período determinado, corresponden de acuerdo a las - políticas de la Compañía a la obra ejecutada hasta ese momento de corte, o en algunas otras ocasiones corresponde a los ingresos realmente cobrados por la obra.

El costo directo de la obra corresponde todos los gastos -- directamente identificables con la construcción; como son - materiales, mano de obra, impuestos, pagos a Subcontratis-- tas, alquiler de equipo, fletes, etc.

Al hacer la resta de los ingresos con nuestro costo directo, obtenemos una utilidad de campo.

A este resultado es necesario restarle todos los costos indirectos de la obra, como son los sueldos de personal técnico y administrativo, pasajes, papelería, etc.; que propiamente no son identificables con el costo de construcción.

Además, si nuestra Cobranza no alcanza para cubrir los gastos derogados en obra, tendríamos un costo financiero que - también debe ser un costo indirecto de obra y que deberá -- deducirse de la obra de campo.

Restando estos dos conceptos anteriores a la Utilidad de -- Campo ya mencionada, vamos a obtener la Utilidad de Obra -- que es realmente el Resultado Financiero.

Aún falta de calcular los impuestos correspondientes que - anteriormente eran de 3.75 % sobre los ingresos y que - --- actualmente serán del 42 % sobre la Utilidad, pero en este caso no se tocará el aspecto impositivo.

BALANCE GENERAL

El Balance General también conocido como Estado de Posición Financiera se compone de tres grandes rubros que son los -- siguientes:

I. ACTIVO.- Este concepto nos significa lo que se tiene en bienes dentro de la obra o puede ser clasificado en tres grandes rubros:

a) Circulante.- Que se consideran aquellos bienes de fácil realización o que se utilizarán en la obra. También integran este concepto nuestras cuentas -- por cobrar, ya sea a nuestros clientes o préstamos que se tengan otorgados.

Las entregas a cuenta o anticipos que se den a Proveedores y Subcontratistas, se identifican en este concepto, y por último se tienen las existencias - de materiales en bodega para la obra.

b) Fijo.- Se consideran aquellos bienes que se utilizan en la construcción como es el mobiliario y --- equipo de oficinas, maquinaria, equipo de transporte y herramientas que se tengan dentro de la obra.

c) Diferido.- Se consideran aquellos gastos que se -- van a integrar al costo a medida que se vayan utilizando; casos específicos como son madera, instalaciones provisionales.

II. PASIVO.- En este concepto se integran todas las partidas pendientes de pago hasta ese momento, que ya ----- fueron incluidas dentro de los resultados de la obra,- o bien, incluidas en algunas cuentas del Activo, como son materiales que estarán en la cuenta de Almacén --- sino han sido ocupados en la obra.

III. CAPITAL.- El Capital de una obra es propiamente las - entregas que nos han efectuado las oficinas centrales, así como la utilidad que haya obtenido hasta ese momento en la obra.

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

NUEVO REGIMEN FISCAL

C.P. EDUARDO GALLO Y TELLO

FEBRERO, 1982

tio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONSTRUCTORAS

REGIMEN FISCAL PARA 1982

C.P. EDUARDO GALLO Y TELLO

IMPUESTO SOBRE LA RENTA
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO

IMPUESTO SOBRE LA RENTA

- REGIMEN PARA 1982

A. Régimen General de Ley
B. Régimen de Transición

1. Requisitos
2. Sujetos
3. Construcción de obras
4. Base gravable
5. Efectos de modificación

a) Ingresos
Por obra ejecutada
- hasta el 31 de diciembre de 1981
- a partir del 1º de enero de 1982

Por otros conceptos (excepciones del punto 2 del Art. 18 trans.)
- en efectivo
- en bienes
- en servicios
- en crédito

b) Deducciones
Requisitos generales
Inversiones
Inventarios
Costo de obras en proceso
Costos y gastos de 1982

Documentación sin requisitos fiscales (4%)
Documentación elaborable (30%)
No deducibles

6. Pago del impuesto.

IMPUESTO AL VALOR AGREGADO

- INTRODUCCION

I - RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

1. Contratos de obra celebrados con la federación, estados y municipios
2. Otros contratos de obra
3. Ingresos provenientes de otros conceptos

II - PAGO DEL IMPUESTO

BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION 1981 (BET/81)

A N T E C E D E N T E S

			%	
1967	Art. 6º Trans. del 26-XII-67	Obligatorio	1.5	Obligatori
1968	Art. 6º Trans.	Obligatorio	2.0	
1969		Obligatorio	2.0	
1970		Obligatorio	2.0	
1971		Obligatorio	2.0	
1972		Obligatorio	2.0	
1973	Art. 13º Trans.	Opcional	2.5	Opcional
1974		Opcional	2.5	
1975	Art. 9º Trans.	Opcional	3.0	
1976		Opcional	3.0	
1977		Opcional	3.0	
1978		Opcional	3.0	
1979	Art. 7º Trans.	Opcional	3.75	
1980		Opcional	3.75	
1981		Opcional	3.75	
1982	Art. 18º Trans.	Obligatorio	BASES ESPECIALES A TRATAR	

REQUISITOS

SUJETOS:

Personas físicas o morales que se dediquen a la ejecución total o parcial de las obras de construcción siguientes y que obtengan ingresos en las proporciones indicadas.

CONSTRUCCION DE OBRAS:

Cimentaciones y estructuras
Casas y edificios
Terracerías y terraplenes
Plantas industriales y eléctricas
Bodegas
Carreteras, puentes y caminos
Vías ferreas
Presas y canales
Gasoductos, oleoductos y acueductos
Perforación de pozos
Obras viales de urbanización, drenaje y desmonte
Puertos, aeropuertos y similares

PROPORCION DE INGRESOS:

80% proveniente de contratación de obras
20% por otros conceptos excepto enajenación de materiales

BASE GRAVABLE Y TASA

3.75%

INGRESOS TOTALES COBRADOS durante el ejercicio por concepto de:

- Ejecución de obras incluyendo mano de obra y materiales
- Otros conceptos tales como:
  Honorarios por supervisión
  Venta de materiales
  Arrendamiento de equipo
  Financiamiento de obras
- No
  Ingresos provenientes del extranjero por concepto de:
  Utilidades o dividendos
  Asistencia técnica
  Regalías
  Rendimientos de valores de renta fija

Es aplicable a personas físicas excluyendose la obligación de acumular los ingresos obtenidos por estos conceptos sujetos a B.E.T./81, con otros ingresos por trabajo, intereses, etc.

BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION - 1981

INGRESOS	CONTABLE	INGRESO NO GRAVADO	TASA	FISCAL
ESTIMACIONES Y PREESTIMACIONES PRESENTADAS POR AVANCES DE OBRA DEL EJERCICIO	$ 1,320	$ 400	3.75	$ 920
ESTIMACION INTERNA DE AVANCES DE OBRA AL CIERRE DEL EJERCICIO	850	850	-	-
ESTIMACIONES Y FONDOS DE GARANTIA, DE OBRAS EJECUTADAS EN EJERCICIOS ANTERIORES	-	(250)	3.00	250
FINANCIAMIENTO DE ESTIMACIONES	45	-	3.75	45
ANTICIPOS SOBRE CONTRATOS	-	(180)	3.75	180
S U B T O T A L	2,215	820		1,395
OTROS INGRESOS				
VENTA DE EQUIPOS	75	25	3.75	50
VENTA DE CHATARRA	13	-	3.75	13
INTERESES POR INVERSIONES BANCARIAS (RENTA FLOTANTE)	8	-	3.75	8
VENTA DE MATERIALES (SOBRANTES)	17	7	3.75	10
DIVIDENDOS DE EMPRESAS MEXICANAS EN EFECTIVO	5	-	3.75	5
S U B T O T A L	118	32		86
T O T A L E S	$ 2,333	$ 853		$1,481
I M P U E S T O:				
3.75% DE	$1,231	$ 46.2		
3.00% DE	250	7.5		
	$1,481	$ 53.7		
P T U 8% DE	$ 127.8	10.2		
	TOTAL	$ 63.9		

I N G R E S O S

Por ejecución de obras: Obra ejecutada y estimada
Obra ejecutada no estimada

Por supervisión de obras

Por venta de materiales

Por arrendamiento de equipo

Por financiamiento de obras

Por servicios

Por rendimientos financieros

REGIMEN GENERAL DE LEY 1981

INGRESOS	CONTABLE	INGRESO NO GRAVADO	FISCAL
ESTIMACIONES Y PRE-ESTIMACIONES PRESENTADAS POR AVANCES DE OBRA DEL EJERCICIO	$ 1,320	-.-	$ 1,320
ESTIMACION INTERNA DE AVANCES DE OBRA, AL CIERRE DEL EJERCICIO	850	850	-.-
ESTIMACIONES Y FONDOS DE GARANTIA DE OBRAS EJECUTADAS EN EJERCICIOS ANTERIORES	-.-	250	-.-
FINANCIAMIENTO DE ESTIMACIONES	45	-.-	45
ANTICIPOS SOBRE CONTRATOS	-.-	(180)	180
VENTA DE EQUIPOS, CHATARRA Y MATERIALES SOBRANTES	105	-.-	105
INTERESES POR INVERSIONES BANCARIAS	8	-.-	8
DIVIDENDOS DE EMPRESAS MEXICANAS	5	5	-.-
	2,333	925	1,408
COSTOS Y GASTOS TOTALES	2,033	833	1,200
U T I L I D A D	300	92	208
I.E.R. 42%	87		87
P.T.U. 8%	16		16
	$ 207		$ 105

D E D U C C I O N E S

DEDUCIBLES

MATERIALES
MANO DE OBRA
PRESTACIONES
FLETES
SUBCONTRATOS
DESTAJISTAS
INTERESES BANCARIOS
RENTAS
DEPRECIACIONES
FIANZAS
HONORARIOS
REGALIAS
ETC.

NO DEDUCIBLES

IMSS/OBRERO
GASTOS DE REPRESENTACION
HONORARIOS QUE SEAN SUELDOS
GASTOS SIN COMPROBANTES
GASTOS C/COMPROBANTES SIN REQUISITOS
RECARGOS Y MULTAS
PAGOS SIN RETENCION DE IMPUESTOS
GASTOS SIN IVA TRASLADADO
ETC.

Se Descapitaliza la Construcción, Afirma el Dirigente de la Cámara

Hora de Apoyarse Mutuamente: el Presidente

Por ISABEL ZAMORANO

El Primer Magistrado de la Nación se comprometió ayer a separar claramente la situación económica del ajuste al gasto público para no hacer un coctel peligroso con los problemas que afronta el país.

López Portillo formuló tal compromiso ante los integrantes de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, quienes le ofrecieron una comida donde solicitaron que se [illegible] reducción de cuatro por ciento en el gasto público [illegible] obras del sector público en proceso, y que se [illegible] el régimen especial de tributación que los afecta especialmente.

Signo de lo primero plano

Al responder a la petición, el Presidente ofreció a los constructores, encabezados por Miguel Angel Salinas Duarte considerar la solicitud, pero les recordó que "es hora de cerrar filas, de apoyarnos y de que nos apoyen.

"Tengan ustedes la seguridad de que el Gobierno de la República no hará un coctel peligroso de todos los materiales que en este momento se conjugan. Vamos a separar muy claramente la situación económica [illegible] del ajuste del gasto público y de todos los pormenores, particularmente el que a ustedes les inquieta, el régimen fiscal, para que no se junten turbulencias inconvenientes e innecesarias".

Salinas Duarte expresó que los efectos [illegible] en los intereses del ca-

[illegible] para financiar las obras por afectar al desarrollo de la industria de la construcción, al tiempo que genera incrementos constantes en los costos.

Y para hacer frente a estas realidades, la Cámara gestiona ante las fuentes de trabajo de sus agremiados la simplificación de trámites, la reducción de los lapsos que transcurren entre la estimación de la obra ejecutada y la recuperación de su importe por parte del constructor.

SOLICITUD APREMIANTE

Comentó que esta gestión ha ocupado siempre tiempo y atención de la cámara, pero en las condiciones actuales se convierte en solicitud apremiante. "Por eso la cámara suplica que se considere lo solicitado como medida de emergencia", agregó.

Por lo que respecta al régimen fiscal, Salinas Duarte dijo que el propósito de eliminar los regímenes especiales de tributación, debe llevarse a la práctica con normas que amortiguen los impactos económicos y no se traduzcan en costo adicional de operación que tendría efectos no deseados.

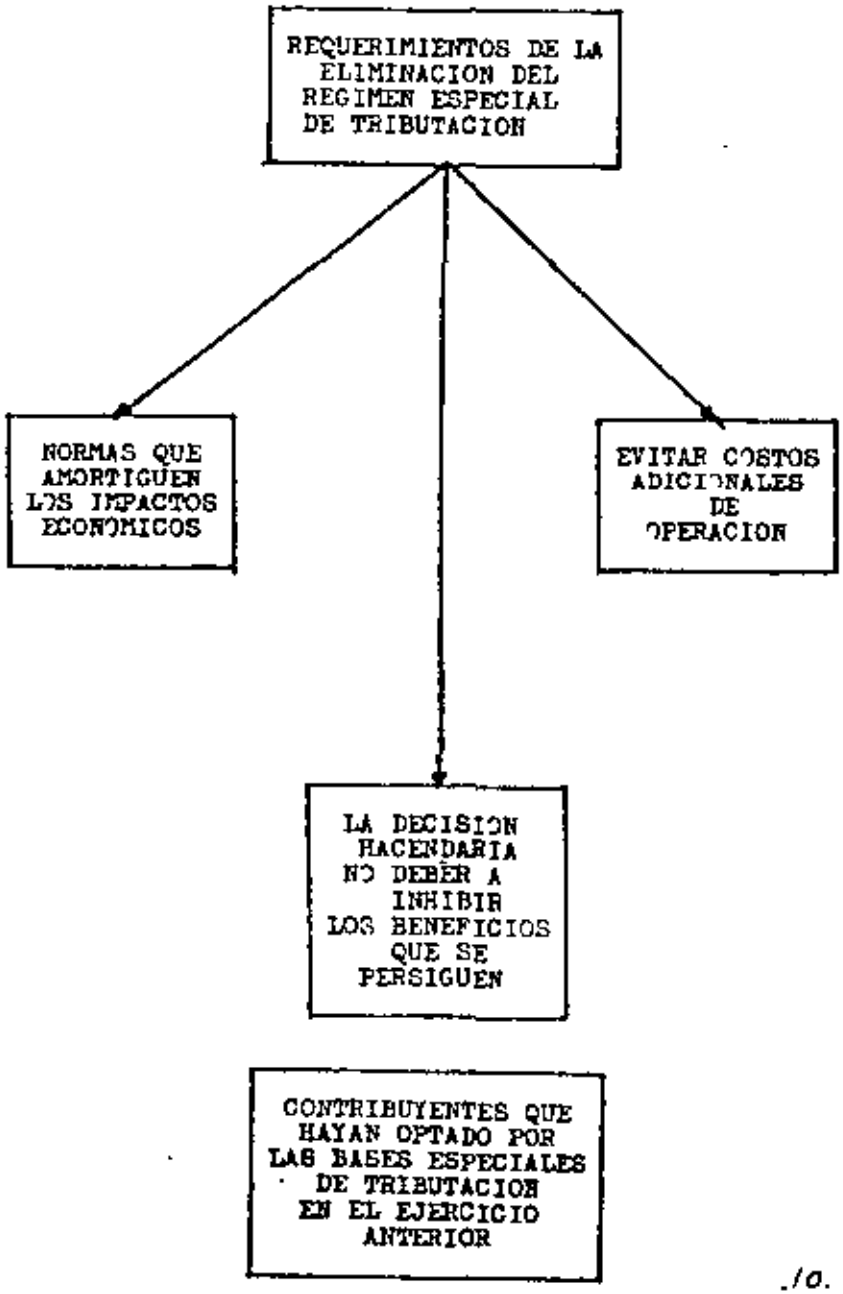
"Debemos procurar que esta medida, que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público ha decidido tomar, no inhiba los beneficios que se persiguen, sino que efectivamente satisfaga su propósito", dijo.

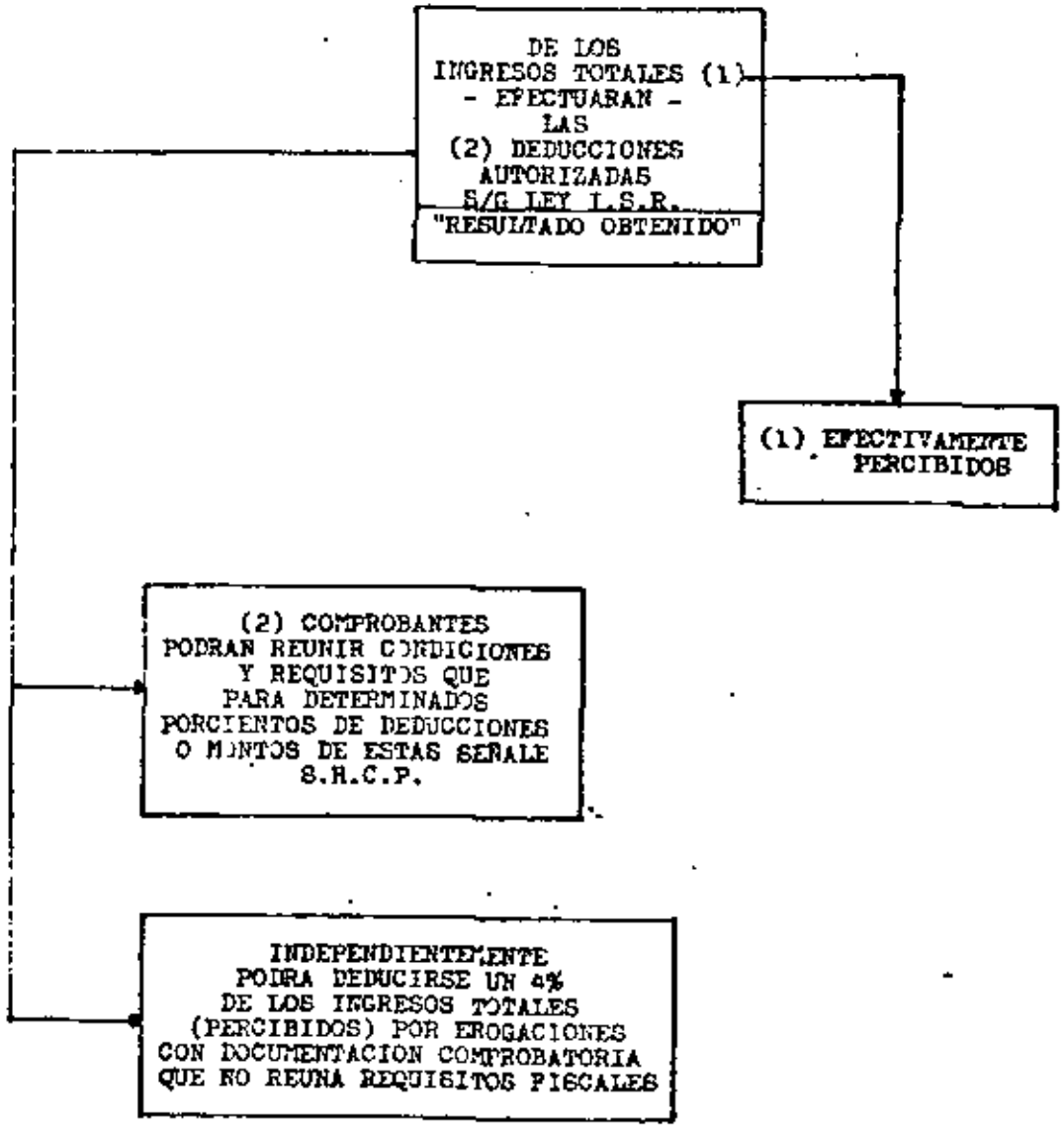
Salinas Duarte recordó que durante 27 años el gremio de la construcción ha sido institucional y concibe la obra de Gobierno en forma continua, sin frenos de inversión, pues el presupuesto por programas es instrumento efectivo que debe separar las contracciones de fin de sexenio, observadas históricamente en México y que ya no se justifican.

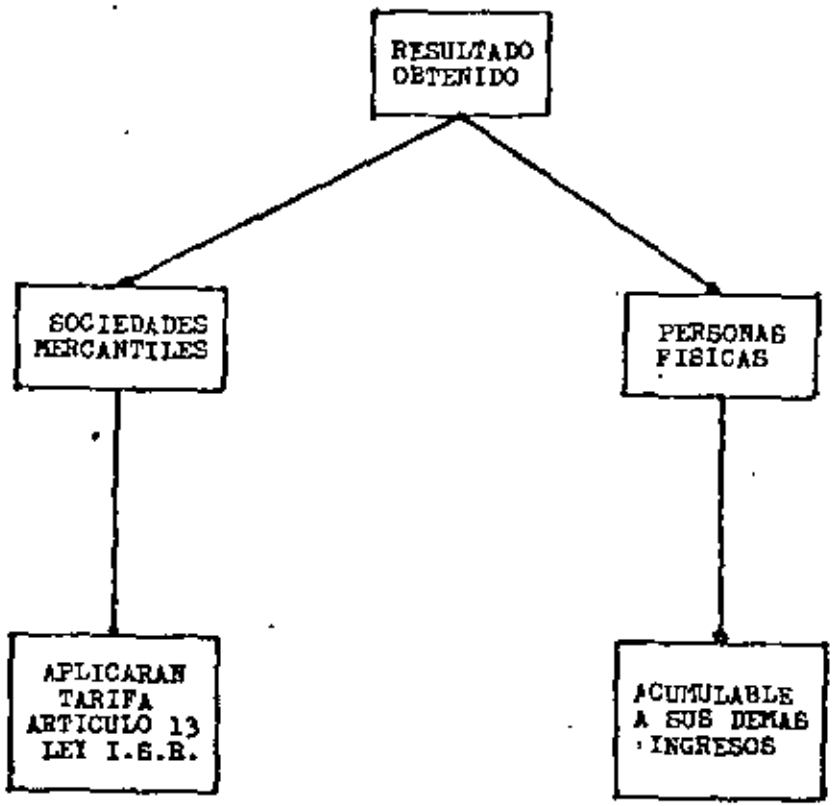
Alabó el régimen administrativo del Presidente López Portillo que se manifiesta en el crecimiento del 7.4 por ciento de la economía y el dinamismo de la inversión.

Solicitó al Ejecutivo que a pesar de los problemas internacionales que repercuten en la economía mexicana, el Gobierno Federal no ajuste el 4 por ciento del Gasto Público del presupuesto de 1981 diferiendo el pago de obras, o suspendiendo las que están en proceso.

Finalmente dio a conocer algunos de los trabajos que efectúa la Cámara, especialmente la capacitación de 27 mil trabajadores.


REQUERIMIENTOS DE LA ELIMINACION DEL REGIMEN ESPECIAL DE TRIBUTACION
NORMAS QUE AMORTIGUEN LOS IMPACTOS ECONOMICOS
EVITAR COSTOS ADICIONALES DE OPERACION
LA DECISION HACENDARIA NO DEBER A INHIBIR LOS BENEFICIOS QUE SE PERSIGUEN
CONTRIBUYENTES QUE HAYAN OPTADO POR LAS BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION EN EL EJERCICIO ANTERIOR


DE LOS INGRESOS TOTALES (1) - EFECTUARAN - LAS (2) DEDUCCIONES AUTORIZADAS S/G LEY L.S.R.
"RESULTADO OBTENIDO"
(1) EFECTIVAMENTE PERCIBIDOS
(2) COMPROBANTES PODRAN REUNIR CONDICIONES Y REQUISITOS QUE PARA DETERMINADOS PORCIENTOS DE DEDUCCIONES O MONTOS DE ESTAS SEÑALE S.H.C.P.
INDEPENDIENTEMENTE PODRA DEDUCIRSE UN 4% DE LOS INGRESOS TOTALES (PERCIBIDOS) POR EROGACIONES CON DOCUMENTACION COMPROBATORIA QUE NO REUNA REQUISITOS FISCALES



COMENTARIOS GENERALES SOBRE LAS CONSECUENCIAS DE LAS MODIFICACIONES AL REGIMEN DE BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

PUNTO DE VISTA FISCAL

1. SE MANTIENE EL GRAVAMEN SOBRE LOS INGRESOS EFECTIVAMENTE COBRADOS.

2. SE ESTABLECE COMO REGIMEN OBLIGATORIO PARA QUIENES HAYAN TRIBUTADO CON BET DURANTE 1981.

3. NO DISTINGUE EL TIPO, ORIGEN O NATURALEZA DE LOS INGRESOS, EN CONSECUENCIA SE ELIMINA.

   - EL REQUISITO DE TENER COMO MINIMO EL 80% DE LOS INGRESOS POR LA REALIZACION DE OBRAS.
   - LA APLICACION DEL REGIMEN GENERAL DE LEY A CIERTOS INGRESOS.
   - EL REQUISITO DE QUE LOS INGRESOS SEAN PROVENIENTES DE CONSTRUCCION DE OBRAS.
   - LA OBLIGACION DE RETENCION DEL 3.75%.

4. LA TRIBUTACION BAJO LAS BASES ESPECIALES DE 1982 IMPIDEN A LAS PERSONAS FISICAS UTILIZAR EL REGIMEN DE CAUSANTES MENORES.

INGRESOS QUE SE OBTENGAN* EN 1982 QUE CORRESPONDAN A OBRAS EJECUTADAS EN 1981

SE SUJETARAN AL REGIMEN DE TRIBUTACION DE 1981

INGRESOS QUE SE OBTENGAN EN 1982, QUE CORRESPONDAN A OBRAS EJECUTADAS EN 1982

PAGARAN EL IMPUESTO SOBRE LA UTILIDAD * QUE GENEREN

: DIFERENCIA ENTRE LOS INGRESOS ACUMULABLES CONFORME A BASES DE TRANSICION, MENOS LAS DEDUCCIONES AUTORIZADAS

OBRA EN PROCESO
CONCEPTO FISCAL

OBRA PARCIALMENTE EJECUTADA NO SUSCEPTIBLE DE CONSIDERARSE EN UNIDADES DE OBRA TERMINADA Y POR TANTO NO VALUABLE A PRECIOS DE VENTA

ES NECESARIA SU VALUACION A PRECIOS DE COSTO PARA EFECTOS DE LAS BASES DE TRANSICION *

OBLIGATORIA LA IDENTIFICACION CONTABLE, POR SEPARADO DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y GASTOS INDIRECTOS INCURRIDOS AL 31/12/81

* OBRA EJECUTADA SIN CONTRATOS

TRATAMIENTO A OTROS INGRESOS

SEGUN ART. 18 TRANSITORIO DE 1981 APLICABLE A 1982

INGRESOS ACUMULABLES

INGRESOS EFECTIVAMENTE PERCIBIDOS
- EFECTIVO
- BIENES
- SERVICIOS
- - . -

SEGUN REGLAS DEL 18/XII/81

INGRESOS ACUMULABLES

INGRESOS PERCIBIDOS
- EFECTIVO
- BIENES
- SERVICIOS
- CREDITO

NOTA. SI EL COBRO PROVIENE DE OPERACIONES (DISTINTAS DE EJECUCION DE OBRAS) REALIZADAS EN 1981, SE CONVERTIRA EN ACUMULABLE.

REQUISITOS GENERALES DE LAS DEDUCCIONES

- ESTRICTAMENTE INDISPENSABLES PARA LOS FINES DEL NEGOCIO
- COMPROBACION CON DOCUMENTACION QUE REUNA REQUISITOS FISCALES - R.F.C.
- REGISTRO CONTABLE
- RETENCION Y ENTERO DE IMPUESTOS A CARGOS DE TERCEROS
- COMPROBANTES CON IVA TRASLADADO
- PAGOS A PERSONAS FISICAS A MAS TARDAR FECHA DE PRESENTACION DE LA DECLARACION
- REQUSITOS PARTICULARES, SE REUNAN A MAS TARDAR FECHA DE PRESENTACION DE LA DECLARACION
- PASIVOS QUE ORIGINEN GASTOS, QUE SEAN "EXIGIBLES Y DEFINIDOS" EN CUANTO A BENEFICIARIO E IMPORTE

DEDUCCION DE INVERSIONES

DOCUMENTACION COMPROBATORIA CON REQUISITOS FISCALES

REGISTRO CONTABLE

DEPRECIACION HASTA POR SALDOS POR REDIMIR

DETERMINANDOSE ESTA APLICANDO A SU COSTO ORIGINAL LOS PORCIENTOS MAXIMOS AUTORIZADOS POR LA LEY Y SOLO POR LOS EJERCICIOS QUE FALTEN PARA REDIMIR SALDOS

SALDOS POR REDIMIR = MONTO ORIGINAL - DEPREC. ACUMULADA

DEP. ACUM.= MONTO ORIGINAL x %s MAXIMOS AUTORIZADOS POR LA LEY POR CADA EJERCICIO, A PARTIR DEL INICIO DE LA UTILIZACION O DEL SIGUIENTE.

DEDUCCION DE INVENTARIOS

DOCUMENTACION COMPROBATORIA

REGISTRO CONTABLE

UTILIZAR METODO DE VALUACION AUTORIZADO POR LEY

VALUAR LOS INVENTARIOS AL 31-12-81 AL PRECIO DE LAS ULTIMAS COMPRAS

SE RECOMIENDA ADOPTAR UEPS EN 1982

DEDUCCION DEL COSTO DE OBRAS EN PROCESO AL 31-12-81

DOCUMENTACION COMPROBATORIA

REGISTRO CONTABLE POR SEPARADO DE:

- MATERIALES
- MANO DE OBRA
- GASTOS INDIRECTOS

PRACTICAR INVENTARIO AL 31-12-81 VALUANDOLO Y CONSIGNANDOLO A PRECIO DE COSTO

DEDUCCIONES DE COSTOS Y GASTOS EN 1982

QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY Y REGLAMENTO Y DOCUMENTACION FISCALMENTE CORRECTA		100% DEDUCIBLES
QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY Y REGLAMENTO Y SU DOCUMENTACION COMPROBATORIA CAREZCA DE REQUISITOS FISCALES	S/BG	HASTA 4% s/INGRESOS EFECTIVAMENTE PERCIBIDOS POR OBRA
	S/LEY	HASTA 4% s/INGRESOS TOTALES
QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY Y REGLAMENTO Y SU DOCUMENTACION SEA ELABORADA POR LA CONSTRUCTORA SEÑALANDO CIERTOS REQUISITOS		HASTA 30% s/EROGACIONES TOTALES
QUE NO REUNAN REQUISITOS DE LEY NI DE REGLAMENTO Y TENGAN O NO DOCUMENTACION CON REQUISITOS FISCALES		NO DEDUCIBLES

EROGACIONES NO DEDUCIBLES

- EROGACIONES VINCULADAS CON INGRESOS GRAVADOS AL 3.75 %
- PERDIDAS CONTABLES OCURRIDAS ANTES 1/1/82
- RESERVAS CREADAS ANTES 1/1/82
- INTERESES DERIVADOS DE PRESTAMOS CONTRATADOS DURANTE 1981 QUE NO SE RELACIONEN CON ADQUISICION DE EQUIPOS DEPRECIABLES DURANTE 1982
- INTERESES DERIVADOS DE PRESTAMOS CONTRATADOS DURANTE 1982 QUE SE DESTINEN A CUBRIR PASIVOS CONTRAIDOS AL 31 DE DICIEMBRE DE 1981 RELACIONADOS CON OBRAS EJECUTADAS A ESA FECHA.

PAGO DEL IMPUESTO

	INGRESOS PERCIBIDOS POR OBRAS DE 1981	INGRESOS OBTENIDOS POR OPERACIONES DE 1982
INGRESOS POR ESTIMACIONES	500	720
INGRESOS POR VENTA DE MATERIALES Y OTROS	-	26
RECUPERACION DE FONDOS DE GARANTIA	40	-
AJUSTES EN PRECIOS UNITARIOS DE OBRAS	80	25
CANCELACION DE ESTIMACIONES	(20)	(5)
COSTOS Y GASTOS 1982	-	620
	600	146

CALCULO DEL IMPUESTO

3.75 %	$ 22.5	-
42 %		$ 61.3
IMPUESTO TOTAL	$ 83.8	

PAGOS PROVISIONALES S/G LEY

3.75% DE INGRESOS EFECTIVAMENTE PERCIBIDOS EN 1982

DECLARACIONES

DIA 15 O EL SIGUIENTE HABIL SI AQUEL NO LO ES DE LOS MESES MAYO Y SEPTIEMBRE DE 1982 Y ENERO DE 1983

PAGOS PROVISIONALES
S/BASES GENERALES

POR INGRESOS PROVENIENTES DE OBRAS EJECUTADAS HASTA EL - 31-12-81

EL CLIENTE RETIENE EL 3.75% DEL PAGO REALIZADO

POR INGRESOS DE OPERACIONES CELEBRADAS EN 1982

DECLARACION CUATRIMESTRAL POR EL 3.00% DE LOS INGRESOS ACUMULABLES (INGRESOS EFECTIVOS POR OBRA Y EFECTIVOS Y DEVENGADOS POR OTROS CONCEPTOS)

O P C I O N

APLICAR EL PROCEDIMIENTO DE LEY ART. 12

COMENTARIOS GENERALES SOBRE LAS CONSECUENCIAS DEL ABANDONO DE LAS BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION Y LA ADOPCION DEL REGIMEN GENERAL DE LA LEY

1. SE SUGIERE OBTENER UNA AUTORIZACION SHCP PARA ADOPTAR EL REGIMEN GENERAL SI POR EL EJERCICIO ANTERIOR SE ESTUVIERA UTILIZANDO EL BET/81 LO CUAL SE DESPRENDE DEL PARRAFO INTRODUCTORIO DE LAS MODALIDADES DEL REGIMEN DE CONSTRUCTORAS PARA 1982

2. NORMALMENTE LOS INGRESOS PENDIENTES DE COBRO AL CIERRE DEL EJERCICIO YA FUERON INGRESOS CONTABLES PERO NO FISCALES. AL REALIZAR SU COBRO SE PAGARIA EL 3.75% UNICAMENTE O LA TASA EN EL AÑO EN QUE SE HAYA EJECUTADO LA OBRA, Y MIENTRAS PERMANEZCAN ESTE TIPO DE INGRESOS FISCALES SE TRIBUTARIA EN DOS REGIMENES.

3. LAS DEDUCTIVAS DE INGRESOS POR AJUSTES DADOS POR FALTA DE CALIDAD SIMPLEMENTE REDUCEN EL INGRESO FISCAL A QUE SE REFIERE EL PUNTO ANTERIOR.

   SI LOS AJUSTES GRAVITAN SOBRE PAGOS PREVIAMENTE EFECTUADOS Y EL DESCUENTO SE EFECTUA VS: PAGOS DE OTRAS OBRAS EJECUTADAS EN 82, EN PRIMER LUGAR HABRIA INGRESOS EN 1982 POR LAS OBRAS EJECUTADAS EN 1982 Y PROCEDERIA SU ACUMULACION

   AHORA BIEN EL RECONOCIMIENTO DEL AJUSTE, PROVOCARIA UNA DISMINUCION DEL INGRESO FISCAL DE EJERCICIOS ANTERIORES, LUEGO ENTONCES PROCEDERIA SOLICITAR LA DEVOLUCION DEL ISR PAGADO EN DEMASIA MEDIANTE LA PRESENTACION DE UNA O VARIAS DECLARACIONES.

4. EN CUANTO A LOS ANTICIPOS (AL PRECIO DE LA OBRA) RECIBIDOS DURANTE 1981, CORRESPONDIENTES A OBRAS POR EJECUTAR A PARTIR DEL 1º/ENERO/82, S/G BET/81 DEBE RETENERSE EL 3.75% POR LO QUE FISCALMENTE REPRESENTAN PA-

GOS PARCIALES A CUENTA DEL PRECIO TOTAL DE LA OBRA.

ESTOS PAGOS FORMARIAN PARTE DE LOS INGRESOS DECLARADOS POR 1981 C/REGIMEN ESPECIAL SIN EMBARGO, EL COSTO NO HABRIA SIDO INCURRIDO. CONTABLEMENTE OPERARIA COMO UN PASIVO EN TANTO NO SE INCURRA EN LOS COSTOS DE OBRA, Y SE GENEREN LOS AVANCES DE LA MISMA.

SE ESTIMA QUE EL COSTO DE OBRA PROPORCIONAL (INCURRIDO EN 1982) DEBERIA FISCALMENTE IDENTIFICARSE CON EL MONTO DE LOS ANTICIPOS RECIBIDOS EN 1981 Y NO AFECTAR RESULTADOS DE 1982 PARA FINES DEL REGIMEN GENERAL ADOPTADO A PARTIR DEL 1º DE ENERO DE 1982.

5. EN MATERIA DE DEDUCCIONES SE PRESENTAN DIVERSAS SITUACIONES QUE DEBEN TOMARSE EN CONSIDERACION

A. POR EJEMPLO EN LOS COSTOS INCURRIDOS EROGADOS PODRIAN DARSE LOS SIGUIENTES DOS CASOS:

a) LOS IDENTIFICADOS PLENAMENTE CON LA OBRA EJECUTADA ESTIMADA (O NO ESTIMADA) AL CIERRE DEL EJERCICIO Y PENDIENTE DE COBRAR.

b) LOS IDENTIFICADOS CON TODA LA OBRA Y QUE PROCEDE APLICARLOS, DIFERIRLOS O PRORRATEARLOS A TODO EL COSTO DE LA OBRA CON LAS SIGUIENTES VARIANTES:

- YA EROGADOS Y CARGADOS 100% AL COSTO DE LA OBRA.

- YA EROGADOS Y REGISTRADOS EN UN ACTIVO DIFERIDO.

- POR EROGAR PERO QUE BENEFICIAN O AFECTAN A TODA LA OBRA.

EN EL PRIMER CASO SE ESTIMA QUE LA IDENTIFICACION PLENA DE LOS COSTOS CON EL AVANCE DE LA OBRA AL CIERRE DEL ULTIMO EJERCICIO SUJETO A BET, SOLUCIONA CUALQUIER DUDA QUE PUDIERA SURGIR.

EN EL SEGUNDO CASO EN CUALQUIERA DE SUS TRES VARIANTES, SE CONSIDERA QUE DEBERA PROCEDERSE A IDENTIFICAR MEDIANTE UN METODO DE PRORRATEO O DE PROPORCIONALIDAD SU APLICACION A LA OBRA.

B. EN LA PRACTICA SE PRESENTAN DIVERSOS GASTOS COMPLEMENTARIOS QUE DEBIERAN AFECTAR LOS RESULTADOS DE EJERCICIOS ANTERIORES TALES COMO LIQUIDACIONES COMPLEMENTARIA O POR AJUSTES, DEL I.M.S.S. O BIEN AJUSTES A PRECIOS DE SUBCONTRATOS YA EJECUTADOS.

ESTOS GASTOS NO SON DEDUCIBLES EN 1982.

C. DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

BASE. VALOR ORIGINAL DE LA INVERSION

TASA. COMO MAXIMO LAS SEÑALADAS POR LA SECCION III DEL CAPITULO II DEL TITULO II DE LA LEY DEL I.S.R.

DEPRECIACION ACUMULADA. COMPUTARLA A PARTIR DEL INICIO DE LA UTILIZACION DE LOS BIENES, COMO SI SE HUBIERA TRIBUTADO CON EL REGIMEN GENERAL DE LA LEY, O DEL SIGUIENTE EJERCICIO.

EVIDENCIA DE COMPRA. DOCUMENTACION COMPROBATORIA DE LA ADQUISICION CON REQUISITOS FISCALES. A FALTA DE ELLA SERIA NECESARIO UN PROCEDIMIENTO ALTERNO PARA QUE LA AUTORIDAD RECONOZCA EL DERECHO A DEPRECIAR LAS INVERSIONES QUE CON ANTIGUEDAD MAYOR DE CINCO AÑOS LA CONTABILIDAD PRUEBE SU EXISTENCIA Y SUS VALORES DE ADQUISICION.

D. INVENTARIOS

SE PRESENTAN MUY DIVERSAS CIRCUNSTANCIAS QUE DEPENDEN DE LAS POLITICAS CONTABLES ADOPTADAS POR LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS.

ES NECESARIO UN INVENTARIO FISICO AL CIERRE DEL EJERCICIO Y PROCEDER A SU VALUACION UTILIZANDO LOS PRECIOS DE LAS ULTIMAS ADQUISICIONES DE 1981.

E. DEDUCCION ADICIONAL

DEBE RECORDARSE QUE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS -

CON INGRESOS SUJETOS AL REGIMEN DE BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION NO PUEDEN BENEFICIARSE CON LA DEDUCCION ADICIONAL EN VIRTUD DE QUE ESTA SOLO ES APLICABLE A LAS EMPRESAS QUE TRIBUTAN EN EL REGIMEN GENERAL DE LEY.

SIN EMBARGO, EN UN CASO MIXTO DE TRIBUTACION DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA QUE TRIBUTE EN 1981 CON AMBOS REGIMENES PODRIA PRESENTARSE EN SU REGIMEN GENERAL, DIVERSAS SITUACIONES QUE DEBEN ANALIZARSE, EN ESPECIAL, SU DERECHO A BENEFICIARSE CON LA DEDUCCION ADICIONAL Y EN TODO CASO LA FORMA DE COMPUTARLA.

F. PERDIDAS DE OPERACION

NO EXISTIRIA JUSTIFICACION PARA SU AMORTIZACION FISCAL EN VIRTUD DE QUE SE PRODUJERON BAJO LA APLICACION DE BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION QUE NO CONTEMPLAN RESULTADOS FISCALES.

SIN EMBARGO, EN EL CASO MIXTO DE TRIBUTACION PUEDE DARSE EL CASO DE QUE LA EMPRESA HAYA SUFRIDO PERDIDAS FISCALES EN EJERCICIOS ANTERIORES, DETERMINADAS CONFORME AL REGIMEN GENERAL DE LA LEY POR AQUELLOS INGRESOS QUE NO ESTUVIERON SUJETOS A LAS BASES ESPECIALES

DE ACUERDO CON EL ART. 18 TRANSITORIO DE 1981 NO PUEDEN AMORTIZARSE CONTRA LAS UTILIDADES DE 1982 ESTAS PERDIDAS DE OPERACION. SIN EMBARGO, LAS REGLAS GENERALES (V-4) POR SU REDACCION SI LO PERMITEN.

G. TRANSPARENCIA FISCAL

EN LOS TERMINOS DE LA FRACCION V DEL ARTICULO 122 DE LA LEY, A LAS GANANCIAS DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS GENERADAS EN EJERCICIOS EN LOS QUE PAGARON EL I.S.R. CONFORME A LAS BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION, NO ES POSIBLE APLICARLES EL PROCEDIMIENTO DE TRANSPARENCIA FISCAL.

SIN EMBARGO, EN EL CASO MIXTO DE TRIBUTACION, A QUE SE HA HECHO REFERENCIA CON ANTERIORIDAD, SE PRODUCEN GANANCIAS SUSCEPTIBLES DE REPARTO ENTRE ACCIONISTAS A LAS QUE SI ES FACTIBLE APLICARLES EL PROCEDIMIENTO DE TRANSPARENCIA FISCAL, POR HABER SIDO DETERMINADAS CONFORME AL REGIMEN GENERAL DE LA LEY.

I. V. A.

RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

CONTRATOS DE OBRA CON :

- FEDERACION
- ESTADOS
- MUNICIPIOS
- DISTRITO FEDERAL

AL COBRO DE :

- ANTICIPOS
- PAGOS POR AVANCE DE LA OBRA

32

RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

ENAJENACION

LO QUE OCURRA PRIMERO ENTRE :

- ENTREGA O ENVÍO DEL BIEN
- COBRO PARCIAL O TOTAL DEL PRECIO
- EXPIDA COMPROBANTE DE ENAJENACION

PRESTACION DE SERVICIOS

CUANDO SEAN EXIGIBLES LAS CONTRAPRESTACIONES

USO O GOCE TEMPORAL DE BIENES

CUANDO SEAN EXIGIBLES LAS CONTRAPRESTACIONES 34

RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

CONTRATOS DE OBRA CON :

- ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS
- EMPRESAS DE PARTICIPACION ESTATAL MAYORITARIA
- OTROS PARTICULARES

CUANDO SEA EXIGIBLE LA CONTRAPRESTACION A FAVOR DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA, POR CONCEPTO DE ANTICIPOS, PAGOS POR AVANCE DE LA OBRA, ETC., CONFORME AL CONTRATO 34

PAGO DEL IMPUESTO

ENAJENACION

LA BASE SERÁ EL PRECIO TOTAL PACTADO

PRESTACION DE SERVICIOS

Y

CONCESION DE USO O GOCE TEMPORAL DE BIENES

LA BASE SERÁ EL MONTO DE LA CONTRAPRESTACION EXIGIBLE 35

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

PROGRAMACION DE OBRAS

ING. MARCELO ESMENJAUD COGORDAN

FEBRERO, 1982

acio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

" CONTROL DE OBRAS POR CPM

'I N D I C E'

ING. MARCELO ESMENJAUD C.

I. OBJETIVOS

Dos son los objetivos esenciales que se pretenden cubrir durante el desarrollo del tema:

1) Presentar al C.P.M. como un sistema general para el control de proyectos.

- Es frecuente considerar al C.P.M. (Critical Path Method) como un método de programación, más que como un sistema de control. Su aplicación se ha orientado en la mayor parte de los casos a la programación de tiempo ejecutado únicamente, desaprovechando así su gran potencial como herramienta de programación y control general de proyectos y obras.

  En realidad el C.P.M. es un sistema procesador de información con varios niveles de aplicación, que puede utilizarse para producir la información requerida en la mayoría de las decisiones gerenciales, tanto de quien solicita los trabajos, como de quien los ejecuta.

  A fin de cubrir este objetivo, se involucrarán en la programación los distintos recursos que se presentan durante el desarrollo de un proyecto u obra (tiempo, personal, materiales, equipo y dinero), mostrando la interrelación que guardan entre sí todos ellos.

2) Proporcionar la técnica necesaria para la utilización inmediata del C.P.M. en la forma más práctica posible.

- A partir de la fecha del nacimiento de estas técnicas en 1958 se han desarrollado una gran cantidad de variaciones o "presentaciones" que difieren entre sí en ciertos elementos de forma, conservando en todos ellos la técnica básica de fondo.

  Para lograr el presente objetivo, se estudiarán las técnicas básicas del método, mediante una "presentación" convencional en la que se proporciona la información a través de los eventos y de gráficas tabulares.

Inmediatamente después y en base a las técnicas básicas anteriores, se ofrecerá una "presentación" bastante práctica mediante mapas de proyecto, para ser utilizada directamente por el personal de una obra.

Posteriormente se analizará el impacto que tiene la relación tiempo-costo en la programación y control de un proyecto. Por último y en forma general, se asentarán las bases para la asignación y nivelación de los recursos que comprende la programación de manera que sirvan como elementos de control.

II. REFERENCIA HISTORICA

- Métodos utilizados para el control de proyectos:

1) Experiencia e intuición (antes de 1870)

2) Taylor.- Primeros estudios de tiempo y movimiento (1870)

3) Diagrama de Gantt.- (1915)

4) Diagrama de flechas y ruta crítica (1958)

5) Combinación de diagrama de flechas y estadística (1963).

Posteriormente a los estudios de tiempo y movimiento de F. Taylor, surgió la teoría de Gantt, aplicable a cualquier tipo de Industria.

Henry Gantt, basándose en los rudimentarios diagramas de barras, usó su sistema por primera vez durante la primera guerra mundial y en febrero de 1918 publicó un artículo sobre este tema en "Industrial Management".

La gráfica de Gantt contiene solamente líneas rectas. La primera empleada en la industria de la construcción, fue desarrollada por el Profesor David B. Porter de la Universidad de Nueva York y miembro del Staff de Gantt en Frankford, habiendo sido aplicada en la construcción de un Arsenal en 1917.

Otras de las gráficas originales de Gantt fueron para los siguientes conceptos:

Comportamiento Hombre-Máquina

Lay-out (trabajo vs. maquinaria y lugares de trabajo).

Gráficas de carga

A la muerte de Gantt, Wallace Clark siguió desarrollando esta técnica en planeación y desarrollo de trabajos en proyectos y programas industriales (Wallace Clark, "The Gantt Chart" The Ronald Press Company, New York 1922).

El uso del método de Gantt es muy amplio, tanto en labores de planeación como de control y forma base de un gran número de tableros de planeación, que se encuentran disponibles en la actualidad.

Posteriormente en 1958 la Armada de los E.E.U.U. contrató a la compañía de consultores administrativos Booz, Allen & Hamilton para estudiar la aplicabilidad de métodos modernos estadísticos y matemáticos a la programación y control de proyectos. De sus estudios se desarrolló la técnica conocida como PERT (Program Evaluation and Review Technique).

En 1958, también surgió el de C.P.M. o método del Camino Crítico desarrollado por Kelley y Walker. Tanto el PERT como el C.P.M. son utilizados para la planeación y control de proyectos, teniendo como base común el diagrama de flechas.

El PERT maneja como recurso fundamental el tiempo, en tanto que el C.P.M. el costo.

III. CARACTERISTICAS Y VENTAJAS

El C.P.M. difiere de los métodos tradicionales de planeación y programación en dos cosas fundamentales:

1) Separa la planeación de la programación. Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un

proyecto y qué orden de ejecución deben tener. Programación es el acto de trasladar el plan a una tabla de recursos.

2) Relaciona directamente tiempo y costo. Esto indica que los tiempos de una actividad en un proyecto pueden acortarse por medio de un aumento en el costo mínimo de esa actividad.

Resulta conveniente destacar la necesidad de actualizar constantemente la información vertida en el C.P.M., con objeto de contar con resultados acordes a la realidad. En ocasiones la ruta crítica original cambia debido a situaciones propias que se presentan durante el desarrollo de un proyecto.

Las principales ventajas que ofrece el método son las siguientes:

a) Suministra una base disciplinada para la planeación de un proyecto.

b) Proporciona una idea clara del alcance del proyecto.

c) Es un vehículo importante para la evaluación de estrategias y objetivos.

d) Elimina con gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que pertenezca al proyecto.

e) Mostrando las interrelaciones entre los trabajos, señala las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.

f) Hace posible la "dirección por excepción" llamando la atención del ejecutivo a aquéllas actividades que están o estarán en dificultades.

g) Forma un útil y completo record del desarrollo de las obras y proyectos.

IV. TECNICAS DEL METODO

El C.P.M. es aplicable a todo tipo de proyectos, entendiéndose por tal al conjunto de actividades dirigidas a la consecución

de un objetivo único. Un proyecto comprende una acción futura y todos los actos involucrados en obtener el fin fijado.

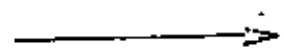
Cada proyecto tiene una estructura propia, debido a las dependencias y circunstancias esenciales de las actividades individuales requeridas para su terminación. Cualquier plan para la ejecución de un proyecto debe tomar en cuenta esas dependencias.

En estas condiciones el C.P.M. perfila la conveniencia de planear primero y programar después, dejando solo a la programación el aspecto cuantitativo.

El método se inicia con un diagrama de flechas que incorpora todos los elementos de un proyecto. Las operaciones, métodos y recursos (tiempo, dinero, personal, equipo y material) más las condiciones impuestas (diseño, tiempo de entrega, aprobación, presupuesto, fecha de terminación, etc.) están agrupadas en un plan coordinado que es el diagrama de flechas.

La "presentación" que a continuación se expone, tiene un enfoque pedagógico muy conveniente a efectos de proporcionar una base técnica en el alumno que le permita interpretar las distintas "presentaciones" que existen en la práctica y desarrollar las bases fundamentales del método de acuerdo a sus propias necesidades.

Cada actividad se representa en este diagrama por una flecha.



La longitud o dirección de una flecha no tienen significado. El tiempo se dice que fluye de la cola a la punta de la flecha. Las flechas se interconectan para mostrar la secuencia en que las actividades deben desarrollarse, obteniéndose como resultado final el Diagrama de Flechas.

Cada vez que se va a trazar una flecha debe hacerse tres preguntas:

a) ¿Qué otra(s) actividad(es) debe(n) estar terminada(s) antes de que pueda iniciar ésta?

b) ¿Qué actividad(es) puede(n) efectuarse simultáneamente con ésta?

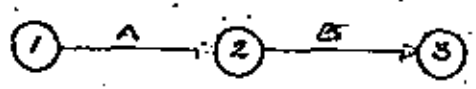
c) ¿Qué actividad(es) debe(n) seguir a ésta?

Con un conocimiento completo del proyecto por efectuarse, las respuestas a estas preguntas no deben presentar problemas y con ellas se puede desarrollar una red completa que represente un plan lógico para el desarrollo del proyecto.

La preparación del diagrama de flechas tiene tres reglas básicas que deben respetarse siempre:

Regla I - Eventos

Todas las actividades tienen un evento de origen y un evento final.



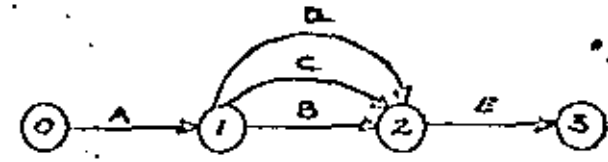
La actividad A tiene un origen (evento 1) y un final (evento 2)

La actividad B tiene un origen (evento 2) y un final (evento 3)

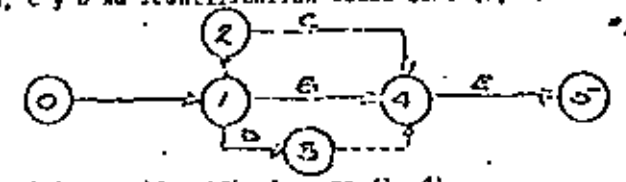
Después de que se termina la red, se le asignan números a los eventos para identificarlos, de preferencia en orden de secuencia de ejecución.

Regla II - Ramas Concurrentes

Una actividad de tiempo cero o "dummy" se usa para mantener la secuencia lógicamente correcta. Estas actividades se indican con flechas de líneas no continuas, y también tienen eventos inicial y final. Cuando dos o más actividades tienen eventos inicial y final iguales, se utilizan "dummys" para todas las ramas con excepción de una, con el fin de que cada actividad pueda identificarse separadamente por los números de los eventos inicial y final.



B, C y D se identificarían todas como (1, 2).



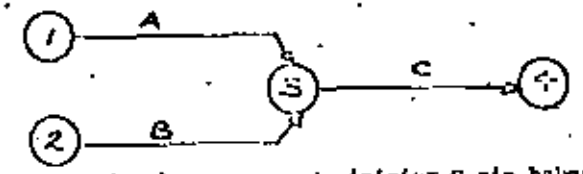
Actividad B identificada como (1, 4)

Actividad C identificada como (2, 4)

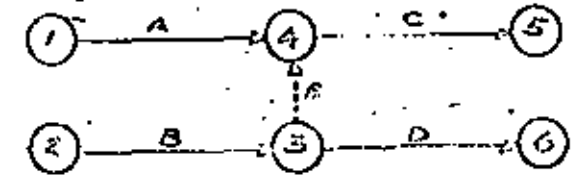
Actividad D identificada como (1, 3)

Regla III - Ramas dependientes e independientes

En todo proyecto existen relaciones de secuencia entre sus diferentes actividades, tales como:



En este ejemplo no se puede iniciar C sin haber terminado A y B. Si se añade otra actividad D que dependa de B pero que es independiente de A y C, el diagrama quedaría como sigue:



El diagrama ahora indica que C depende de A y B y que D depende solamente de B.

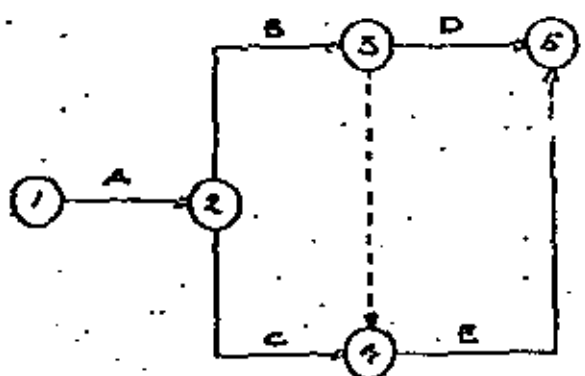
Numeración de Eventos

La numeración de eventos debe ser tal que siempre el número en el evento final de cada flecha es mayor que el del evento inicial. Sin embargo, los números no es necesario que sean consecutivos o que se inicien con el 1.

Ejercicios

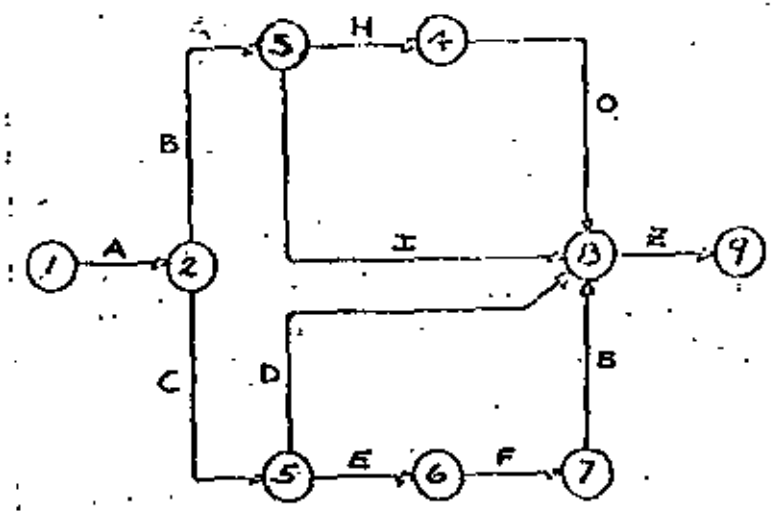
1. Un proyecto consiste de cinco actividades A, B,C,D,E. Dibujar el diagrama de flechas numerando los eventos, si:

   a) Las actividades B y C dependen solo de A.
   b) La actividad D depende de B,pero no de C.
   c) La actividad E depende de C y B.
   d) El proyecto se termina con D y E.



2. Dibujar un diagrama de flechas numerando los eventos con la siguiente información:

   1) A es la primera actividad del proyecto.
   2) B y C son concurrentes en el inicio y dependen de A.
   3) D y E son paralelas y dependen solamente de C.
   4) F sigue a E y precede a G.
   5) H e I pueden iniciarse después de B.
   6) O sigue a H.
   7) O, I, D y G deben terminarse antes que pueda iniciarse Z que es la última actividad.

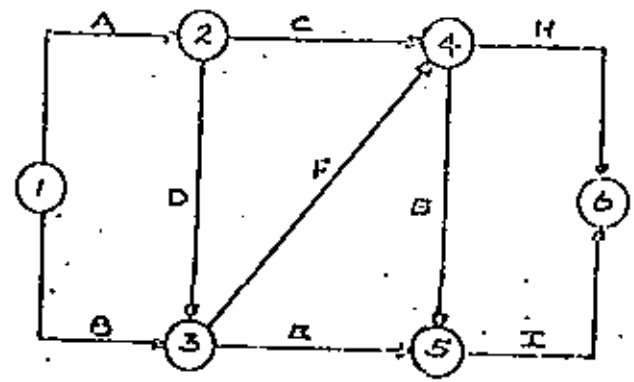


3. Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Dibujar el diagrama de flechas numerando los eventos si:

1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
2) C y D dependen de A y parten de un inicio común.
3) E depende de B y D.
4) F sigue a B y a D.
5) H puede empezar cuando terminen C y F.
6) G sigue a C y F.
7) Al terminar G y E puede empezar I.
8) El proyecto se termina con H e I.

Solución al Ejercicio #3

<u>Desarrollo</u>



(Solución en la siguiente hoja)

Fecha más Temprana de Iniciación

Al buscar la fecha de iniciación para una actividad, se encuentra algunas veces que existe una posible variación en esa fecha. Ciertas actividades pueden iniciarse en cualquier fecha dentro de un determinado período sin afectar la fecha de terminación del proyecto completo.

Otras actividades no pueden tener variación en su fecha de iniciación sin afectar la duración del proyecto.

Cualquier actividad que no acepta variación en su fecha de iniciación es crítica, y cualquier actividad cuya fecha de iniciación puede variarse dentro de un período es no-crítica.

Para encontrar la "fecha más temprana de iniciación" de cada actividad, se requieren tres cosas:

1) Fecha de iniciación del proyecto.

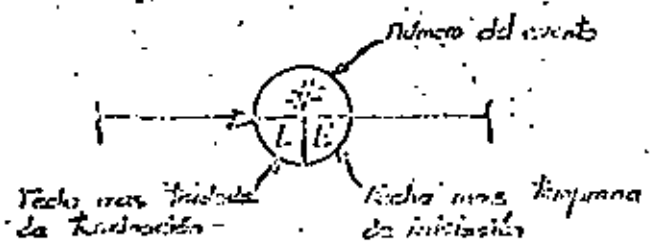
2) La secuencia de interrelación de todas las actividades.

3) La duración de cada actividad.

La primera puede eliminarse durante la fase de planeación considerando cero la fecha de iniciación del proyecto, a reserva de más tarde ponerle fecha. Esto tiene dos ventajas: a) Se puede iniciar la planeación y programación aunque no se conozca la fecha exacta de iniciación, b) es más conveniente trabajar con números como 2 ó 10 que con fechas de calendario.

La segunda condición queda cubierta con el diagrama de flechas y la duración de cada actividad se estima de acuerdo con el método preseleccionado (historia, experiencia, rendimiento, etc.).

Como convención en esta "presentación" se utilizará la siguiente anotación para cada evento:



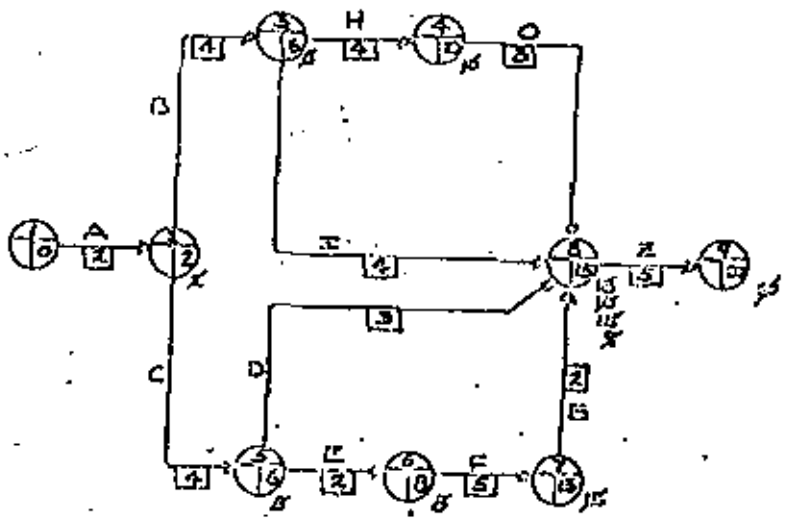
Procedimiento Práctico de Cálculo

1) A cada evento, empezando con el primero y usando el valor de E en éste, calcúlese la fecha más temprana de terminación de todas las actividades que se inicien en ese evento. Márquese estos valores con lápiz cerca de la punta de la flecha correspondiente. Pásese al siguiente evento.

2) Selecciónese el valor mayor de las fechas más tempranas de terminación para todas las actividades que terminen en ese evento. Colóquese este valor en el lugar correspondiente del círculo. Bórrese los números sobrantes y prosígase con el siguiente evento volviendo al paso 1.

Ejemplo:

Ejercicio # 2. (planteado en la pág. 9)



Duraciones: (Vr. días)

A = 2	D = 3	G = 2	O = 3
B = 4	E = 2	H = 4	Z = 5
C = 4	F = 5	I = 4	

Fecha más Tardada de Iniciación

Después de determinarse la fecha más temprana de iniciación, el siguiente paso es establecer lo crítico de cada actividad: esto es, determinar si hay posibilidad de variación en la fecha de iniciación. La variación posible en la fecha de iniciación se llama "tiempo flote total", o "flote total" y cualquier actividad con un flote total igual a cero es crítica.

Para encontrar el flote total es necesario conocer primero la fecha más temprana de iniciación y después la fecha más tardada de iniciación. La primera ya se vió como calcular.

En ausencia de cualquier otro método directo para obtener la fecha más tardada de iniciación, ésta puede encontrarse sustrayendo la duración de la actividad de la fecha más tardada de terminación por lo que, se procederá a explicar cómo calcular esta última para cada actividad.

Procedimiento Práctico

El procedimiento para encontrar la fecha de iniciación más tardada puede resumirse de la manera siguiente:

a) Fecha de iniciación más tardada = Fecha de terminación más tardada-Duración.

b) La fecha de terminación más tardada de todas las actividades que terminan en un mismo evento se representa por el símbolo L.

c) El procedimiento se inicia estableciendo:

$$L_{\text{último evento}} = E_{\text{último evento}}$$

d) Los valores de L se encuentran en cada evento regresando en secuencia inversa del último evento hasta el primero.

e) En cada evento:

L = la menor fecha de iniciación más tardada de las actividades que salen del evento.

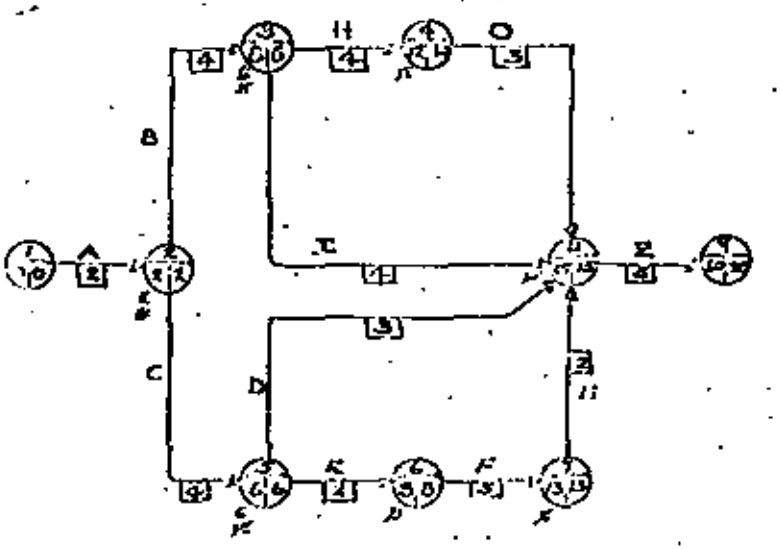
Esto significa que en cualquier evento, la fecha de terminación más tardada de las actividades que terminan en él, afectarán la iniciación de todas las actividades que salgan del evento; por tanto, la fecha de terminación más tardada de las actividades que terminan en un evento es necesariamente igual numéricamente al menor valor de fecha de iniciación más atrasada para las actividades que salen del mismo evento.

En cada evento, empezando por el último, encuentre la fecha de iniciación más tardada de todas las actividades que terminan en el evento, anote estos valores cerca del círculo del siguiente evento de cada una de las actividades. Pase entonces al siguiente evento (en secuencia inversa), seleccione el valor menor de las fechas de iniciación más tardadas anotadas junto a él, anótela en el lugar correspondiente y tache o borre los otros números; encuentre la fecha de iniciación más tardada para todas las actividades que terminen en el evento y prosiga de la misma forma.

f) L primer evento = E primer evento = 0 .

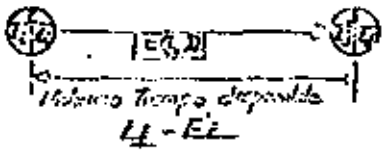
Ejemplo

Ejercicio #2 (planteado en la pág. 9)



Tiempo Flote Total

La posible variación en las fechas de iniciación para una actividad dada representa el tiempo flote total.



Tal como se indica en la figura anterior, el máximo tiempo disponible para ejecutar una actividad está definido por la diferencia entre la fecha más tardada de terminación (Lj) y la fecha más temprana de iniciación (Ei). Es obvio que si al máximo tiempo disponible se le resta el tiempo requerido de ejecución o duración de una actividad, se obtiene el tiempo flote total.

Por lo tanto, se puede definir el tiempo flote total como el sobrante del tiempo disponible con respecto a la duración de una actividad. El resultado de este exceso o sobrante es la es la posible variación de la fecha de iniciación.

- Flote total = Lj - Ei - D (i,j)

Camino Crítico

Si una actividad no tiene tiempo flote total es crítica y todas las actividades críticas forman el camino crítico. Aunque puede haber más de un camino crítico dentro de un proyecto, no puede existir una actividad crítica que está fuera de alguno de los caminos críticos.

Se puede establecer algunas consecuencias de lo mencionado hasta aquí:

1) La duración de un proyecto es igual a la suma de las duraciones de las actividades que forman el camino crítico desde el principio hasta el final del proyecto. Esto es, que el camino crítico es la "cadena" más larga del principio al final.

2) Un retraso en la iniciación o terminación de una actividad crítica retrasará al proyecto el mismo tiempo.

3) Si se aplican más recursos para reducir la duración del proyecto, las actividades a las que se apliquen deberán seleccionarse entre las críticas.

4) La prioridad para el uso de los recursos deberá dársela a las actividades críticas. Si los recursos son ilimitados, deberán programarse las actividades críticas para iniciarse en la fecha más temprana y las actividades no críticas se programarán de modo que se nivelen los recursos.

Tabla de Tiempos

Generalmente toda la información que se obtiene de un diagrama de flechas se vierte en una tabla de la forma siguiente y que correspondo al proyecto que se usó de ejemplo para ilustrar el procedimiento a seguir, tanto al calcular la fecha de iniciación más temprana como la más tardada.

Act. (i,j)	Duración	Fecha más temprana		Fecha más tardada		Flote total
		Iniciación	Terminación	Iniciación	Terminación	
1-2	2	0	2	0	2	0
2-3	4	2	6	4	8	2
2-5	4	2	6	2	6	0
3-4	4	6	10	8	12	2
3-8	4	6	10	11	15	5
4-8	3	10	13	12	15	2
5-6	2	6	8	6	8	0
5-8	3	6	9	12	15	6
6-7	5	8	13	8	13	0
7-8	2	13	15	13	15	0
8-9	5	15	20	15	20	0
Col. 1	Col. 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Col. 7

Los valores de la tabla se obtienen de la siguiente manera:

Paso 1): La columna 1 se llena haciendo una lista de todas las actividades en orden ascendente del evento inicial y para cada valor de este evento, colocando en orden ascendente del evento final. O dicho de otra manera, se colocan en orden ascendente de i y para cada valor de i, en orden ascendente de j.

Paso 2): La columna 2 se llena con las duraciones de cada actividad correspondiente a la columna 1. Estos valores se toman del diagrama.

Paso 3): La columna 3 se llena tomando los valores de E de cada evento del diagrama. Esto se puede hacer rápidamente puesto que corresponde el mismo valor numérico para todas las actividades que tengan la misma i.

Paso 4): En la columna 4 se obtienen estos valores sumando los correspondientes de las columnas 2 y 3.

Paso 5): La columna 6 se llena tomando los valores de L de cada evento del diagrama. Debe recordarse que corresponde el mismo valor numérico para todas las actividades que tengan la misma j.

Paso 6): La columna 5 se llena con el resultado de restar a los valores de la columna 6 los correspondientes de la columna 2.

Paso 7): Hay cuatro métodos para obtener los valores del tiempo flote total. Todos son equivalentes y dan resultados idénticos, pero los dos primeros son los mejores.

Método 1 - El flote total es la diferencia entre las fechas de iniciación o sea la fecha más tardada de iniciación menos la más temprana. Columna 5 menos columna 3.

Método 2 - El flote total es la diferencia entre las fechas de terminación o sea la fecha más tardada de terminación menos la más temprana. Columna 6 menos columna 4.

Método 3 - Por definición el flote total es el exceso del tiempo disponible sobre el tiempo requerido o sea la fecha más tardada de terminación menos la fecha más temprana de iniciación menos la duración. Columna 6 menos columna 3 menos columna 2.

Método 4 - El flote total se lee directamente del diagrama. Este método es prácticamente equivalente al Método 3.

La elaboración de esta tabla puede efectuarse mediante el auxilio de computadores. Existen en la actualidad varios programas "paquete" que realizan en forma mecanizada todas las operaciones concernientes al CPM.

Flote (Holgura) Libre

Es el tiempo en el que el inicio de una actividad puede ser retrasado sin interferir con el inicio de ninguna otra actividad que le siga. Por lo anterior, el tiempo flotante libre no puede ser mayor que el tiempo flote total.

Flote libre = Ej - (duración + Ei)

Flote (Holgura) de Interferencia

Es la diferencia entre el flote total y el libre de una actividad.

MAPAS DEL PROYECTO

Los diagramas de flechas referidos a tiempos o "mapas del proyecto", son útiles no solamente para indicar programaciones sino para reportar progreso sin la ayuda de computadoras. Cuando un diagrama de flechas convencional se vuelve a preparar con referencia a tiempos o calendario, se obtiene la ventaja de mayor facilidad para comprender el conjunto del proyecto, sirve además de base para la programación y por medio de líneas de diferentes colores, se lleva el control del proyecto resaltando los atrasos o las actividades terminadas.

Sin embargo cabe aclarar que no es necesario hacer primero la red de flechas mediante el sistema convencional anteriormente descrito para después pasar a elaborar el mapa del proyecto. Ambas formas o "presentaciones" son independientes entre sí.

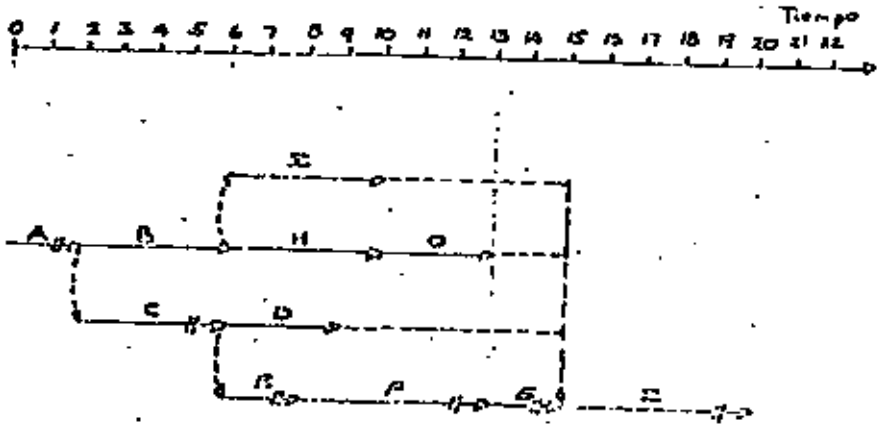
Las ventajas de esta "presentación" son aparentes de inmediato sobre todo para trabajos de construcción.

Se analizarán a continuación algunas reglas del procedimiento a seguir:

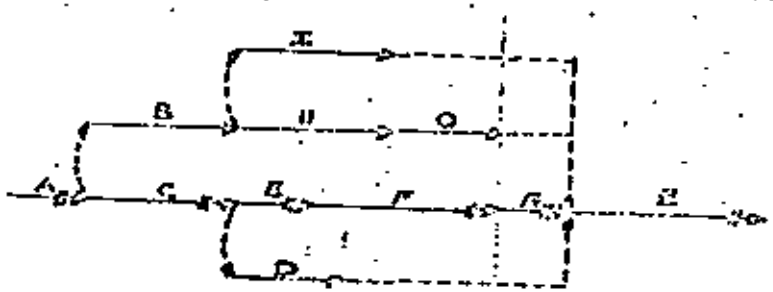
1. Preparar gráficas con divisiones verticales igualmente espaciadas. Cada una representará una unidad de tiempo.
2. Vertir la información que se tiene de la planeación en las gráficas, de acuerdo a las precedencias e interrelaciones.
3. Trazar el camino crítico como línea recta horizontal segmentada en el centro de la página donde la longitud de cada segmento o flecha, sea igual a la duración de la actividad que representa.
4. Trazar las actividades no críticas como una línea sólida igual a su duración y con una línea punteada el resto. Separar los dos segmentos con una marca vertical para evitar confusión. La línea sólida debe trazarse indicando el tiempo de iniciación y de terminación.

Ejemplo

Ejercicio #2 (planteado en la pág. 9)



UNA MEJOR DISTRIBUCIÓN GRÁFICA



CRÍTICO

Ejemplo

(Ejercicio # 3)

Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Dibujar el "mapa del proyecto", si:

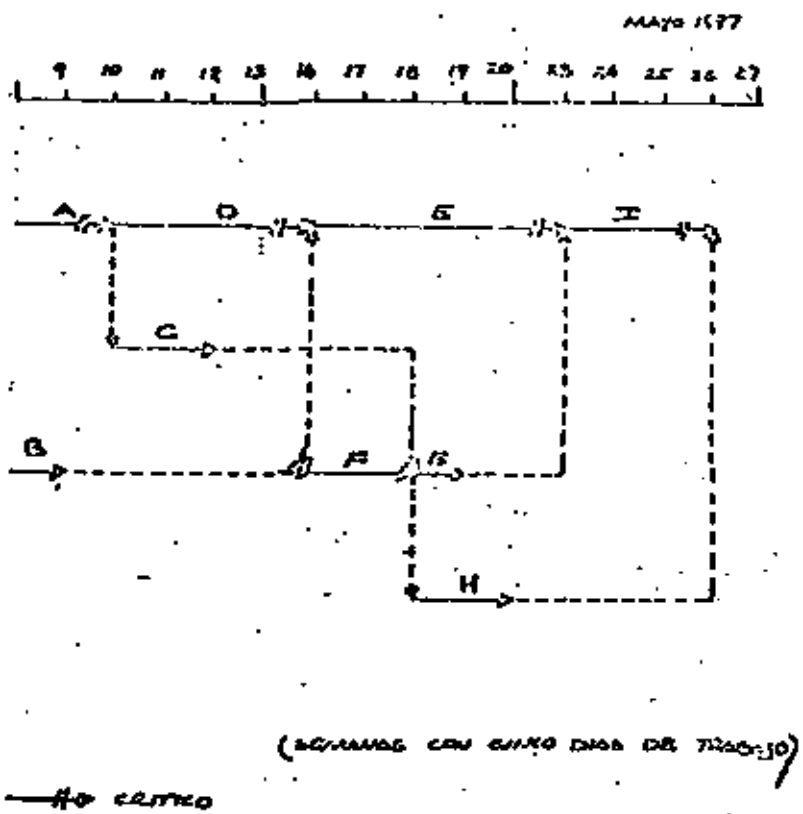
1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
2) C y D dependen de A.
3) E depende de B y D.
4) F sigue a B y a D.
5) H puede empezar cuando terminen C y F.
6) G sigue a C y F.
7) Al terminar G y E puede empezar I.
8) El proyecto se termina con H e I.

Duraciones de las actividades en días, considerando semanas con cinco días de trabajo:

A = 2	D = 4	G = 1
B = 1	E = 5	H = 2
C = 2	F = 2	I = 3

Desarrollo

(Solución en la siguiente ho



Se ha visto como preparar un diagrama de flechas y como calcular el camino crítico. Después de obtener ésto, se deberá analizar cada actividad crítica, contestando estas tres preguntas:

a) ¿La estimación de tiempo es correcta?

¿Se incluyó tiempo para contingencias?

Si es así, se deberá quitarlo.

b) ¿Se debe terminar por completo esta actividad crítica antes de iniciar la siguiente?

c) ¿Hay alguna alternativa que podría acelerar los trabajos eliminando restricciones?

La falla más común es incluir un factor de reserva o contingencias. La manera más sana de planear es eliminando todas las contingencias, especialmente de las actividades críticas. Después de que se ha encontrado el camino crítico y la duración del proyecto, se puede añadir un tiempo para contingencias totales del proyecto con el fin de llegar a una fecha realista de terminación.

RELACION TIEMPO-COSTO

Los pasos a seguir para hacer una estimación de tiempo y costo son los siguientes:

a) Determinar el método de ejecución decidiendo qué tipo de recurso usar (hombre, máquina, etc.).

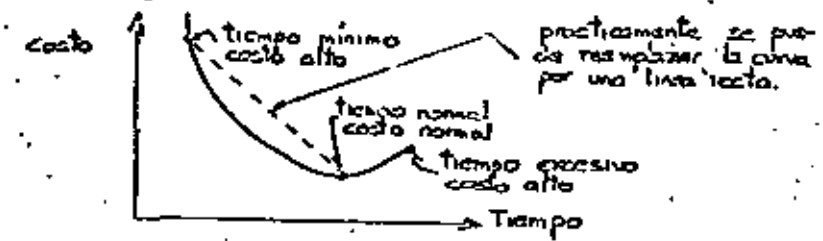
b) Considerar los recursos disponibles.

c) Considerar la duración del uso de cada tipo de recurso.

d) Reducir todos los recursos al factor común de pesos multiplicando la duración por el costo unitario del uso de cada recurso.

Cuando se habla de duración debe tenerse cuidado de ser explícitos ya que ésta depende del método de ejecución empleado, existiendo una relación entre tiempo y costo para ejecutar una actividad. Esta relación debe tenerse en cuenta al establecer una duración estimada para cualquier actividad.

Se puede trazar una curva de relación costo-duración para cualquier actividad que tendrá básicamente la forma de la curva de la Figura:



El costo mínimo y la duración correspondiente se seleccionan como costo y tiempo "normales". Cada vez que se reduce el tiempo, el costo sube como se vé en la curva. Para determinar el incremento en el costo al reducir el tiempo, se pueden estimar el tiempo normal y mínimo y suponer una relación lineal costo-duración (línea recta entre los dos puntos).

Hasta aquí la suposición hecha ha sido que se conoce el trabajo por efectuarse y su duración y costo se ha obtenido de la experiencia adquirida en trabajos anteriores. Sin embargo, no siempre es este el caso y pueden presentarse actividades por desarrollar que no se conocen a fondo. Para manejar estas situaciones, se tiene un procedimiento basado en la estadística y que consiste en utilizar tres estimaciones de tiempo para cada actividad:

1) Optimista . (a) Duración que resultaría si todo va mejor de lo esperado.

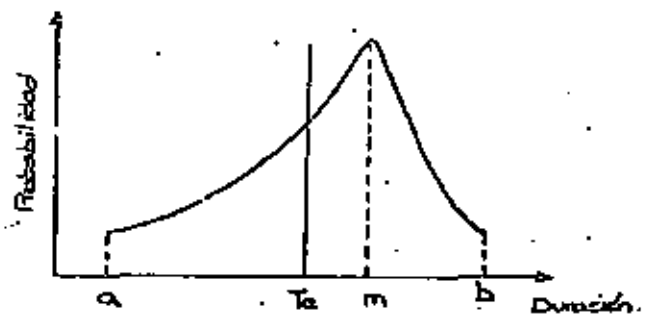
2) Normal (m) Duración si todo resulta como se espera.

3) Pesimista . (b) Duración si todo sale mal.

Con estas tres estimaciones se procede a calcular el tiempo "probable" T_e para una actividad con la siguiente fórmula:

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

La teoría detrás de esta fórmula es dividir la incertidumbre, suponiendo un 50% de probabilidades de acertar. Esto es, si se grafican los valores estimados de duración contra sus probabilidades de serlo, el valor de T_e dividirá la curva en dos partes de área igual (ver Figura). La distribución beta se usa para permitir posibles deformaciones hacia la izquierda o derecha.



Sin embargo, se debe ser realista. Lo que se desea es una estimación de duración para encontrar el camino crítico y el que se haya obtenido por experiencia, estándares o fórmula, no asegura que sea exacta, por lo tanto, es muy importante hacer revisiones, anotar las diferencias y tomar medidas de corrección inmediata.

VI. ASIGNACION Y NIVELACION DE RECURSOS

Hasta aquí, la principal preocupación ha sido desarrollar el plan óptimo basándose en la secuencia de actividades, duraciones estimadas y la selección de una fecha de terminación. Una vez que este plan óptimo se ha terminado y sólo entonces, se podrá empezar con la programación.

La programación de un proyecto indica las fechas de iniciación y terminación de cada actividad debiendo suministrar los recursos requeridos, en la secuencia apropiada, en las fechas y en las cantidades indicadas en la planeación. Por lo tanto, no se puede programar si no se toman en cuenta los límites de los recursos, debiendo utilizarse al programar dos elementos fundamentales:

a) Los requerimientos y límites de recursos (tiempo, materiales, dinero, maquinaria y mano de obra).

b) Un medio de representar el programa con base al calendario como lo es, por ejemplo, el correspondiente a mapas de proyecto. Existen otros medios o formas ligadas al método convencional, sin embargo la que se analiza en este trabajo tiene la ventaja de ser bastante práctica para los trabajos de campo.

El programa establece las fechas esperadas de iniciación y terminación para cada actividad y se obtiene basándose en la asignación de los recursos de acuerdo con su disponibilidad y los requerimientos establecidos en la planeación.

Existen varios métodos para obtener un programa:

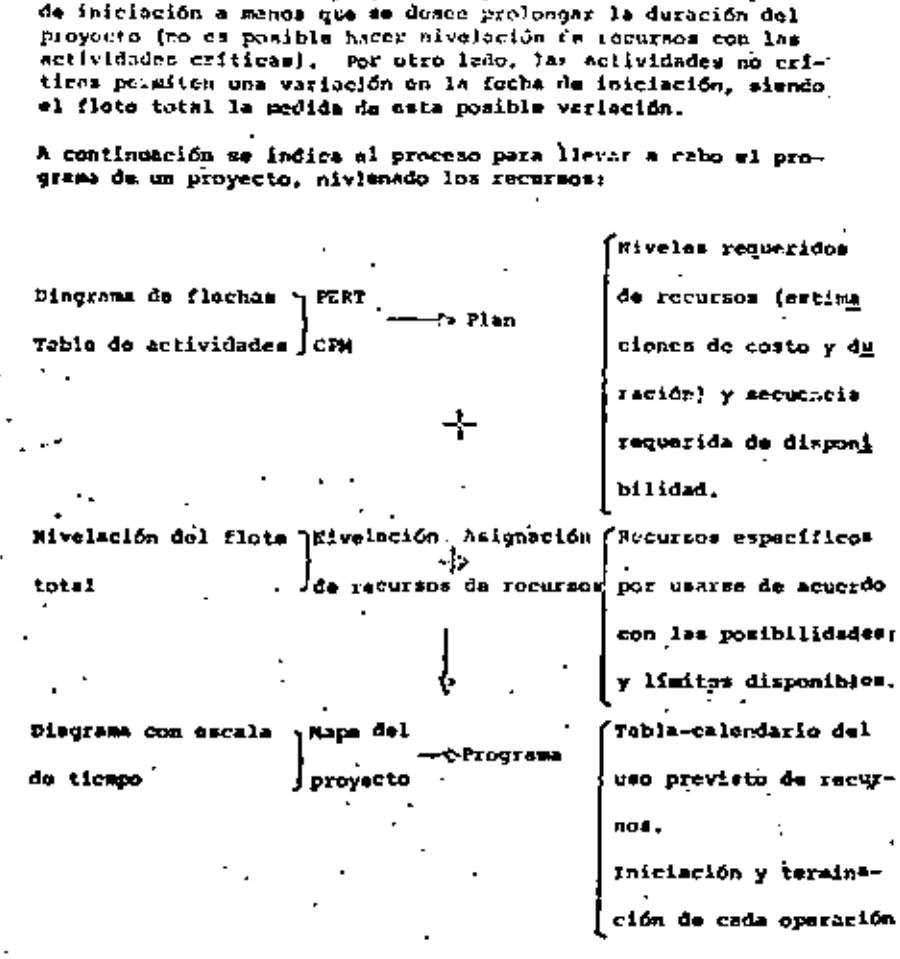
a) Todas las actividades se programan para iniciarse tan pronto sea posible y se asignan recursos de acuerdo a ésto. Lo anterior puede tener un costo excesivo.

b) Se establece un límite arbitrario para los recursos y de acuerdo a éste, se prepara el programa. Si el límite es muy bajo, la duración del proyecto será excesiva y si es muy alto, el costo será alto.

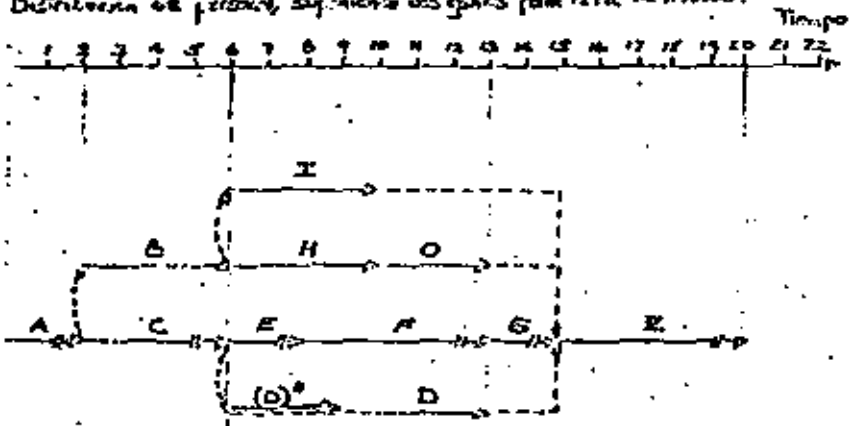
Ambos métodos son inadecuados porque no toman en cuenta la posible "nivelación de recursos".

La nivelación se logra utilizando el flote total. El programa indica la fecha de iniciación de cada actividad y las actividades críticas deben programarse para la fecha más temprana de iniciación a menos que se desee prolongar la duración del proyecto (no es posible hacer nivelación de recursos con las actividades críticas). Por otro lado, las actividades no críticas permiten una variación en la fecha de iniciación, siendo el flote total la medida de esta posible variación.

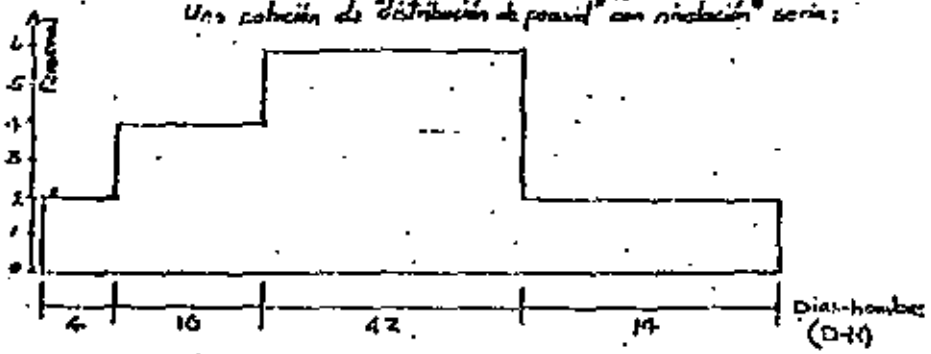
A continuación se indica el proceso para llevar a cabo el programa de un proyecto, nivelando los recursos:



Ejercicio #2. (planteado en la pág. 9)
Distribución de personal, suponiendo dos gastos para cada actividad.



Una solución de "distribución de personal" con nivelación" sería:



(D-H)S = H-H

- Conocido el costo de la H-H según especialidad, se obtiene el costo de la M. de O. para el período requerido
- El costo de los recursos materiales, se puede mostrar en forma conjunta.
- Las sumas de todos los costos, en los períodos considerados, representan el flujo de efectivo para el proyecto.

Ejemplo

(Ejercicio # 3)

Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Dibujar el "mapa del proyecto" y la "distribución del personal", si:

1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
2) C y D dependen de A.
3) E depende de B y D.
4) F sigue a B y a D.
5) H puede empezar cuando terminen C y F.
6) G sigue a C y F.
7) Al terminar G y E puede empezar I.
8) El proyecto se termina con H e I.

Duraciones de las actividades en días, considerando semanas con cinco días de trabajo:

A = 2	D = 4	G = 1
B = 1	E = 5	H = 2
C = 2	F = 2	I = 3

Personal involucrado de dos diferentes especialidades ("X" y "Y")

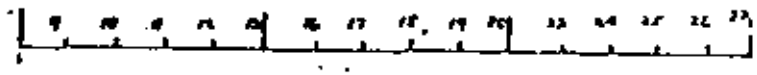
A = 3 "X"	D = 3 "X"	G = 2 "Y"
B = 3 "X"	E = 3 "X"	H = 2 "Y"
C = 3 "X"	F = 2 "Y"	I = 3 "Y"

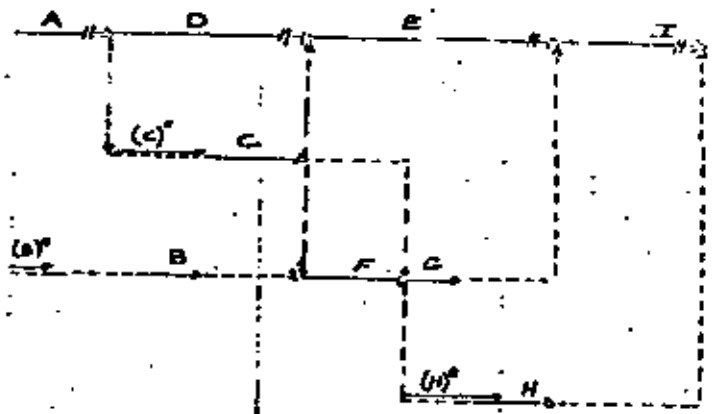
Desarrollo

(Solución en la siguiente hoja)

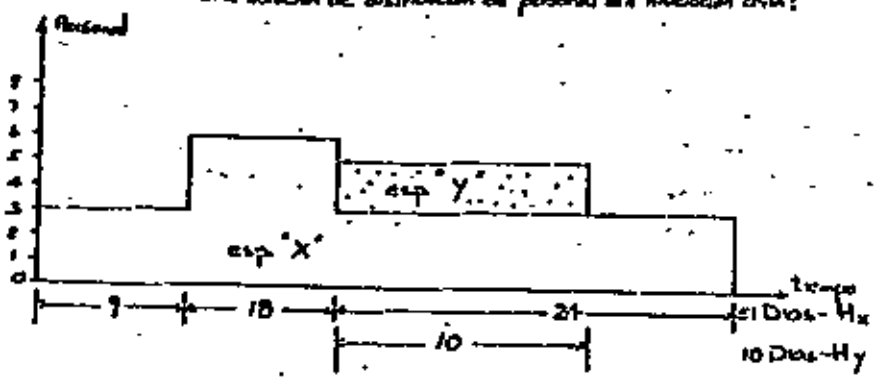
Ejercicio #3

Mayo 1972





Una solución de distribución de personal sin nivelación sería:



$51\,(\text{Días-H}_x)\,8 \approx 408\,(\text{H-H})_x$
$10\,(\text{Días-H}_y)\,8 \approx 80\,(\text{H-H})_y$

BIBLIOGRAFIA

- Martino R. L.
  Project Management and Control
  Vol. I: Finding the Critical Path
  American Management Association N.Y. 1963

- Martino R. L.
  Project Management and Control
  Vol. II: Aplied Operational Planning
  American Management Association N.Y. 1964.

- Martino R. L.
  Project Management and Control
  Vol. III: Allocating and Scheduling Resources
  American Management Association N.Y. 1965

- Antill J.M. y Woodhead R.W.
  Método de la Ruta Crítica
  Limosa-Wiley, S. A.

- Horowitz J.
  Critical Path Scheduling
  The Ronald Press Co. N.Y.

- O'Brien J.J.
  CPM and Construction Management
  Mc. Graw Hill

- O'Brien J.J.
  Scheduling Handbook
  Mc. Graw Hill

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMBRAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

FEBRERO, 1982

io de Minería Calle de Tacuba 5 p piso Méx 1, 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 especifican 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 trataran de columnas 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 flexocompresión 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:

- Coníferas livianas, $\gamma \leq 0.5$
- Coníferas 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
Conferas livianas	1.80
Conferas 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.

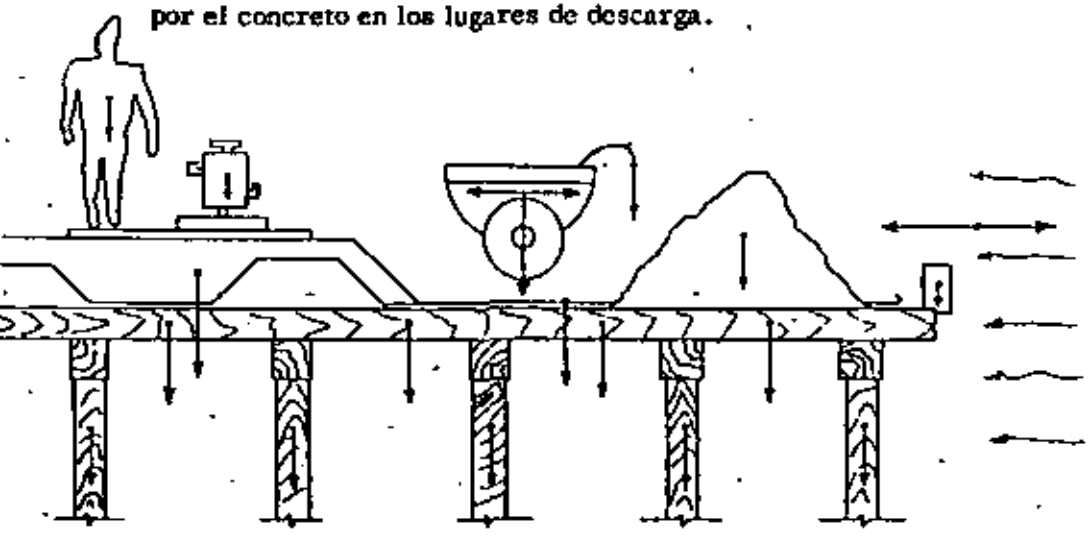
y varias cargas vivas.

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.

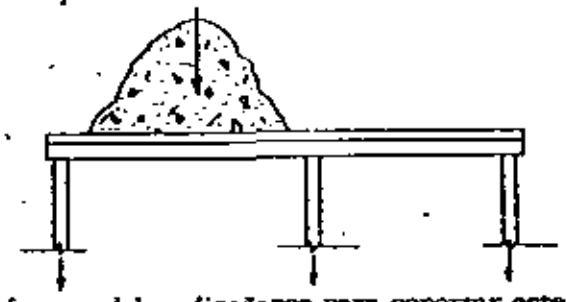
Cargas vivas:

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.

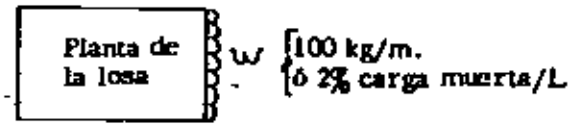
Cargas laterales.

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 fraguado inicial, en que se empieza a soportar por sí 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 profundidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargas 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.

###

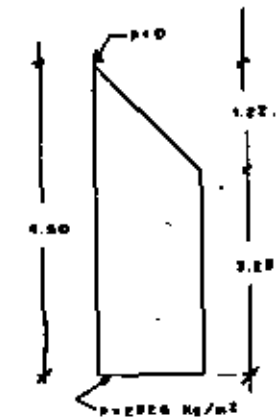
1.- Determinación de la presión lateral máxima.

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.

$\frac{2928}{2400} = 1.22$ 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

$\frac{1}{360} = \frac{w\ l^4}{128\ EI} \times 10{,}000$

$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

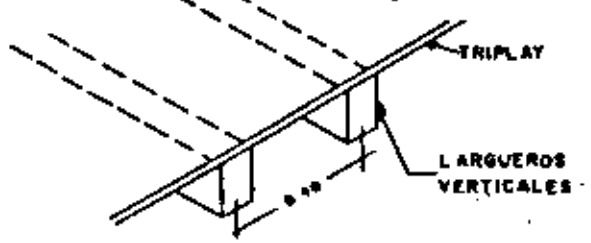
$E = 196000\ \gamma$ (Reglamento D.D.F.)

E = 196000 x 0.6 = 117600 kg/cm2.

I = 100 x 0.3413 = 34.13 cm4 (para 1.00 m. de ancho, tabla 4-3)

$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 34.13}{2928}} = 0.37$ 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.

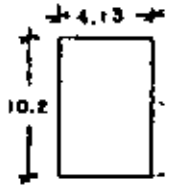
Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

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



$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{\frac{4.13 \times 10.2^3}{12}}{5.1} = \frac{365.23}{5.1}$$

$S = 71.61\ cm3.$

$f = 196\ \gamma^* = 120\ kg/cm2.$

$fad = 120 \times 1.25 = 150\ kg/cm2.$

$w = 2928 \times 0.40 = 1171\ kg/m.$

$$l\ max = 0.32\sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97\ cm.$$

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 = $35\ \gamma^*$ (Reglamento)

$= 35 \times 0.6 = 21\ kg/cm2.$

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

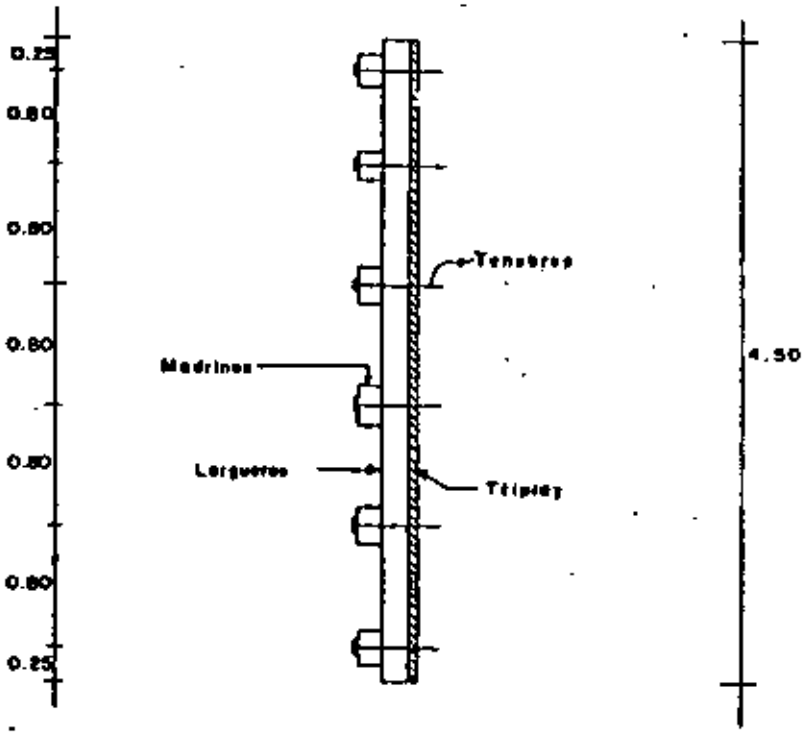
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84\ m.$$

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 $S = \frac{10\,w\,l^2}{f} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$

$S = 224.97$ 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.

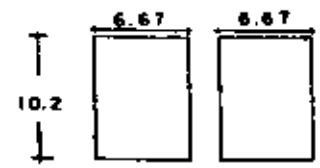
Por corte.

$$v = \frac{3V}{2\,bh} \qquad bh = \frac{3V}{2\,v}$$

$$bh = \frac{3\,(0.6\,wl)}{2\,v} = \frac{1.8\,wl}{2\,v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm2.}$$

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo= 2 5/8" (6.67cm)



b x 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.

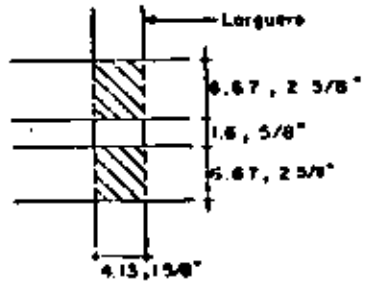
Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

$C = 54.2\,\gamma$ (Reglamento D.D.F.)

$C = 54.2 \times 0.6 = 32.52$ kg/cm2.

$C_{ad} = 1.25 \times 32.52 = 40.65$ kg/cm2.

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas madrinas será como sigue:



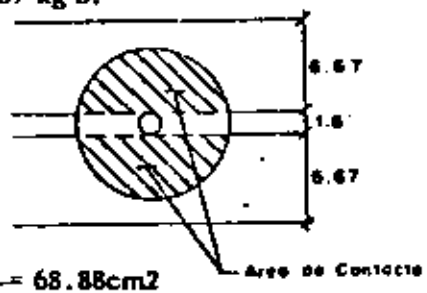
Area de apoyo= 2x6.67x4.13

= 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

$\frac{\pi D^2}{4} - 1.6 \times D = 106.35$

$f = \frac{2800}{106.35} = 26.3$ 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.

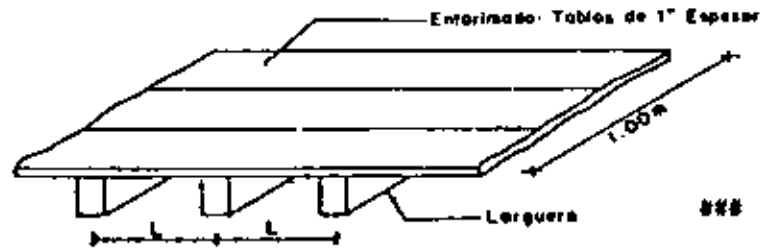
Altura libre piso a techo 2.40.

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.

$$l \max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196{,}000\ \gamma = 196000 \times 0.6 = 117600$$

$$l \max = 0.033\sqrt[3]{\frac{117600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m.}$$

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. $l \max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

$l \max = 0.033\sqrt[3]{\frac{117600 \times 365.23}{510}}$

$l \max = 1.45$ m.

Por corte. $l \max = 23.33\frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$

$= 1.92$ m.

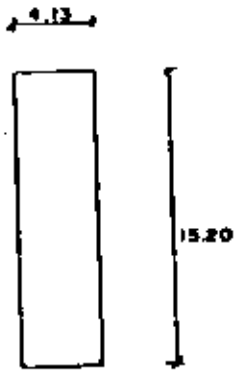
$\Longrightarrow l \max = 1.31$ por flexión.

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.

###



$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1\,208.65$ cm4.

$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1208.65}{7.60} = 159$ cm3.

w equivalente = 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.

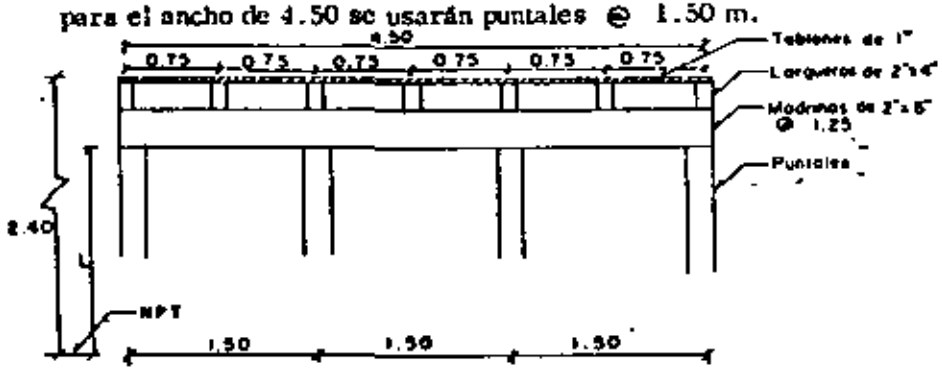
$$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033\sqrt[3]{\frac{117600 \times 1208}{765}} = 1.88$$

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.

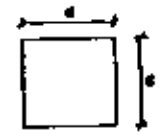
carga = 680 kg/m2

P = 1.147.50 kgs.

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

$fc = 143.5\ \gamma = 143.5 \times 0.6 = 86$ 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.

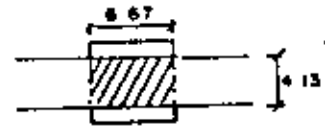
$$C = f_c\left(\frac{550}{(l/d)^2}\right) = 46.20 \text{ kg/cm2.}$$

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.

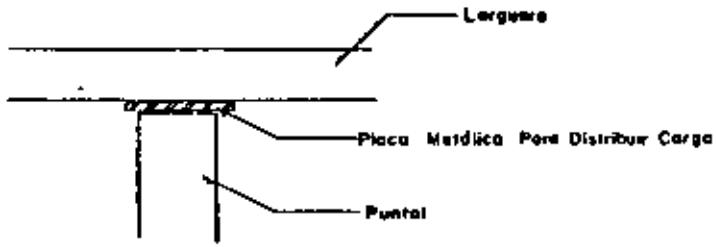
Est.admisible⊥ a la fibra =54.20 x0.6=32.52kg/cm2

$$f = \frac{1147.50}{27.55} = 41.55 \text{ no pasa}$$

Area requerida= $\frac{1147.50}{32.52}$ = 35.28 cm2.

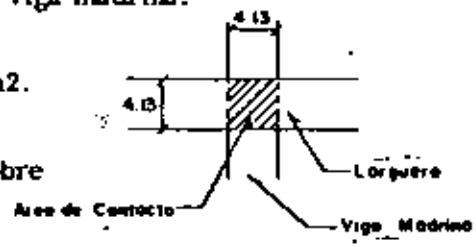
Usar placa metálica de 2 x 4 (5.08 x 10.2 cm)

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:

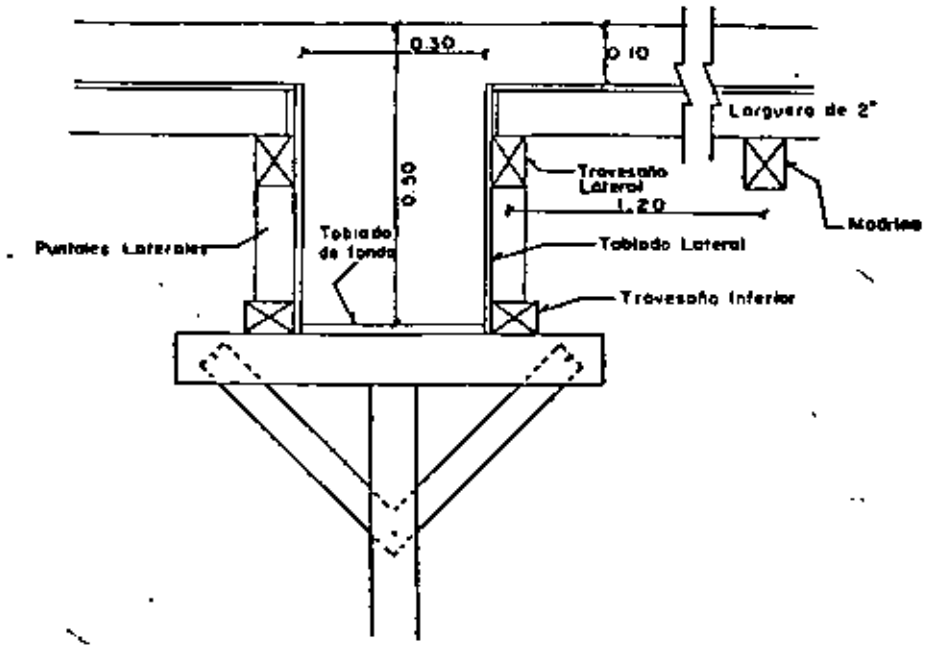
" sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

###

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

fad = 32.52 x 1.24 = 40.3 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.

$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44$ cm3.

$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32$ cm4.

Por flexión: $f = 196\,Y' \approx 120$ kg/cm2.

$l\,max = 0.32\sqrt{\frac{I\,s}{w}} = 1.27$ m.

Por flecha. $E = 196{,}000\,Y' = 117\,600$ kg/cm2.

$l\,max = 0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98$ m.

Por corte.

$l\,max = 23.33\,\frac{bh}{w} = 5.5$ 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.

$S = \frac{10\,wl^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1^2}{120} = 22$ cm3.

Por flecha. $\frac{l}{360} = \frac{wl^4}{128\,I} \times 10{,}000$

$I = \frac{360\,wl^3}{128\,E} \times 10{,}000$

$I = \frac{360 \times 264 \times 1^3 \times 10{,}000}{128 \times 117\,600} = 63.14$ 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 (≃12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C (≃60°F)

La cimbra se usará varias veces.

1.- Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + 9000 \frac{R}{T}$$

P: lb/pie 2.

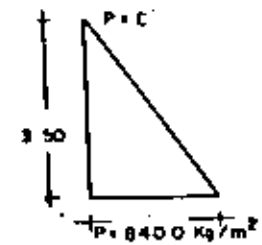
R: pies/hr.

T: °F.

R = 12 pies/hr.

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \text{ lb/pie}^2 \ (\simeq 9580 \text{ kg/m2})$$

Pmax = γh = 2400 kg/m3. x 3.50 m = 8400 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.

$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40$ cm3.

$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11$ cm4.

Para P_1 = 8040 kg/m2.

l flexión= $0.32\sqrt{\frac{fs}{w}}$

l flecha = $0.033\sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$

l corte = $23.33 \frac{bh}{w}$

con Y = 0.6 en madera

w = 8040 x 0.45 = 3618 kg/m.

l flexión= 0.32 m.

l flecha = 0.32 m.

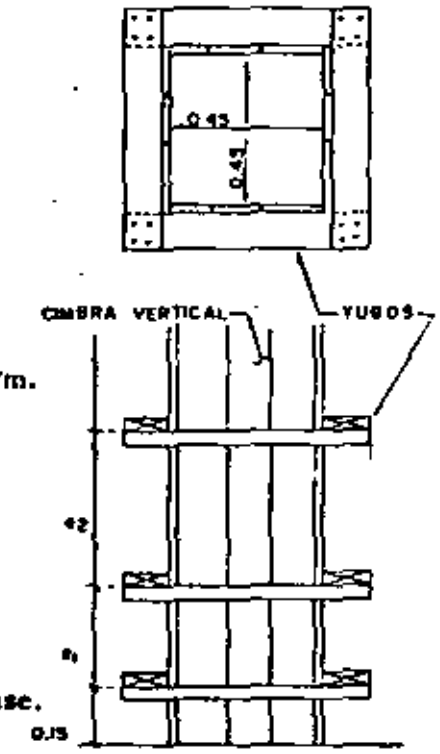
l corte = 0.57 m.

usar e_1 = 0.30 m.

Presión a 0.45 m. de la base.

$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{350} = 7320$ 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

$P3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600$ 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

$P4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760$ kg/m2.

w = 5760 x .45 = 2592 kg/m.

l flexión = 0.37

l flecha = 0.36 $\Rightarrow e_4 = 0.35$

$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920$ kg/m2.

w = 4920 x .45 = 2214kg/m.

l flexión = 0.40

l flecha = 0.38 $\Rightarrow e_5 = 0.35$

$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080$ kg/m2.

w = 4080 x 0.45 = 1836 kg/m.

l flexión = 0.44

l flecha = 0.41 $\Rightarrow e_6 = 0.40$

$P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120$ kg/m2.

$w = 3120 \times 0.45 = 1404$ kg/m.

I flexión = 0.51

I flecha = 0.44 $\Rightarrow e_7 = 0.40$

$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160$ kg/m2.

$w = 2160 \times 0.45 = 972$ kg/m.

I flexión = 0.61

I flecha = 0.50 $\Rightarrow e_8 = 0.50$

$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960$ kg/m2.

$w = 960 \times 0.45 = 432$ kg/m.

I flexión = 0.91

I flecha = 0.65

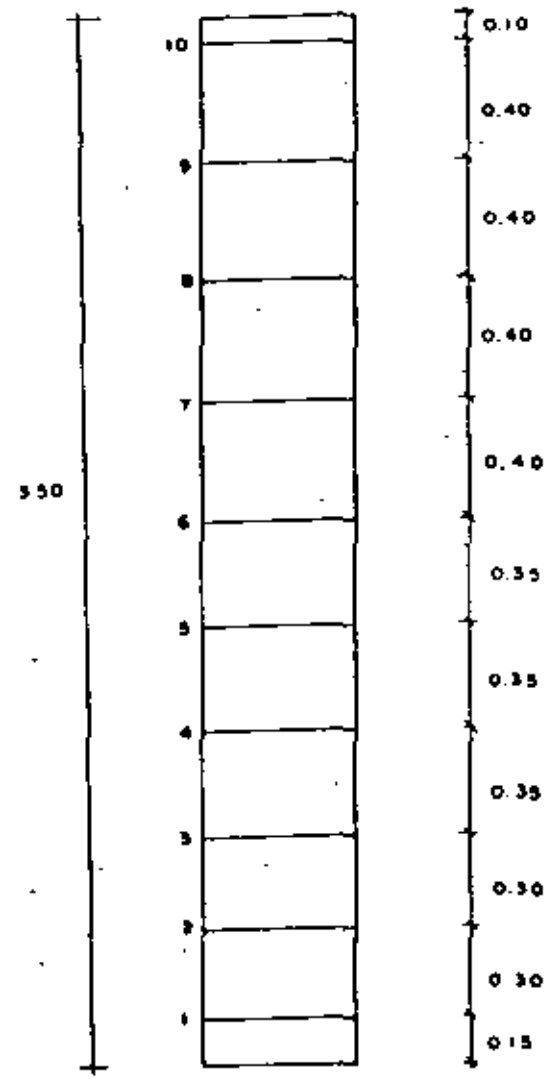
3.- Diseño de Yugos.

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.

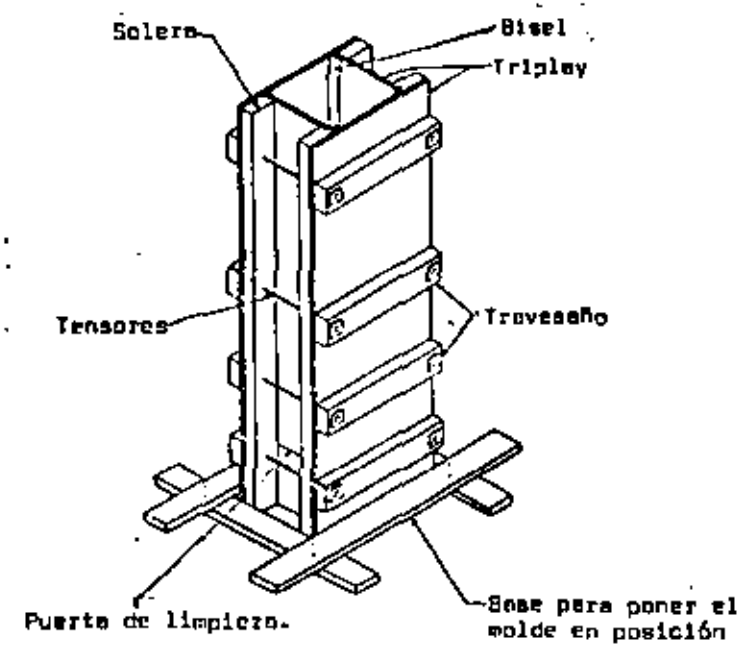
Probar tira 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

$A = 3.33 \times 10.2 = 33.97$ cm2.

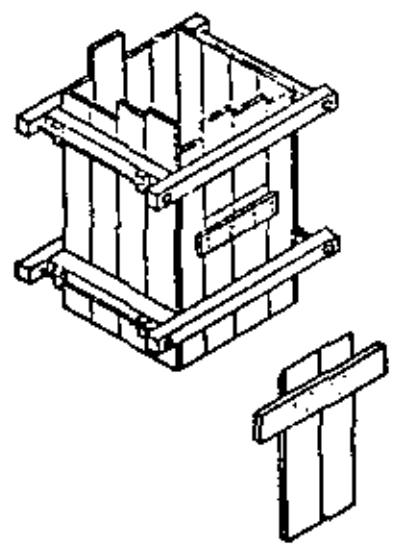
$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$

$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$

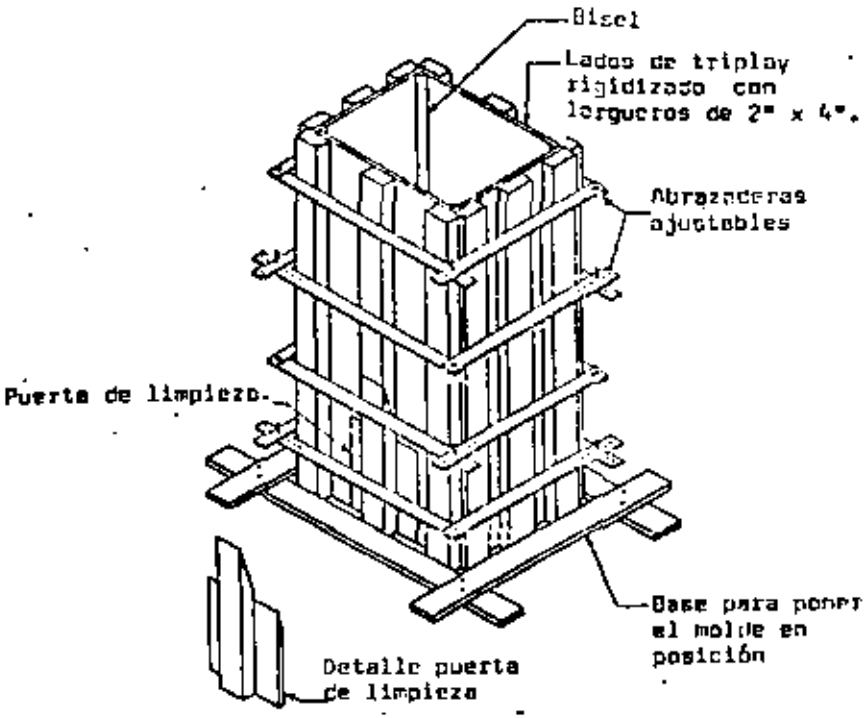
$fm = 196\,\gamma' = 196 \times 0.6 \doteq 120$ kg/cm2.



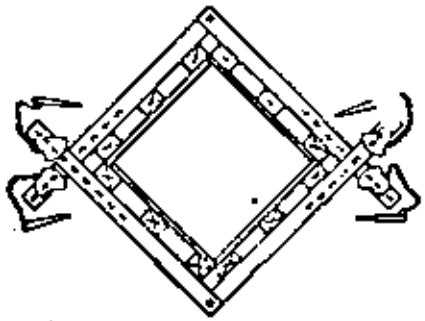
Cimbra típica para columnas ligeras.



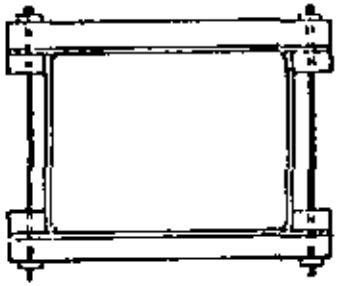
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



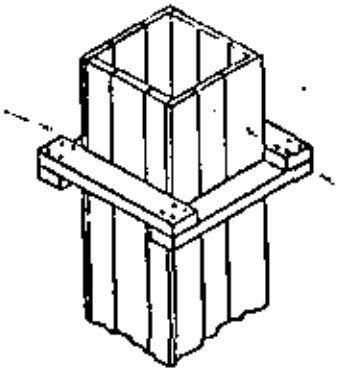
Cimbra tipica para columnas



Triplay y yugos metalicos

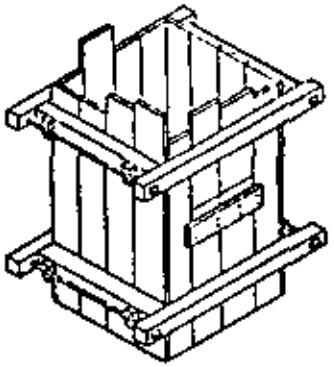


Triplay con yugo combinado de madera y pernos

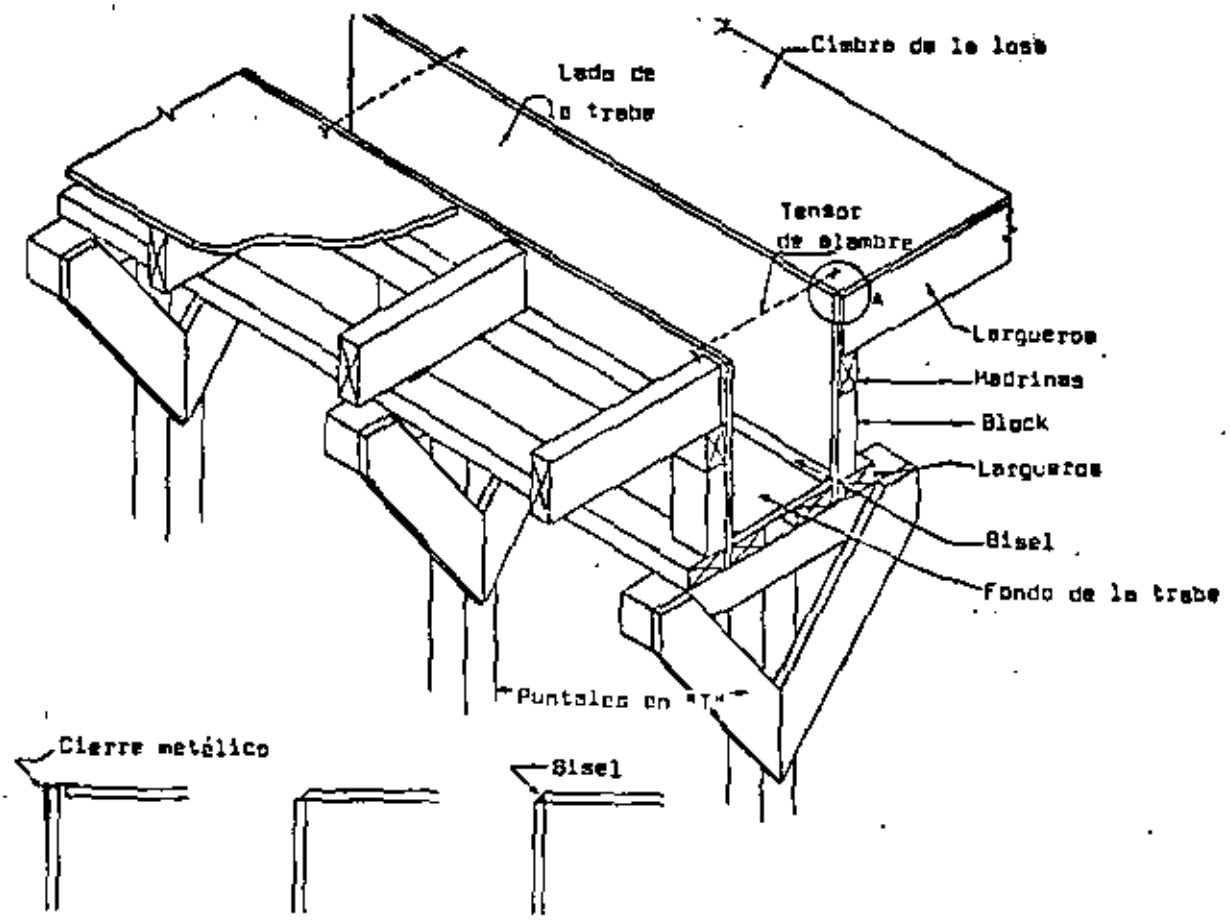


Cimbra de Columnas

Duela de madera con Yugos de madera

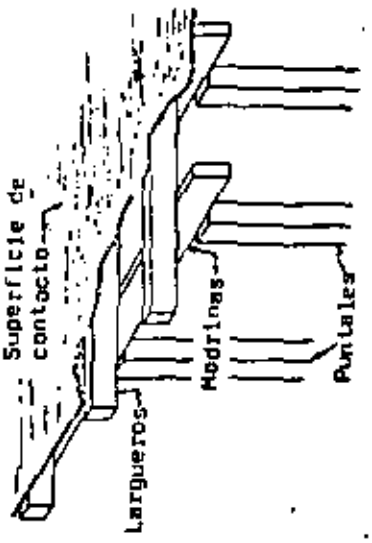


Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.

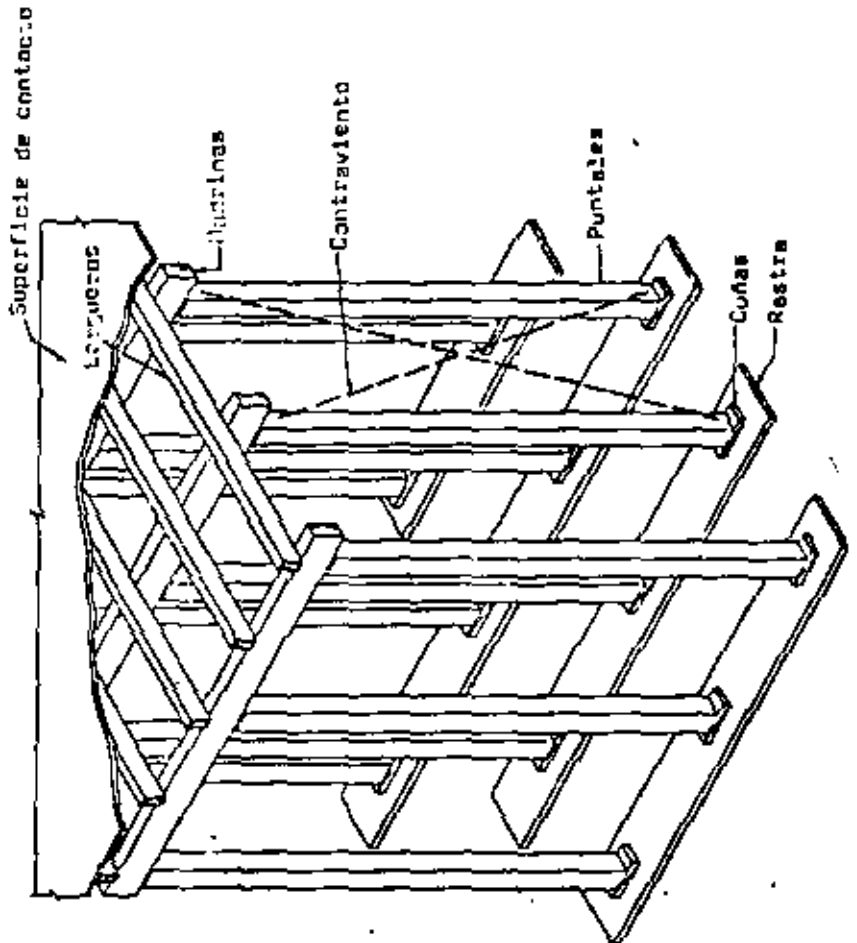


Diferentes maneras de resolver las esquinas

Arreglo típico de cimbra para trabe y losa

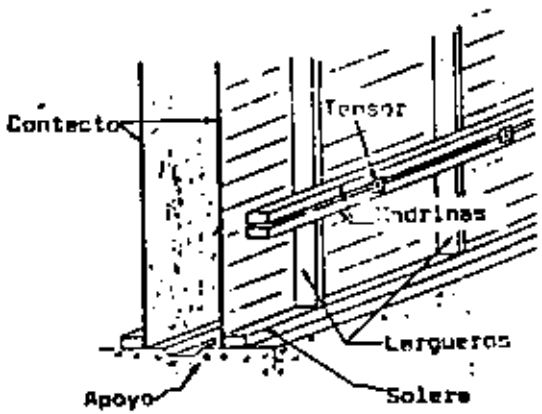


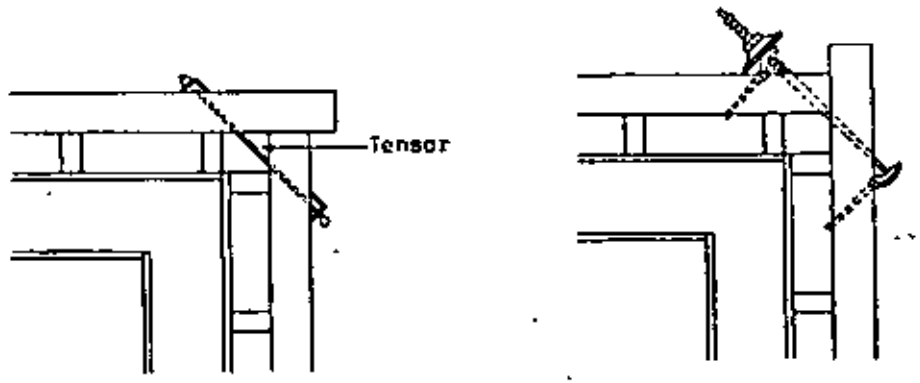
Cimbra típica de losa



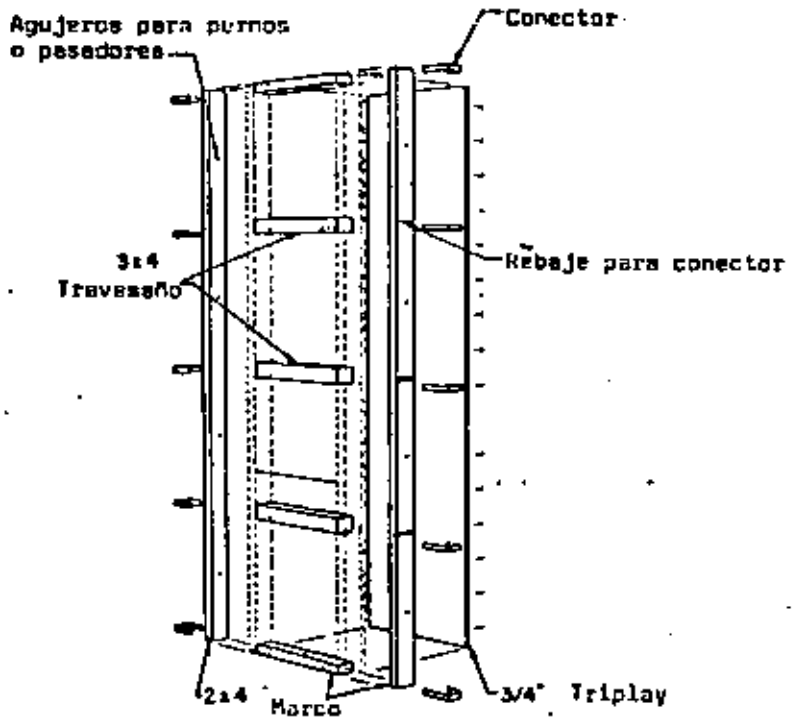
Componentes típicos para cimbra de losas.

Cimbra típica de muro

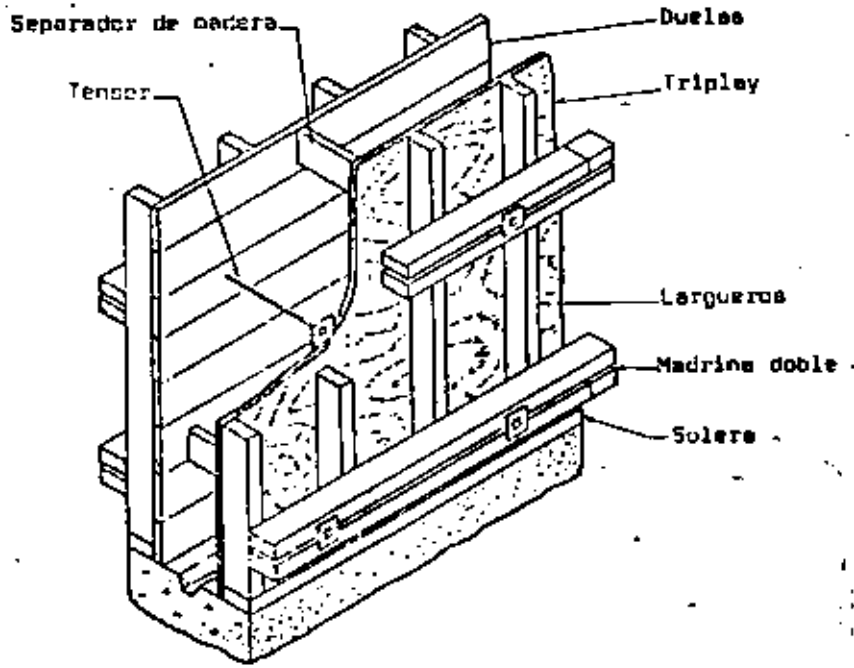




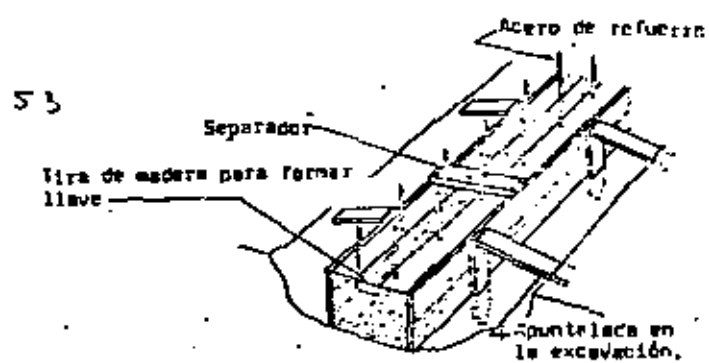
Varias formas de fijar esquinas

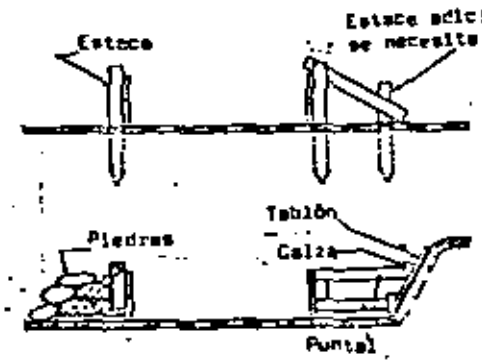


Ensamble tipico de cimbra de muro



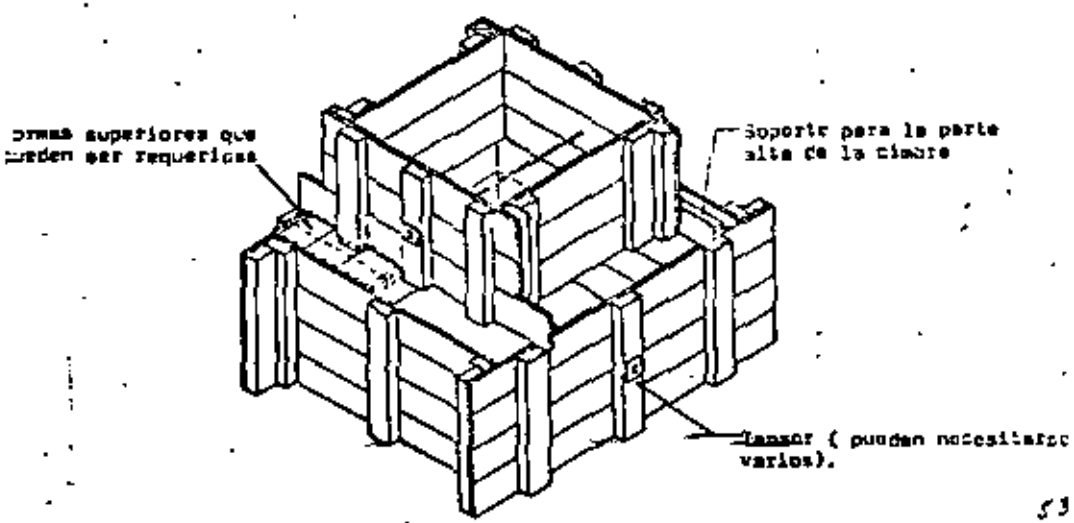
Cimbra típica para muro:Se muestran varios alternativas de materiales,el separador - con frecuencia parte del - - tensor.

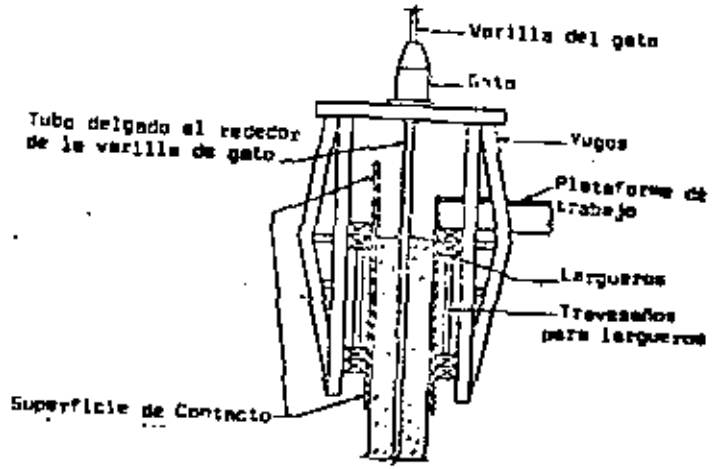




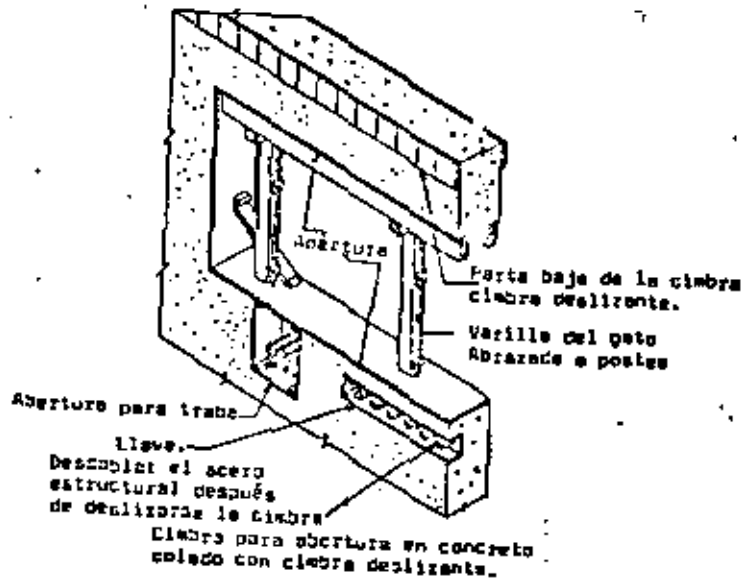
Varias alternativas para zapatas delgadas. Las gruesas pueden requerir tensores

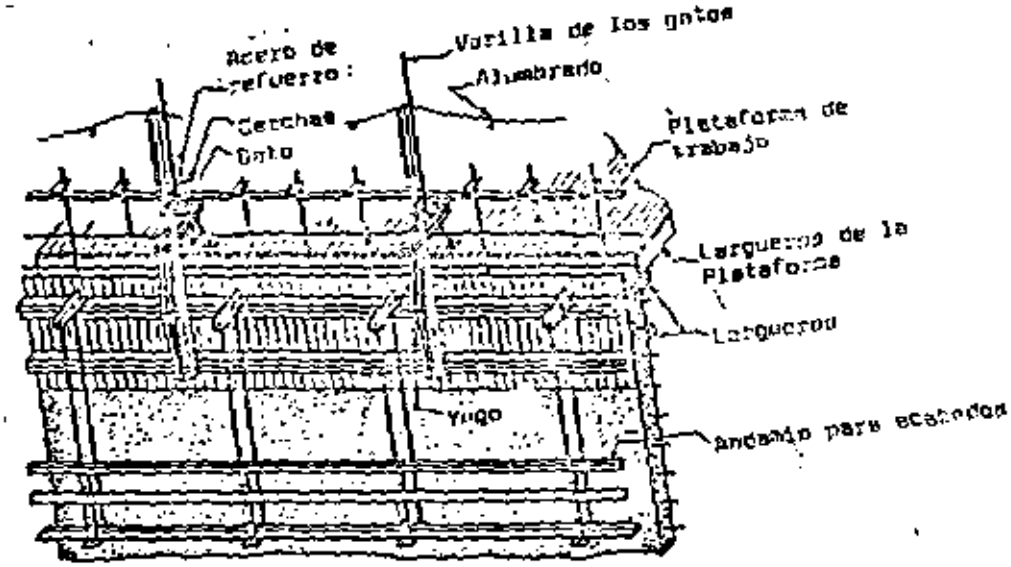
Cimbra para zapata y doco



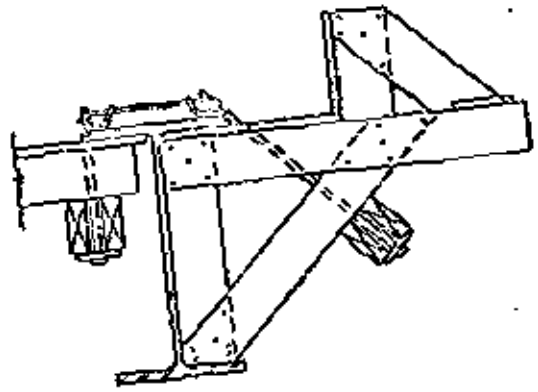


Sección Transversal de cimbra deslizante





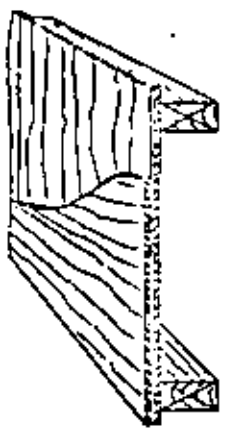
Cimbra deslizante típica



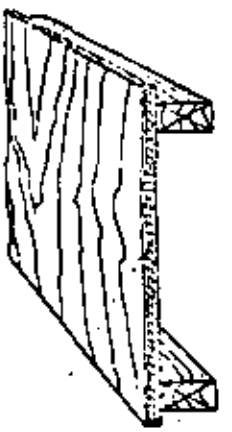
Marco colgado con tensor inclinado para volado en viga metálica.

TABLA 4-3

Hoja de triplay pulido. Espesor neto.	No. de capas.	Espesor de las capas (nominal)			1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro.			1 cm. de ancho con la veta visible perpendicular al claro.			Peso Aproximado (kg)	
		Externas	Interiores	Central (para 5 y 7 capas)	Area de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección	Area de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección.	Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
mm	No.	mm	mm	mm	cm2	cm4	cm3	cm2	cm4	cm3		
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



Triplay usado en la dirección más resistente.



Triplay usado en la dirección menos resistente.

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.

RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor pulg.	Espesor mm.	Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
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

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

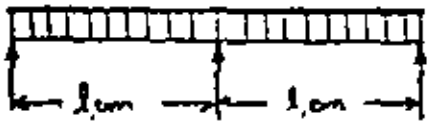
MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE CONTRAVIENTOS DE CIMBRAS DE MUROS. - APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL MOLDE.

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

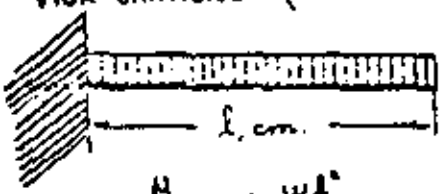
VIGA CONTINUA SOBRE 2 CLAROS IGUALES
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{185\,EI}$$

VIGA CANTILIVER (CARGA UNIFORME)



$$M_{max} = \frac{wl^2}{2}$$

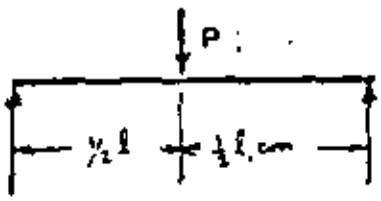
$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

VIGA CON 2 APOYOS SOBRESALIENDO UN EXTREMO, CON CARGA UNIFORME ENTRE APOYOS.

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}\,\frac{wl^4}{EI}$$

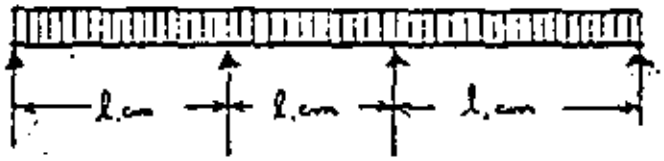
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA CONCENTRADA AL CENTRO.



$$M_{max} = \frac{Pl}{4}$$

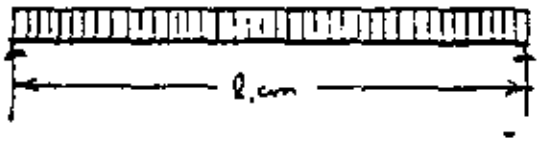
$$\Delta_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

VIGA CONTINUA SOBRE 3 O MÁS CLAROS
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$$

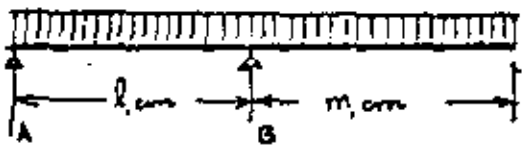
$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{145\,EI}$$



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

LOS ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

ARQ. ANDRES FUEYO CANOVAS

FEBRERO, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, 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 marcados 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, ésta deberá estar debidamente picada.
Los 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 lechadeados, 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, obstruccione las labores que sí deben estar en secuencia, provoca zonas abandonadas, distrae recursos de la empresa y finalmente atraso 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 débidamente 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 prever.

De un modo o 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 la 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 los mismos.

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 pequeña 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 tuercan 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 pasan 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 deba 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 hu medad. Las dimensiones que deben tener los tabiques para una -- conveniente colocación en muros son las siguientes: el largo de be 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 se-- leccionar 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 fabri- cación.

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 forza 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 es-- tos 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 per-- fecta adherencia de los morteros para pegar las diversas piezas entre sí.

3.- ABSORCION.- Debido a las altas temperatures a que han sido - sometidos estos productos, se obtiene una mayor vitrificació 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./cm

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 350 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 los 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 diferencian 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 consecuencia 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 este figura y que consiste en soldar las puertas y ventanas a canas - 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 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 demostró, 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.
En 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 lados y teniendo cuidado de que todos los mosaicos queden al mismo nivel y a escuadra. Concluída 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 haciéndola 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 tiñe el mosaico), y con un trapo o por medio de zacate o escóbeta, 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 aviven los colores. Ya logrado esto, bastará trapear el piso con frecuencia para conservarlo limpio y de bonito aspecto. No deberá nunca 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 piso y lambrines, tales como zoclos, remates, vaguetas, etc., en tamaños relacionados con el mosaico de que se trata.

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, entrelazados, 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 de 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 "frítas" (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 hornesdo, 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 empleen 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.), Zocio (5 x 11 cms.), Esquina Zocio (2.5 x 11 cms.) y Rincón Zocio (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 "junteario" 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. Presenta 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 proceda, 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 emplezan 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 saltadas y profundas.
Se puede obtener en una gran diversidad de colores: blanca, café, rosa, azul, verde, amarilla, roja, atéctera.

Pertenecen a este grupo la titalíquia 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 moqueado. 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 negra. 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 afen

de 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 lamiada 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. Maquinería
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 cuarzón hasta un 40%, y en chiluca 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 lo del tablique.

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, el 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 altere 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 bruñiendo 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 revoltures, 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 finezza, 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, adquiera 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 alcer, 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 "plano", 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 constituídos 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 amarrado 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 cerchalate, etc.

c) PLAFONES MIXTOS.- Denominemos 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 pueden 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 se 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 antes 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 casos. Esto será el caso de remates de muros, aristas en vanos de puertas y ventanas y, en general, cualquier arista que quede expuesta en la forma ya mencionada.
En el caso especial de cajones de puertas, así como el de zocalos 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 puede 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 al 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 palo 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 50 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 clavecotes 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 líneas de falla, por lo que no se puede rajar al 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: cancales y divisiones, lambrines, mostradores, puertas, clebras, 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 Grea, lo que lo hace resistir pruebas sucesivas con agua hirviendo y secado rápido, sin que se logre separar la línea de unión. Utilizado 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, cancales, 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 cerradura, 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. fricados; de triplay de 6 a 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 neces-

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 mayor desajuste. La moldura en este tipo de puertas puede correrse en dos formas: ya embaquillando 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 hojas de materiales tales como triplay, Fibracel o similares, y son las de más uso en la actualidad. En las figuras se ilustran diversas 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 posición, ya sea derecha o izquierda y usar cualquier tipo de bisagra, 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 actualmente 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 use 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 que el 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, puedan botarse o aflojarse los mismos. Para obtener una puerta de buena calidad, la madera que se emplee 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 12.

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.

II. VIDRIO TRANSLUCIDO O IMPRESO (ESPECIAL)

FABRICACION. Se pesa el material de acuerdo con su fórmula, y después la masa líquida pasa por los rotos 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", "Amarillado" 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 MOLDURAS. 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 aserrada 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 máquinas 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 exista 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 está 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 exceden 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 capa 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 piso 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 atraviese, por capilaridad, el firme de concreto y dañe el piso de madera.
Cuando se trate de plantas 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 tezontle 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 pelines.

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 estos últimos.

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 sardinales y de bote-aguas, y en caso de haber ventanales que lleguen hasta el nivel del piso, deba 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 cubra 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 pueda 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 exteriores, 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 los 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 los 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, descripción, 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 construye, 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 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 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 contrapearse, 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 traza 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 arranques, 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 ∅ 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.
Los hilados de block deberán construirse horizontalmente, los blocks de hilados contiguos 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 y 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.
Los hilados de tabique deberán construirse horizontalmente, los tabiques de hilados contiguos 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 roja 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 embequillados.

DESCRIPCION.-

Recubrimiento de mortero.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Aplanado con mortero de cemento-arena 1:5 en muros a plomo con acabado fino, rústico arugoso, material y mano de obra en cualquier nivel, incluyendo perfilados, embaquillados 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 inmediato 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 embaquillados.

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 planos, niveles, alineamiento y geometría de las piezas, embaquillados, 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 mastile de cemento o cemento Cresi, 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 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 y sobre las juntas se aplicará 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 embaquillados 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 0.06 m. de espesor con agregado máximo de 1 1/2". Incluye nivelado y maestrado en cualquier nivel.

La superficie del terreno sobre lo que se va a colocar la plantilla deberá estar exento 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 firmes 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 grava 1:2:3 para recibir loseta vinílica o similar, incluyendo nivelado y maestrado en cualquier nivel.

COMO SE CONSTRUYE.

Previamente al colado del firme, 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 su caso, y demás materiales que intervengan.
Trazo y rectificación de niveles, nivelado del mismo, dosificación, elaboración, probar, 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 sardinales 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 acabado . 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.
Los 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, asentado 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 maestros 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 maestros 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 hidratado-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, agregando agua suficiente para obtener una lechada muy fluída. Finalmente se dará un escobillado con una lechada de cemento cal hidratado-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 chaflán 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 ladrillo 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, zocalos 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 cáñes, taquetes, balazos, 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 zocles) de secciones tubulares de lámina No. incluyendo herrajes, junquillos, zocle 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 hermético 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 cónex, 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 des 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.-

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 tarrajo 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, plastecieno y dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y obra de mano, en cualquier nivel.
Se usarán exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas 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, aplicado 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 uniforem.
f) No se aplicará pintura sobre superficies húmedas, salitrosas, engrasadas o con yeso floja 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 retopando, 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, aplicado 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, plasteado, 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 anticorrosivo 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) Plasteado 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 usadas exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Los trabajos de pintura anticorrosivo 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., construido con bastidor de madera de . . . . . cabezales y larguero 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, parma 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 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 puertas.

NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de puertas de . . . . x . . . . construida con bastidor de madera de . . . . . cabezales y larguero 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 señalará 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 embaquillados.
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 los cajoneras, bastoneras, zapateras, 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 desbastados o 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 sellado 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 transparencia.

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 deba 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 sellado 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 indicados 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 uniformes; en muros aparentes que sus juntas sean uniformes y la superficie libre de impurezas; en muros de concreto que sea homogéneo, porosidad mínima, sin resanes, sin lechadeado y aristas a reventón.

Funcionamiento. Se verificará que todos los 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 considere que la tolerancia rebasa la establecida.

Resistencia. Se deberá de haber verificado durante el proceso de obra.

VERIFICACION DE TERMINACION DE VIVIENDA

[illegible]: _____
Fraccionamiento: _____
Empresa Constructora: _____
Contratista: _____

IDENTIFICACION VIVIENDA: _____

1a. Verificación. Fecha _____

2a. Verificación. Fecha _____

DEPENDENCIAS.

CONCEPTO	Aceptación SI	Aceptación NO	OBSERVACIONES	Aceptación SI	Aceptación NO	OBSERVACIONES
Obras exteriores.						
Lechado principal.						
Muros interiores.						
Muros interiores.						
Cancelas.						
Puertas.						
Ventanas.						
Escaleras.						
Muebles de baño.						
Patio servicio.						
Lechado posterior.						

FUNCIONAMIENTO.

CONCEPTO.	Aceptación SI	Aceptación NO	OBSERVACIONES	Aceptación SI	Aceptación NO	OBSERVACIONES
Instalación hidráulica.						
Lavabos.						
W.C.						
Regaderas.						
Lavaderos.						
Fregadero.						
Calentador.						
Llaves de agua.						
Instalación sanitaria.						
Drenaje y coladeras.						
Instalación gas.						
Instalación eléctrica.						
Contactos.						
Apagadores.						
Interruptores.						
Instalación antenas T.V.						
Ventanas.						
Puertas.						
Desagues azoteas.						

REPRESENTANTE
1a. Verificación

2a. Verificación

REPRESENTANTE CONSTRUCTORA

VERIFICACION DE TERMINACION DE VIVIENDA

Localidad: _____
Gerente: _____
Empresa Constructora: _____
Contratista: _____

IDENTIFICACION VIVIENDA _____

1a. Verificación.
Fecha: _____

2a. Verificación.
Fecha: _____

OLERANCIAS.

CONCEPTO.	CALIDAD A	B	C	D	No se acepta	OBSERVACIONES	CALIDAD A	B	C	D
Muros de:										
Tabique ejes.										
Block ejes.										
Concreto ejes.										
Tabique verticalidad.										
Block verticalidad.										
Horizontalidad hiladas.										
Concreto 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 los 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.

95

b) 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 está 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 a 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.

CRITERIO GENERAL EN CONCRETOS

1.- De los tipos de cemento por usos en la Delegación se deberá mandar hacer los gráficos 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 está 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 gráfico de comportamiento.

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, color 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.

Tolerancias: 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 los hilados 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, lo 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 cariado 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 las 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 ±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.

Tolerancias 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.

Apariencias 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.

Tolerancias 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 embaquillados.
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.

Tolerancias En espesor +0.3 cm.
En verticalidad ±0.5 cm.

Apariencias La que marque el plano de acabados.

Puertas y Ventanas.

Tolerancias Ventanas en cuanto a nivel ±0.2 cm.
Puertas en cuanto al arrastre ±0.5 cm.

ETAPA: OBRAS EXTERIORES.

Bardas.

Apariencias Será la que marquen los planos de proyecto, y podrán ser de tabique o barro recocido, block, piedra o concreto.

Resistencias 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.

Tolerancias 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.

Tolerancias En ningún caso el concreto será menor de f'c=100 kg/cm2.

Apariencias 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.

Tolerancias: 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.
Extendida 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.

Tolerancias: 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 hecha a base de blanco de España y la pintura aprobada.
Lijado para eliminar rebabas o bordes de plasta.
Aplicación en los resanes exclusivamente de una mano de pintura del color y calidad aprobados.
Terminado con brocha 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

PRECIOS UNITARIOS , PRESUPUESTOS , ESTIMACIONES Y ESPECIFICACIONES

ING. JUAN MORALES

Febrero , 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, 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, - "Presupuesto 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:

Presupuesto 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".

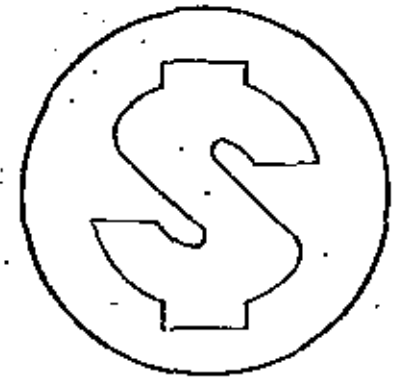
Un presupuesto está integrado por diversas clases de cargos ó costos, tales como Costos Directos, Indirectos, Contingencias, Honorarios, etc. Esta clasificación de los costos - obedece a su identificación con el Proyecto mismo.

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:

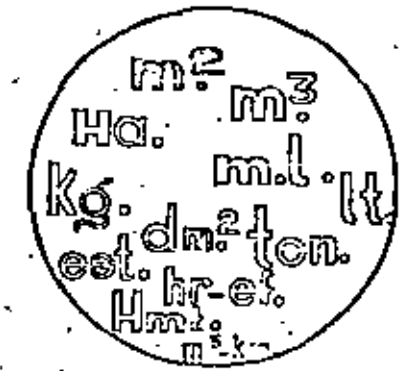
PRECIO UNITARIO

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.

4

PRECIO UNITARIO

DIVISION DE CARGOS

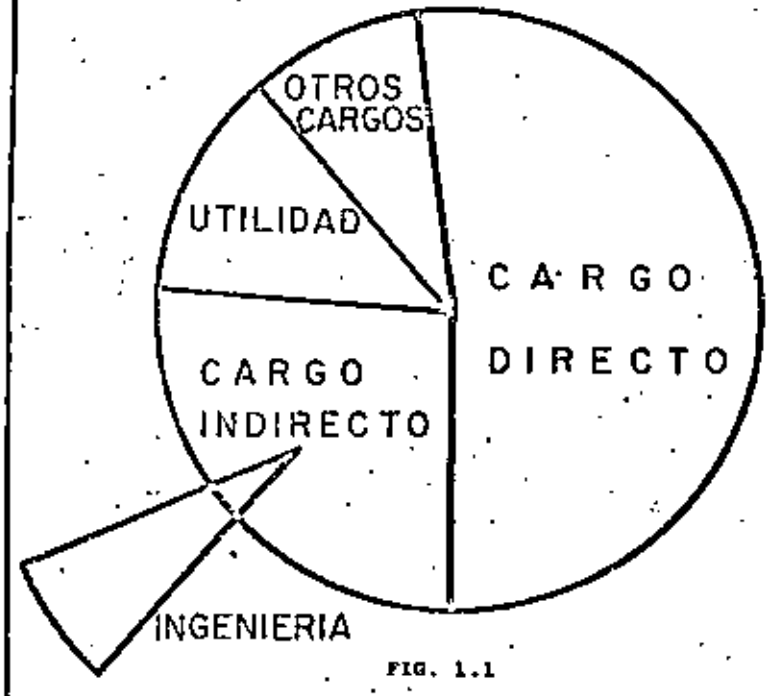


FIG. 1.1

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

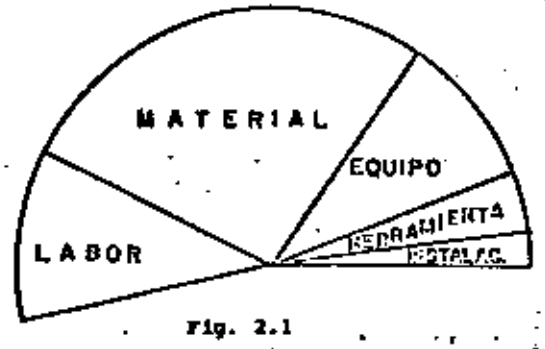


Fig. 2.1

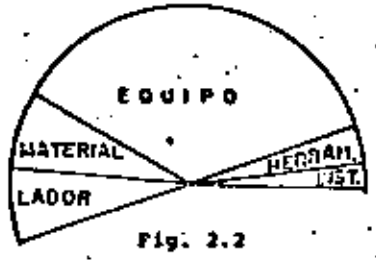


Fig. 2.2

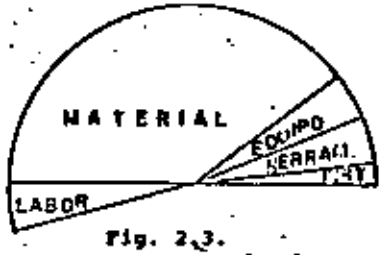


Fig. 2.3.

CARGOS DIRECTOS.- Son los que se derivan de las erogacio nes por mano de obra, materiales, equipo, herramienta, e insta laciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concep- to de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten deter minar los porcentajes de participación de cada uno de los car- gos que afectan directamente, el resultado final del costo di- recto.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproxima- dos 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 pesadas; 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 realiza en un tiempo determinado)

$$Mo = \frac{S}{R}$$

CARGOS DIRECTOS

SALARIOS

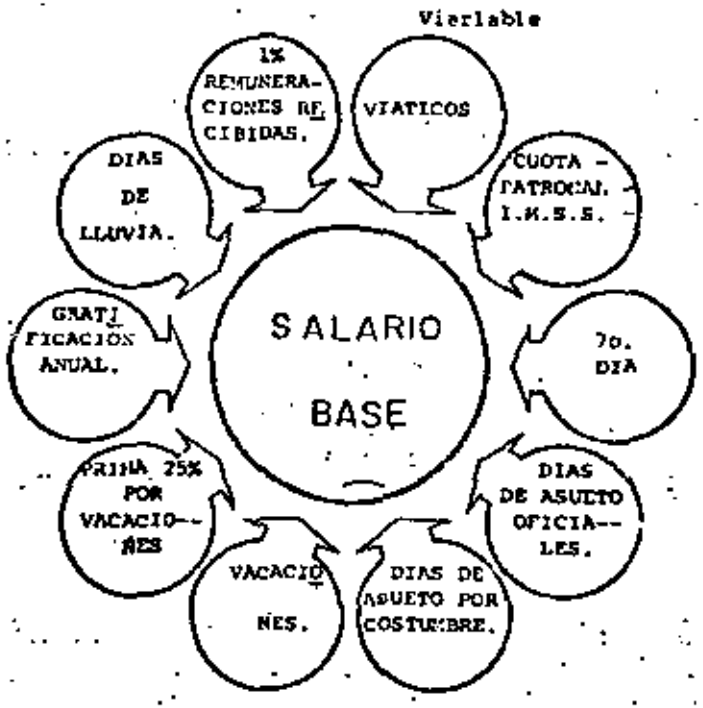


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real.

CARGOS DIRECTOS

SALARIO

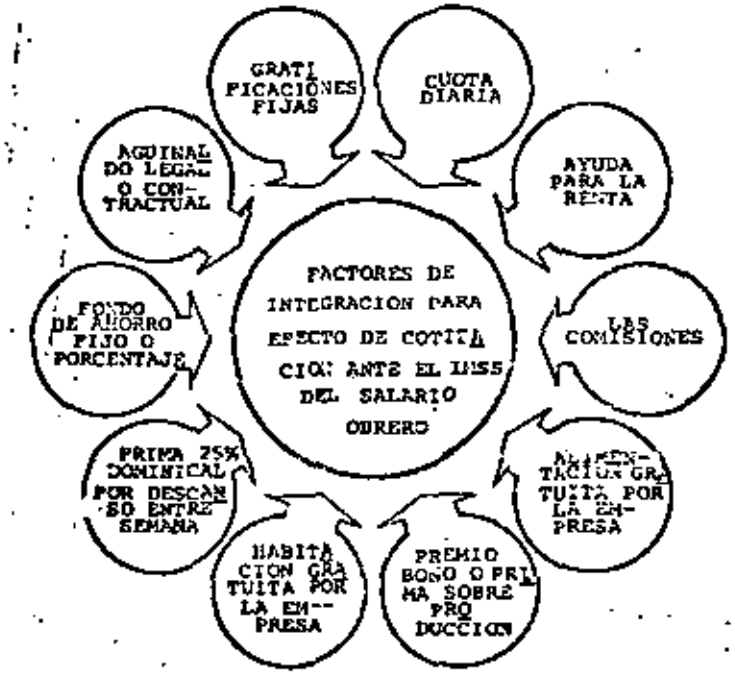


Fig. 3.3

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

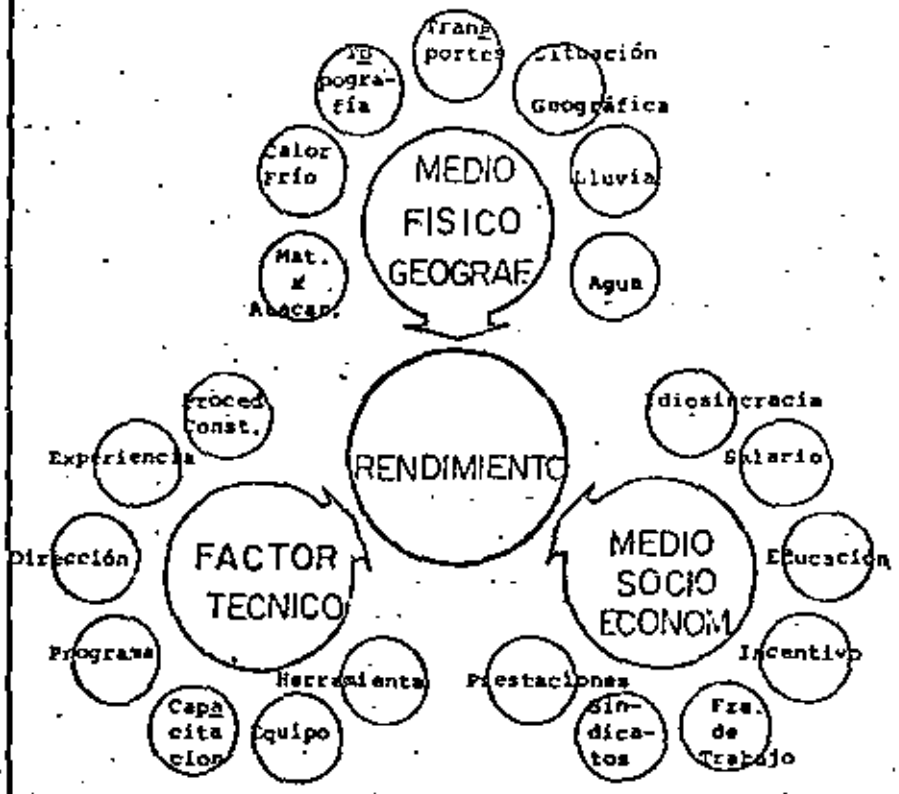


Fig. 3.4.

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.

CARGOS DIRECTOS /2

MATERIALES

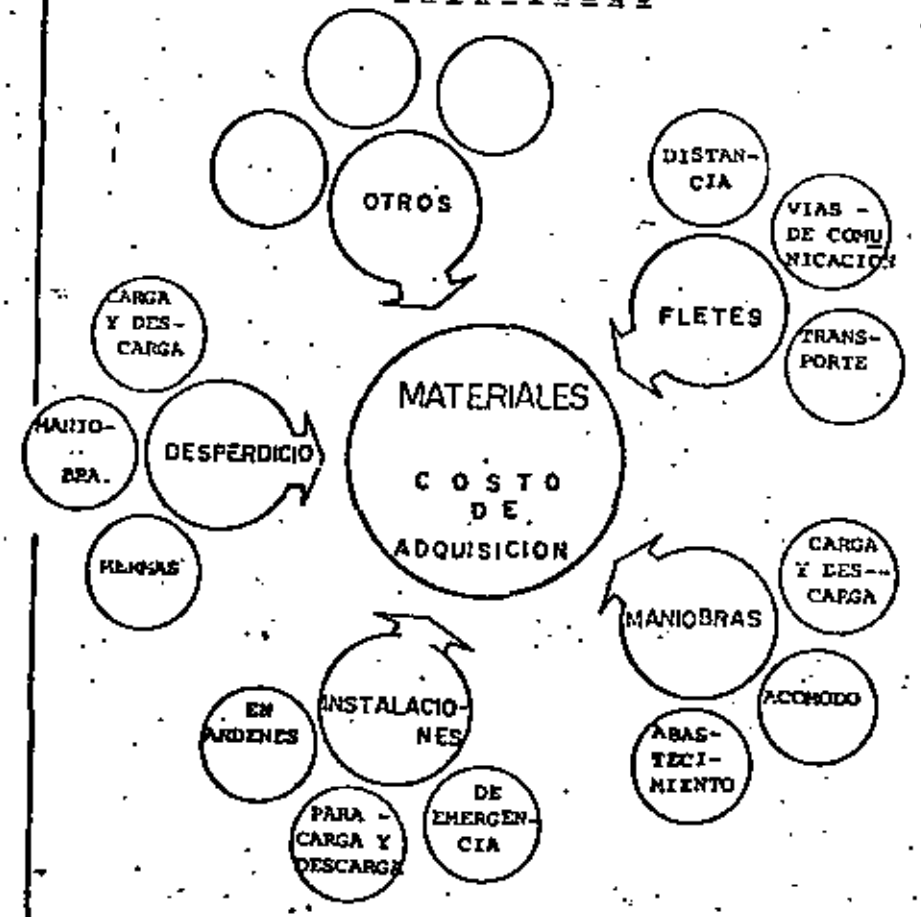


Fig. 4.1

Factores de influencia que determinan el incremento de costo sobre el costo de adquisición.

CARGOS DIRECTOS /3

EQUIPO COSTO

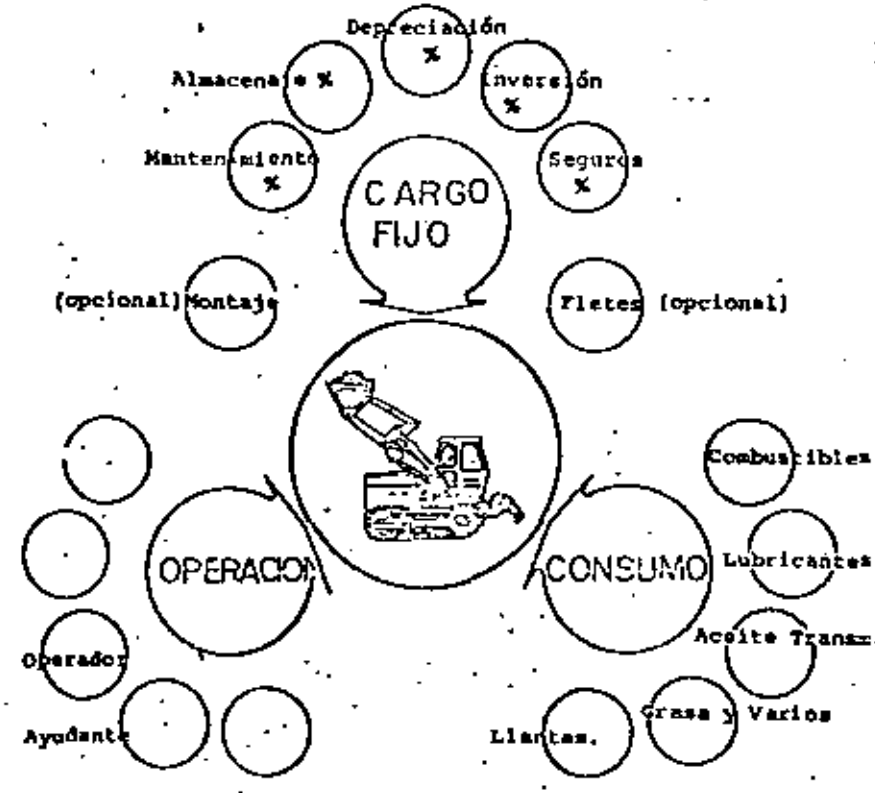


Fig. 5.1

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.

CARGOS DIRECTOS

EQUIPO RENDIMIENTO

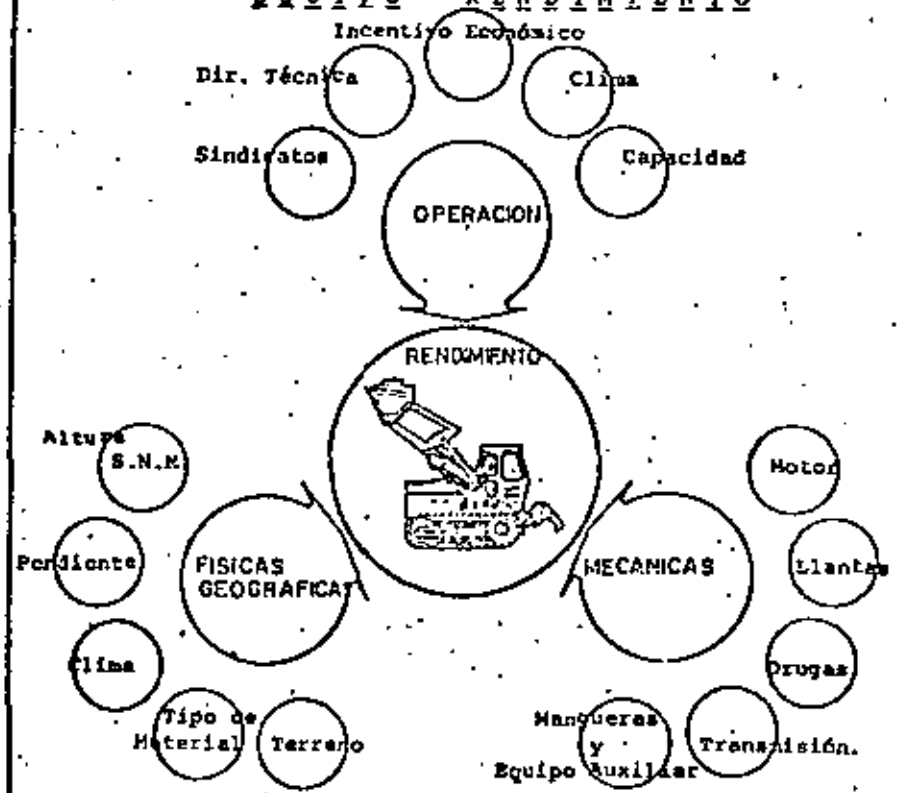


Fig. 5.2

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.

PRECIO UNITARIO

CARGOS INDIRECTOS

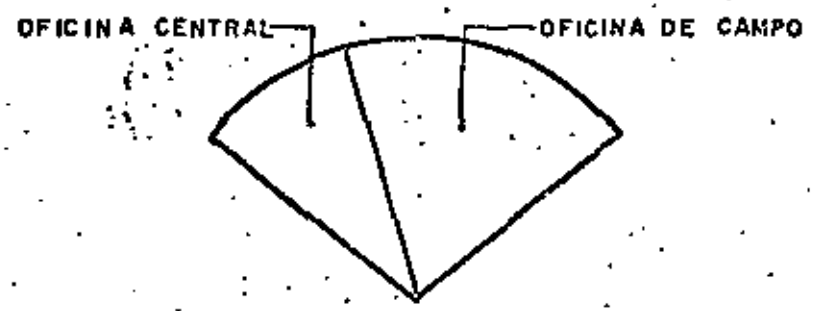


Fig. 8.1

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 CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS. ESTOS CARGOS SE EXPRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESULTADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CARGOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIEN.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

CARGOS INDIRECTOS

OFICINA CENTRAL

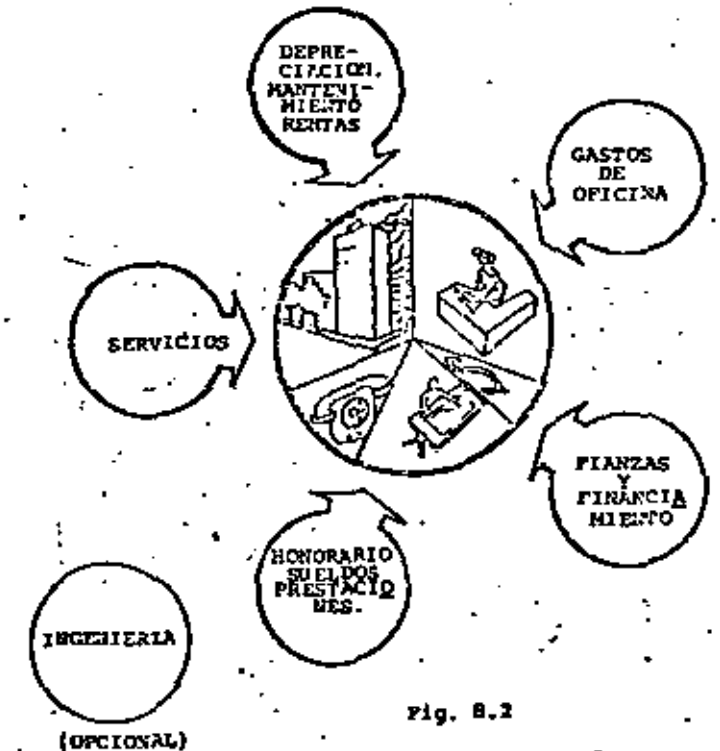


Fig. 8.2

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de Oficina Central.

Ver Anexo 1

CARGOS INDIRECTOS

OFICINA DE CAMPO

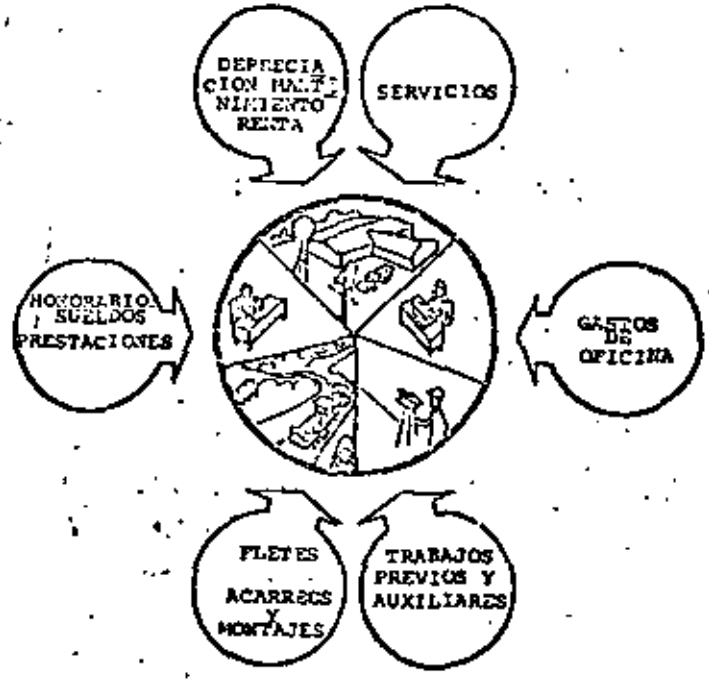


Fig. 8.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.
Ver Anexo 1.

ANEXO 1

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.

X De posible aplicación
- No aplicable

		Admón. central	Admón. de obra
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 Contratista 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 utilidad.

PRECIO UNITARIO

CARGOS ADICIONALES

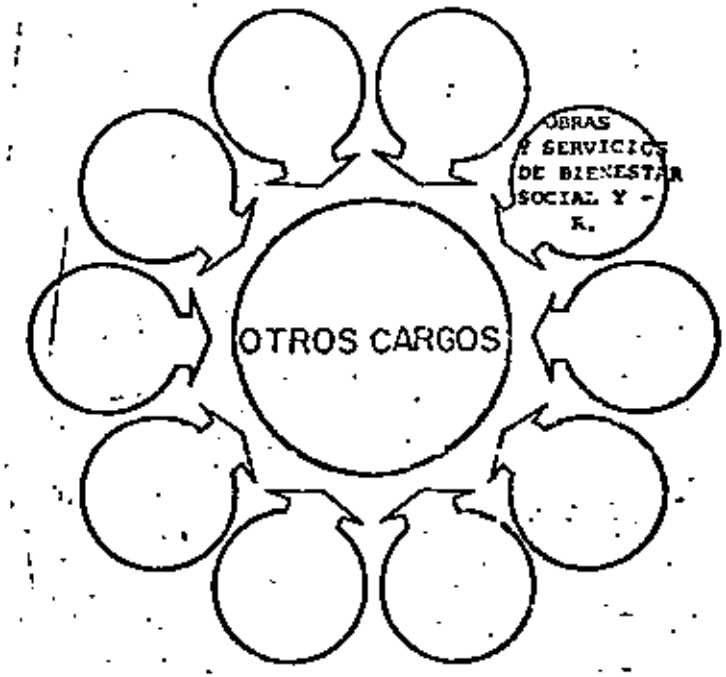


Fig. 10.2

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 depende de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas, desea 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. (topografía, agua freática, capa resistente, etc.).

b) Colindancias y límites del terreno.- Descripción.

c) Localización respecto a la población.- Anexa 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) Características 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 aereo?.

i) ¿Que líneas de autobuses? ¿Cuánto cuestan 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 ingestigador ya elaborada una lista de materiales perfectamente especificados y con cantidades aproximadas necesarias para la obra.

Es importante no olvidar: 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 investigador 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 para llevar 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 manejan 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 se fundamentado en un Catálogo de Cuentas.

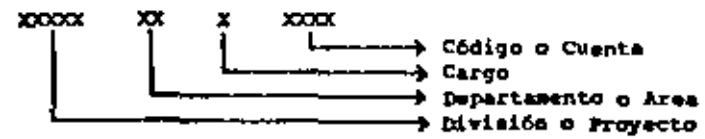
En la programación también tiene un papel preponderante, además de servir como lista de verificación, identifica los tiempos programados, con los costos correspondientes, ya sea en los presupuestos o en los resultados de costos.

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. 3), 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.



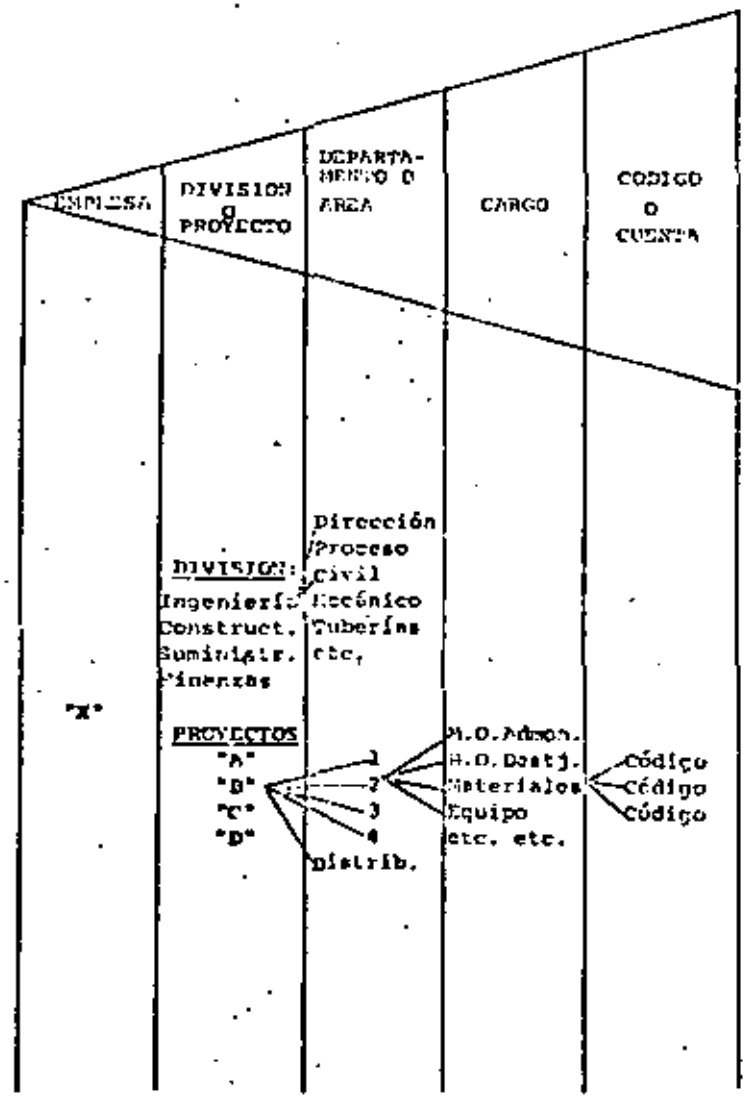


DIAGRAMA DEL ARBOL

Fig. No. 3

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.

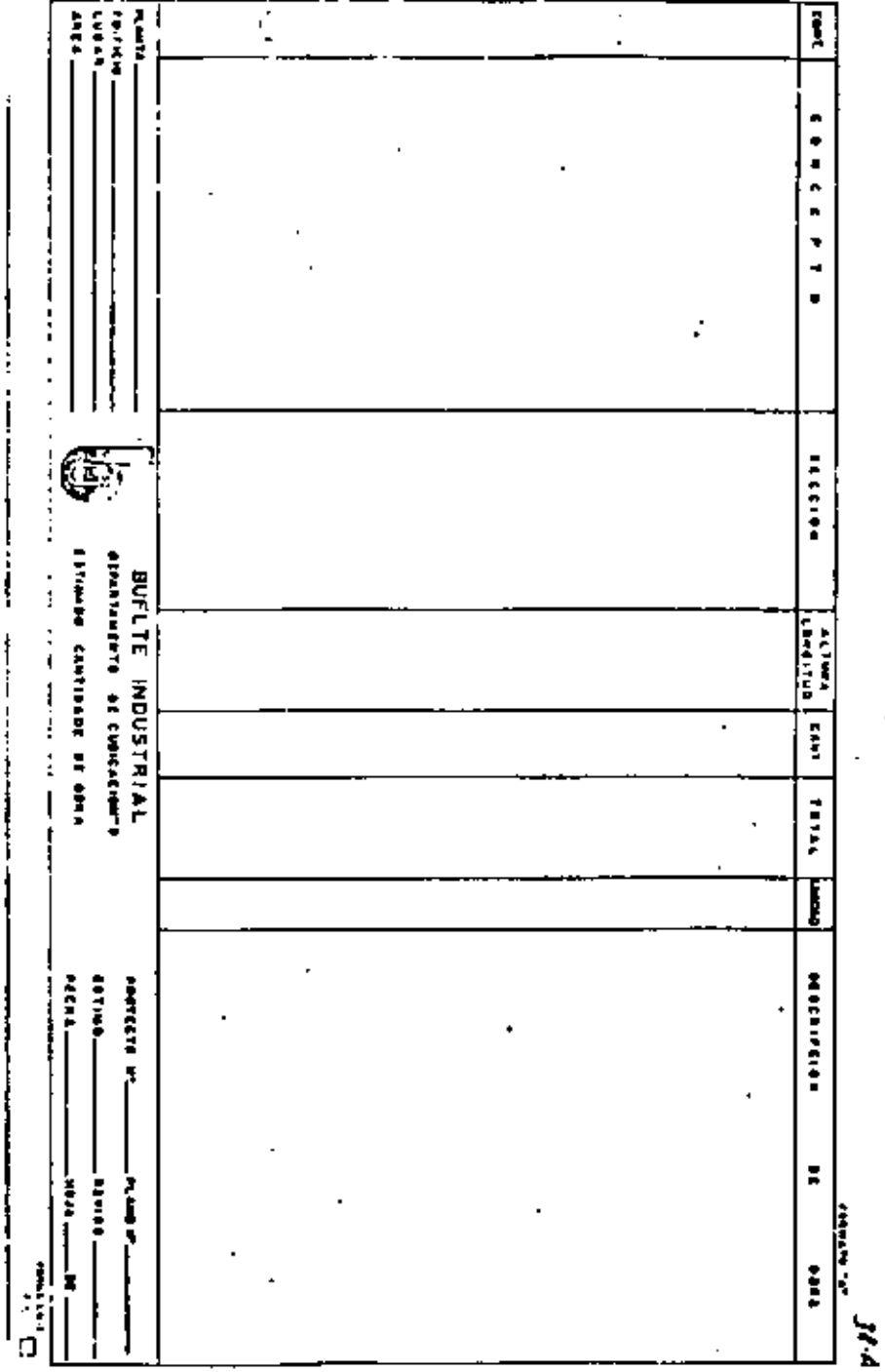
La descripción de los materiales deberá de hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos y en las especificaciones de diseño y construcción, dándose preferencia a los planos.

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 " " " "



JF-A

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)

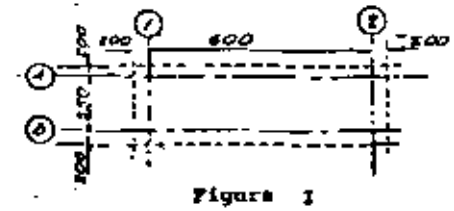


Figura I

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.

BUFETE INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE CUANTIFICACIONES
ESTIMADO ACERO DE REFUERZO

SUB TOTALES
PASA A HOJA Nº

PLANTA EDIFICIO AREA
PROYECTO Nº PLANO Nº HOJA DE
ESTIMO REVISO FECHA

ELEMENTO | C.D.A. | CANT. | PESO | LONG. | 0.250 | 0.300 | 0.350 | 0.400 | 0.450 | 0.500 | 0.550 | 0.600 | 0.650 | 0.700 | 0.750 | 0.800 | 0.850 | 0.900 | 0.950 | 1.000 | 1.050 | 1.100 | 1.150 | 1.200 | 1.250 | 1.300 | 1.350 | 1.400 | 1.450 | 1.500 | 1.550 | 1.600 | 1.650 | 1.700 | 1.750 | 1.800 | 1.850 | 1.900 | 1.950 | 2.000 | 2.050 | 2.100 | 2.150 | 2.200 | 2.250 | 2.300 | 2.350 | 2.400 | 2.450 | 2.500 | 2.550 | 2.600 | 2.650 | 2.700 | 2.750 | 2.800 | 2.850 | 2.900 | 2.950 | 3.000 | 3.050 | 3.100 | 3.150 | 3.200 | 3.250 | 3.300 | 3.350 | 3.400 | 3.450 | 3.500 | 3.550 | 3.600 | 3.650 | 3.700 | 3.750 | 3.800 | 3.850 | 3.900 | 3.950 | 4.000 | 4.050 | 4.100 | 4.150 | 4.200 | 4.250 | 4.300 | 4.350 | 4.400 | 4.450 | 4.500 | 4.550 | 4.600 | 4.650 | 4.700 | 4.750 | 4.800 | 4.850 | 4.900 | 4.950 | 5.000

Formato "B"

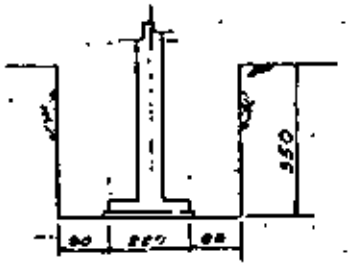


Figura 7

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	212

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)

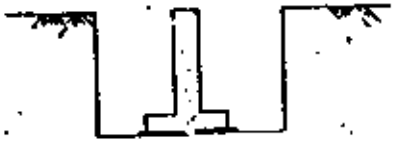


Figura 4

9) ATAGUIA (Indicar material, profundidad e hincado) ML. 6
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.

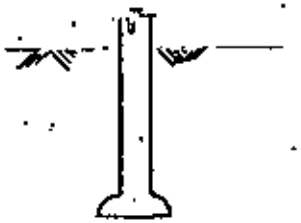


Figura 6

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)

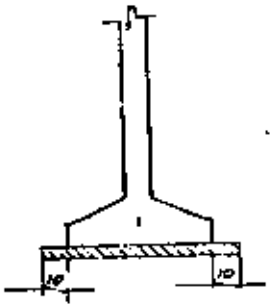


Figura 7

13) CIMENTACION DE MAMPOSTERIA O MUROS.

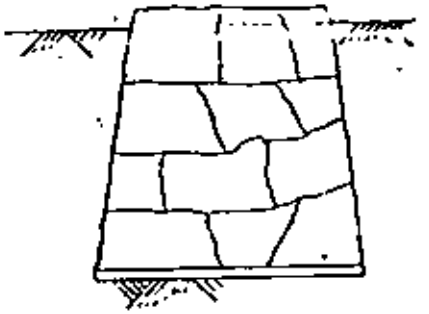


Figura 8

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)

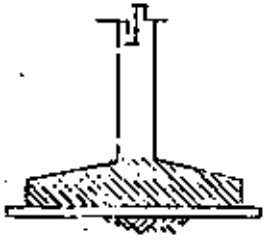


Figura 9

15) CONCRETO EN DADOS (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 10)

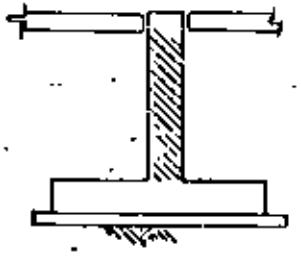


Figura 10

16) CONCRETO EN CONTRATRABES (Indicar resistencia) M3
(Ver Fig. 11)

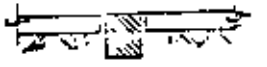


Figura 11

17) CONCRETO EN LOSAS DE CIMENTACION Y MUROS DE RETENCION (Indicar espesores) M3
(Ver Fig. 12)

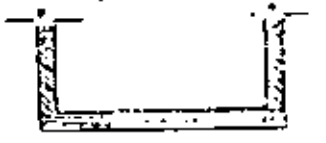


Figura 12

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)

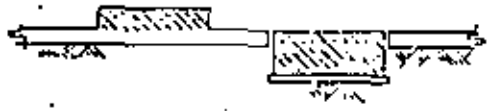
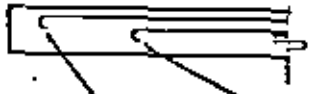


Figura 14

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



gancho de cabecera — gancho intermedio

Figura 15

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 sub cuenta, 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 ejecutan 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 sub contratos 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

CONTROL DE OBRAS

ING.GABINO GRACIA CAMPILLO

Marzo, 1982

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

C O N T R O L

Introducción

En el campo de la Ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del País.

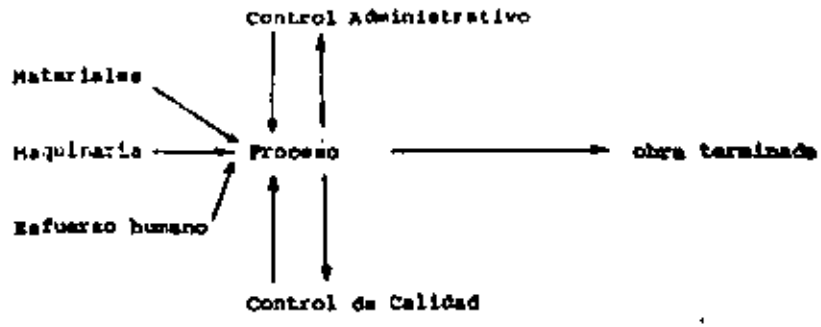
El proceso se inicia con estudios:

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 permite 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.

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 lograr 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 tras 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 retroalimentación.

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 transmitir.

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 circulan 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 fluyen 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 sanguíneo 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 comunes 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 ineficencia 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 específicas 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 escenario 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 servirá muy poco y lo que procede después, 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 fin ?

¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fin ?

¿ 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 necesita 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 arróneamente algún texto ?

¿ Es necesaria toda la información ?

¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirve 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 resultados 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 las personas interesadas.

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 de 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, rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomaremos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

Conclusion

Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es cosa sencilla 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 cualitativos, 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 tenemos que resolver hábilmente para que el sistema de control tenga la potente efectividad.

CONTROL DE PRODUCCION

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 pueda 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 estadistica 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 planes completos o detalles necesarios de la obra. Esta programación pocas veces se realiza, viéndose afectada la mayoría de las veces la construcción en tiempo y costo.

Programación de Obra.

Esta programación 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 aquí 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 al 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

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

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

10. El rendimiento de trabajo en obras es más flexible que el de la producción en serie

7.- El fin del trabajo en líneas es reducir los costos del manejo de materiales.

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 líneas de trabajo

10.- Los costos unitarios de la líneas 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, ó bien por unidad como el M^3 de concreto colado, toneladas de acero habilitadas, etc. que nos permiten conocer resultados medibles en un período 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 deben a la tradición, a las variaciones de los contratos y mercados y a otras muchas razones.

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 funciones 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, aceptable 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 contri 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 al concreto, soldaduras, etc. y los productos terminados. Compactaciones, concretos, etc. Los resultados de estos exámenes se comunican a los departamentos relacionados 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 provedores, 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 requieran 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.

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 señalado, 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 el 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.

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MOVIMIENTO DE TIERRAS

COMPACTACION

ING. EMILIO GIL VALDIVIA

MARZO 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 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), descubrió 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 muestra 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

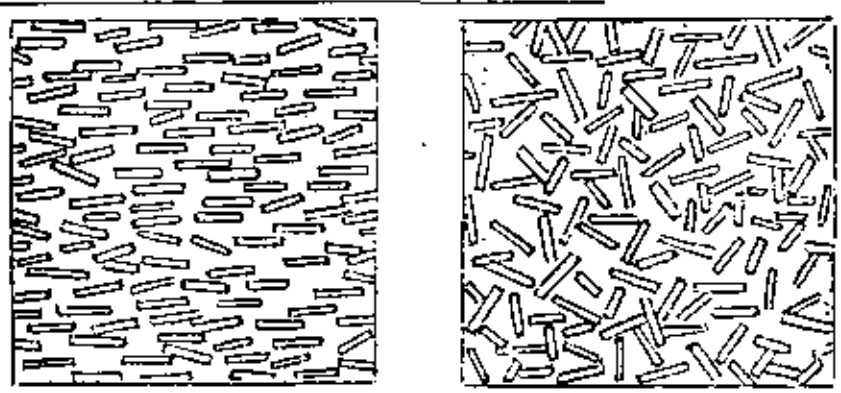


fig. 8.11 Estructuras extremas de un suelo arcilloso: a) alto grado de orientación de partículas. b) bajo grado de orientación de partículas.

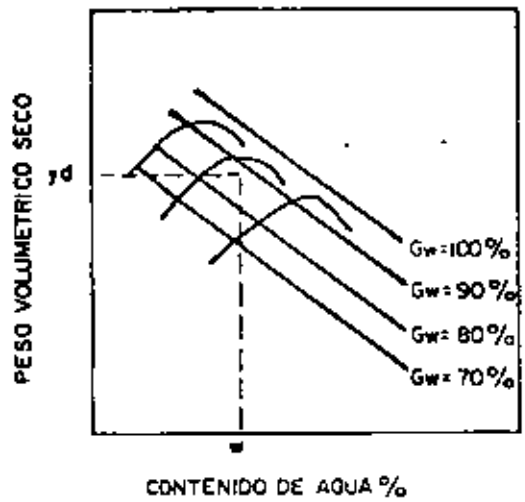


fig. 8.12 Curva Yd vs. W con curvas G_w = 100% 90% 80% y 70%

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 com- - pactación 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 necesario para satisfacer la condición 6 sólo se puede estimar cualitativamente, pues por ahora no hay disponible ninguna correlación entre el comportamiento probable del prototipo y las propiedades esfuerzo-deformación de los suelos.

Al especificar el mínimo peso volumétrico seco debe considerarse -- sobre todo la experiencia acumulada en la construcción de obras similares.

En rigor el requisito de compactación se fija en términos del equipo que se vaya a usar, del resultado que se espera obtener o por una - - combinación de ambas cosas. La formulación de un requisito adecuado requiere 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 contenido de agua y entonces tal especificación puede cumplirse con un amplio intervalo de contenidos de agua, , ajustando el tipo de equipo o su modo de empleo. Pero en tal caso, el suelo que se compacte puede tener también una amplia variedad de comportamientos, independientemente de que - se alcance el mismo peso volumétrico seco.

PRUEBAS DE LA COMPACTACION

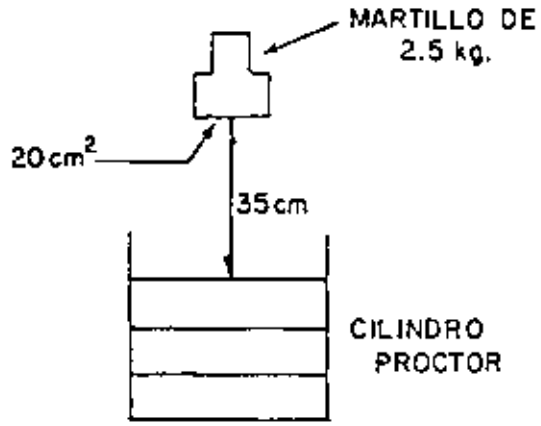
En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia - necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a - esfuerzos de compresión y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos:

R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso - volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. 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 4⅝ de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con material de prueba.

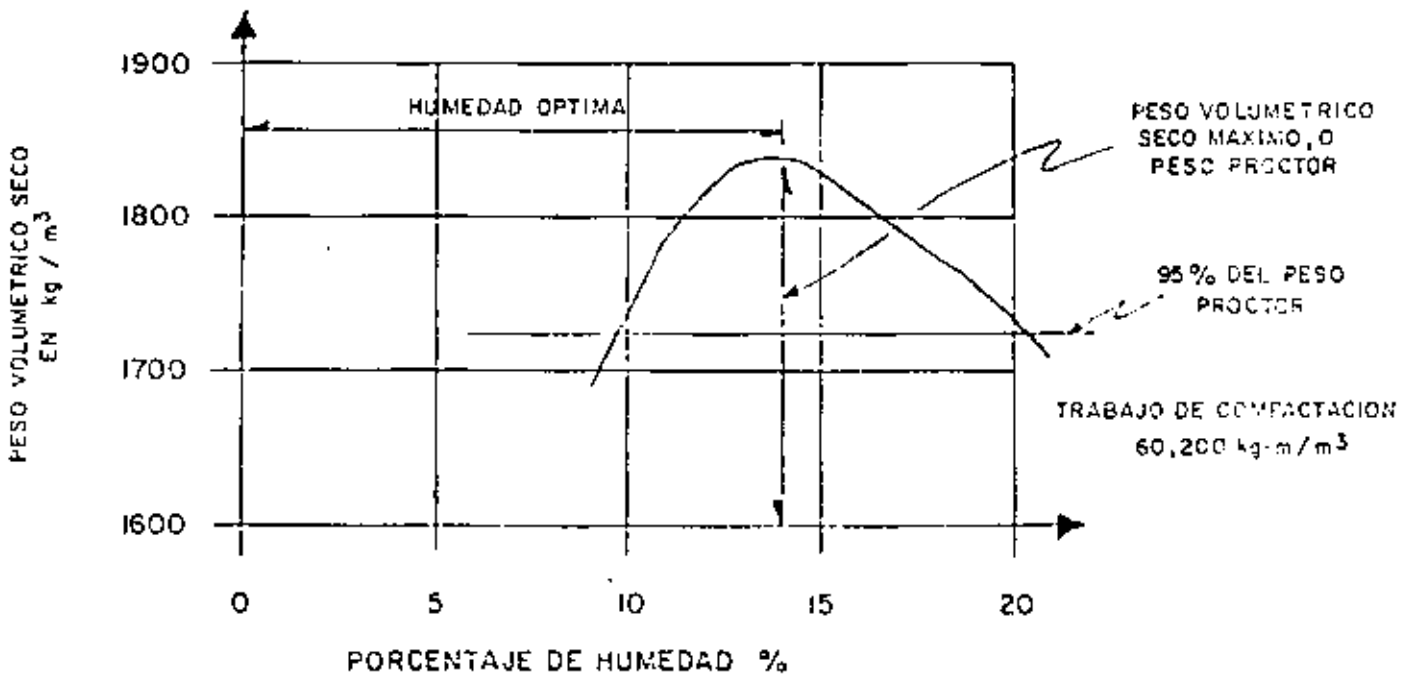
3).- Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 kg.- con un área de contacto de 20 cm2 , el que se deja caer de 35 cms. de altura. Todo esto con el objeto de siempre dar al material la misma energía de compactación.



4).- Se pesa el material y como el volumen 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 volumé- -- trico 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 me-- dio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo de es- tas 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 pe so volumétrico, si se aumenta la humedad todavía, el agua empieza a ocu- par 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.

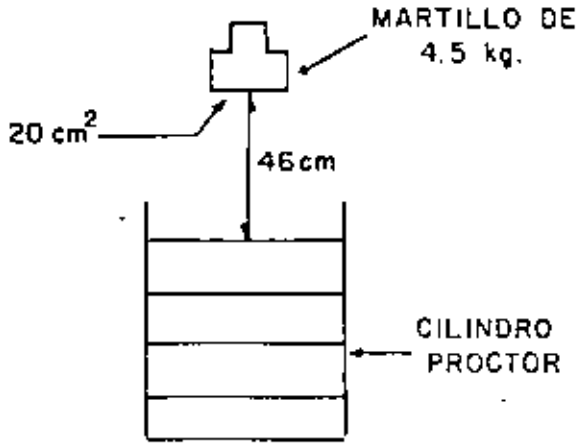
Por lo tanto, si se aumenta o disminuye la humedad será necesario au mentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general no es -- económico. En caso de bajar la humedad el aumento del c puede provocar ruptura de partículas en suelos granulares, y en caso de aumentar la hume dad el aumento de c puede dar d, superior al estardar con otras ca- - racterísticas distintas del supuesto por el proyecto.

PRUEBA PROCTOR MODIFICADA

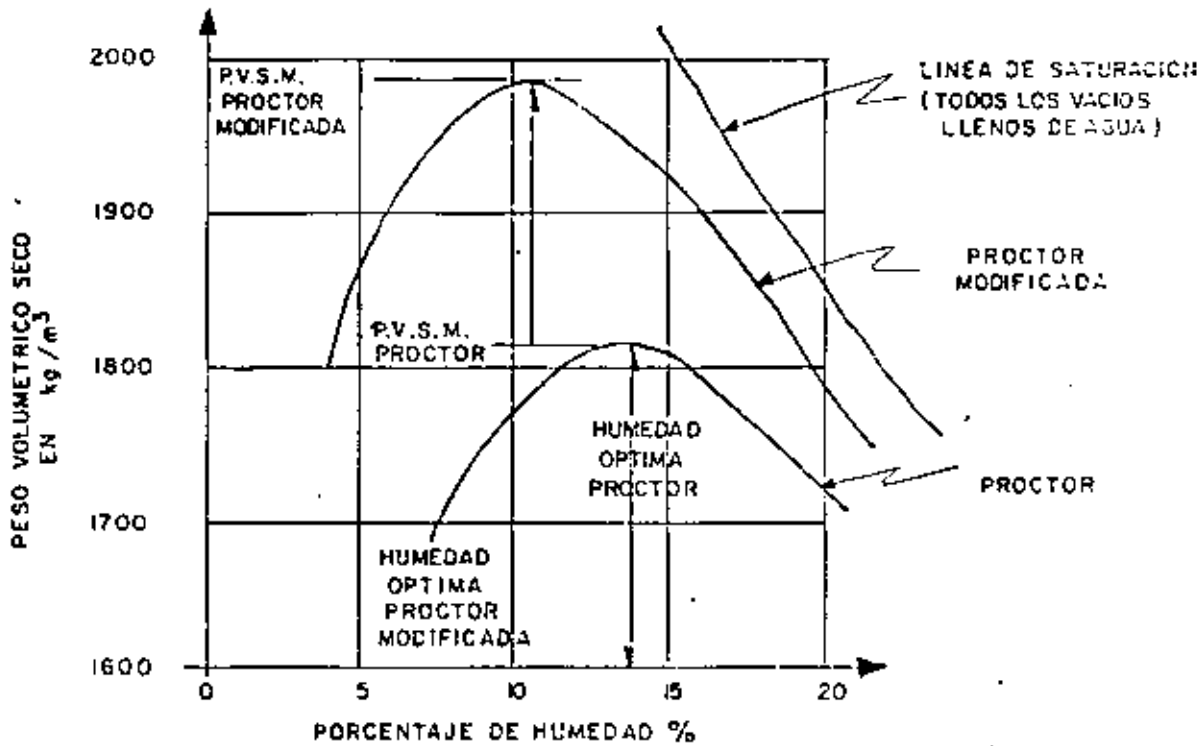
Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el - uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba Proctor modificada.

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 incre- menta 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.



Obsérvese 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 al 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.

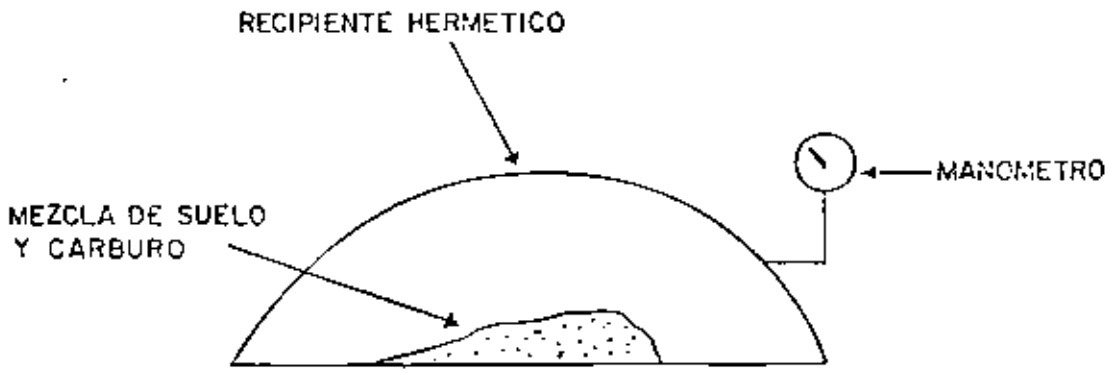
METODOS DE CONTROL

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 radía 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.

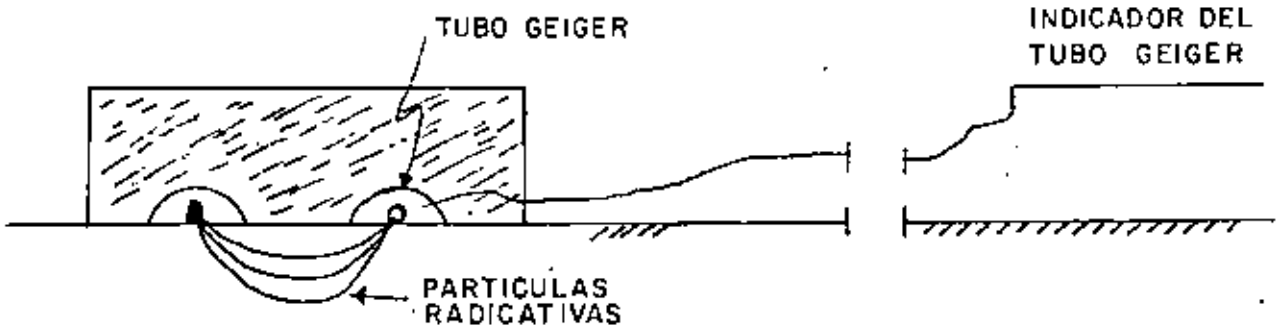
2).- El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.

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 volumétrico; 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 inmediato 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.

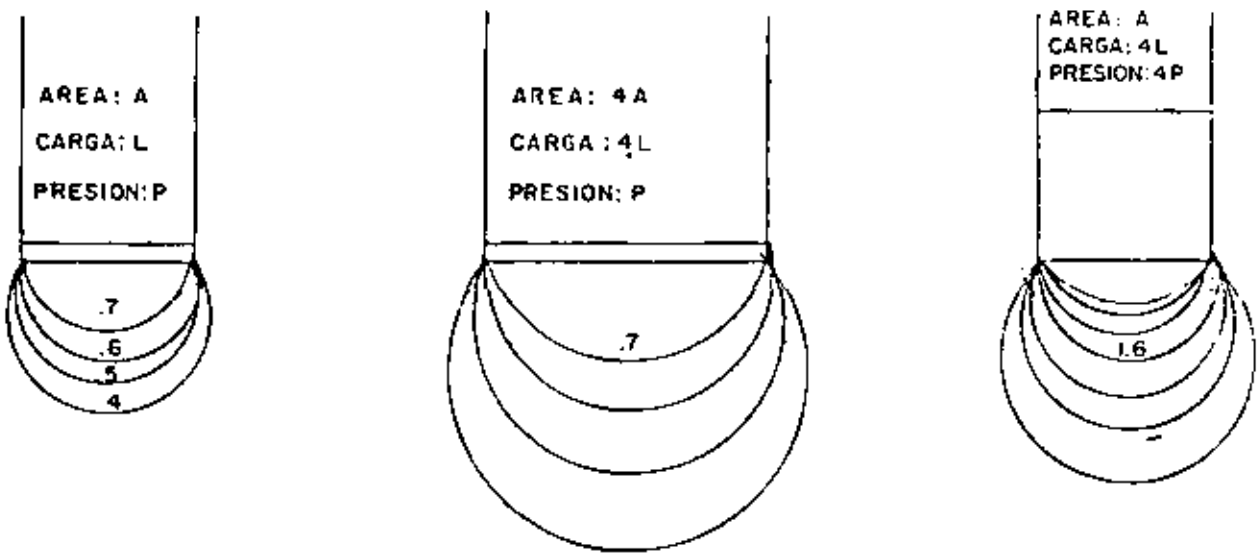
3).- Vibración: golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia y baja amplitud.

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 suelos granulares.

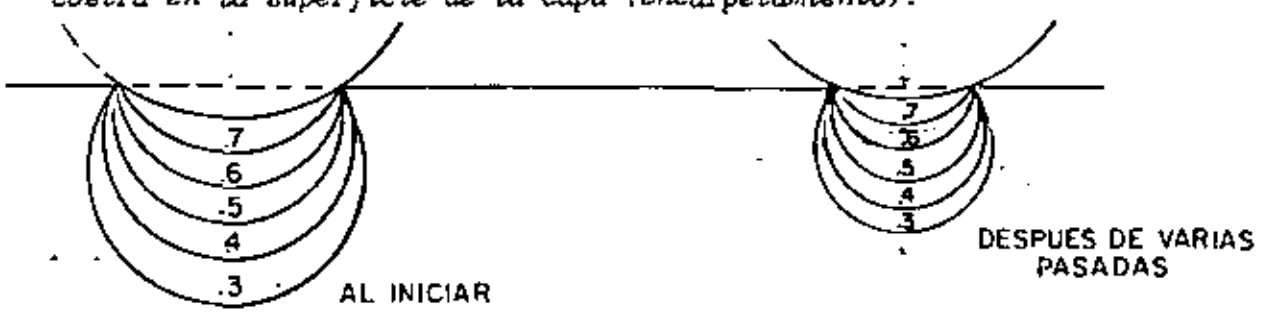
TIPOS DE COMPACTADORES.

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. Así al aplicar varias pasadas van aflojando porque el incremento de compactación permite que el equipo sea acarreado por la capa, para el compactador la última fracción de capa queda parcialmente 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.

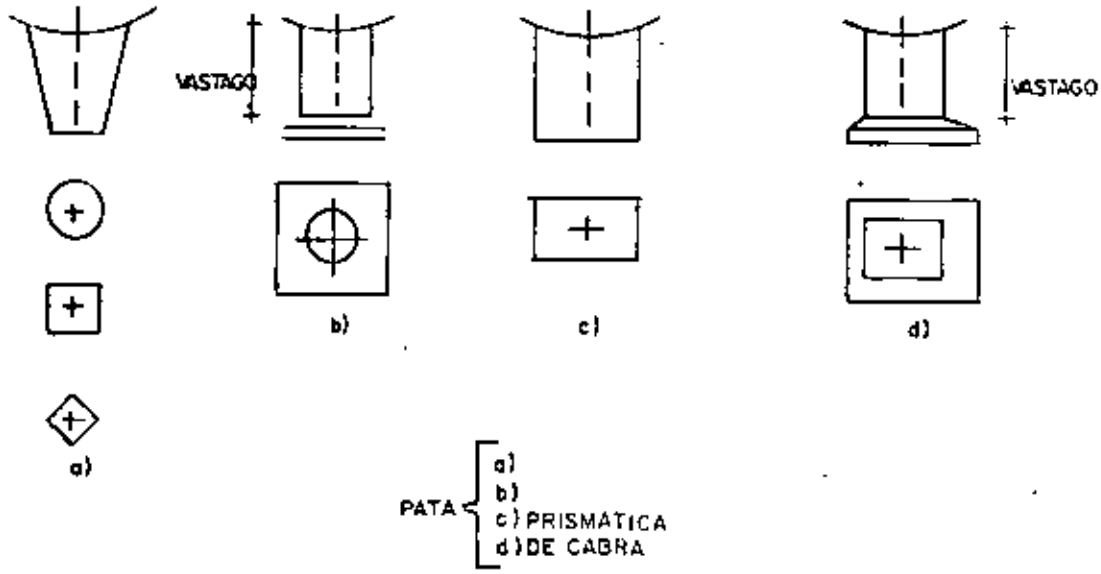


Fig. 8.5 Tipos usuales de patas de rodillos pata de cabra.

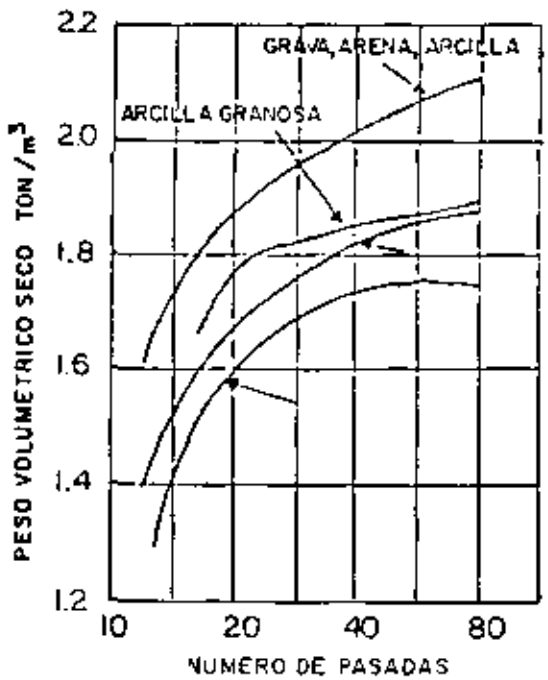


Fig. 8.6 Compactación con rodillo pata de cabra del número de -- pasadas en el grado de compactación de diversos suelos.

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).

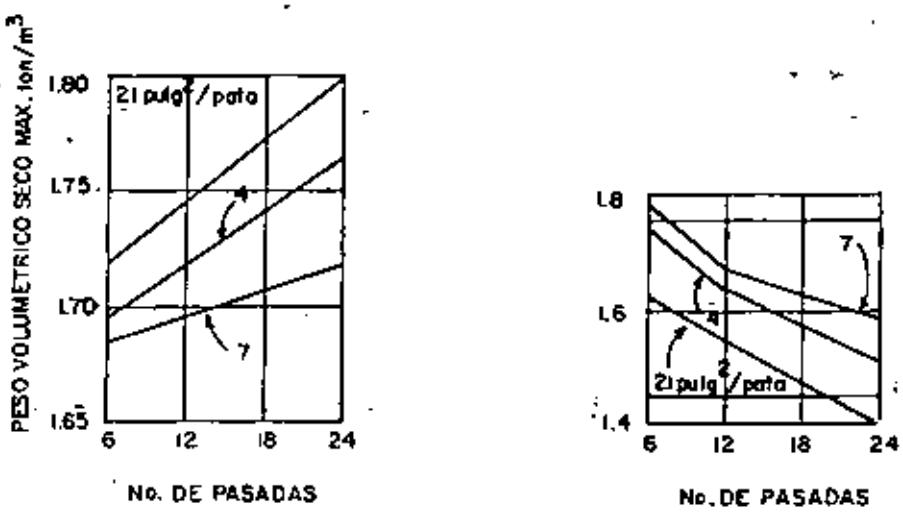


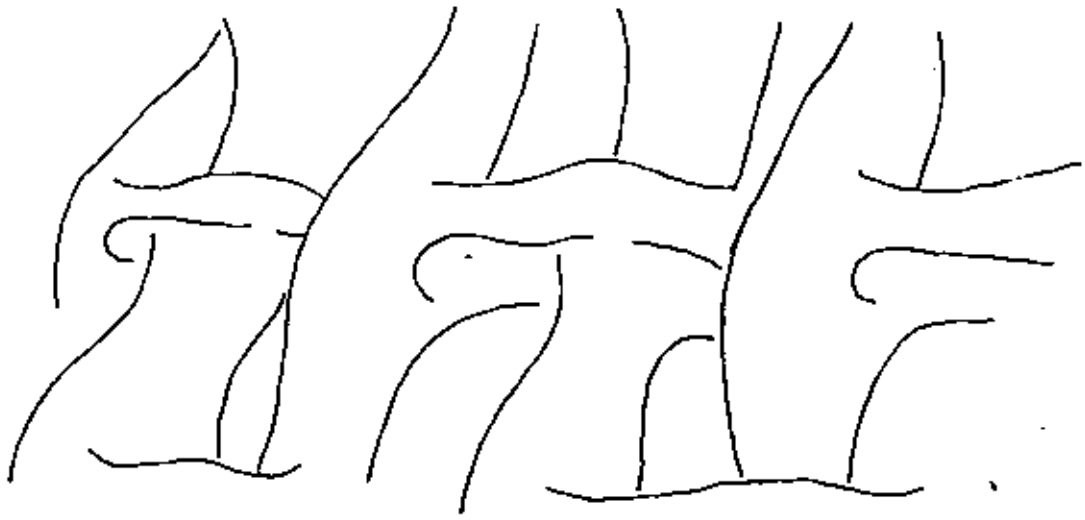
Fig. 8.7 - Compactación con rodillo pata de cabra: efecto del área de contacto de las patas en el peso volumétrico seco y en el contenido de agua óptimo de campo.

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 producen 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.

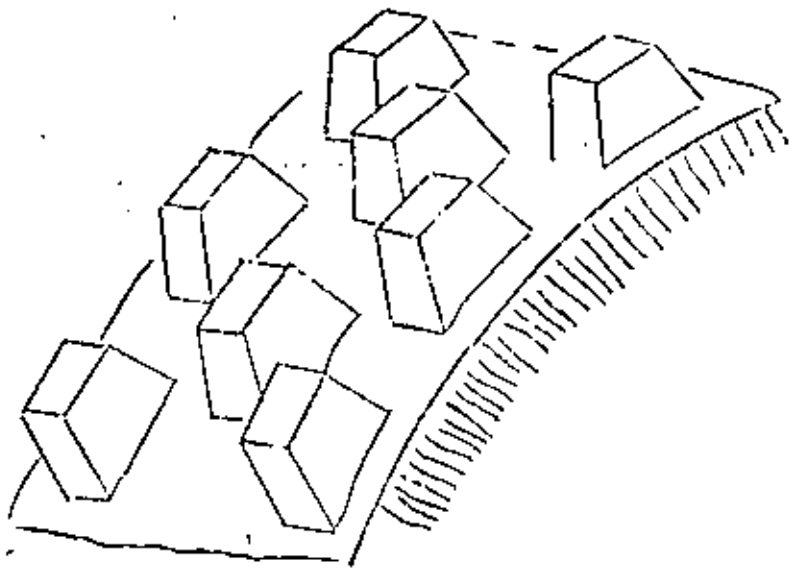


Configuración de la reja.

Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como ser una base de una carretera.

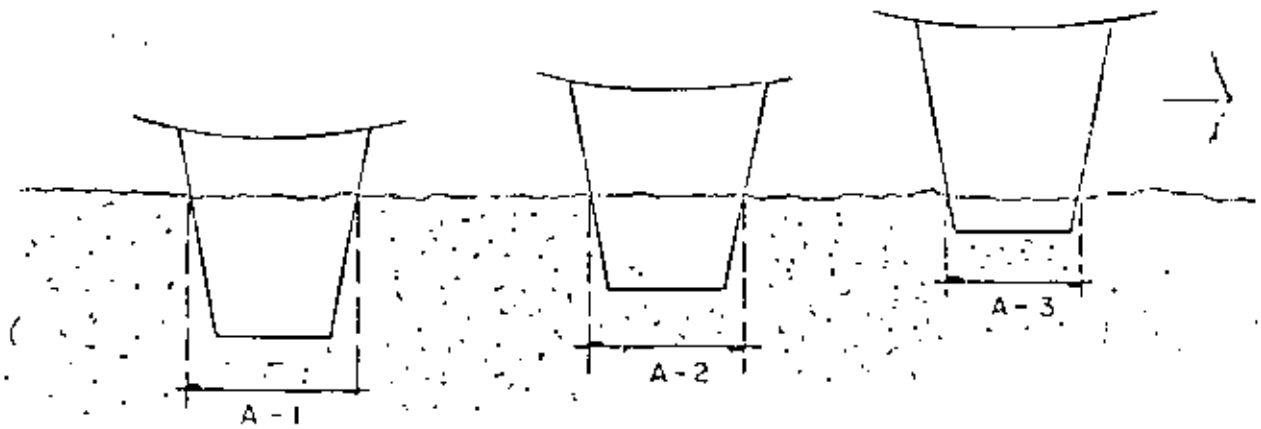
4).- Rodillo de Impacto (Tamping Roller).

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.

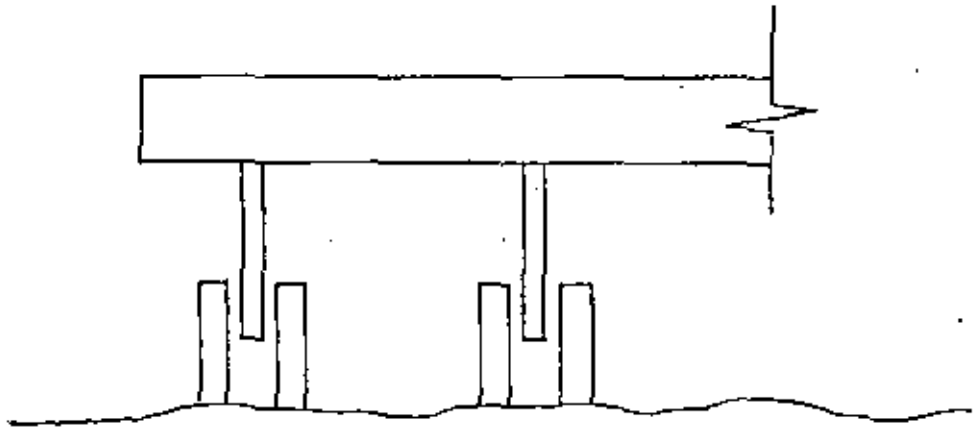
Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase" a un marco rígido para obtener efecto de manipulación.

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 22.000 kg. o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que haya que manejarlos con cuidado.

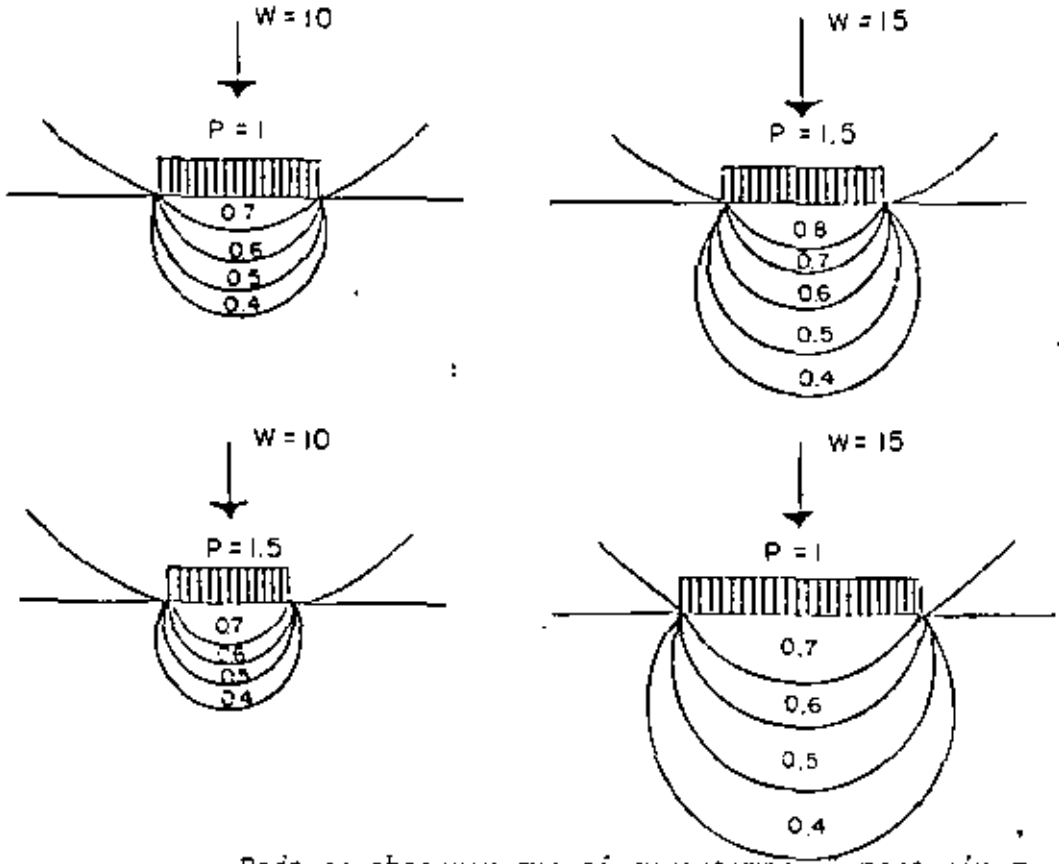
Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 km/h. velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

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 duras, 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 combinan 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 0.50 m.

5).- Rodillos vibratorios.

Casi especificos en materiales granulares, donde son muy efectivos en capas de 0.20 a 0.80 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 disparejа. Velocidades muy malas de 1 a 3 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 pata de cabra	Rodillo de impacto.	Pata de cabra	Rodillo liso vibrante	Rodillo liso estático	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	GM	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 limonas, 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

A N E X O

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

MARZO , 1982

cio 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 máximas 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

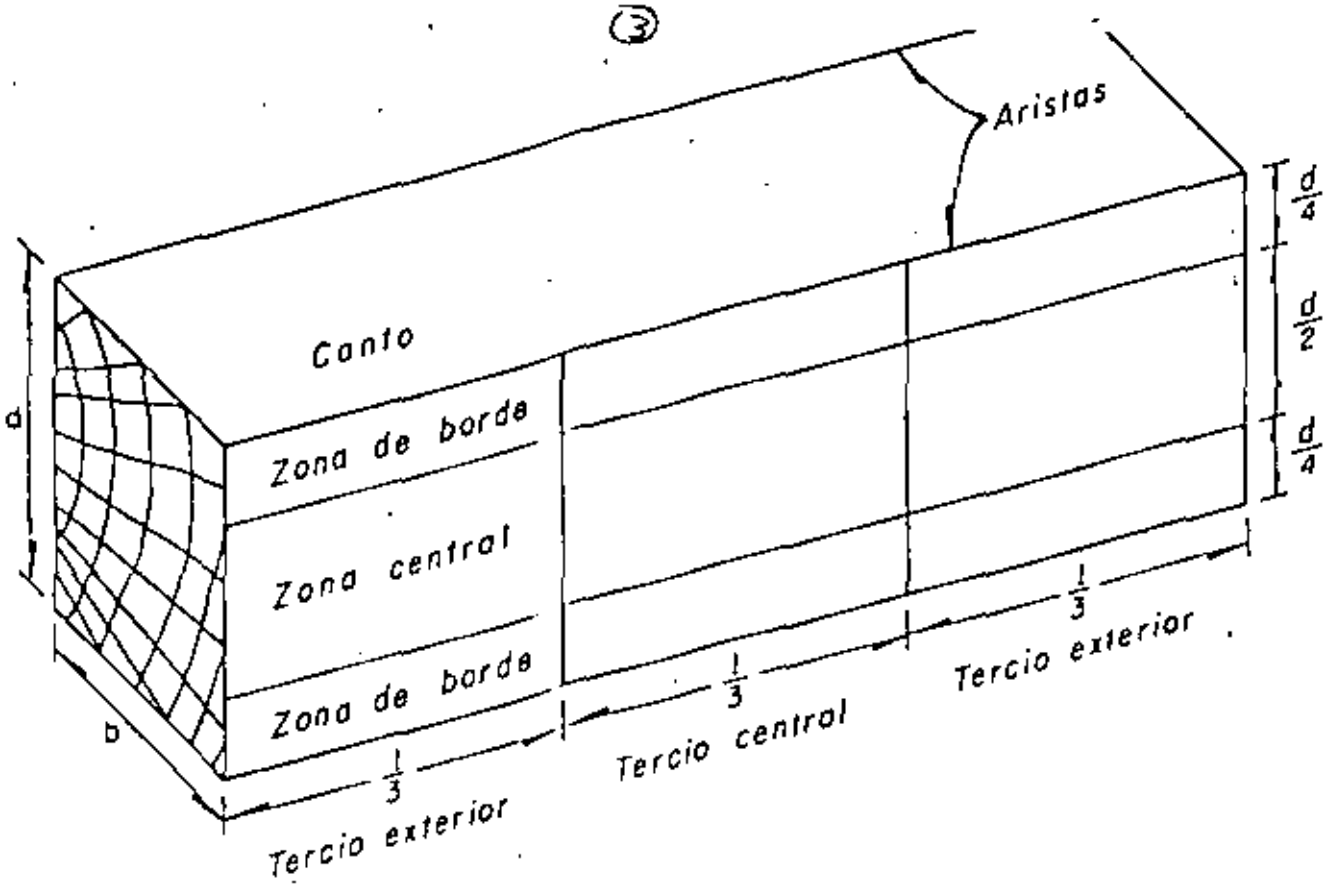


Fig I. Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural

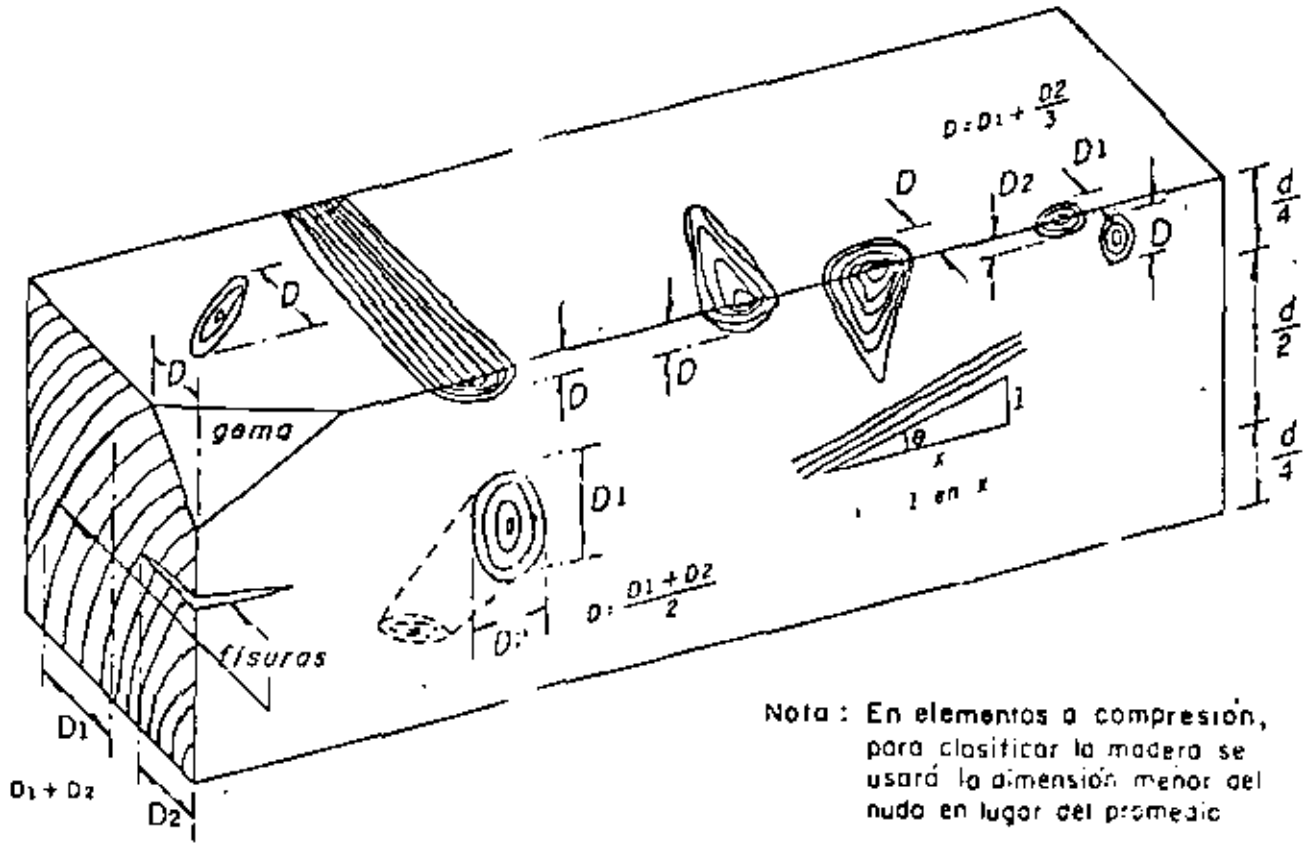


Fig II. Medición de nudos, inclinación de fibra, gema, velocidad de crecimiento y fisuras

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 paralelo 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.

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 paralelo 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	8.6	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 4.2 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	6 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	PAJADURAS	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. 5 MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos 5 MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y 5 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 1/6		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											

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

CONCRETO LANZADO

A N E X O

MARZO, 1982

io 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 continua 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 prepararse 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 tuneleo, 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	GEOLOGIA	DIMENSIONES DEL TUNEL	ESPESO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
1. Adams, agua, enlercado	gneis desintegrado.	10' de dia, (3 m)	hasta 4000m (1220m)	Marcos de acero y gunite para terreno que se hincha y fluye grandes presiones.	[illegible], 1957)
2. Huatizco hidroeléctrico	gneis quebrado cualitizado, muy húmedo	6m2	350m	10 cm. de concreto lanzado con pernos de anclaje, presión propia de la roca.	Rabcewicz (1964-1965)
3. Kaunertal hidroeléctrico	gneis esquistoso pirarra elásticos, todos los grados de alteración	10-30m2	hasta 1100m	marcos completos con concreto lanzado, presiones propias de la roca	
4. Eisenaen AR Egnsoga	montmorillonita alteraciones y bandas de roca muy blanda esquisto cuarzo.	60 m2 4.5 x 4.3m	50-200m	Exito limitado con 4 cm. de concreto lanzado en roca que se hincha y se desintegra en libres.	Grell (1963) Malaya (1962)
5.- Mosenberg carretera, Austria	esquisto arcillosa muy blanda, 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 (1945-65)
6. Aumrdm mina, Suecia	sedimentos volcánicos muy esquistosos.	7m3	750m	2 cm para impedir la desintegración en lajas.	Albert (1965)
7. Autopista Genova Monti Italia	Sedimentos calizos, estratificados	--	—	Aparentemente para la crema con tendencia a aflojarse	Martinetti y Pinzolatti (1965)
8. mina de carbón de Ring Canada	peridotita serpentinizada, muy alterada localmente	galerías pequeñas	300-500 pies (150-250m)	tres capas de gunite de 1/4 de pulgada cada una para impedir el aflojamiento	Foster A Harris (1957)
9. La Planicie Antoplata Venezuela	esquisto grafítico diagenizado en capas muy delgadas.	610 pies cuadrados	100m	4-6 pulgada de concreto lanzado y anclas, marcos de acero arcos rígidos con cabeza de concreto para la roca más alterada, terreno que se afloja.	Kubler (1966) Rabcewicz (1964-1965)
10. Gramtes cuidadosa sitio de export - construcción de Ford da	Toba estratificada, masiva	110'x110'x75' 33m x 37 m x 23m	1000 pies 470m	gunite en combinación con pernos de anclaje y malla de acero para impedir el aflojamiento	Cardinal (1960)
11. Metro de Milán	arena y grava	16'x20' 5.5m.6m.		lanzado de concreto sobre la frente y en el túnel, excavación con palas neumáticas.	Chase (1966)
12. Dufert, PH, Colorado	gneis sumamente desintegrado	—	hasta 2000' (730m)	1 1/2" de gunite para terreno que se afloja	Hilbrech & Sinkler (1973)
13. Daikan SR, Japón	toba, lipolita intemperizada lava, hidrolita latita	túnelos piloto	80-100m	concreto lanzado utilizado para sustituir marcos de acero, terreno que se afloja	Japón JR (1968)
14. Piazza Bipoil Autopista Italia	viajes cuadrados de gneis, esquistos, arcillas, rocas duras de cuarzo, arena de cuarzo, arcillas, cantiza, baritis	11x3	20-100m	galerías múltiples, de anclas y capas de concreto en túnel, concreto lanzado en túnel paralelo, concreto lanzado en roca problemas y resulta en 20% más barato	Simon (1971) Rabcewicz (1964) Rosenblueth (1971)
15. Hidroeléctrica Yolo, California	a. gneis de diorita	15 pies de dia. 19.20m2	pocos de cada lado	terreno fracturado se bloquea con dovelas en una zona delgada	Cecil (1972) Hinchcliff et al (1967)
	b. roca fracturada, esquistosa, algunas arcillas	30 pies de dia.	menos de 200'	concreto lanzado utilizado en la cima y centro de los marcos en caso especial auxiliar de roca [illegible]	

TUNEL	GEOLOGIA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TIPO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TUNEL	REFERENCIA
16. Vancouver Canada	Lutitas, areniscas [illegible]	20×20' 6.1×6.1m)	150-300' 45-91 m	4 a 6" aplicados inmediatamente después de la tronada en fuertemente que se afloja	Peters [illegible] (1964)
17. Portal I canal de abastecimiento, Noruega.	fallas llenas de montmorillonita	13m2	350m	falla del concreto lanzado por arcillas expansivas	Dahlke & Nilsen Olsen (1965)
18. Túnel canal de desagüe Suecia	pórfido de cuarzo alterado, esquisto de sericita, fuertes alteraciones de caolín y montmorillonita	140m2	90-100m	concreto lanzado con R9001 aplicado inmediatamente después de la tronada. 8-10 cm para afloramiento provisional. 10-40cm para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento	Rafiksson & Fryh. (1961) Vattenbyggnadsbyrå (1964)
19. canal de desagüe de Bolta [illegible]. Suecia	granito alterado en canal porfirítico	180m2 8 a 13m	30m	falla debida al hinchamiento de la montmorillonita.	Facil (1967)
20. Carretera de Pierrebourg, Francia	derrisión, fallas con arcilla que se hincha.	40m2	—	20 cm de concreto lanzado con malla de acero, arcilla que se hincha, algunas fallas.	Bakhar (1968)
21. Canal de desagüe de Bolteja Suecia	esquisto con montmorillonita, zona cizallada	66m2 8x7.5m	170m	10 cm de concreto lanzado inmediatamente después de la tronada, derrumbe de 4000m3 en arcilla expansiva en zona de falla	Facil (1967)
22. Ravenna de Piave	riolita, localmente	60-90m2	90-100m	Fuertes flujos de agua en (1000l/min), probablemente la peor zona tratada con concreto lanzado en un gran túnel.	Brazetto, (1967) Bilgeri (1967)
23. Canal de abastecimiento de Pendjan, Perú	zonas de menor arcilla nita y de filita en menor	10m [illegible]	300m	fallas locales por la pérdida del concreto lanzado con la arcilla, la mayor provisional del concreto lanzado.	Facil (1967)
24. San Jacinto [illegible]	granito fallado, en quinta de mica.	—	—	construcción de concreto lanzado en forma de arcilla, inyección grandes flujos de agua a presiones elevadas.	Thompson (1966)
25. Pisos de carbón en Gran Bretaña	capas de carbón	—	— —	como soporte permanente lanzado flexible	Langdon & Aitken (1959)
26. Minas de arcilla en Inglaterra Occidental	arcilla, pizarra y arcilla	—	— —	gunite para impedir el desmoronamiento por la acción del aire	Jeffers (1941)
27. Derivación agua, Suecia	gneis, fuertes flujos de agua en varios lugares	17m2	30-100m	lanzado de concreto en zona muy húmeda	Wandell (1968)
28. Kiruna, Grasjaure Suecia	gneis con filita con [illegible] filitas y [illegible], fuertes flujos de agua	4x3m, 12m2	20-90m	concreto lanzado utilizado como refuerzo y para detener el agua. Impresión de concreto 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

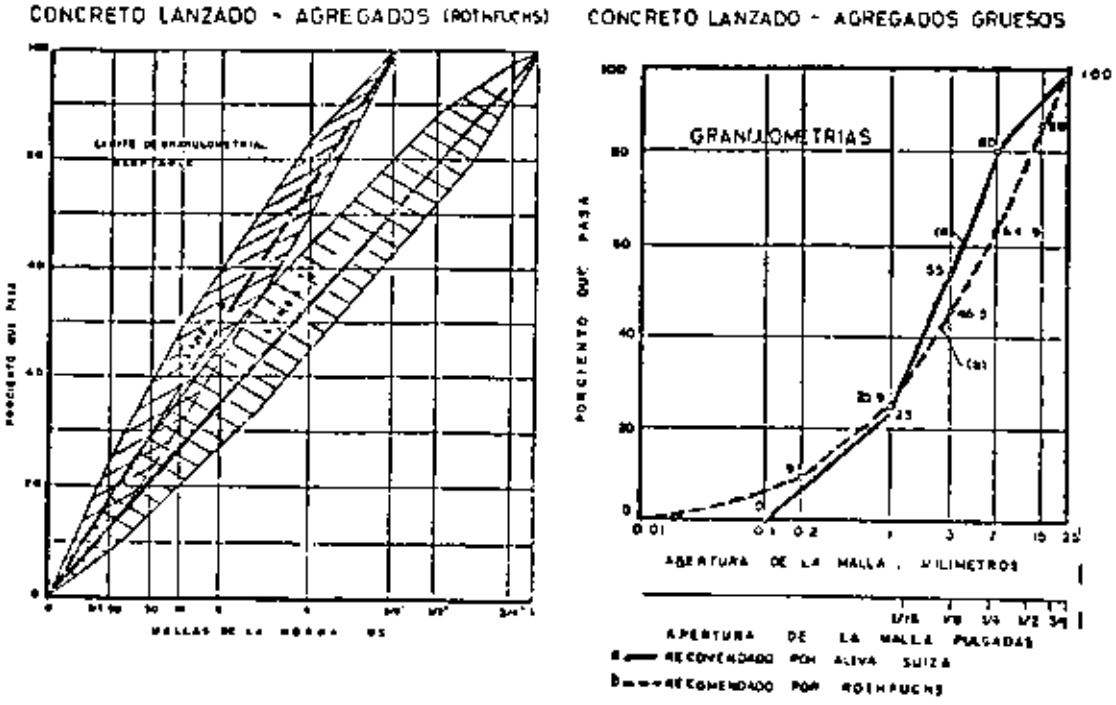
La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

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.

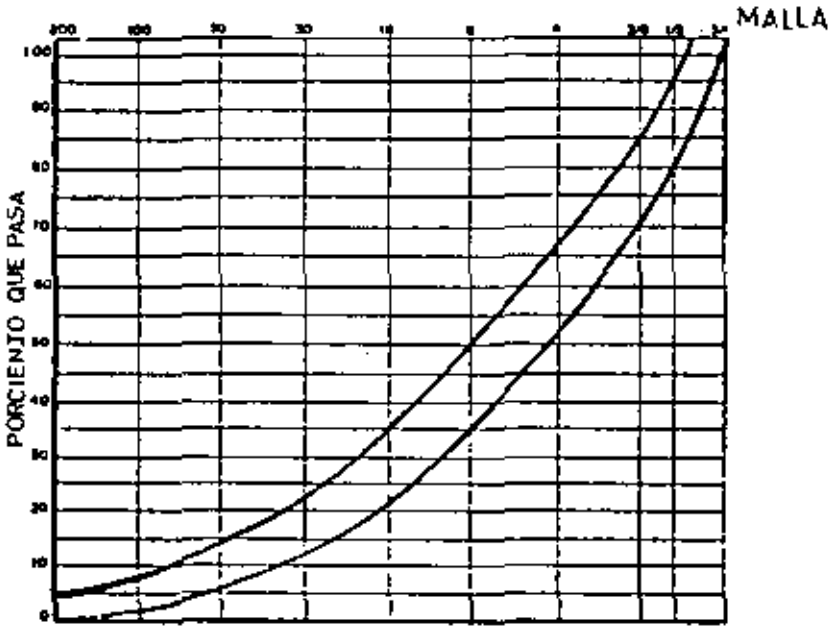
LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").



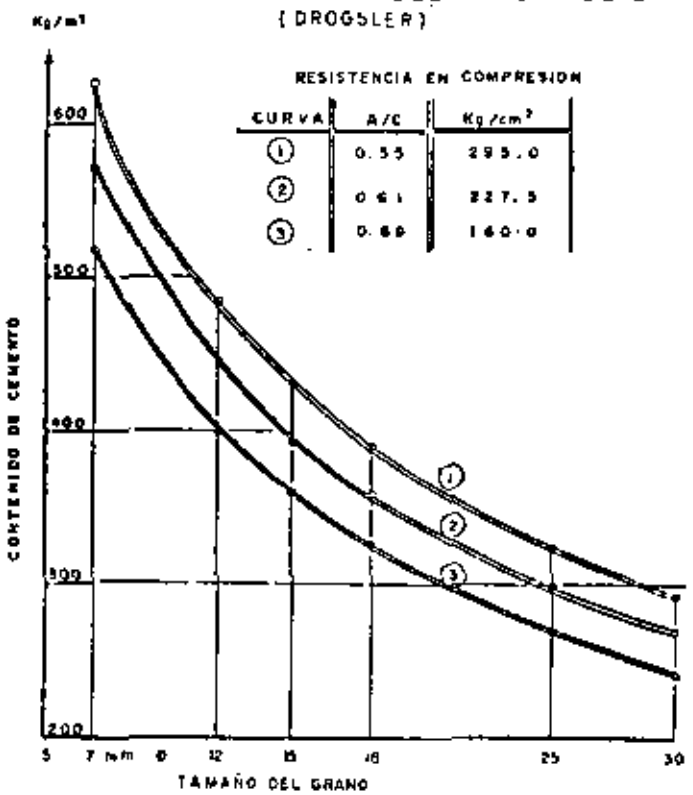
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

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)



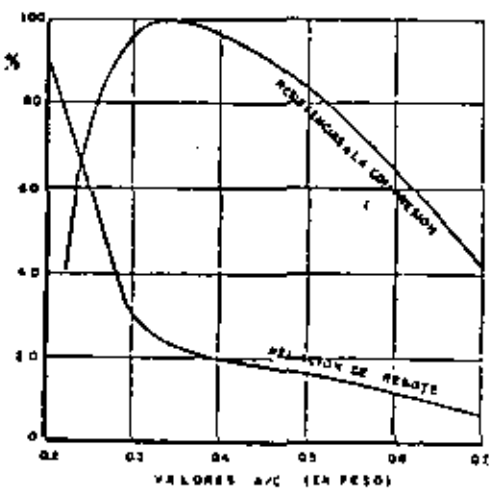
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que dá lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 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.

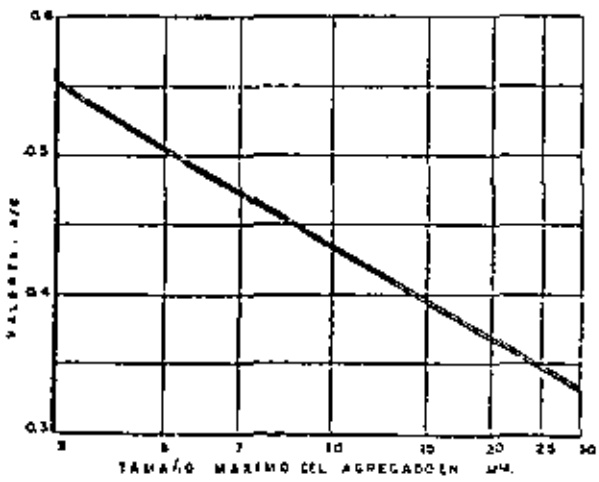
Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que 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 Y EL CONTENIDO DE CEMENTO CONSTANTES (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.

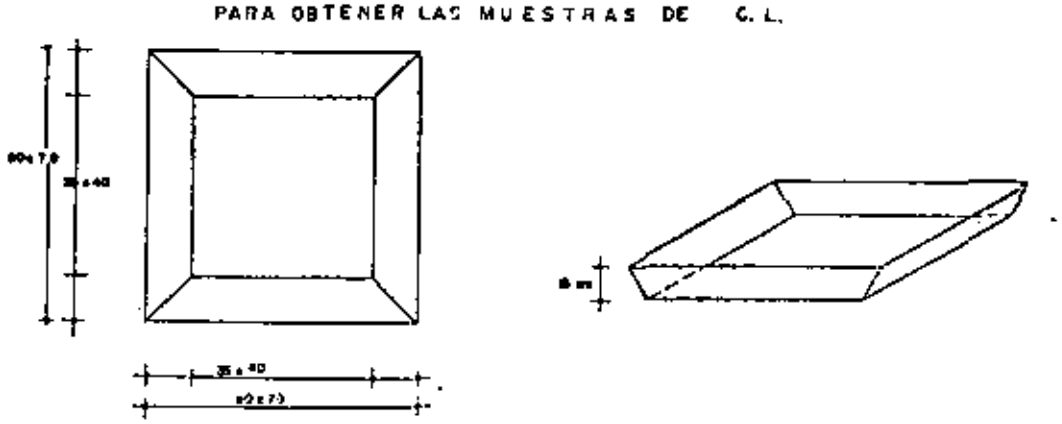
Las dosificaciones de adiúvo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

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 22 (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 cm 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 espécimen. 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
D-S	193	20	[illegible]	180
D-A	2080	10	121	188
D-P	168	10	132	184
D-E	1442	13	80	—
T-S	109	14	87	111
T-A	6040	13	109	194
T-P	80	20	78	146
T-E	1320	4	32	—

CLAVE DE LAS MEZCLAS:

D- Cemento Gris Azul Tipo II.

T- Cemento Pulmex Tipo I.

S- Aditivo Sikunita; 3 % en peso de cemento.

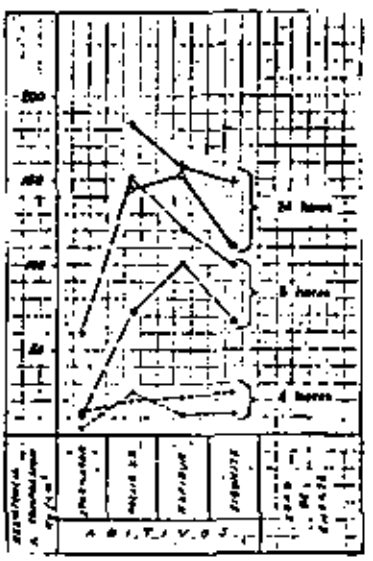
A- Aditivo Rapidar; 3 % en peso de cemento.

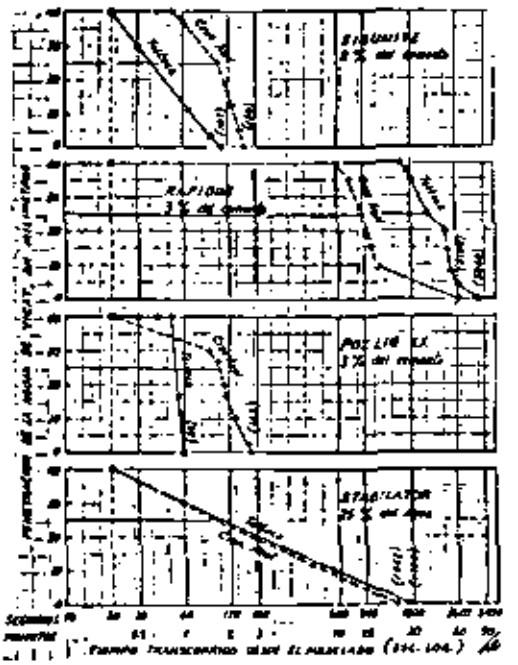
P- Aditivo Pozzolith; 3 % en peso de cemento.

E- Aditivo Estabilizador; Sustituyendo 25% de contenido de Agua

Relación agua cemento en todas las mezclas A/c = 0.30

∫ 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 (Mixcoac) 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.

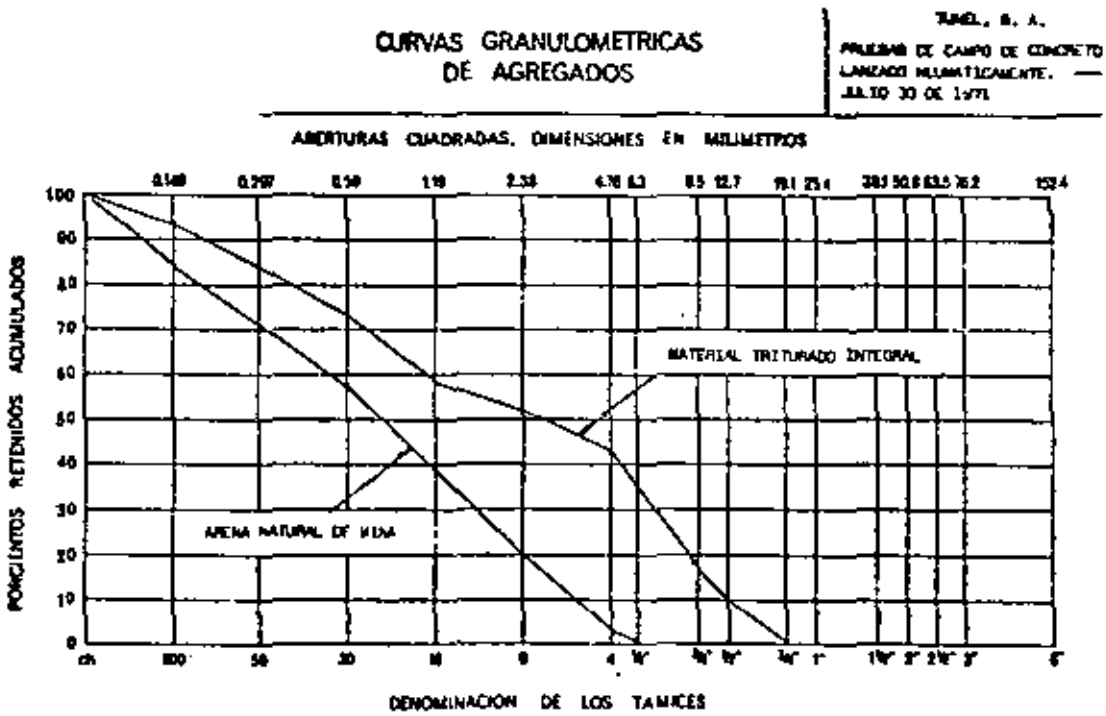
MATERIAL REBOTADO

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	20.6	35.0%	63 %
2	52.5	22.1	25.2%	57 %
3	61.2	13.0	22.7%	47 %
4	64.0	13.2	16.0%	47 %
5	55.3	10.5	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 10.0% 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

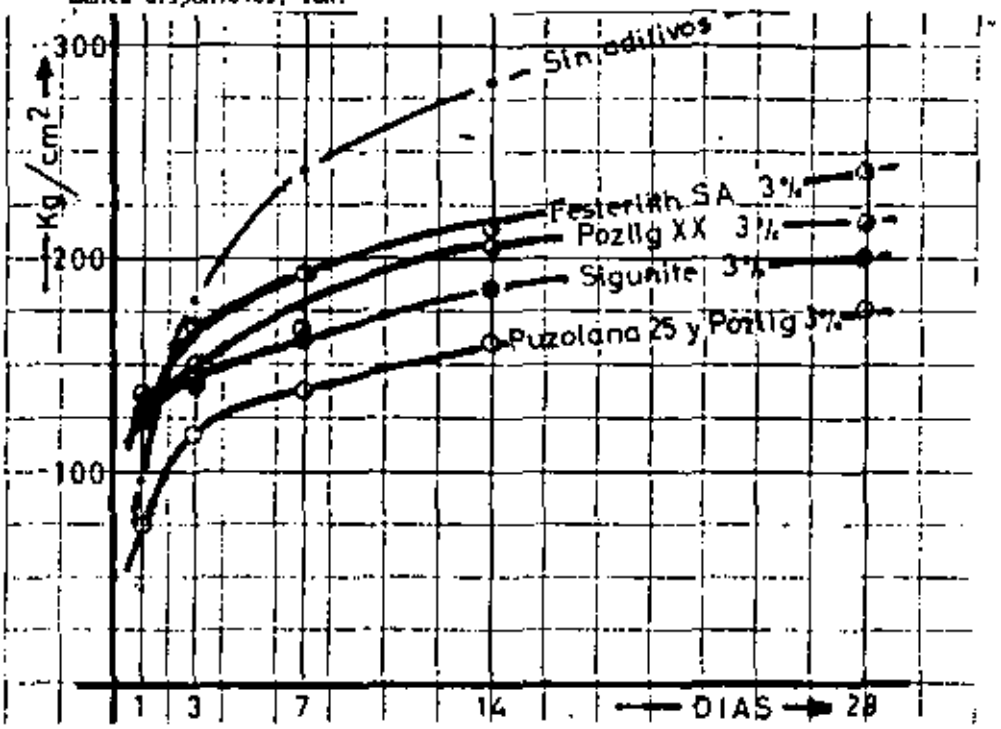


1-5; RESISTENCIA

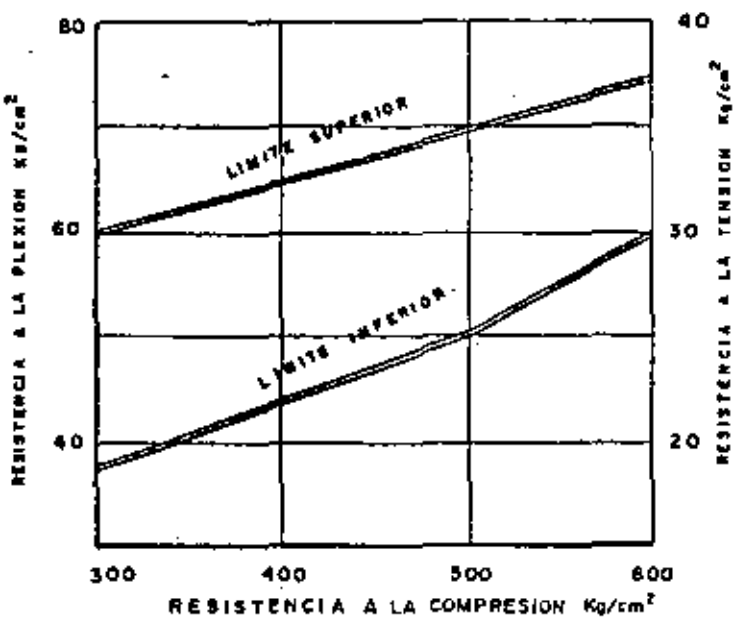
Aunque en la literatura sueca se habla de resistencias de 300 a 700 kg/cm^2 para la compresión a los 28 días, es más real hablar de valores entre 150 y 300 kg/cm^2, que, para fines estructurales, son suficientes. Las resistencias al corte y a la flexión-tensión dependen de la resistencia a la compresión.

RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4") de diámetro para determinar la resistencia acompresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:



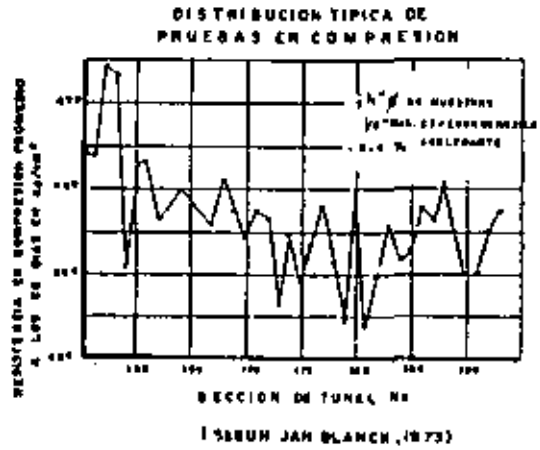
* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y estan referidas a un valor de h/d = 2.



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.

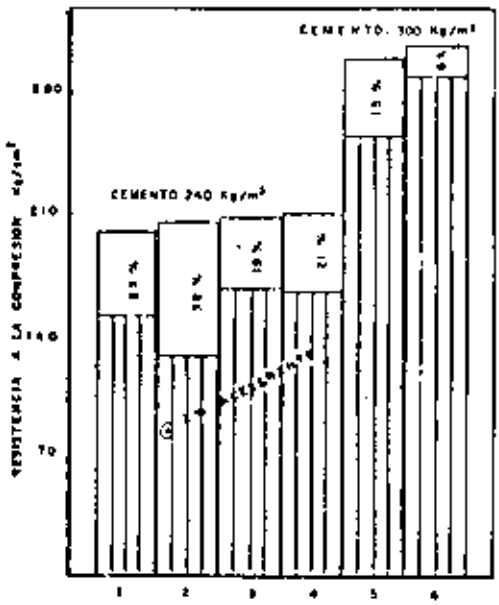
Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.



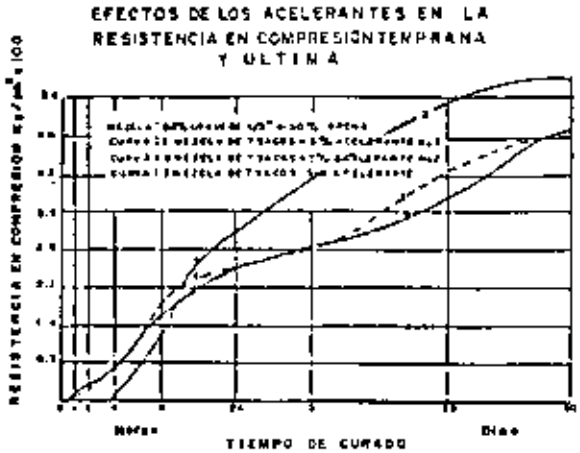
(SEGUN JAN BLANCH, 1973)

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.

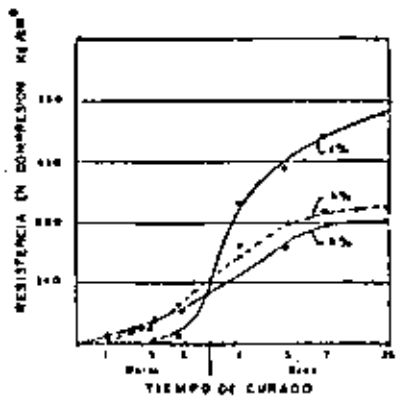
El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20 % deben condicrarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.



DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m³ Y CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTE) (SEGUN LINDEN)



(SEGUN JAN BLANCK, 1973)

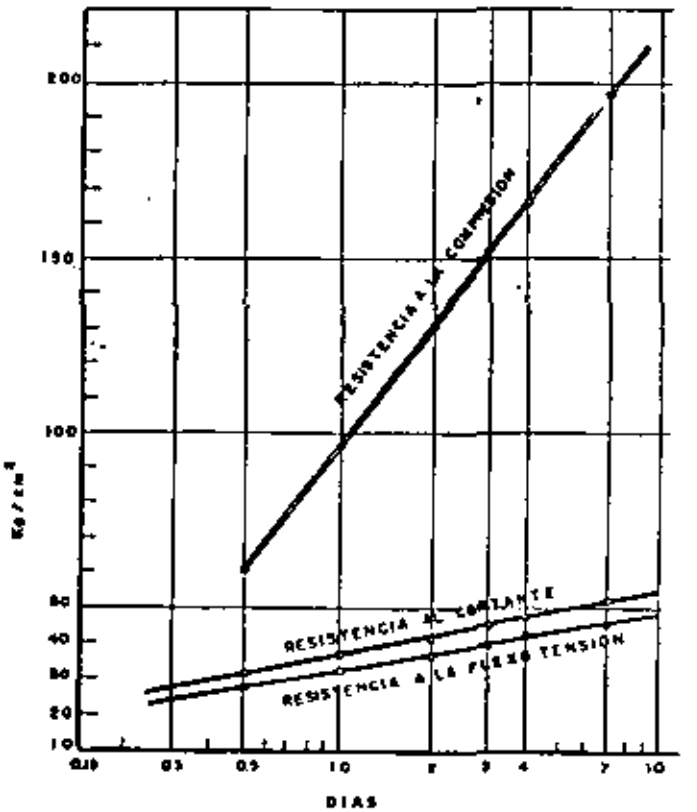


Resistencia en compresión Mezcla de 2 sacos, acelerante TRICOSAL (SEGUN ANDERSEN Y FOAD, 1973)

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 HABCEWICZ)

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.

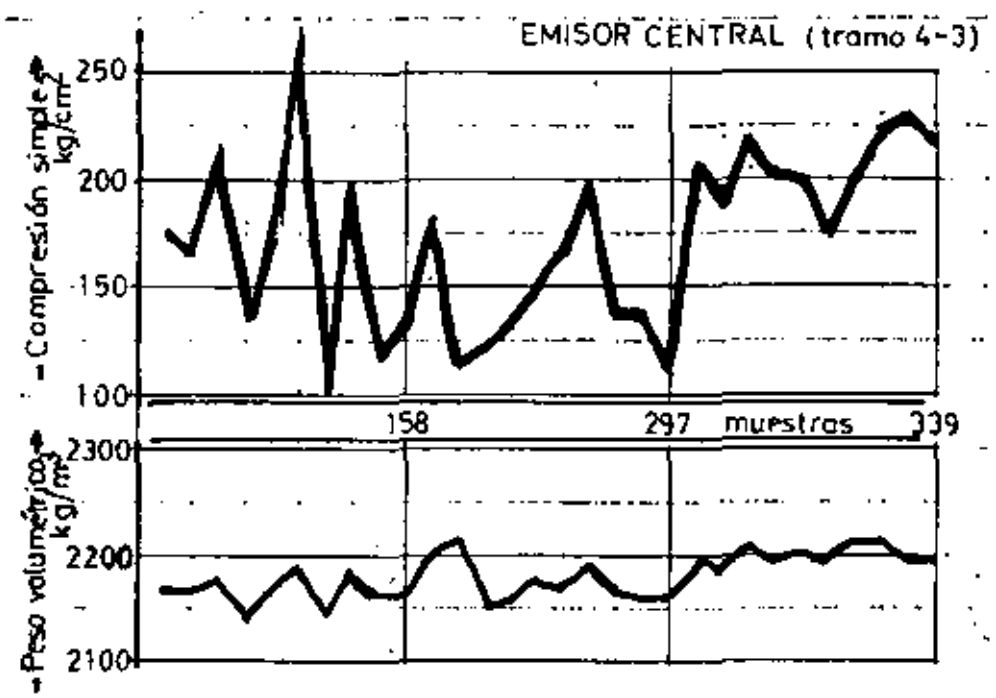
ANALISIS ESTADISTICO DE CARACTERISTICAS DE CONCRETO LANZADO
TRAMO: DE LUMBRERA 4 A LUMBRERA 3 EMISOR CENTRAL
PERIODO: NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973

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	37	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 %	2.6 %
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.

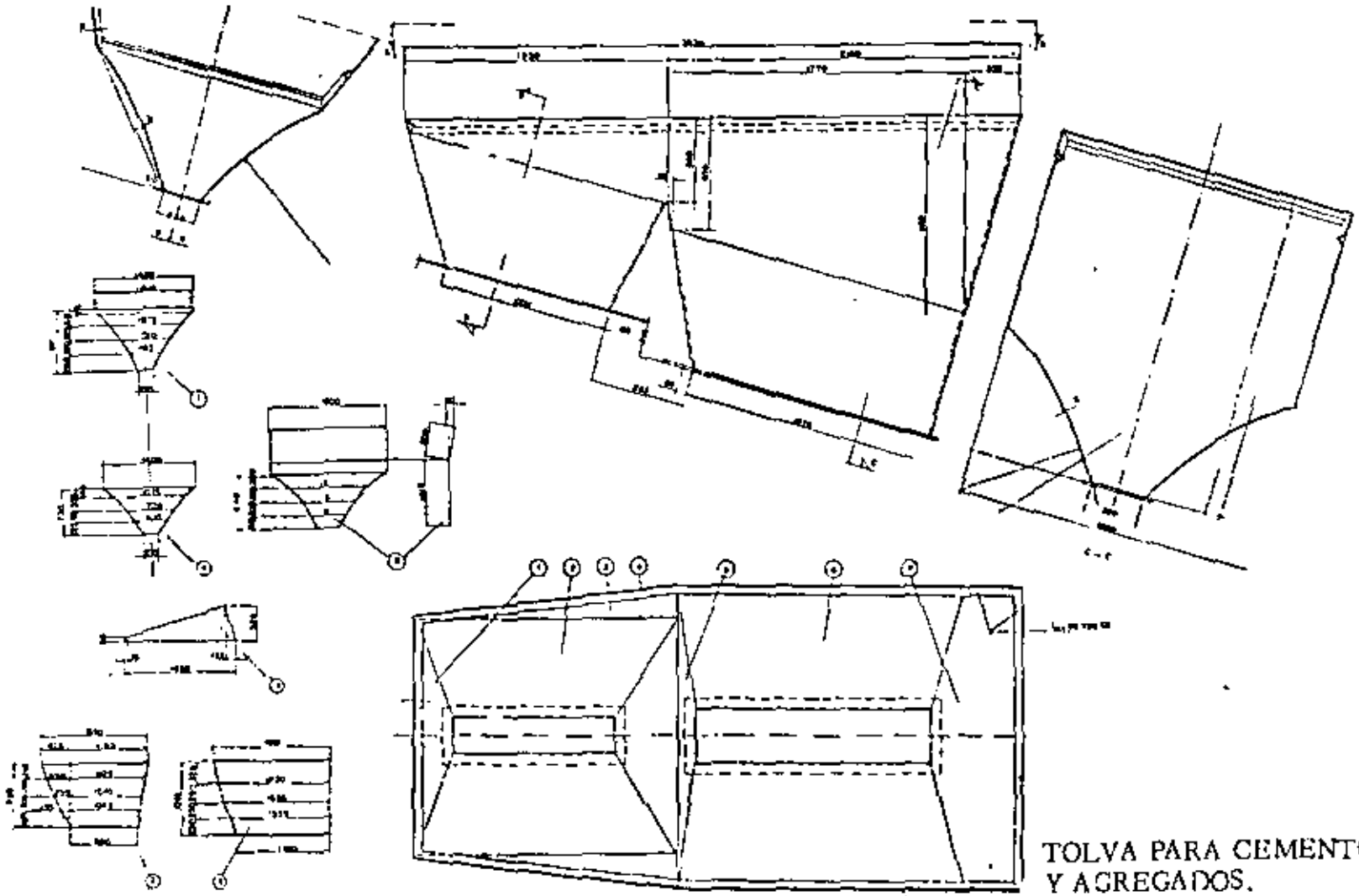
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de 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.

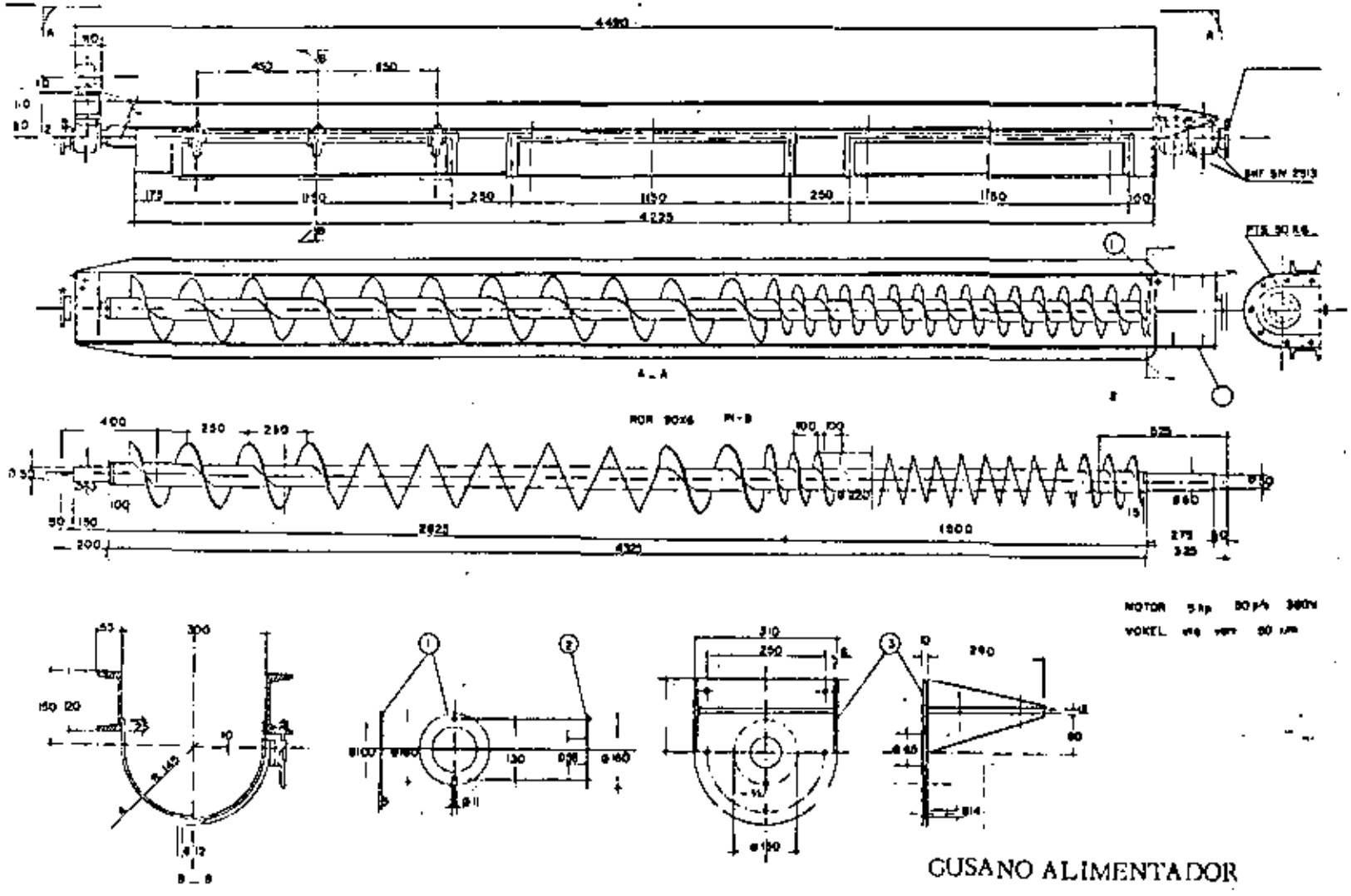
El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba 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.



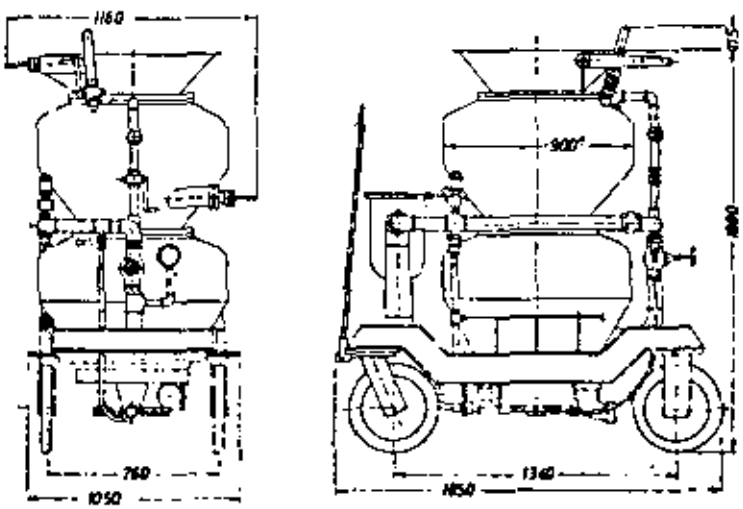
GUSANO ALIMENTADOR

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.

I-7. EQUIPO DE COLOCACION

Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.

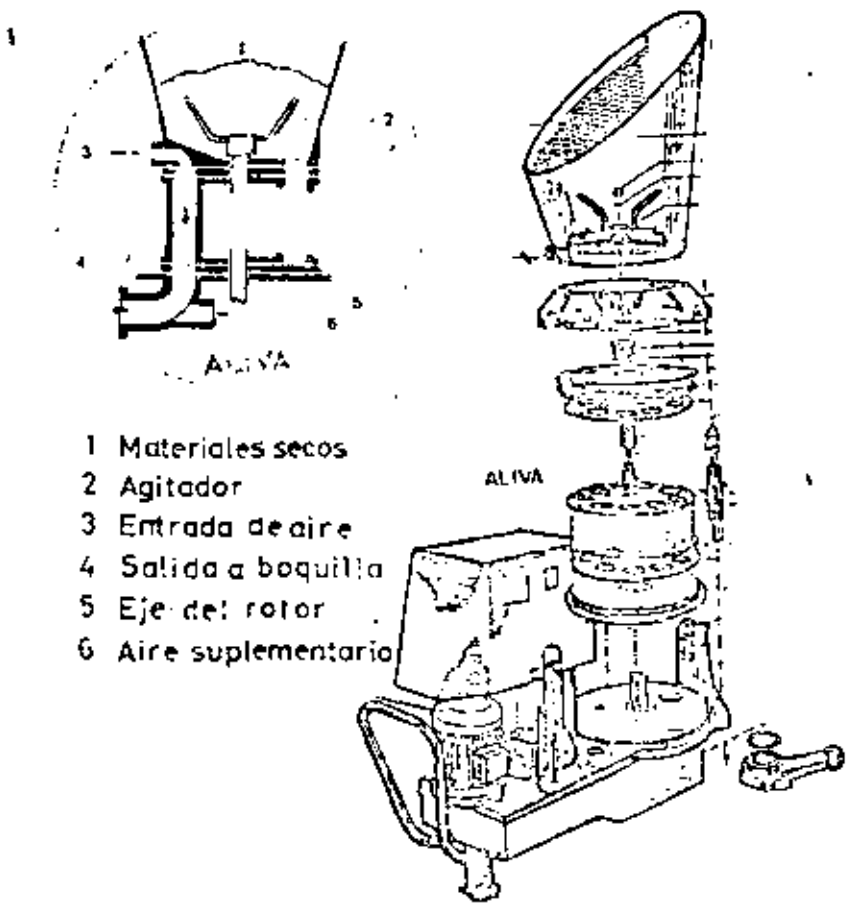


LANZADORA
BSM 603

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

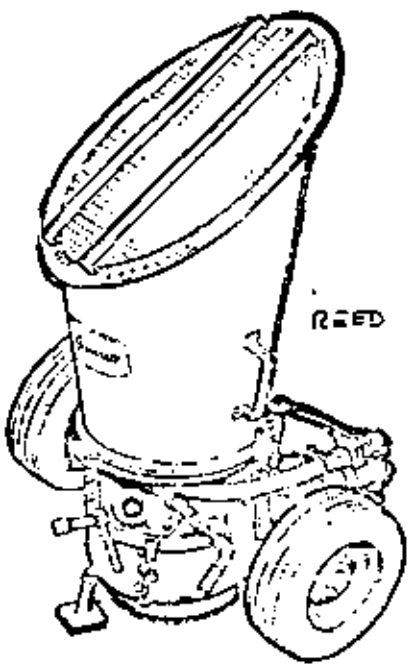
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga descarga prácticamente contínua. Requiere entonces una contínua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

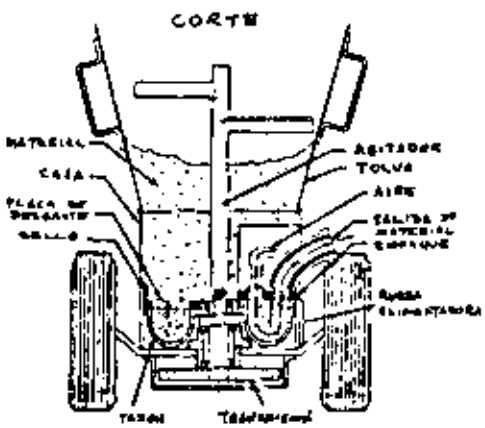
2.— El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta contínuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través 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

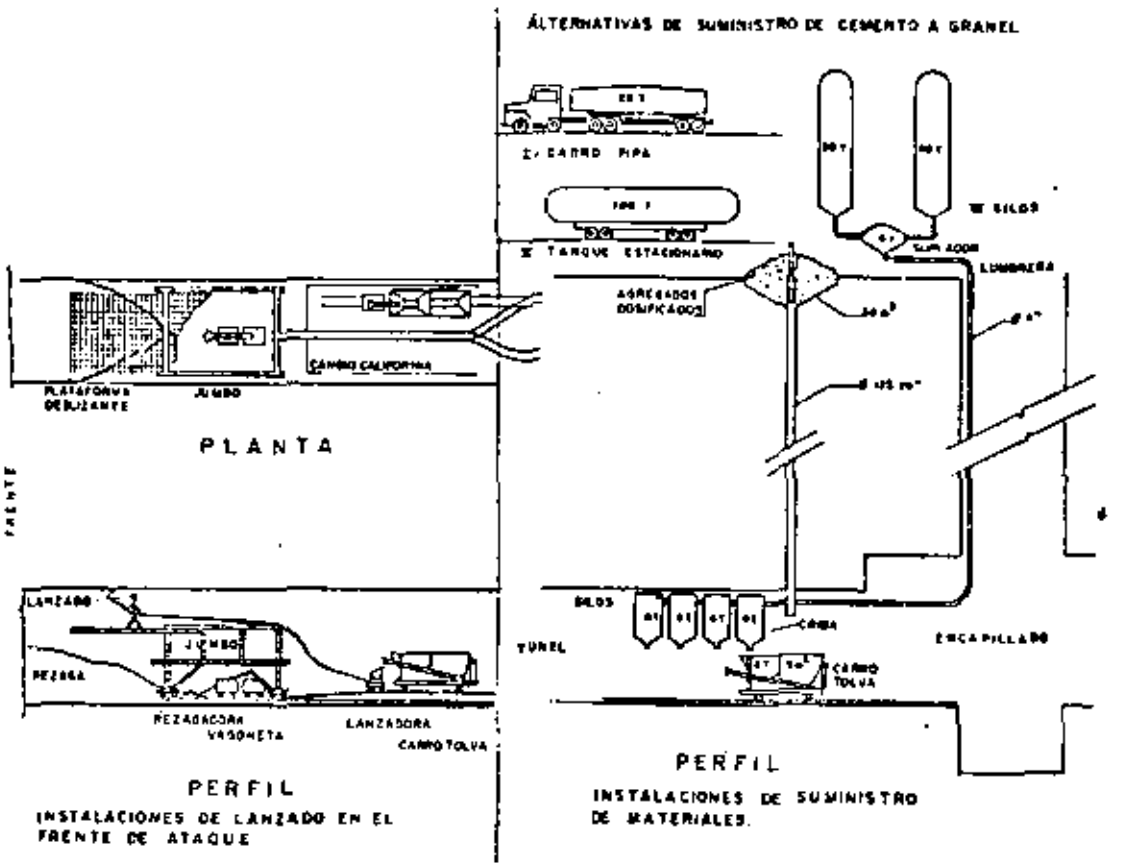
La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras 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.

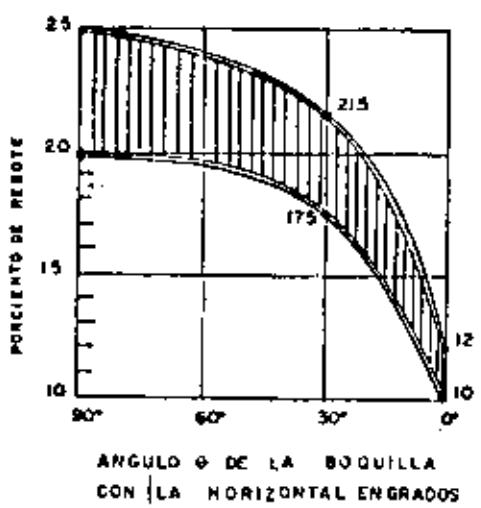
1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

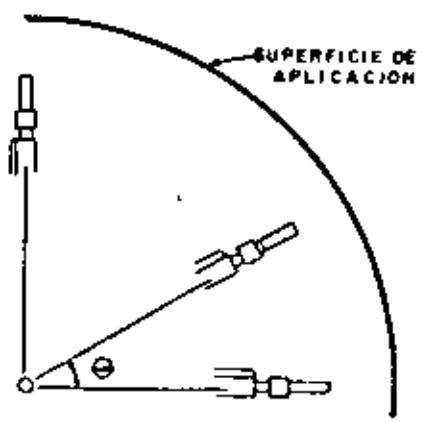
La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote o de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla 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.

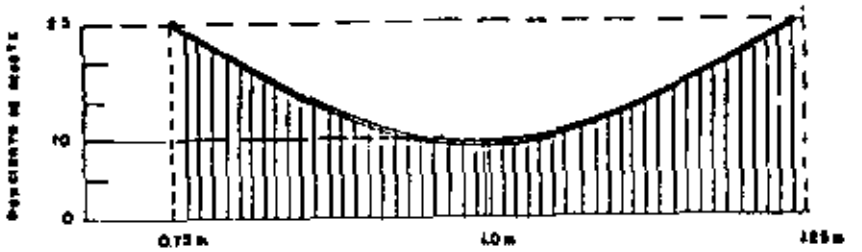
INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.



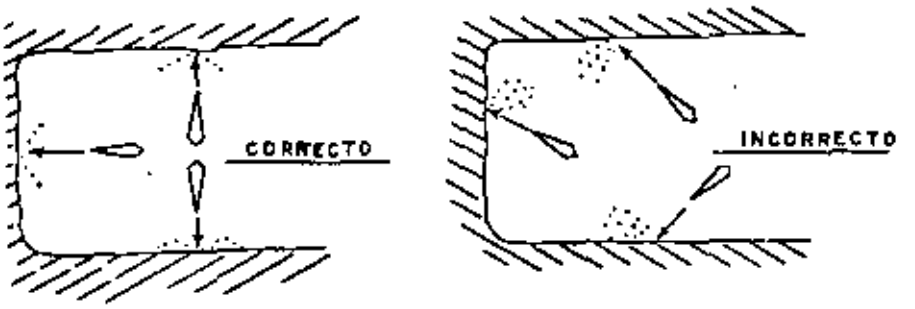


EFECTO DE LA DIRECCION DEL LANZADO EN EL PORCIENTO — DE REBOTE NOTESE QUE LA BOQUILLA SE MANTIENE ORTOGONAL A LA SUPERFICIE MIENTRAS QUE EL ANGULO CON LA HORIZONTAL VARIA. (SEGUN DROGSLER)

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.



DISTANCIA DE LA BOQUILLA A LA SUPERFICIE DE APLICACIÓN



ANGULO DE LANZADO

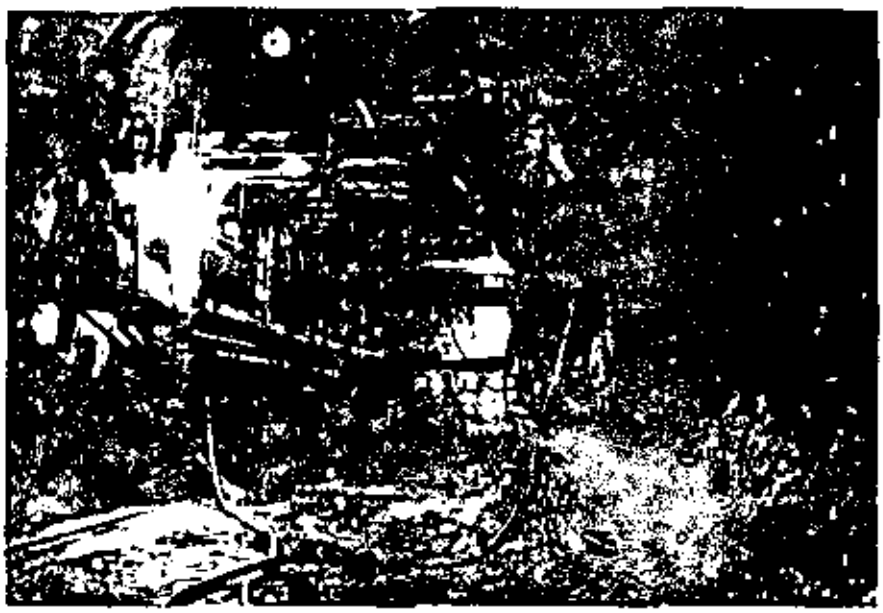
En el lanzado hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

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.

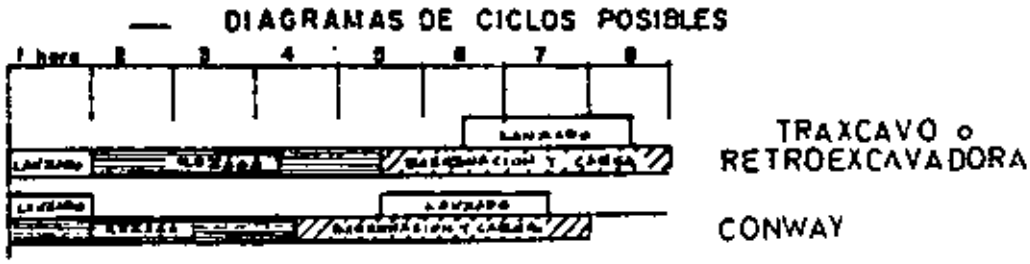
El arco o bóbeda requiere la primera aplicación, a véces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

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 ciclos 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.

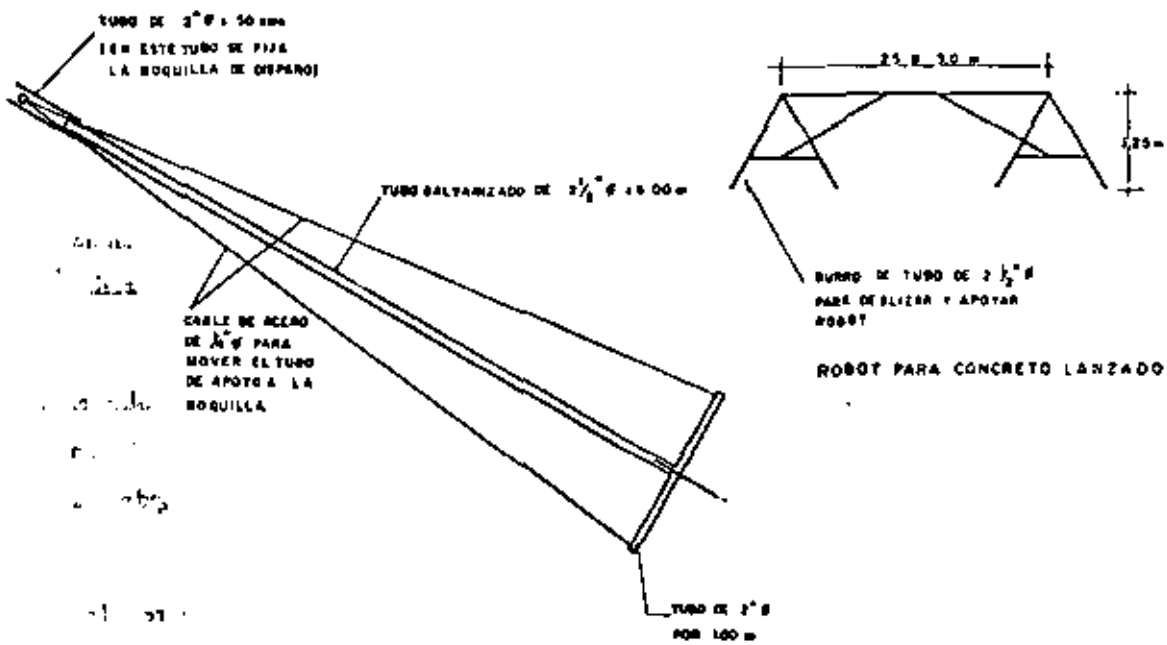
Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

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.

I-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 austriaca 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.

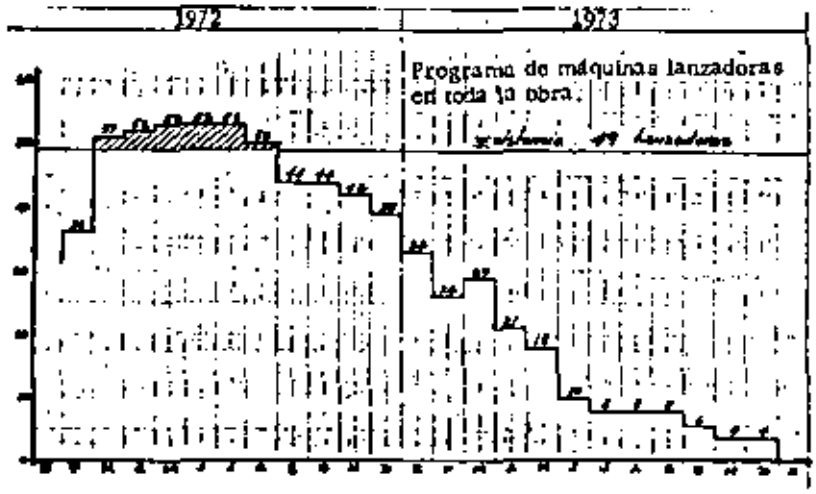
2-2 ORGANIZACION

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-F	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 solvas por lumbrera de producción (dos por frente y una extra), y una como mínima 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

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.

VI.- DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.
(Complementaria con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y especificamiento 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, de roca fracturada, lo cual no ofrece ninguna seguridad para poder trabajar con confianza en el avance, pequeños escurrimientos, superficialmente 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.
angulo del lanzado 90°-75° tiempo del traguado 60 Seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de --- refacciones y accesorios (incluir 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 los talleres que tienen la preocupación de tener en buenas condiciones estas maquinarias para su limpieza cada vez que haya oportunidad y hacerles el mantenimiento preventivo.

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado)

VII.- DESCRIPCION DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes)

1.- BARRENACION: De 1500-1423 hs. De 2005-2140 hs.
2.- CARGA: 1435-1451 hs. 2145-2230 hs. 3-TRONO: 1520 hs
22.40 hs. 4-REZAGA: 1520-1630 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 313-7001 y 317-7003; OCASIONAL 1 cargador de lanz. 2 Ayts. de lanz. 1 op. de aliva 2 Ayts. de op. de aliva

c) Descripción del sistema de adare y del procedimiento de instalación. Se continúan colocando en las lanzaderas a base de barras de 1 1/4", recibiendo el marco de acero. Con 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 :

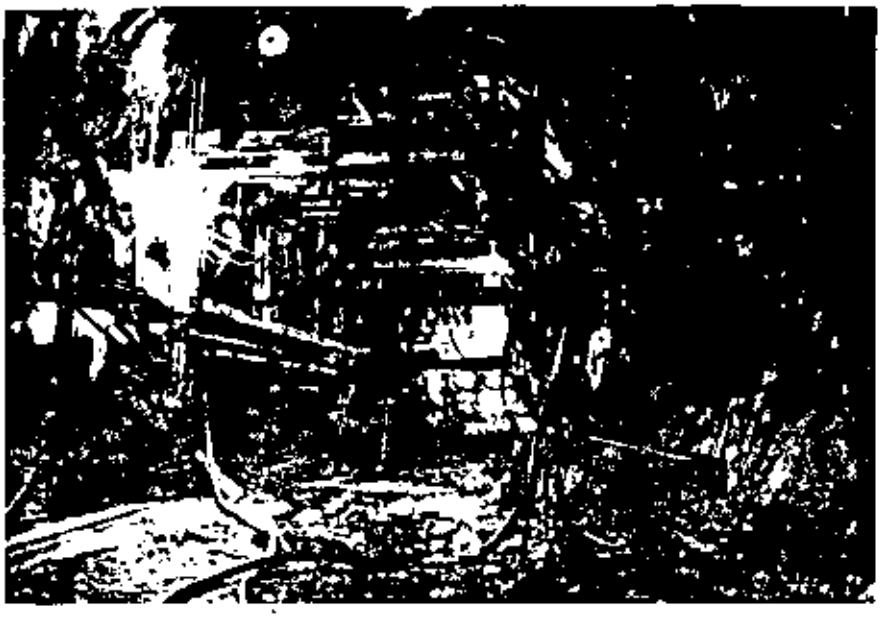
de 5 a 17h Durante el turno del día no se lanzó se estuvo barrenando para salidas de agua y terminando de recibir el marco. Se barrenó la media sección de arriba de 12:15 y tomó 15:15 hasta las 16:45 no se lanzó el concreto.

R E V I S O :

S U P E R V I S O :

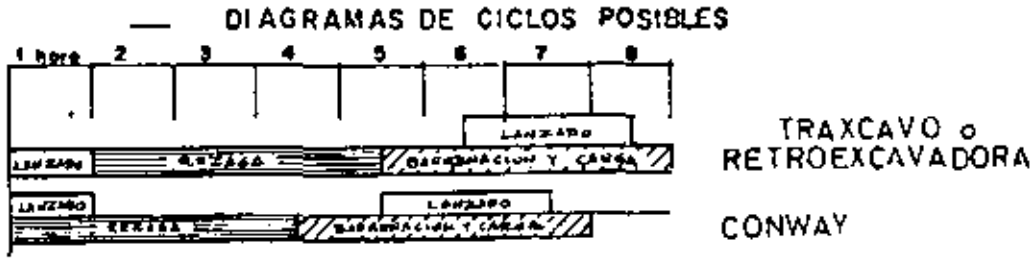
Ing. Alfonso Vargas Hdez.

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.

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

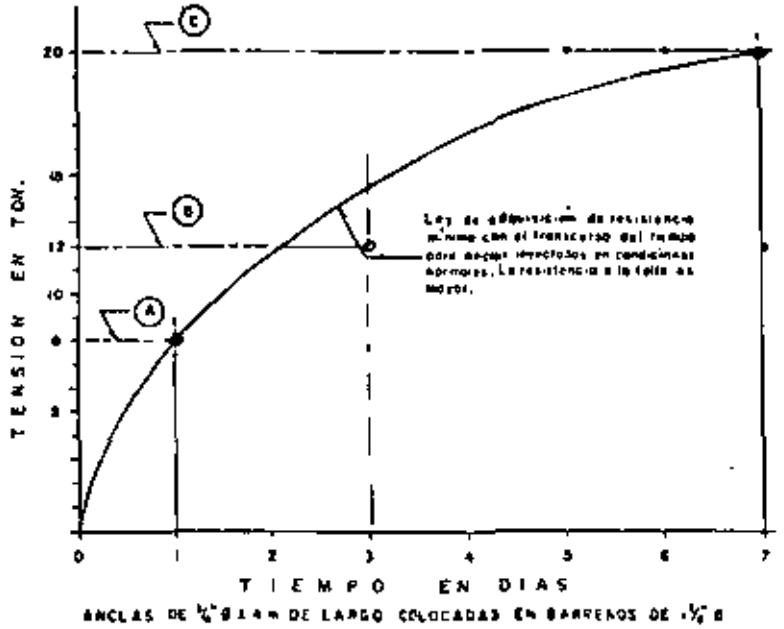
Localización de la lechada muestreada			Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm² a la edad de:		
Lumbrera	Frente	Codenamiento		1 día	3 días	7 días
5	56	0+725	3-X-72	31	60	216
6	65	0+180 (muro)	3-X-72	48	163	226
5	54	0+500	10-X-72	58	129	209
5	56	0+750	10-X-72	42	102	183
5	54	0+595	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	11-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 suspendió, 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 4 m DE LARGO COLOCADAS EN BARRENOS DE 1½"Ø

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de los 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+260 (Nov. 14,72)	7	1.0	16.0	Falló en la cuerda de sujeción.

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de los anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud de la 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 fracturada.
L5 Fte. 56				
Cad. 0+390	7	2.7	20	Nota 1
0+532 Muro oriente	7	2.7	4	Aparentemente estuba 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+125 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	Presentan inyección deficiente.

Nota (1) Prueba suspendida a los 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 G5-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/cm² a la edad de:		
Lumbrera	Frente	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	54	04674	13-XI-72	17	81	122
5	54	04674	13-XI-72	12	53	106
5	54	04840	4-I-73	20	121	149
5	56	04980	4-I-73	20	82	128
6	65	04461	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 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmorilonítico 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.

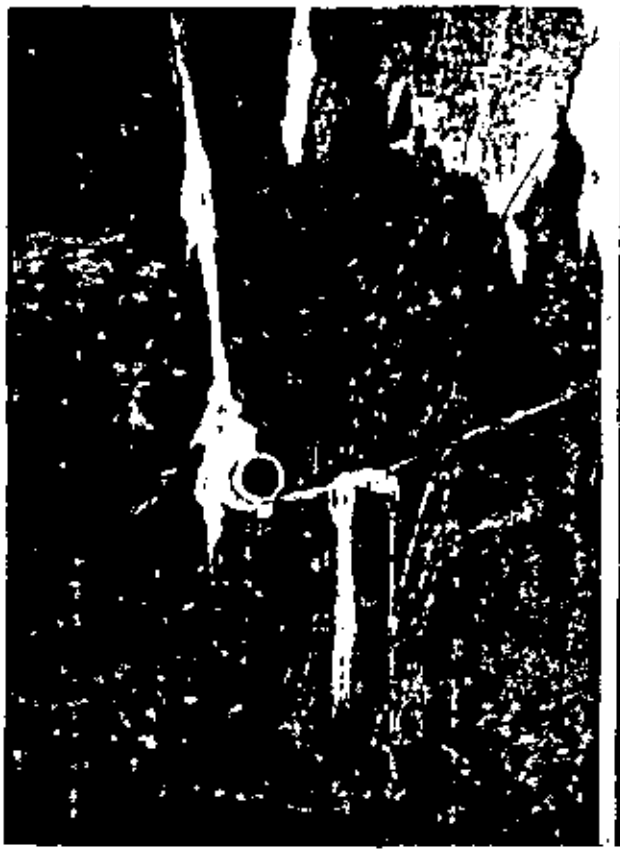
2-4. COMPONENTES Y TECNICAS

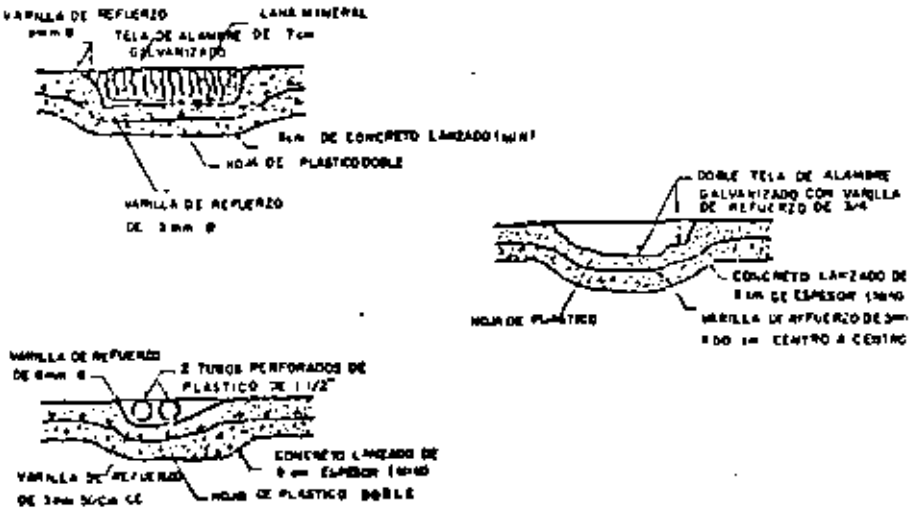
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

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 habría 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 adelme 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 grancaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el adelme 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

FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

Ing. Jorge Humberto de Alba C.

MARZO, 1982

de M' fa Calle de Tacuba 5 pr' Deleg. C htemoc M' , 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:

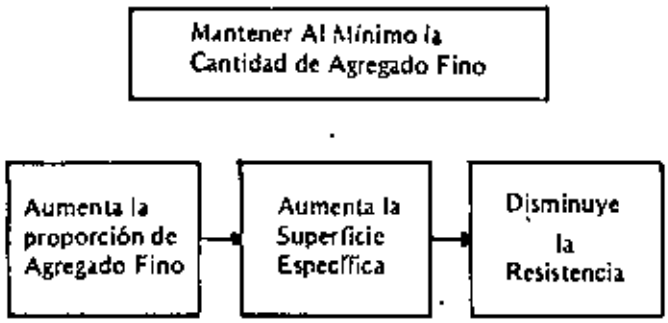
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando 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.

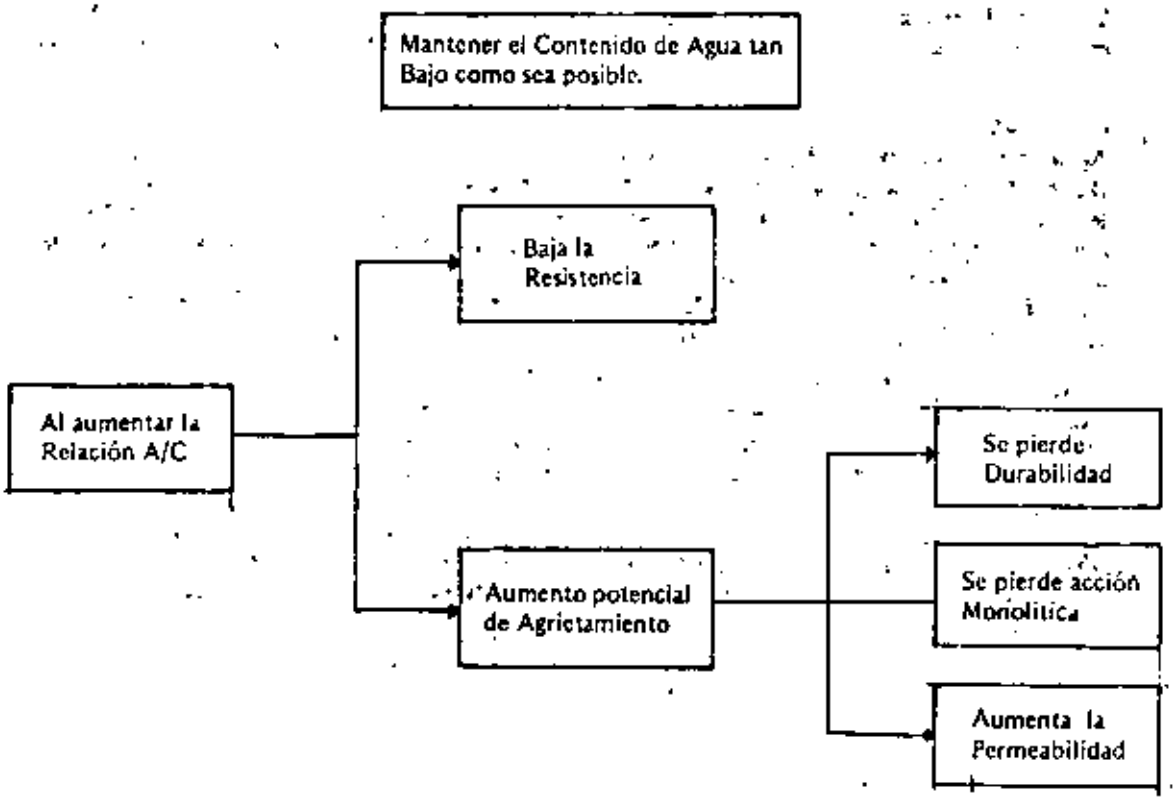
Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente 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

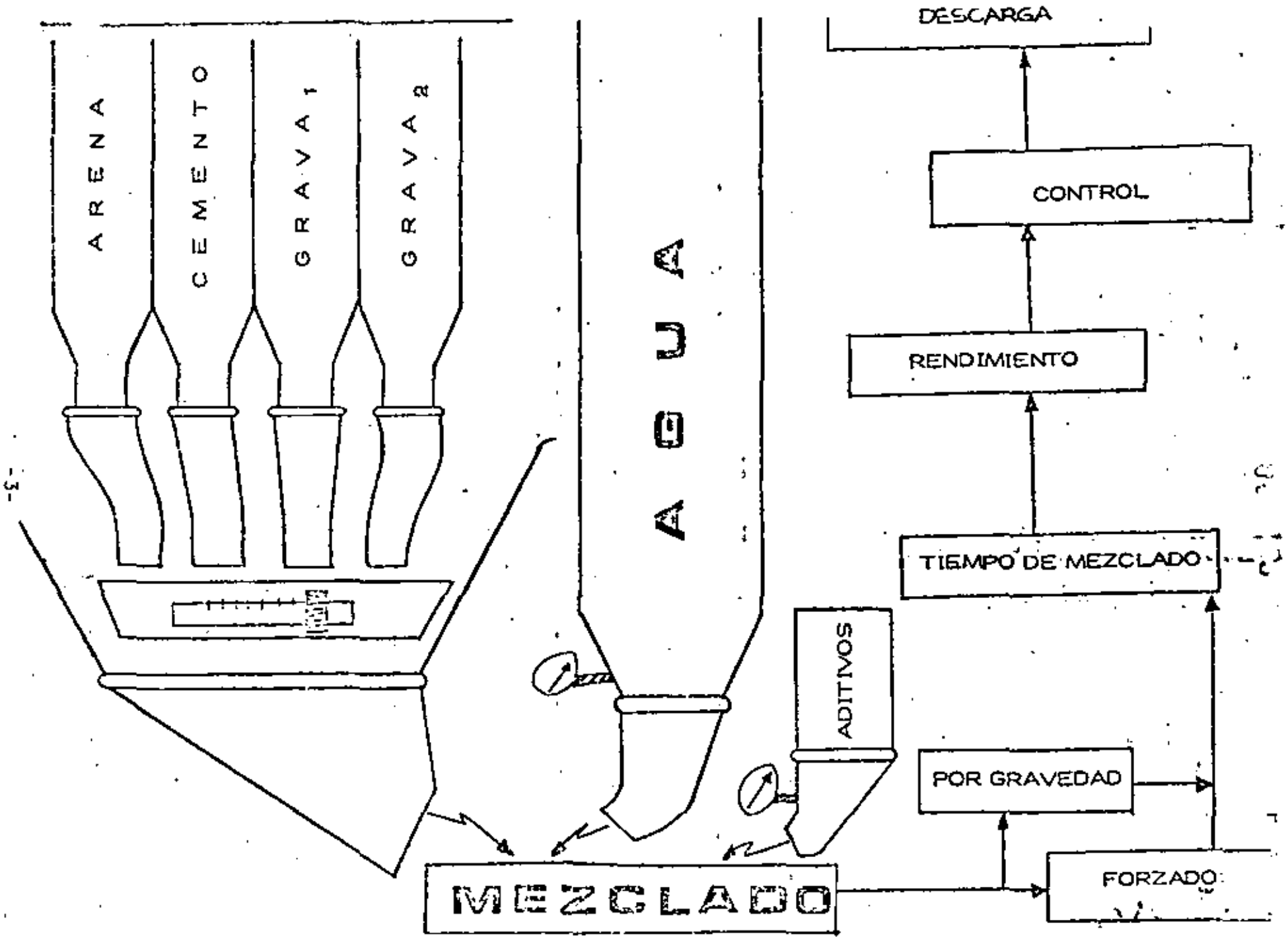
con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua–cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio 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.

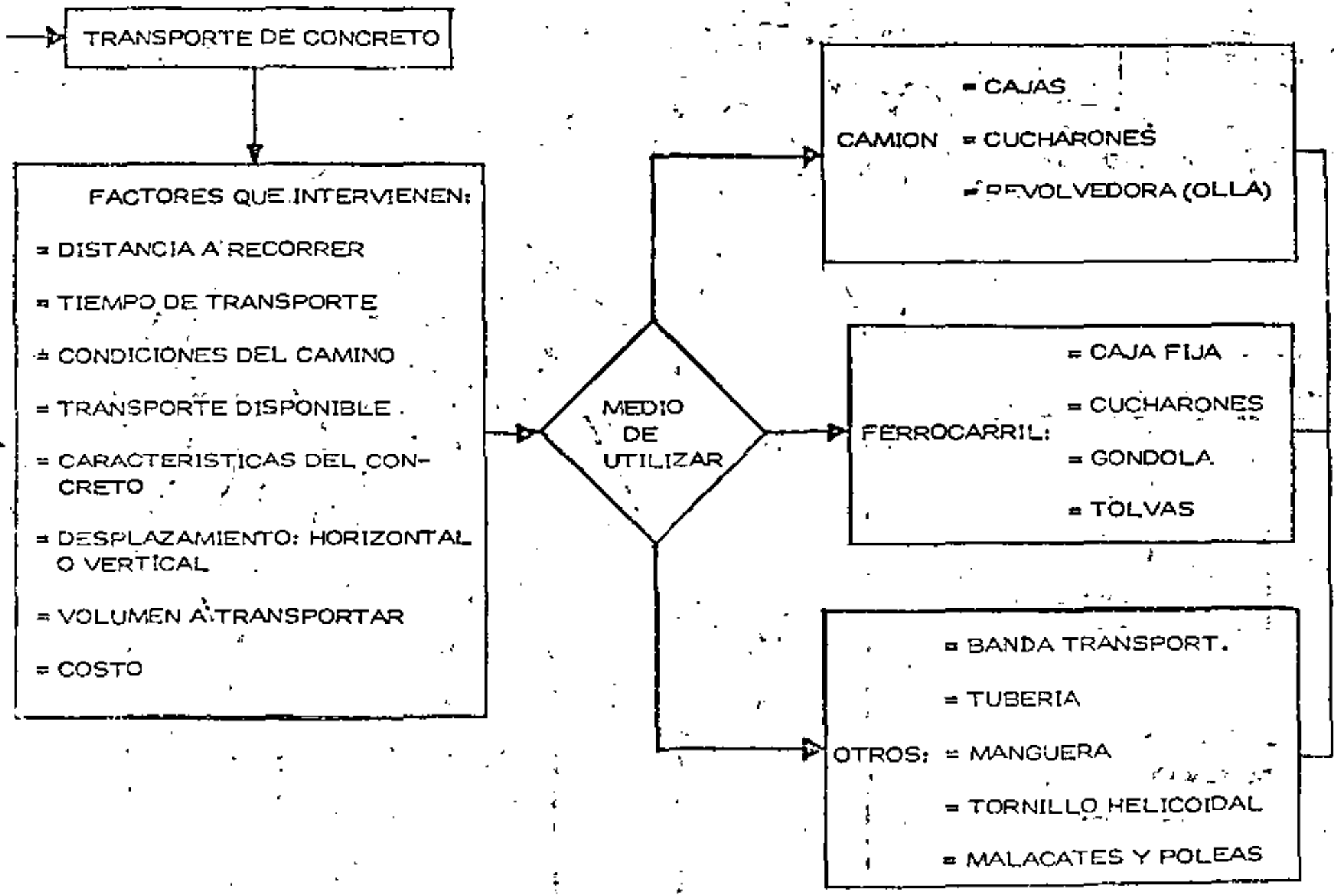
RECOMENDACION

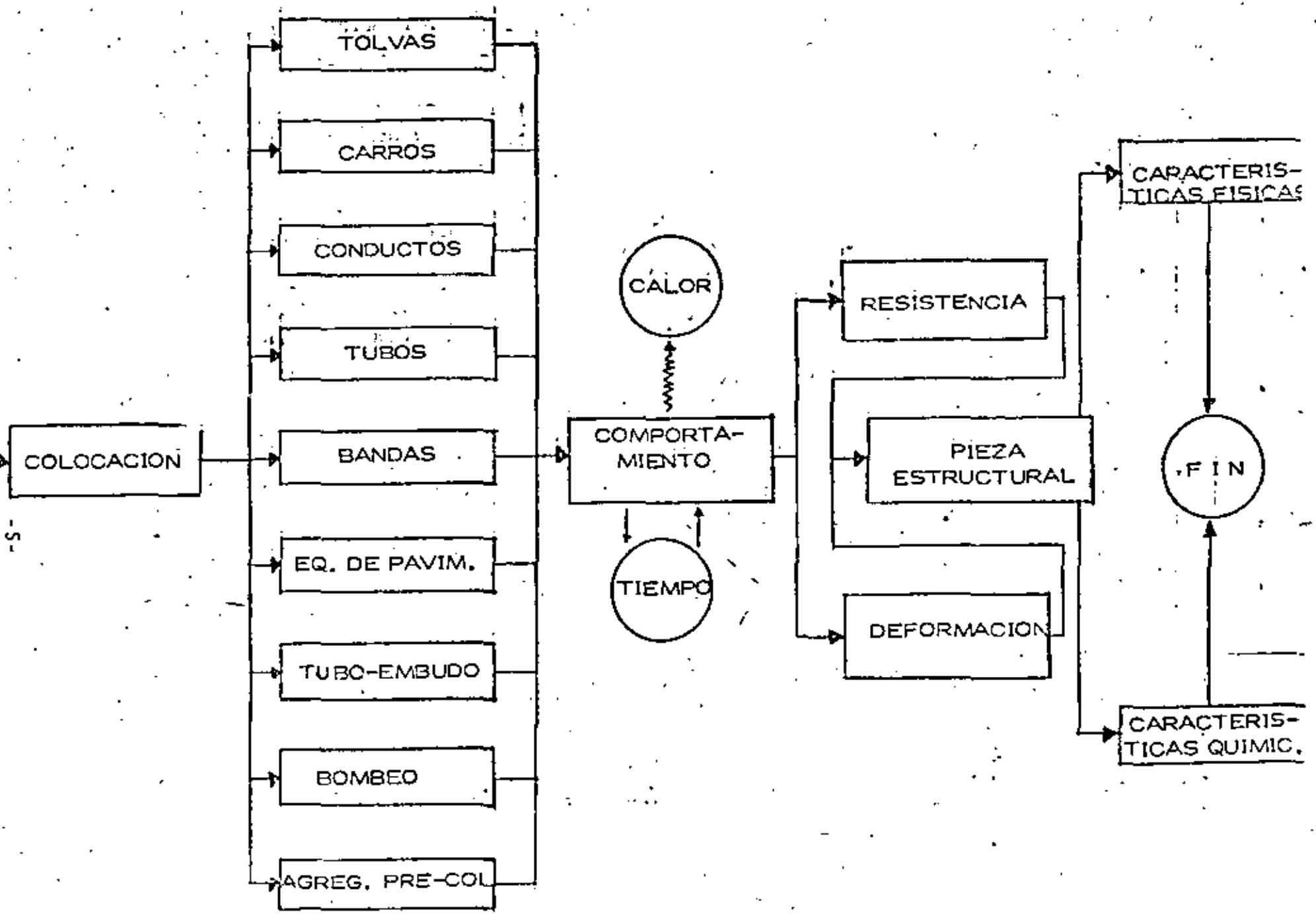


RECOMENDACION




ARENA
CEMENTO
GRAVA 1
GRAVA 2
AGUA
ADITIVOS
MEZCLADO
FORZADO
POR GRAVEDAD
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.
FIN

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.

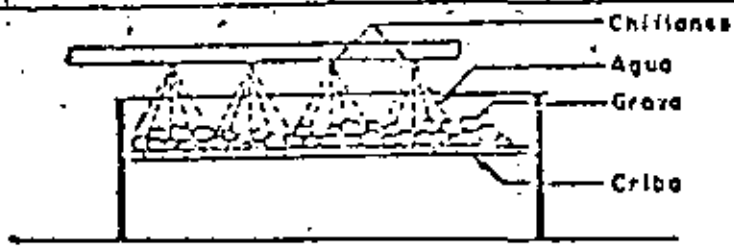
2.12 Agregado fino (arena).

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.

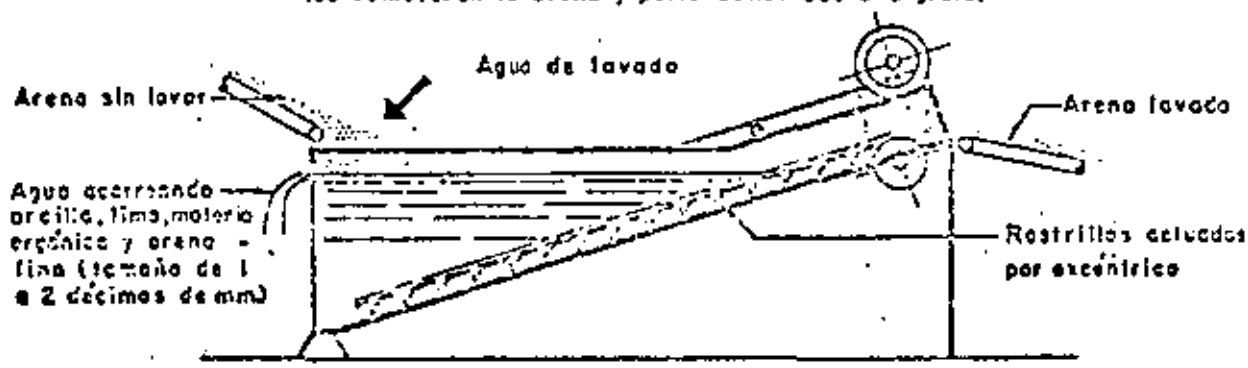
El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pués aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado 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-

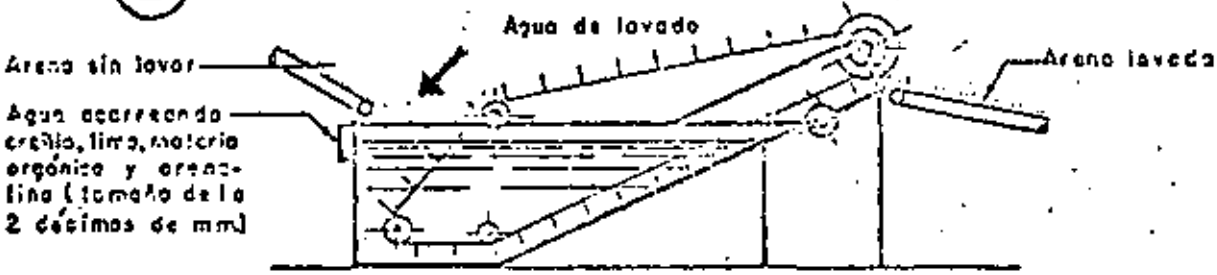


1 LAVADO DE GRAVA

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

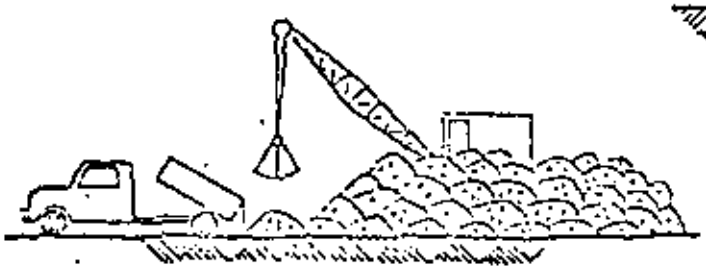
4 ELEVADOR DE CUSANO LAVADO DE ARENA

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 grueso y grava, además provee mayor plasticidad y trabajabilidad en las revolturas.

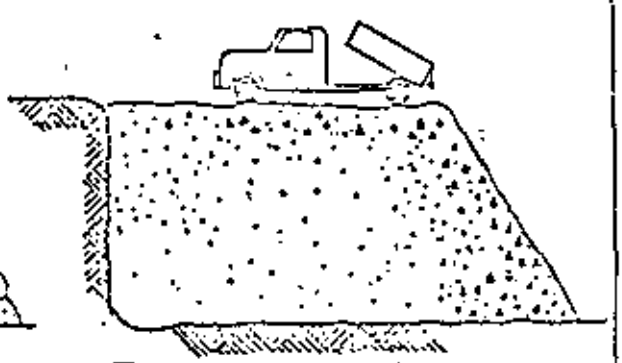
TITULO

LAVADO DE AGREGADOS



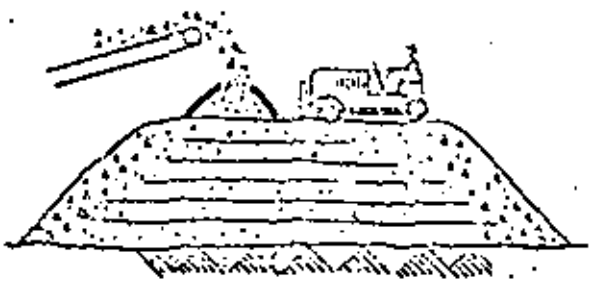
1 PREFERIBLE

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.



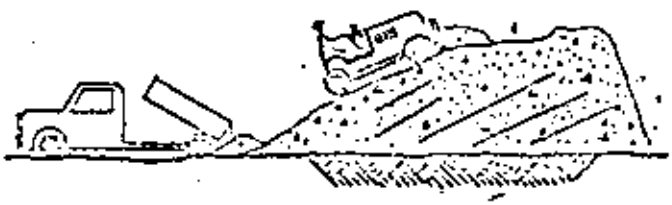
2 OBJETABLE

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.



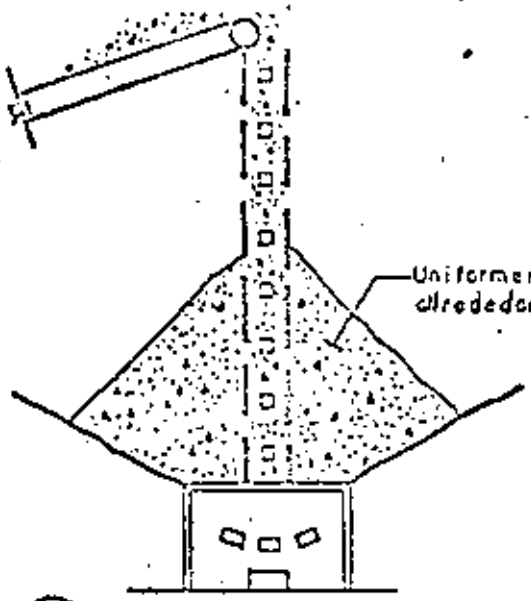
4 GENERALMENTE OBJETABLE

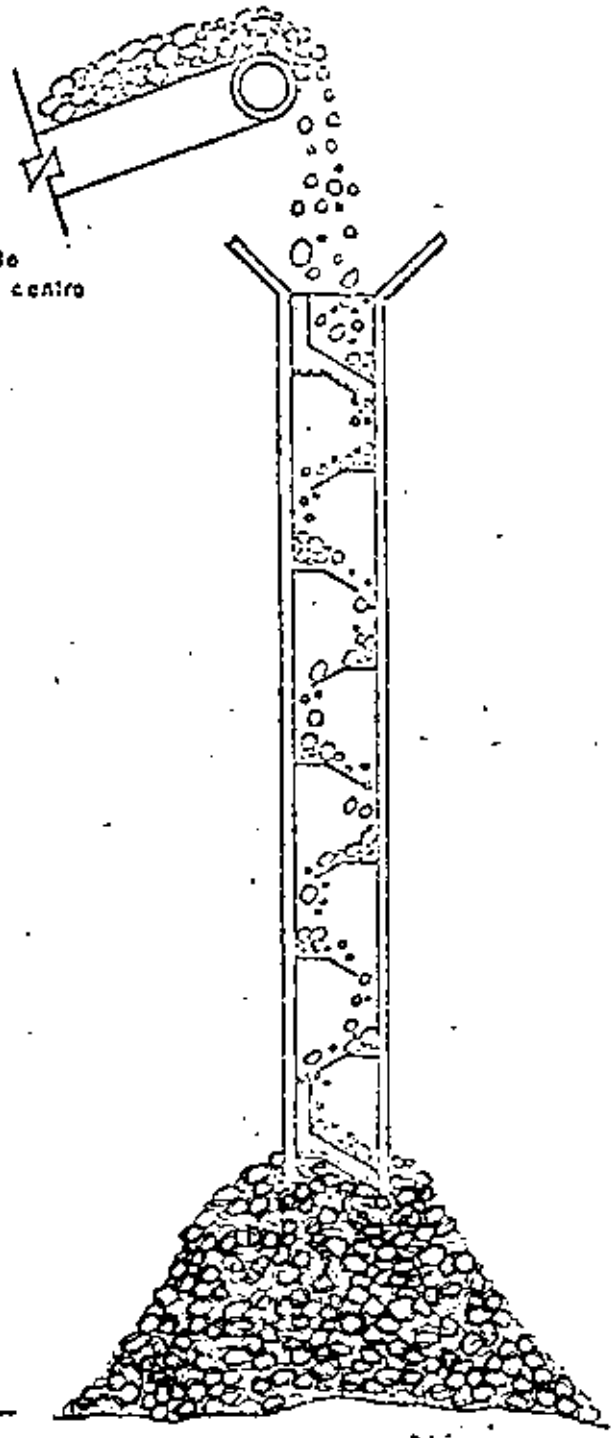
Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

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.

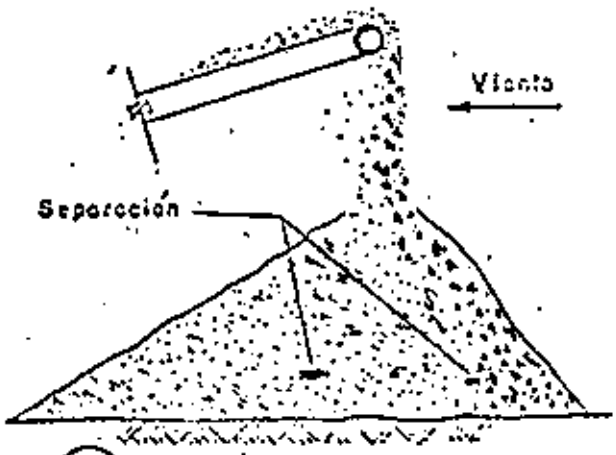
TITULO: MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS





1 CORRECTO

Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea coa 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)

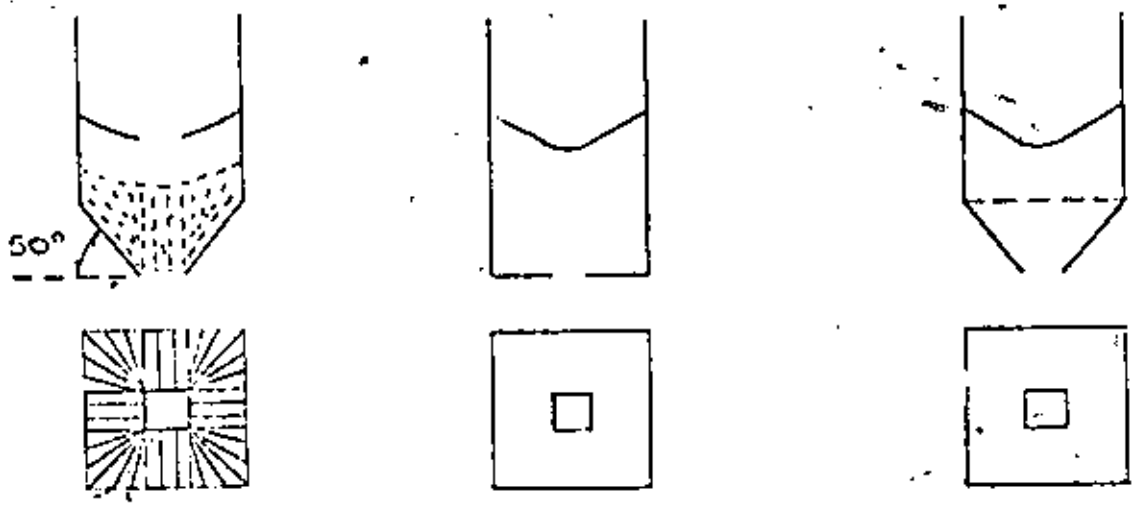
3

Cuando se apilen agregados de tamaño grueso 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

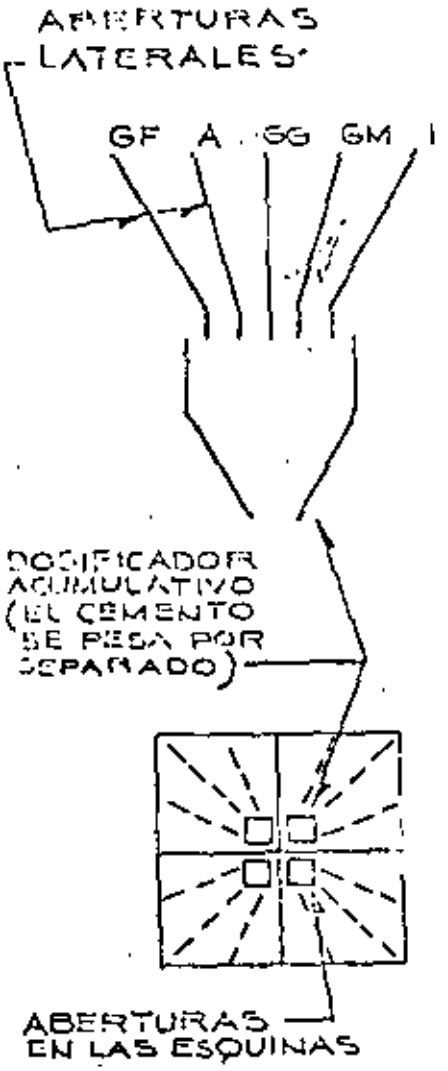
EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA, DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME

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

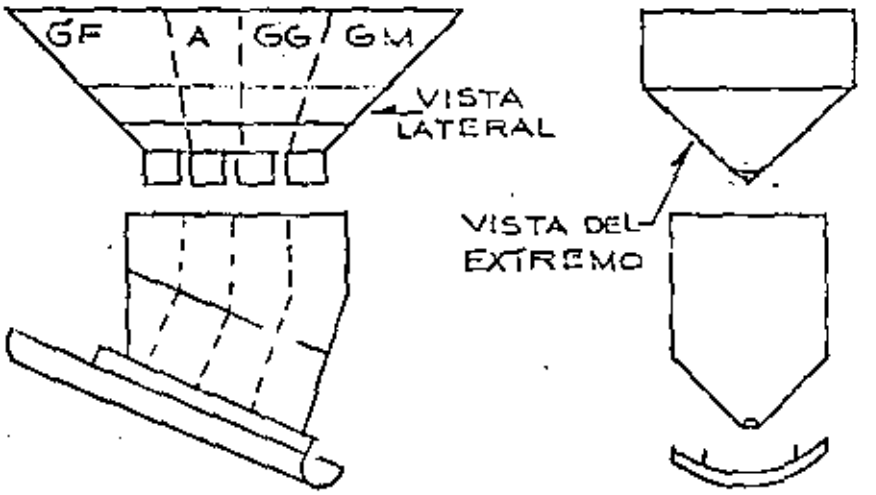
d



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.

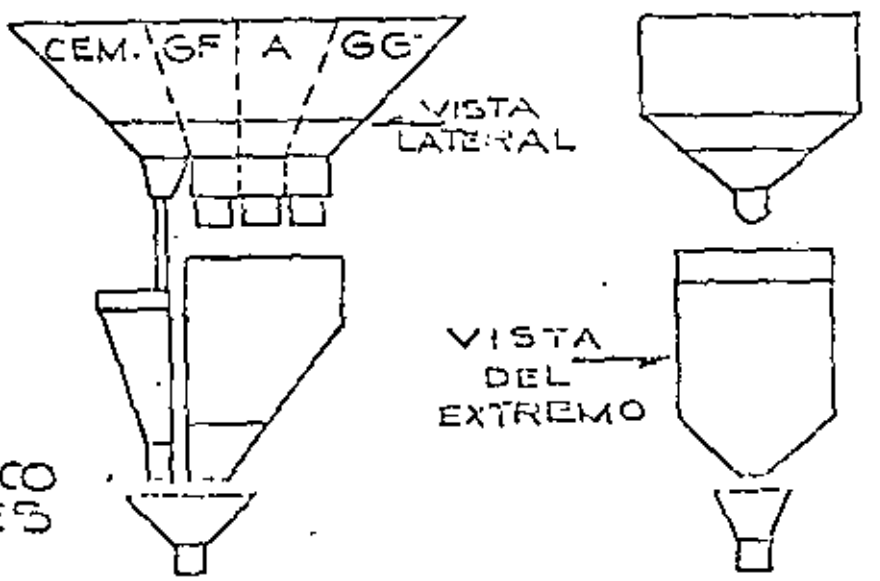
e



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/cm².), 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.

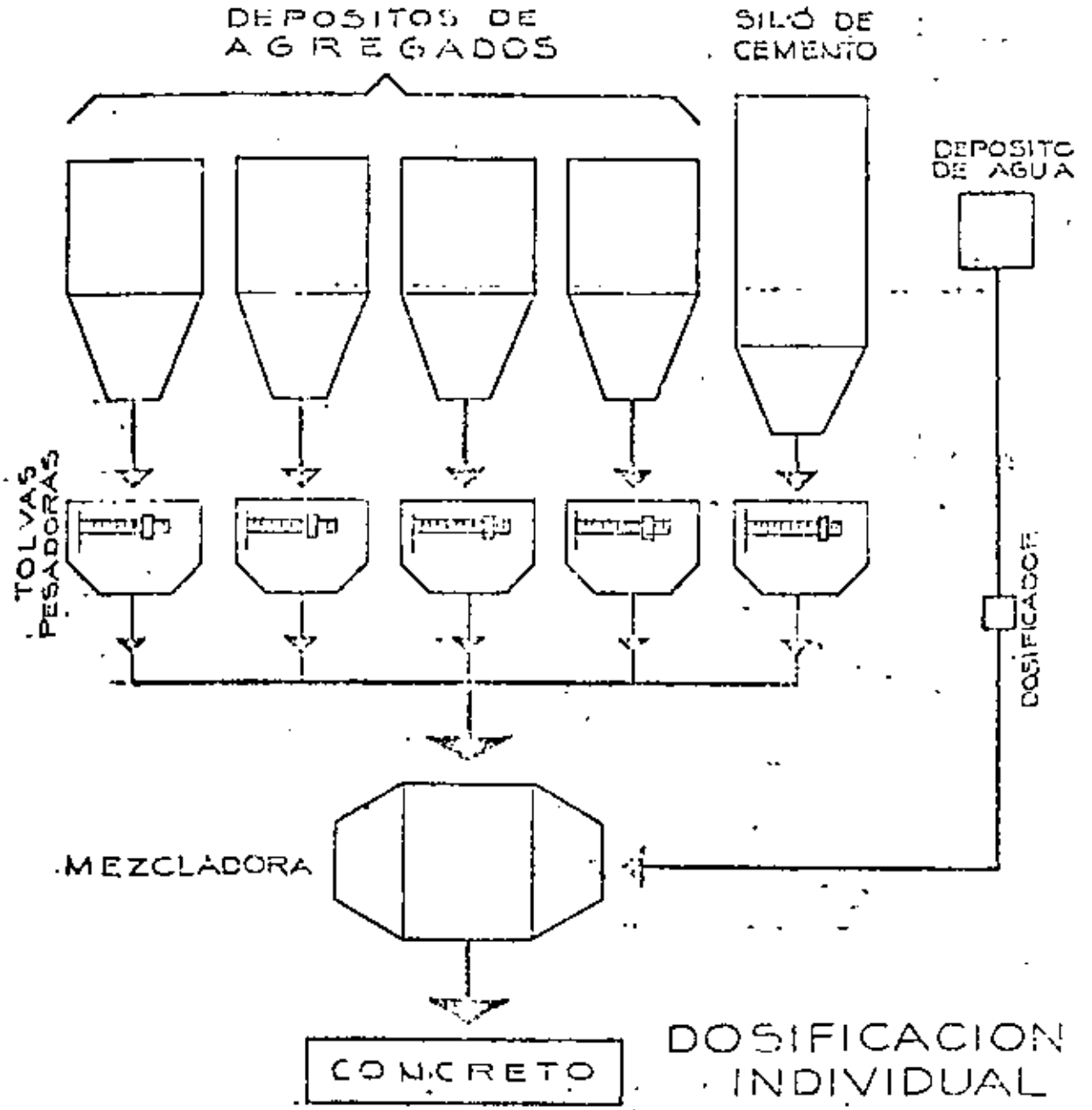
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

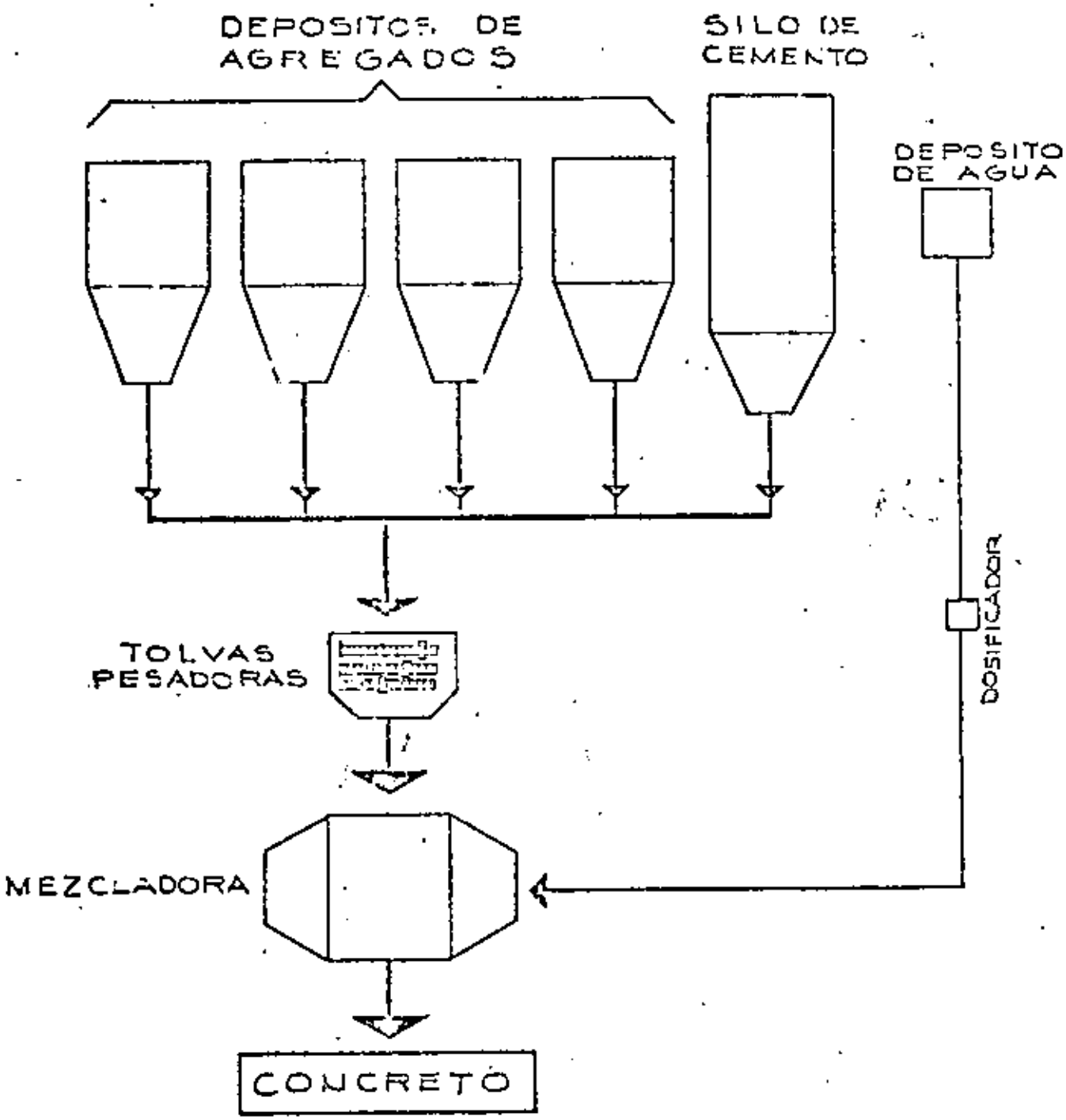
MEDICION

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 m^3/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 ±0.3% del cero, o 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 ±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 motriz 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 momenmiento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

MANEJO Y TRANSPORTE

1 ...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

23
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.

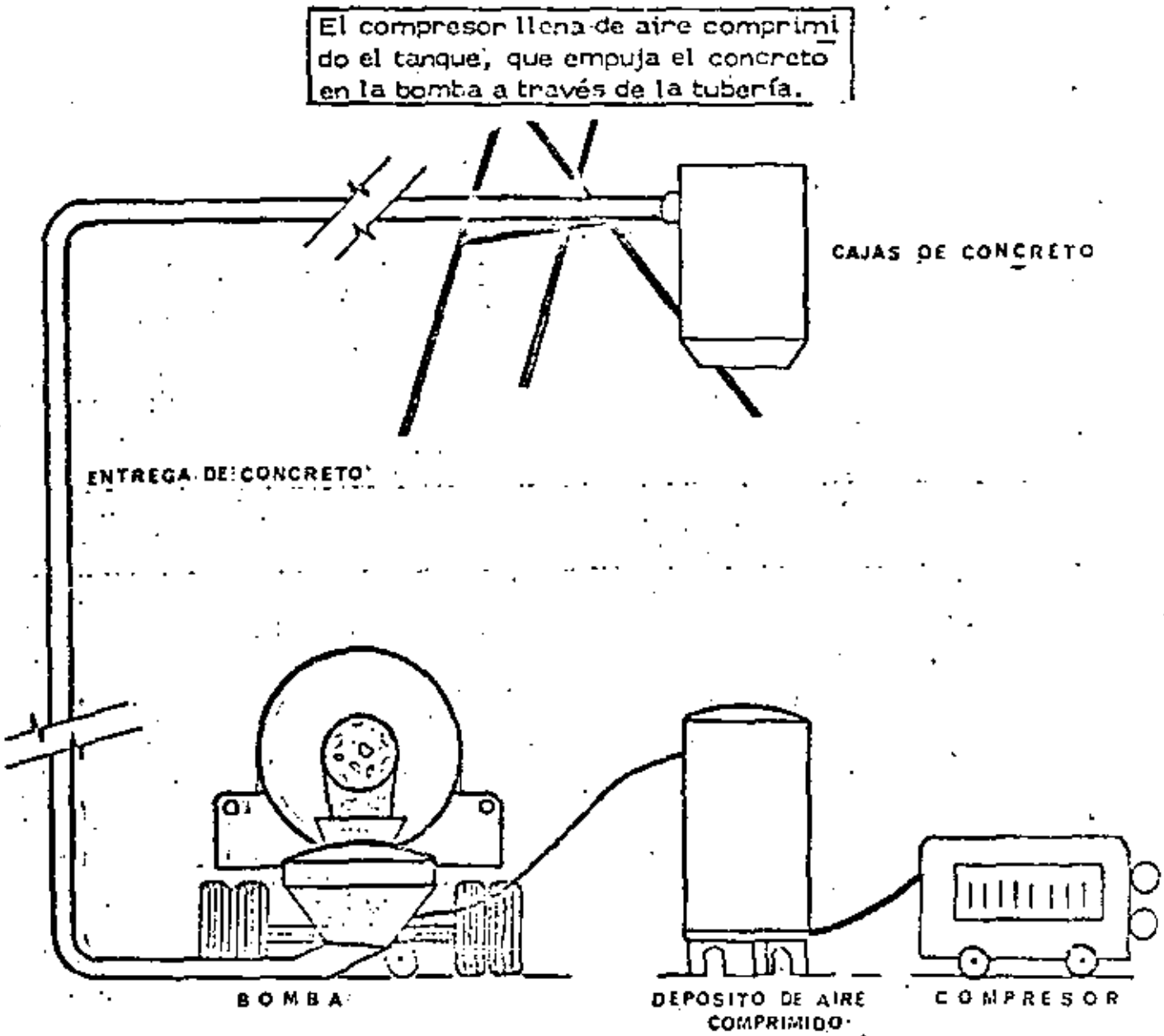
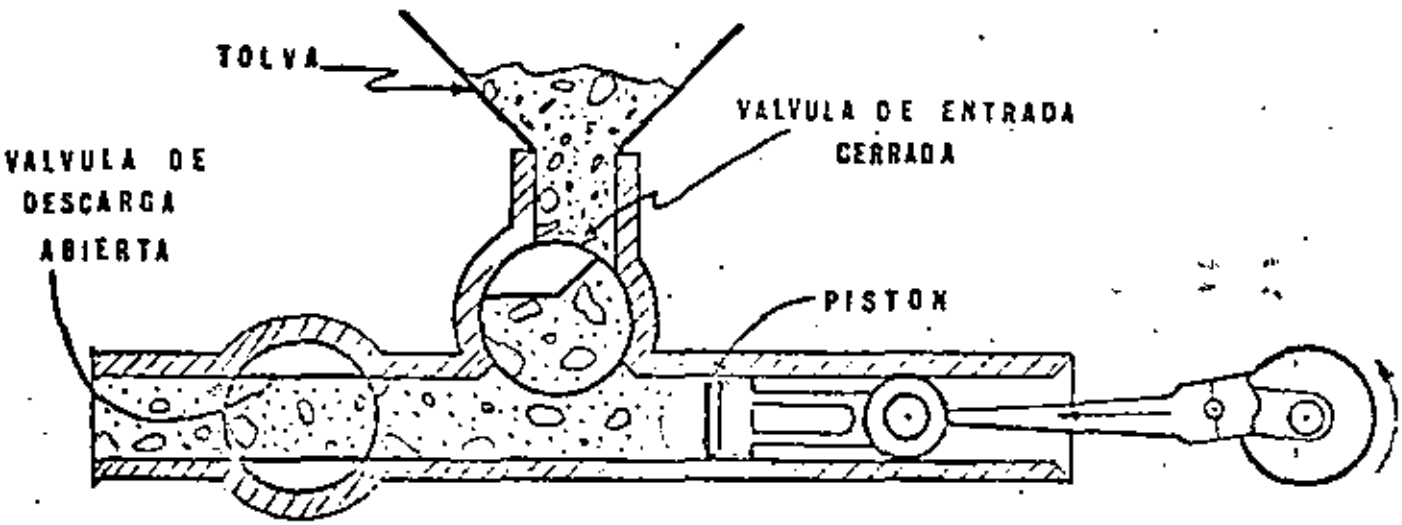
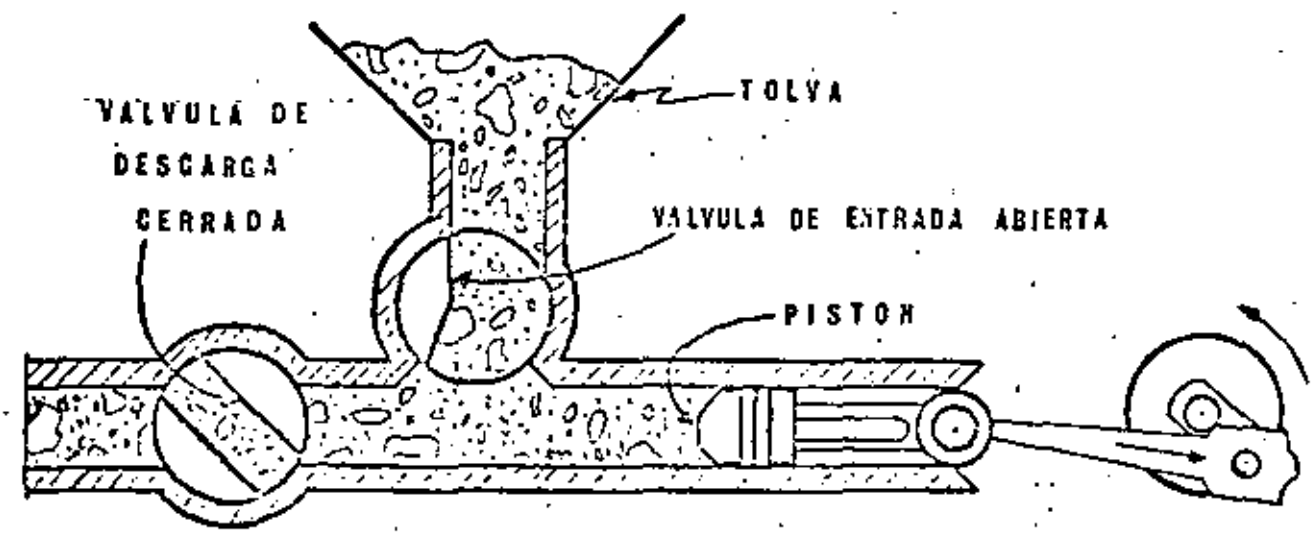


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

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 continuos 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.

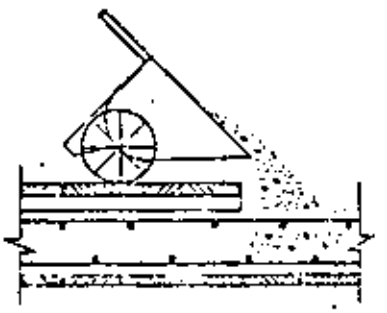
d) Tubo tremie (tubo embudo)

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

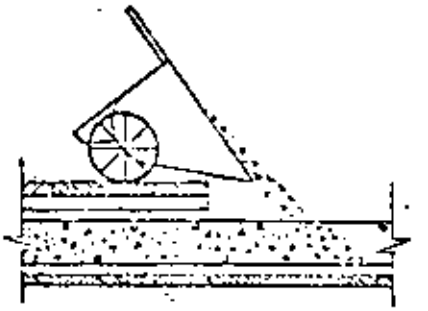
2o. Excavación mediante equipo especial.

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



(1) CORRECTO

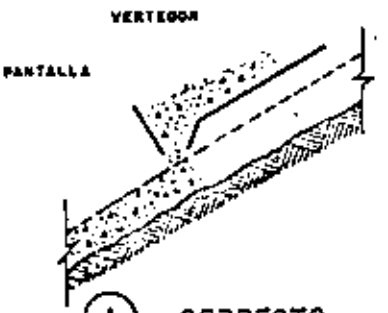
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA DEL CONCRETO COLADO



(2) INCORRECTO

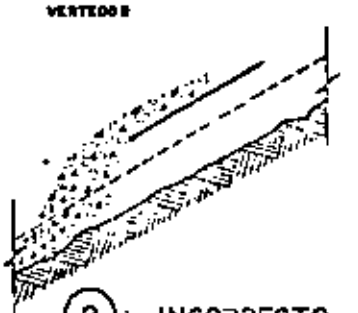
VERTER EL CONCRETO ALEJANDOSE DE LA CARA DEL CONCRETO COLADO

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 YA 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	N O R M A	
		HOJA DE	

CORRECTO

Se empieza la colocación en el fondo de la pendiente de tal manera que al aumentar la compactación por el peso del concreto vaya que se agrega. La vibración sumida.

INCORRECTO

Se empieza la colocación en la parte superior de la pendiente. El concreto en vibración se segrega, especialmente cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibración sacude el fluido, y deja el agua del concreto de arriba.

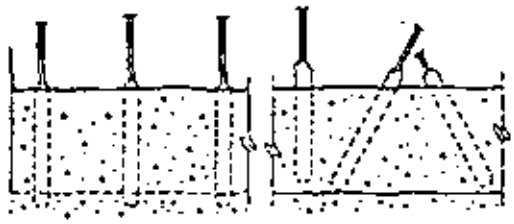
CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES

CORRECTO

Penetración vertical del vibrador algunos centímetros dentro de la capa colocada anteriormente (10 cm) tendrá doce veces el valor en pulgadas). A intervalos regulares se encuentra que de una profundidad considerable.

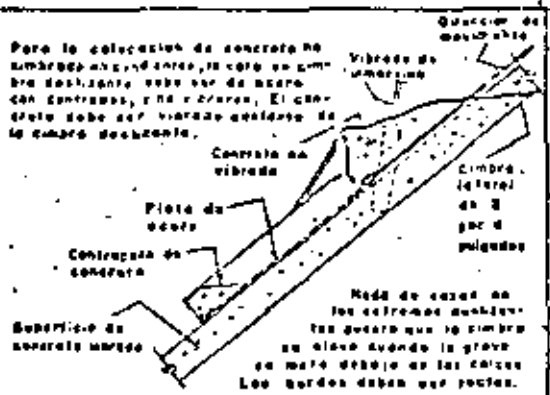
INCORRECTO

Penetración al azar del vibrador en todos los ángulos y sin una estructura previamente diseñada para conseguir la compactación mecánica de las dos capas.



LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA

Para la colocación de concreto no sumergido en cimbras, la cara en pendiente deslizante debe ser de acero con contraflechas, y no cilíndrica. El concreto debe ser vibrado cuidado de la cimbra deslizante.



Nada de cazos en los extremos deslizantes porque que la cimbra se eleva cuando la grava se mete debajo de las cajas. Los bordes deben ser rectos.

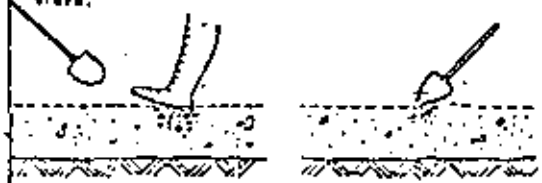
COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

CORRECTO

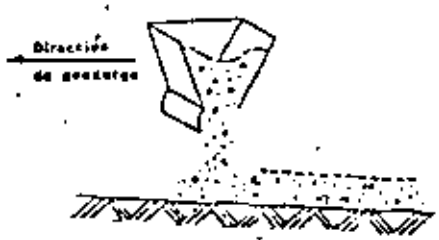
Con una pala se pasa la grava a las bolsas de piedras o otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida a vibra.

INCORRECTO

Tratar de corregir la bolsa de piedra rellenando mortero y cohesionándola en la zona.



EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO



CORRECTO

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

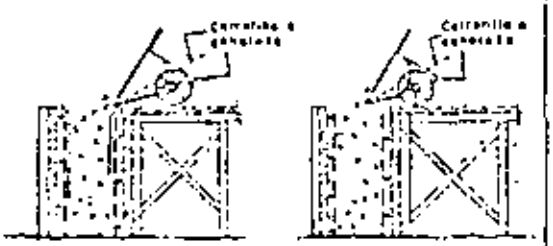
INCORRECTO

Descargar de manera que la pala dirija se resbale y acumule sobre cimbras o sobre bases.

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

	COLOCACION DEL CONCRETO	NORMA 6303 REV
		HOJA DE

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

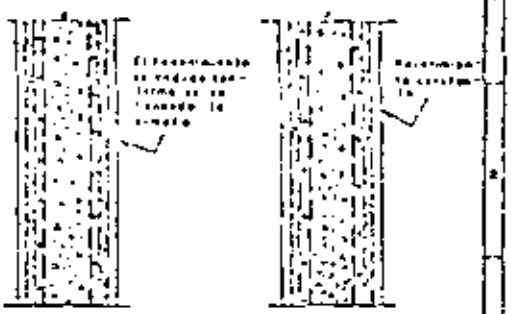


CORRECTO — INCORRECTO

Descargando el concreto en un colector con una manguera flexible y flexible. Esto evita la segregación. La cimbra y el acero estarán limpios hasta que los cubra el concreto.

Permite que el concreto del canalón o la canaleta se quede en el centro de la cimbra y rebote en las varillas y la cimbra causando segregación y huecos en el fondo.

COLOCANDO CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS



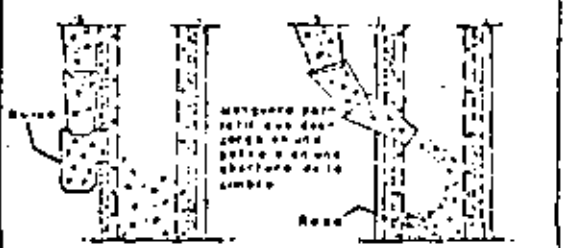
CORRECTO — INCORRECTO

Necesariamente el concreto se hará llegar en el fondo de cimbras estrechas por fundir y se tiene que vaciar conforme se alcanza la parte superior. El movimiento de ajuste hunde o aquieta la consistencia del concreto. La contracción por asentamiento es mínima.

Usar el mismo revenimiento en la parte superior como en la inferior, lo que en el fondo hace que se vea un bien revenimiento, pero en la parte superior produce un exceso de flujo y de segregación, pérdida de cemento y disminución de la resistencia superior.

CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS

CORRECTO — INCORRECTO

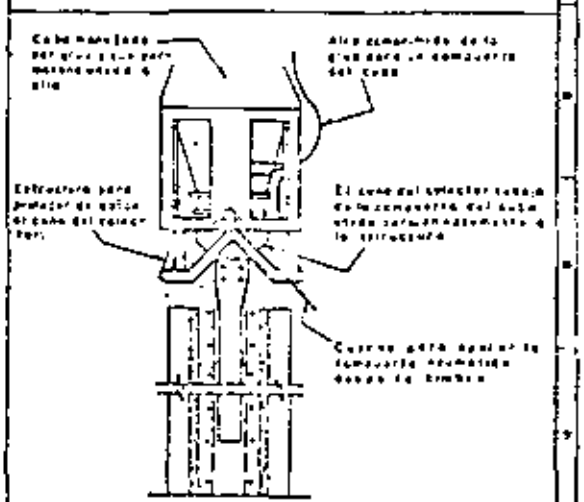


CORRECTO — INCORRECTO

Caída vertical del concreto en bolsas exteriores después de cada abertura de la cimbra, permitiendo que el concreto se estanque y tienda fácilmente a la cimbra sin segregación.

Permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras, y que tienda un ángulo con la vertical. Esto inevitablemente resulta en segregación.

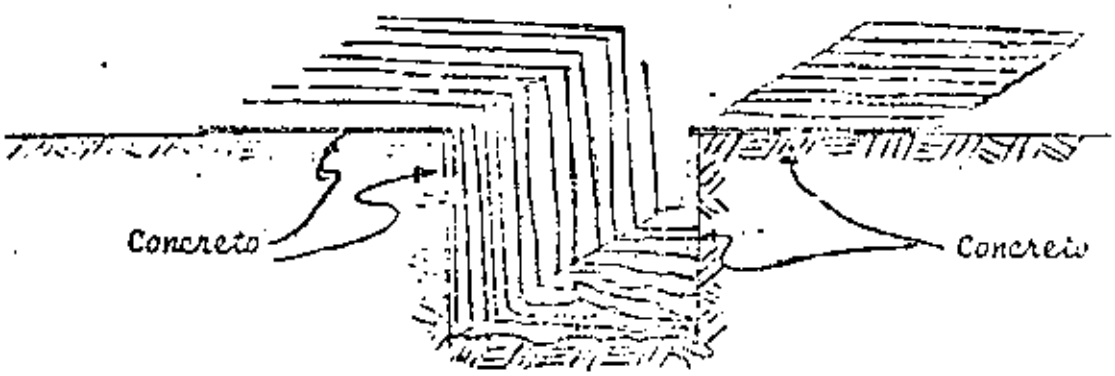
COLOCACION EN PUNTOS PROFUNDOS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA



Conducto de cinta flexible apoyado al cimbra. El concreto se vacía en pequeñas cantidades, permitiendo que se deslice para el menor tamaño de agregado posible de ser relativamente grande para el mejor.

COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS

COLOCACION DEL CONCRETO	NORMA	REV
	04	
	HOJA	



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 ademe.

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 mas.

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

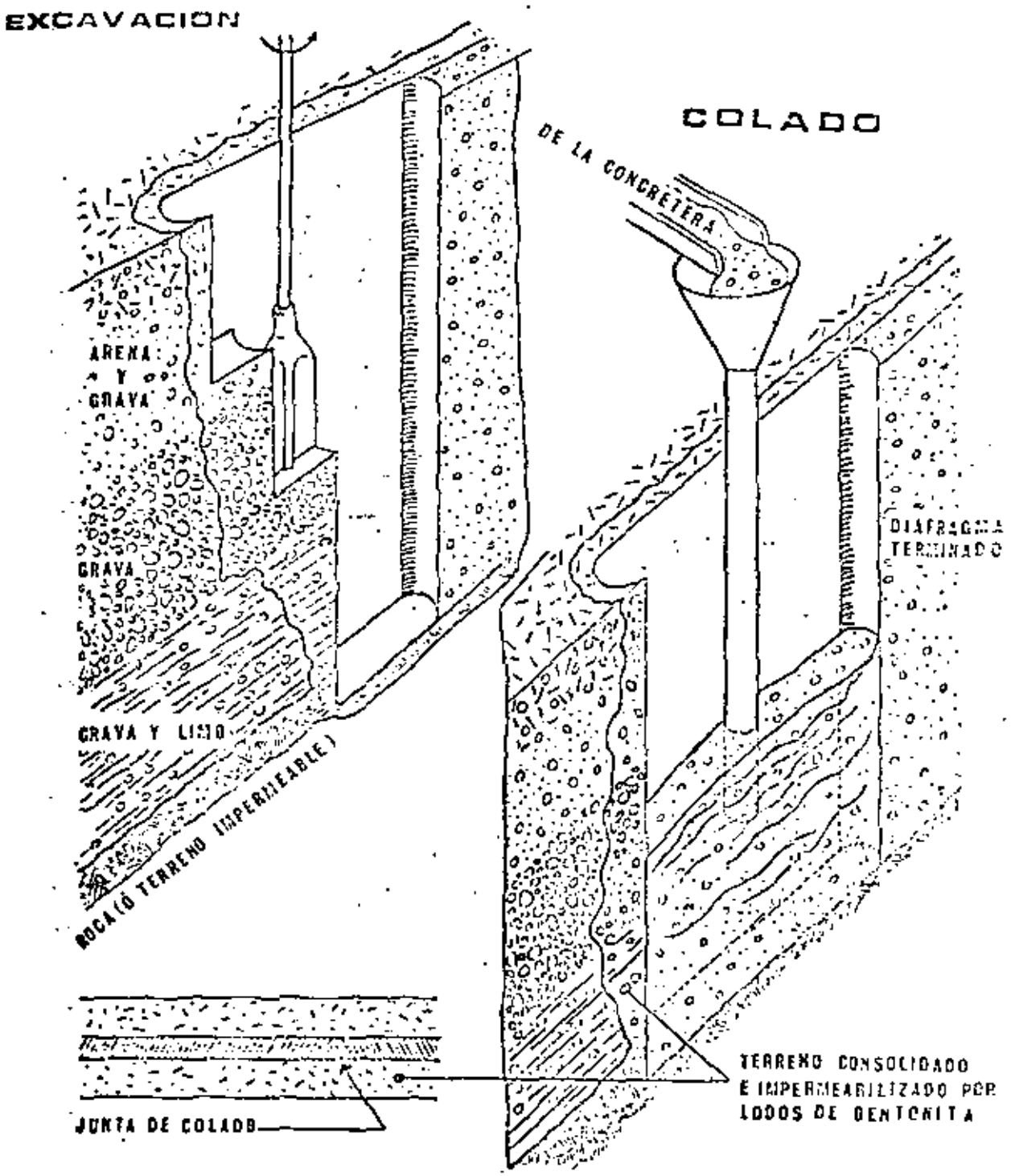
e) Bombeo

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 area 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 caída 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.

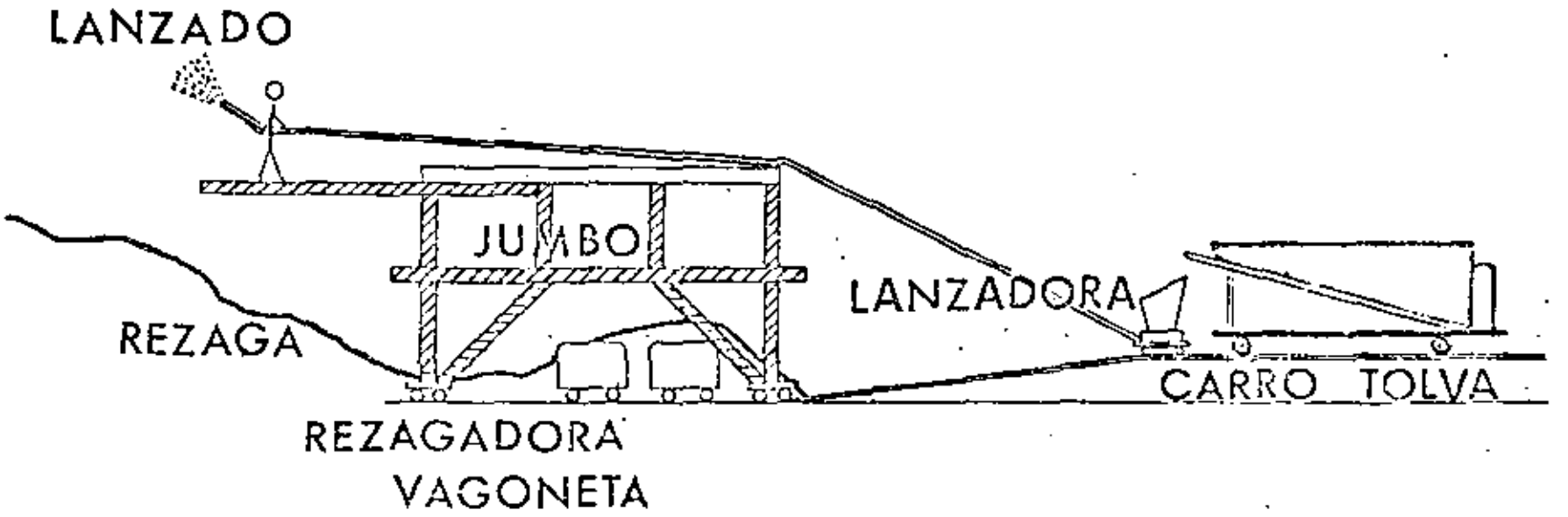
h) **Concreto lanzado**

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 récord 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 constituídos 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 continuamente 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 hidraulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

A. JUNTAS DE EXPANSION

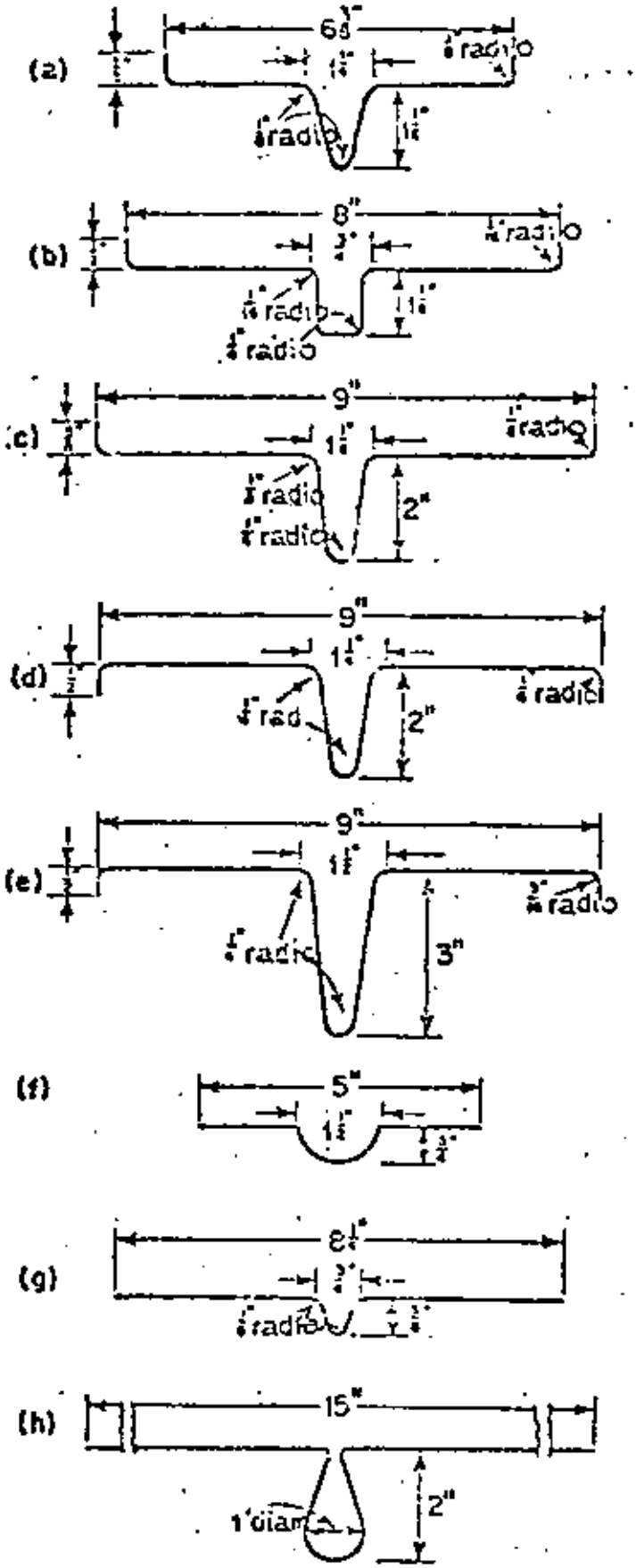
Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como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

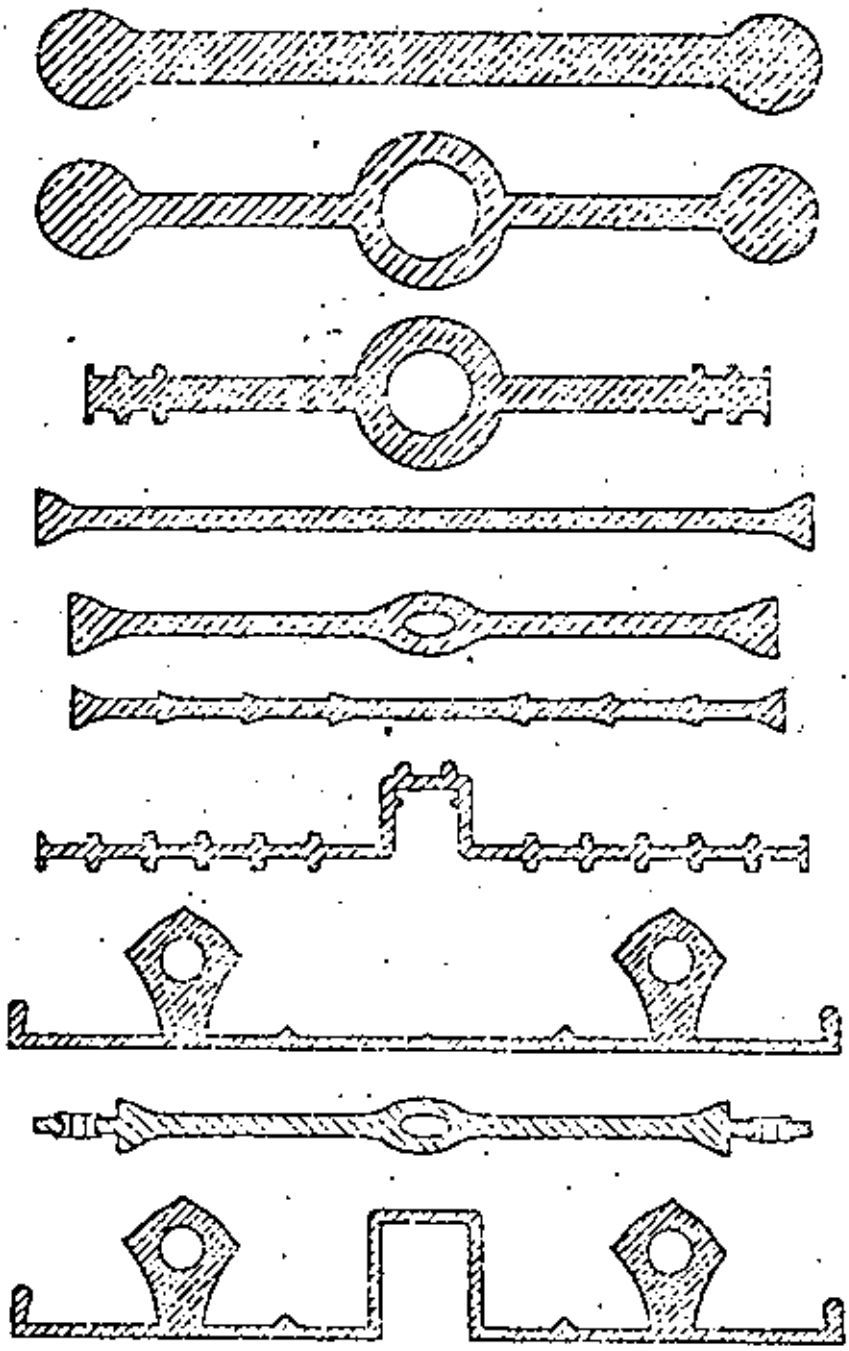
Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.

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

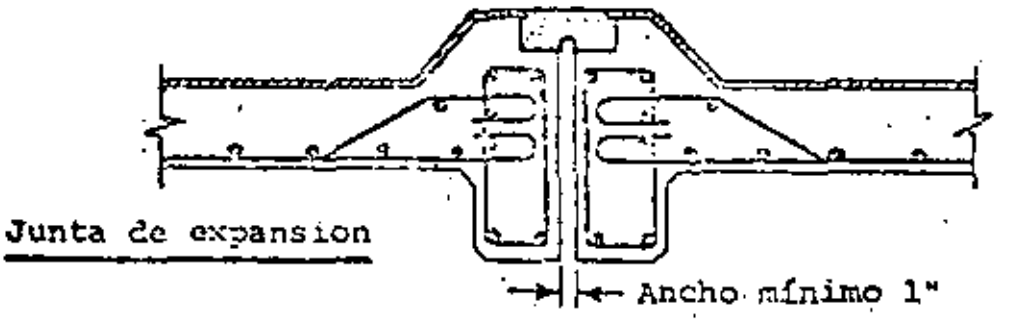
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posicion que se indica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

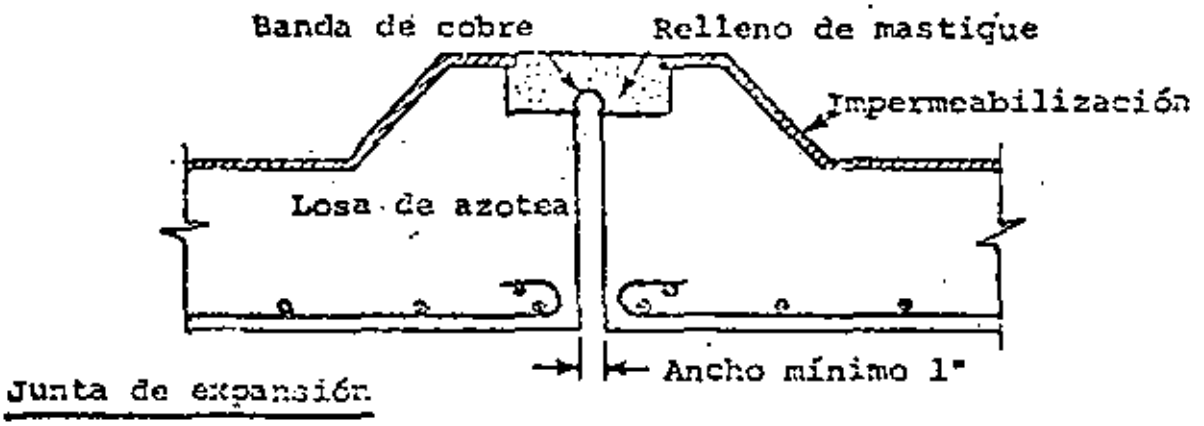
Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

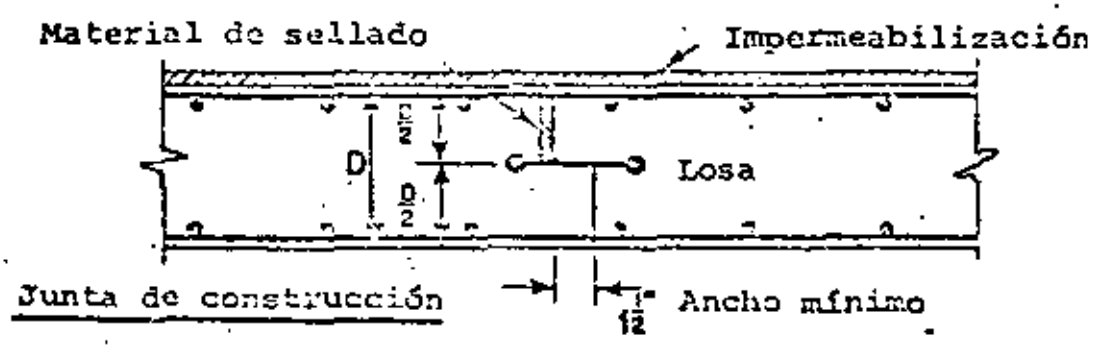
En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan 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.

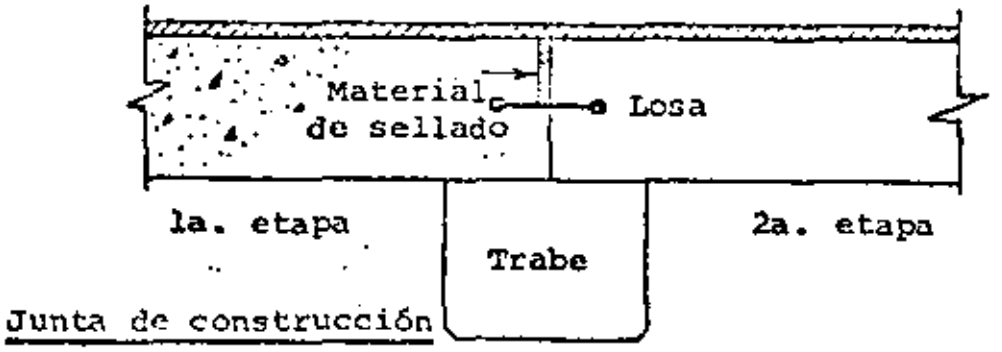
En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

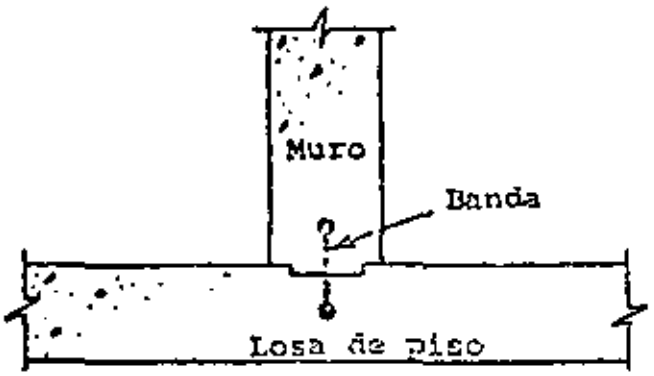


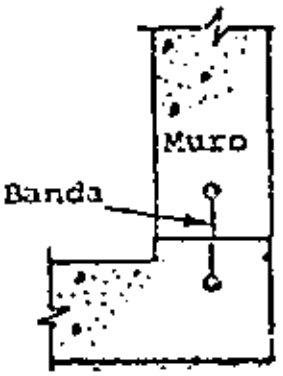


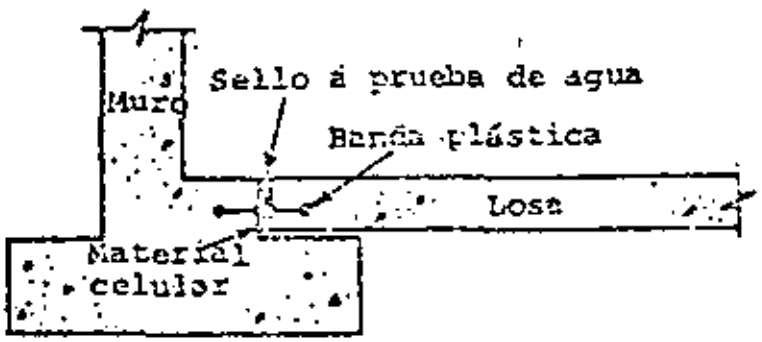


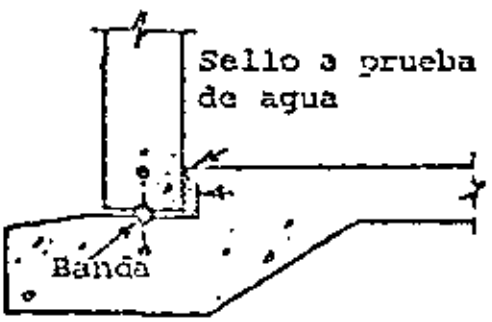


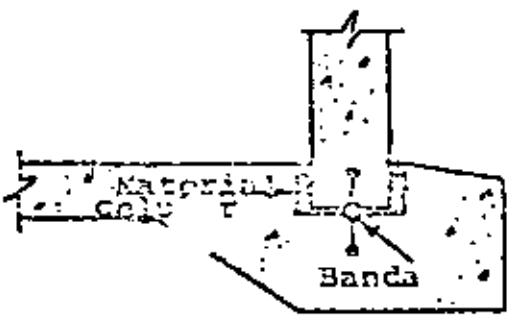
EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION



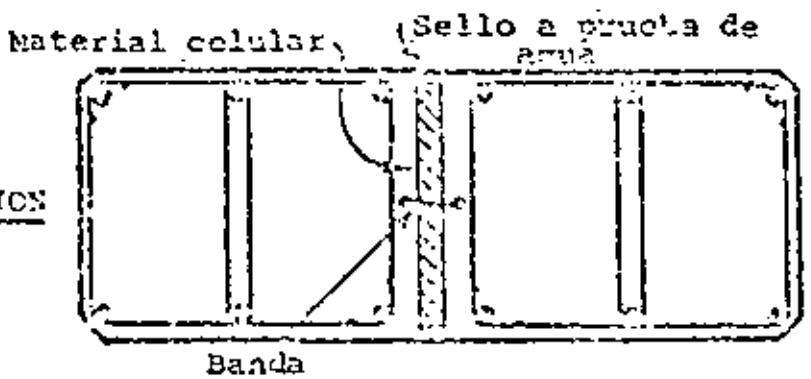




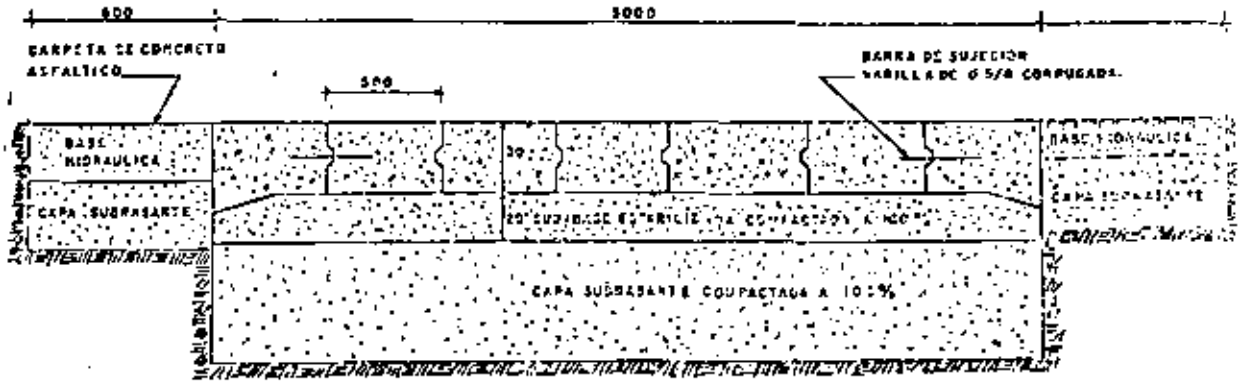




JUNTA DE CONSTRUCCION ENTRE DOS COLUMNAS



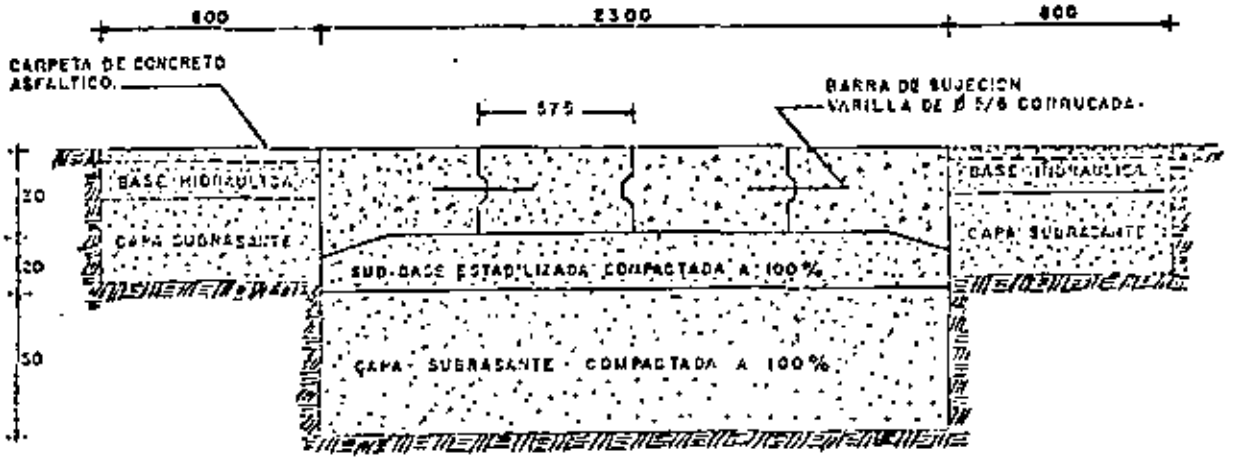
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



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 provcido 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 provcida 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 resoltura 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 esten 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 plastico 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 palceado 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.

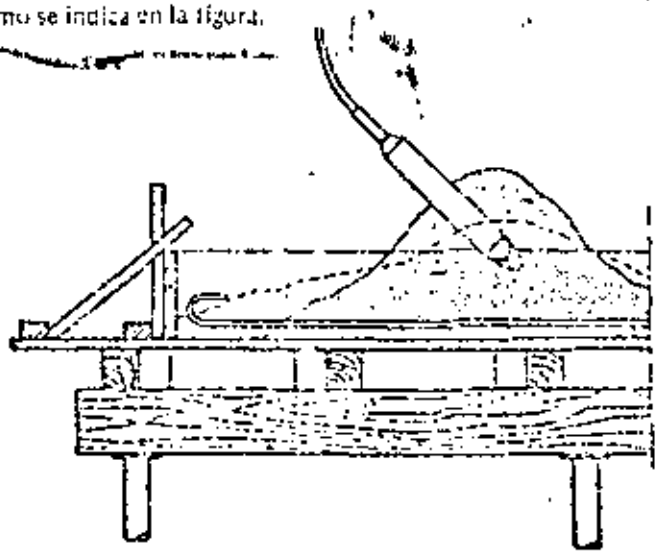
1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.

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.

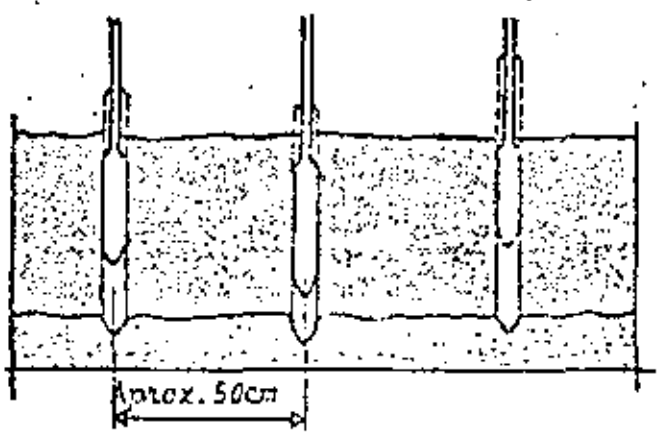
4o. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.

5o. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de acción de cada posición resolva 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 penetración en las nervaduras.

7o. Cuando se está 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 4.5ºC (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 4.5ºC. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5ºC. 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 si 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 colocacion y el curado 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 remediarse 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 29ºC.

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, Todográfica 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/CM₂, 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.

(1) 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 evitarse 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.

Come 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

$\frac{A}{C} = 0.592$

$C = \frac{175}{0.592} = 295.6$ 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:

$0.73 \times 1.590 = 1.160.7$ Kg/M3 = 1.161 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.U. 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 estar 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 } (977)
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: $78.91/$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 m² losa = 0.08 x 13.12 = $ 1.05/m²

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 " Larguero (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 basan 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 disminuye 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".

Estos 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 emplean en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar en un 10%. Para c[illegible] más, como los que se requieren cuando la colocación [illegible] estructura en un 10%.

TABLA 17-1 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
20S	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							
Ninguno	A mano	4.25	0.43				
6S	Carretillas de mano	2.95	0.22				
6S	Malacate y cangletos	2.30	0.20		0.22		
11S	Carretillas de mano	2.60	0.16	0.16	—	—	0.16
11S	Malacate y cangletos	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 cangletos	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 (Vogue)	2.50	0.13	0.13	—	—	0.13
16S	Cucharón de almeja malacate y "vogue"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
28S	Cucharón de almeja malacate y "vogue"	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 aclararse 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	205	51	236	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	192	29	328	54	261	79	209
5	252	30	293	55	243	80	195
6	252	31	253	56	243	81	277
7	241	32	219	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	206
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	258	91	205
17	256	42	257	67	253	92	229
18	253	43	267	68	241	93	217
19	205	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	266	73	217	98	204
24	306	49	257	74	213	99	187
25	241	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 — 9
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Muy 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 $V = 32.7/247 = 13.2\ \%$

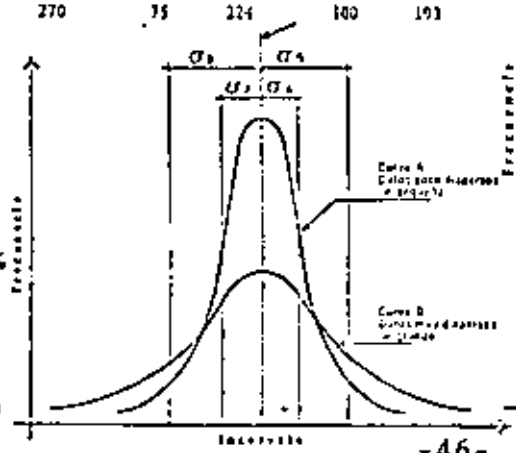


Figura 3.2 Distribuciones simétricas

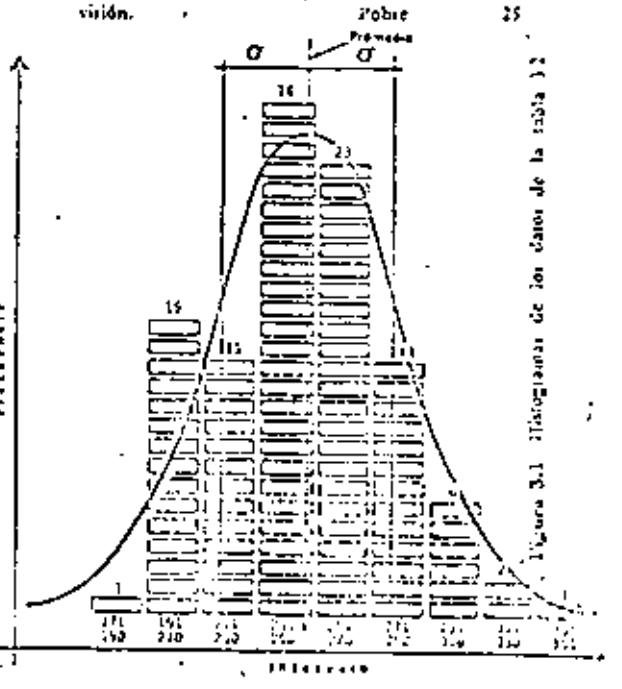


Figura 3.1 Histogramas de los datos de la tabla 3.2

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

SOLDADURA

Ing. José Luis Sánchez Martínez

MAYO, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-228

SOLDADURAS

I.- Procesos de soldadura.-

a) MANUAL (Al arco eléctrico con electrodo recubierto).

b) DE ARCO SUMERGIDO (Soldadura al arco eléctrico 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.

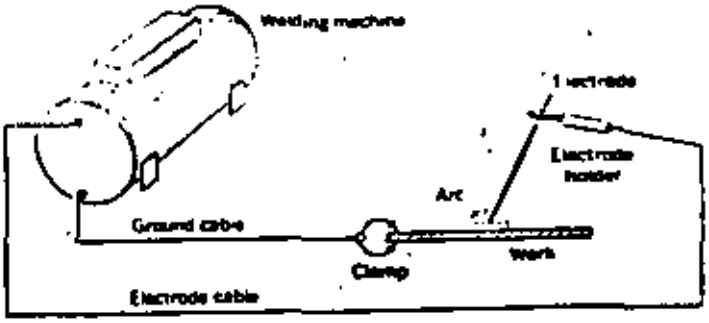


Fig. 14.1 The welding circuit.

001

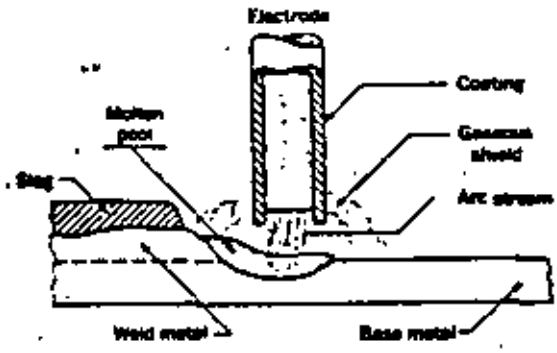


Fig. 14.3 Shielded arc-welding process.

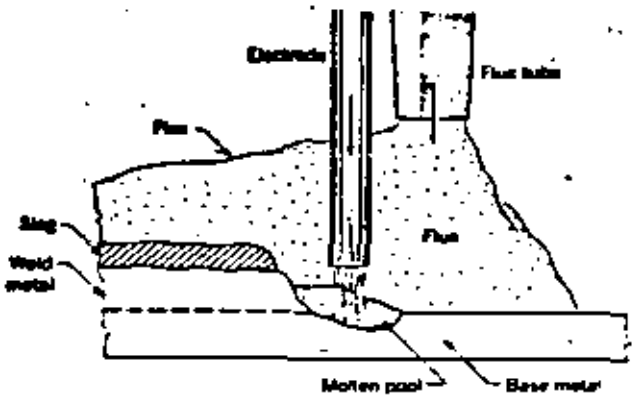


Fig. 14.6 Submerged arc-welding process.

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.

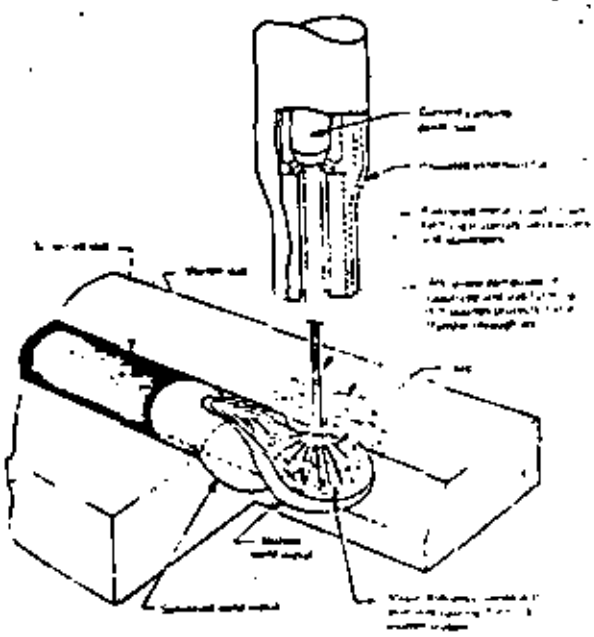


Fig. 5-5. Principles of the self-shielded flux-cored arc-welding process. The electrode may be viewed as an "inside out" construction of the stick electrode used in shielded metal-arc welding. Putting the shield-generating materials inside the electrode allows the coiling of long, continuous lengths 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 presses the trigger completing the welding circuit. With the semiautomatic gun he can reach into areas that are inaccessible to the arms of mechanized equipment or other processes.

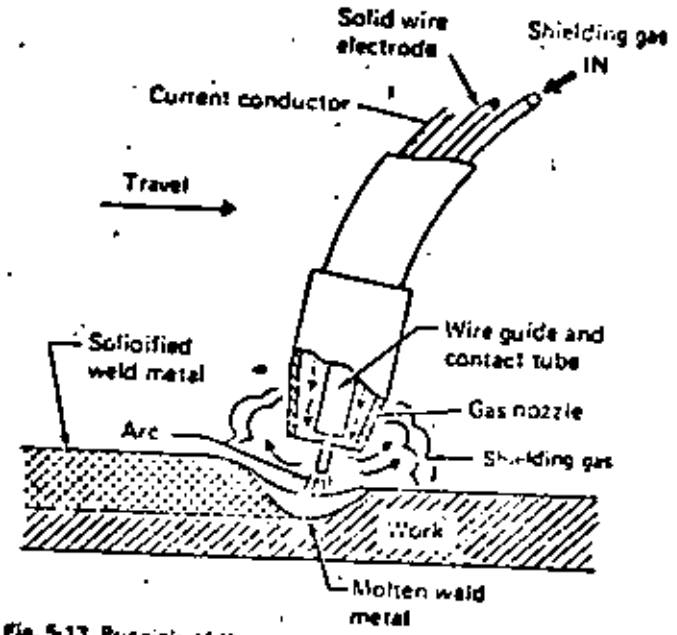


Fig. 5-13. Principle of the gas metal arc process. Continuous solid-wire electrode is fed to the gas shielded arc.

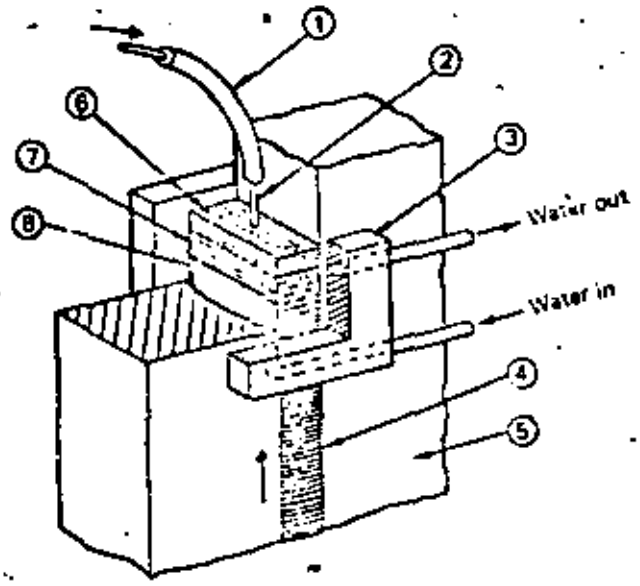


Fig. 8.21. Schematic sketch of electroslag welding. (1) electrode guide tube, (2) electrode, (3) water cooled copper shoes, (4) finished weld, (5) base metal, (6) molten slag, (7) molten weld metal, (8) solidified weld metal.

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.

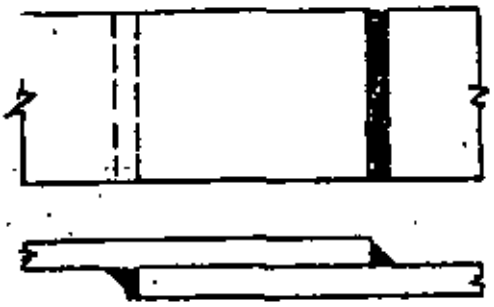
b) Soldadura de penetración.

b 1) Penetración completa.

b 2) Penetración incompleta.

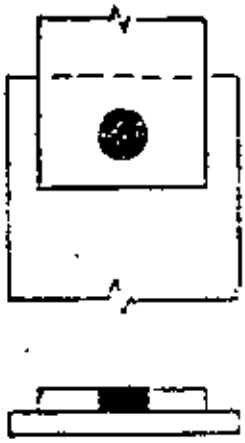
c) Soldadura de tapón.

d) Soldadura de ranura.

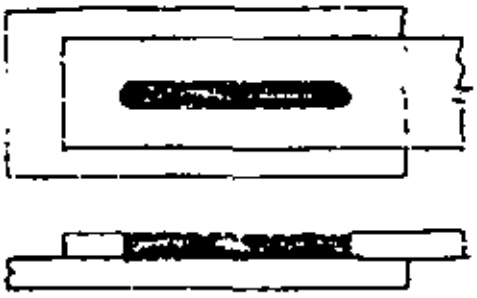


SOLDADURA DE FILETE

SOLDADURA DE PENETRACIÓN



SOLDADURA DE TAPÓN

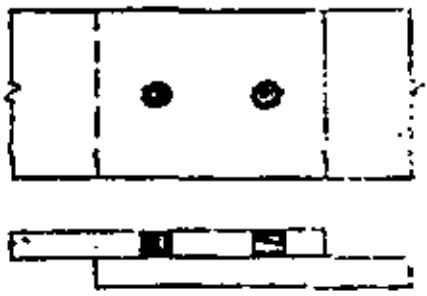


a1. SOLDADURAS DE FILETE

a2. SOLDADURAS DE PENETRACIÓN

a. JUNTAS A TOPE

b1. SOLDADURAS DE FILETE



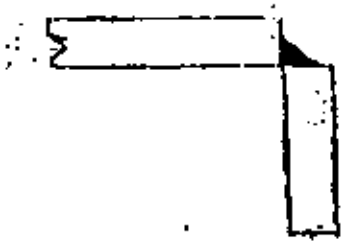
b2. SOLDADURAS DE TAPÓN

b. JUNTAS TRASLAPADAS

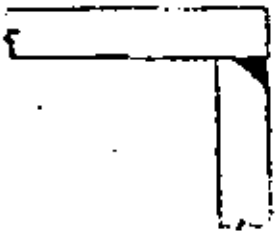
c1. SOLDADURAS DE FILETE

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.

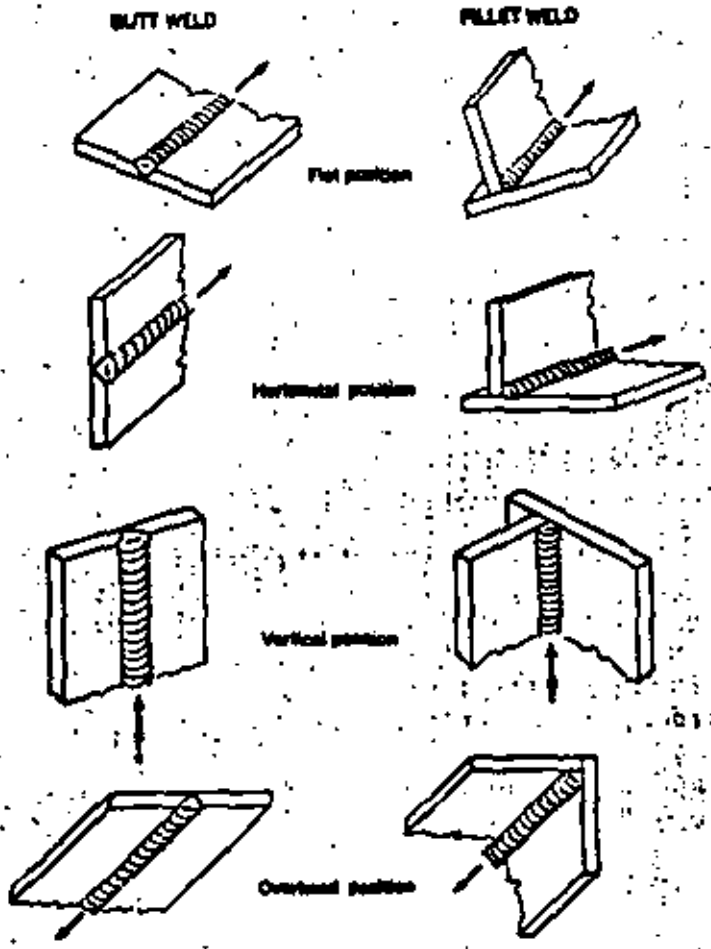
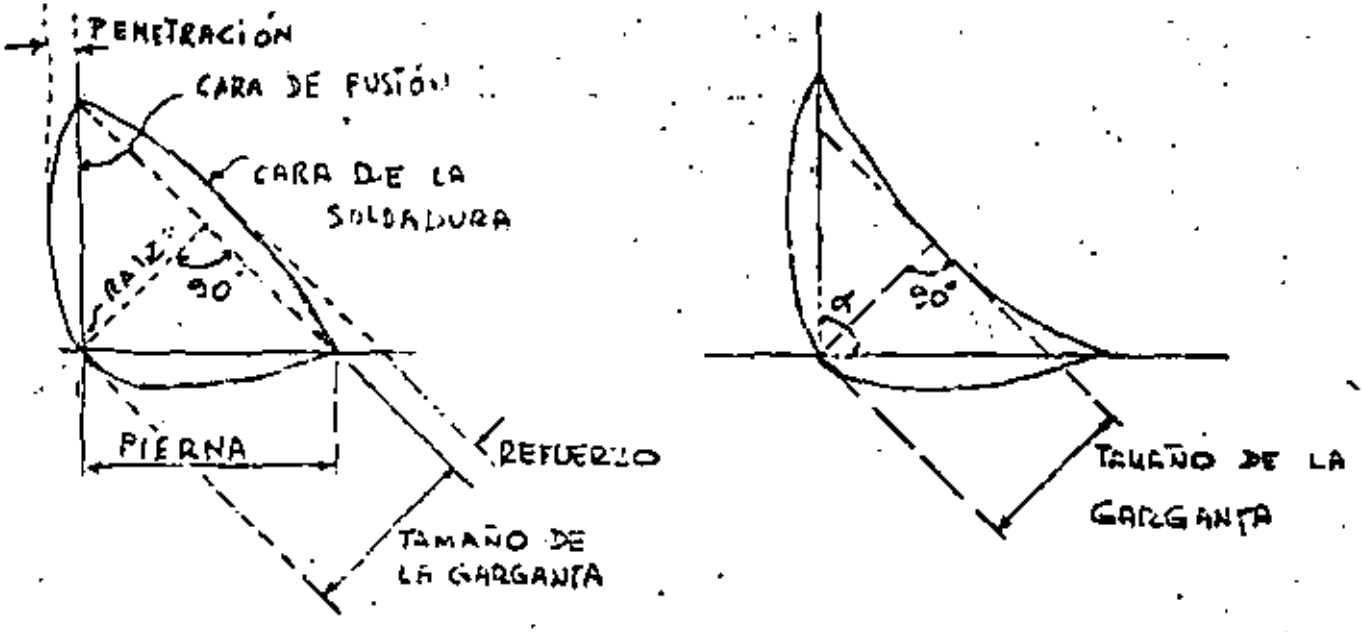


Fig. 14.11 Positions of welding for fillet and butt welds. (Courtesy of American Welding Society.)



SOLDADURAS DE FILETE ($60° \leq \alpha \leq 90°$)

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

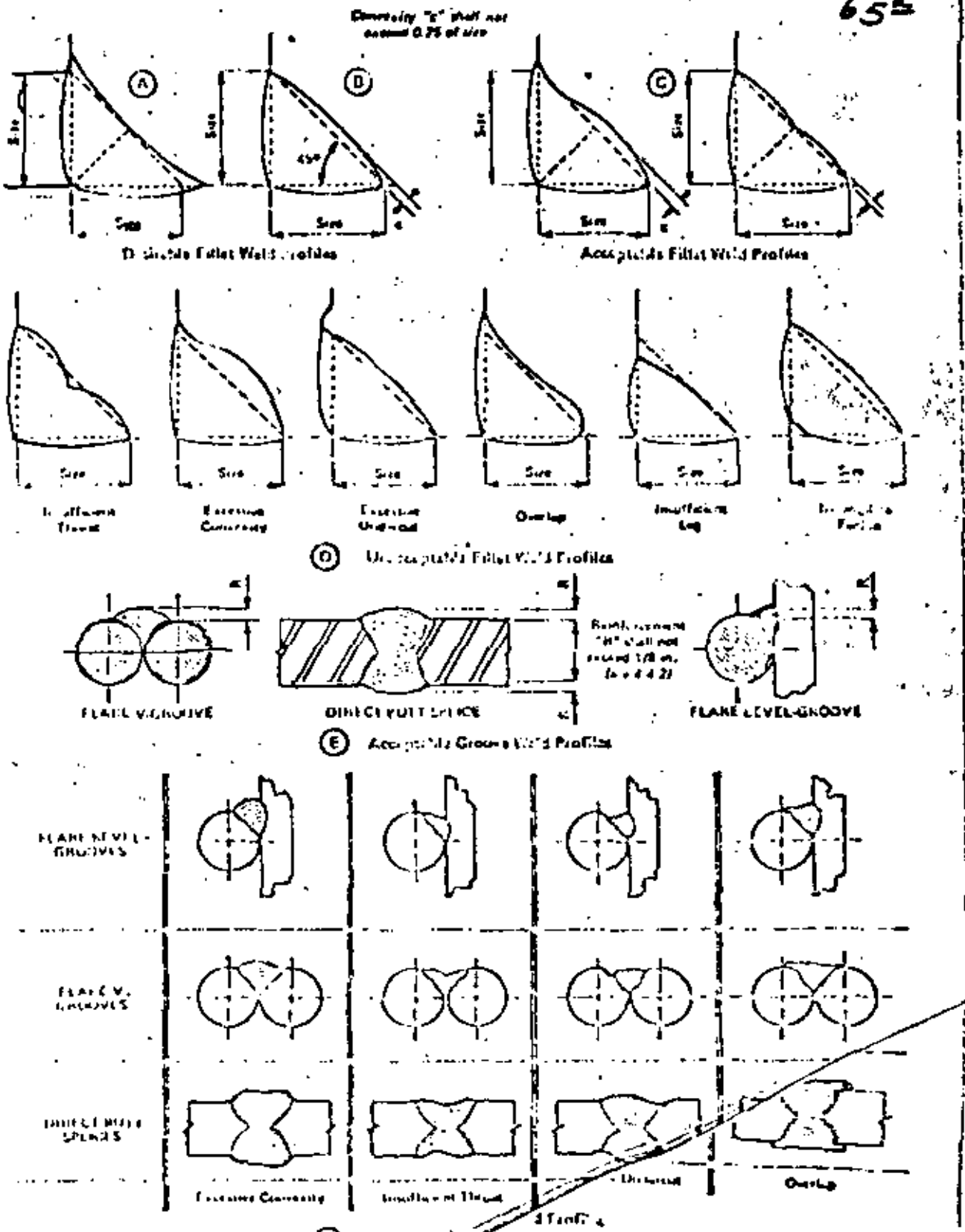


Fig. 4.4 Acceptable and unacceptable weld profiles

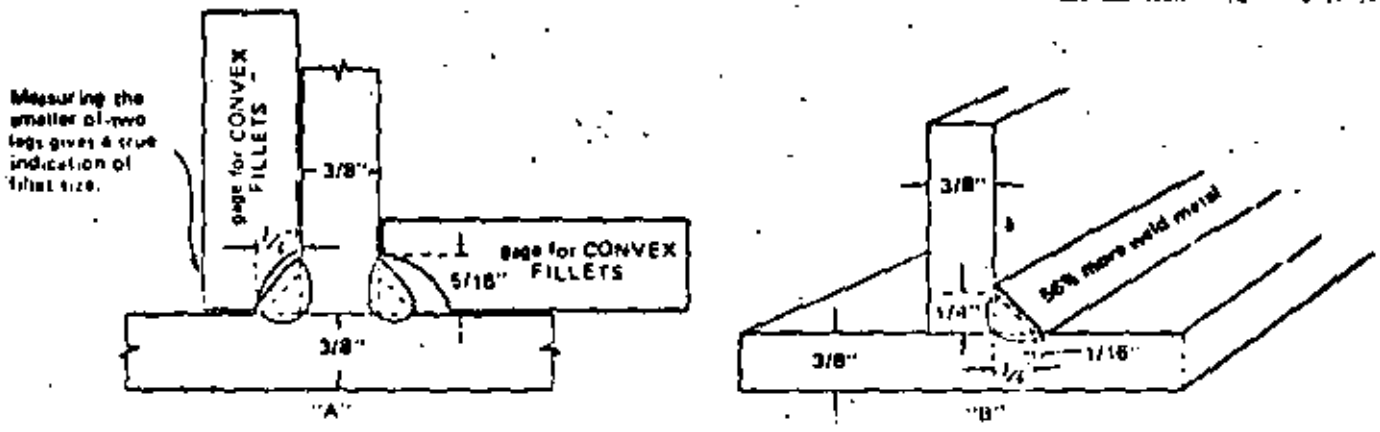
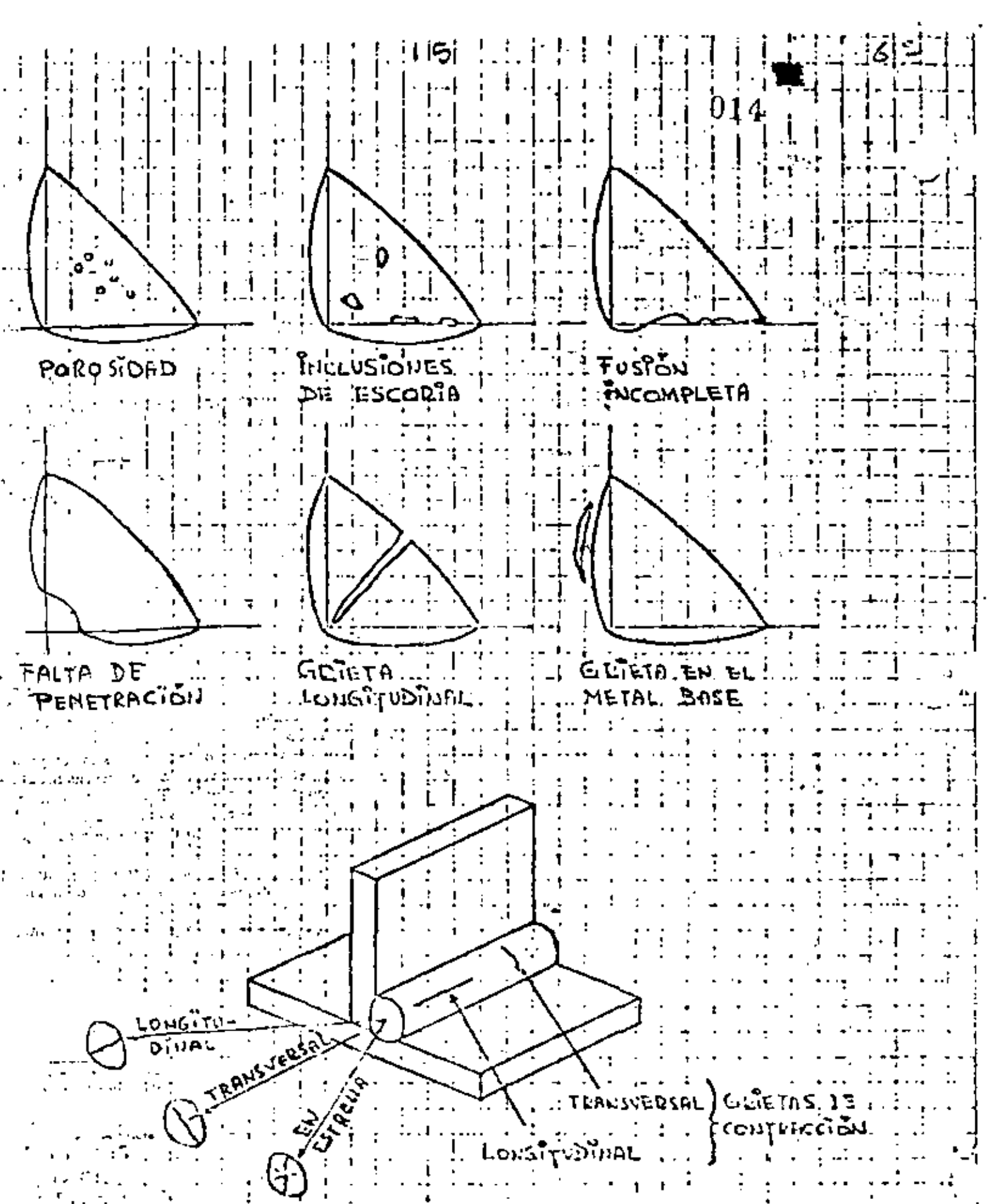
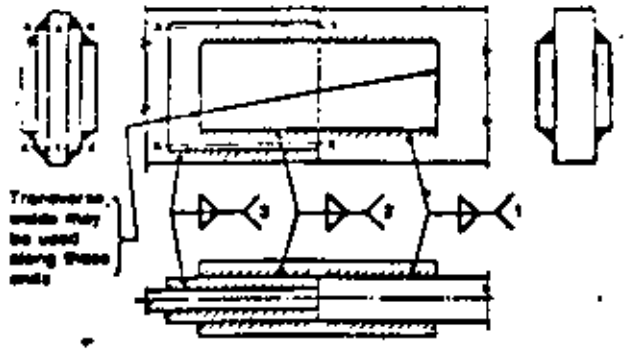


Fig. 11-12. Underwelding is a violation of specifications and cannot be tolerated, whereas overwelding is costly and serves no useful purpose. If 5/16-in. fillet welds were specified in "A", these welds would be underwelded. If 1/4-in. fillet welds were specified, these welds would be overwelded. If 1/16-in. were added to both legs, as in "B", the weld volume would increase 50% and increase the cost of welding.


POROSIDAD
INCLUSIONES DE ESCORIA
FUSIÓN INCOMPLETA
FALTA DE PENETRACIÓN
GRIETA LONGITUDINAL
GRIETA EN EL METAL BASE
LONGITUDINAL
TRANSVERSAL
EN ESTRELLA
TRANSVERSAL
LONGITUDINAL
GRIETAS DE CONTRACCIÓN



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 a-a.

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	
$T \leq 1/4$	$T \leq 6.4$	1/8**	3	single pass welds must be used
$1/4 < T \leq 1/2$	$6.4 < T \leq 12.7$	3/16	5	
$1/2 < T \leq 3/4$	$12.7 < T \leq 19.0$	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).

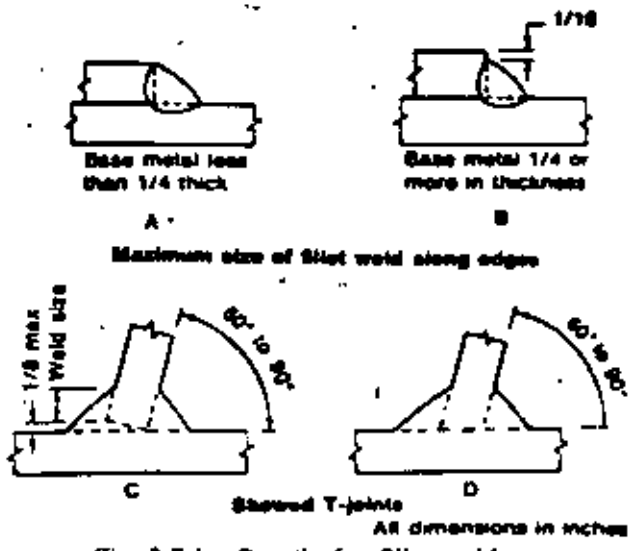
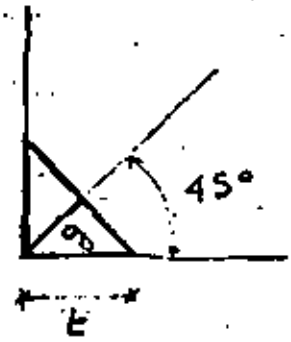


Fig. 2.7.1—Details for fillet welds.

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

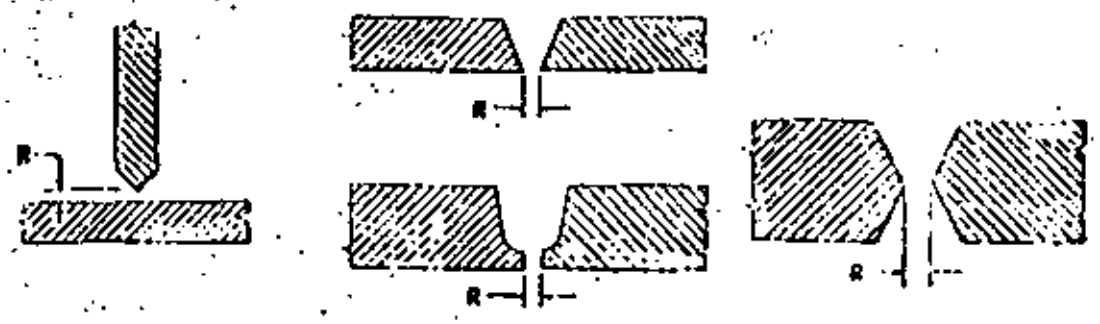


FIGURE 2

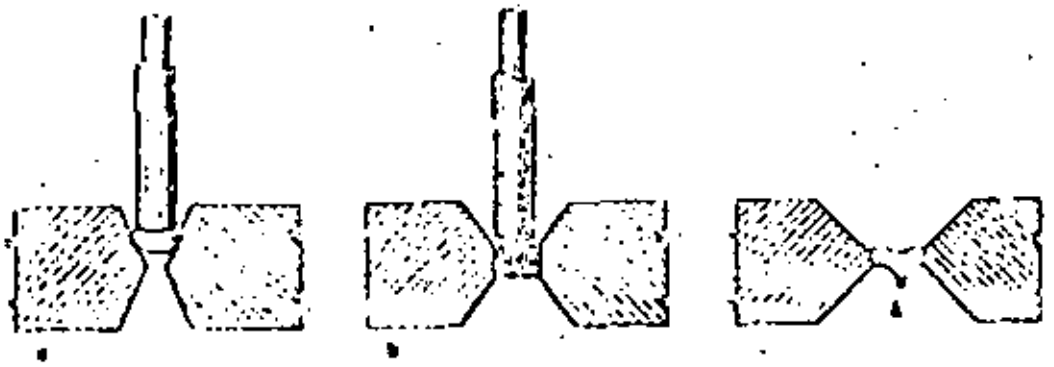


FIGURE 3

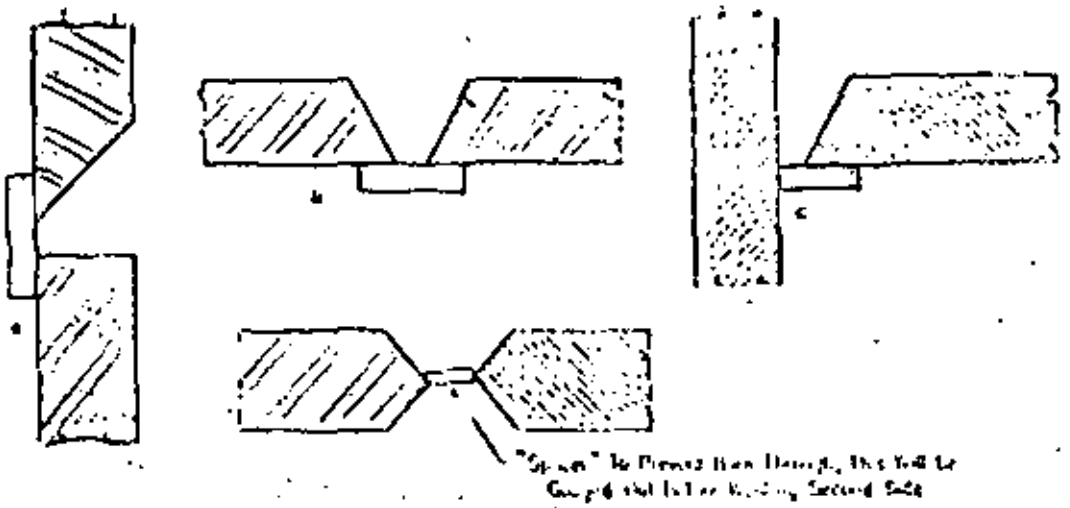
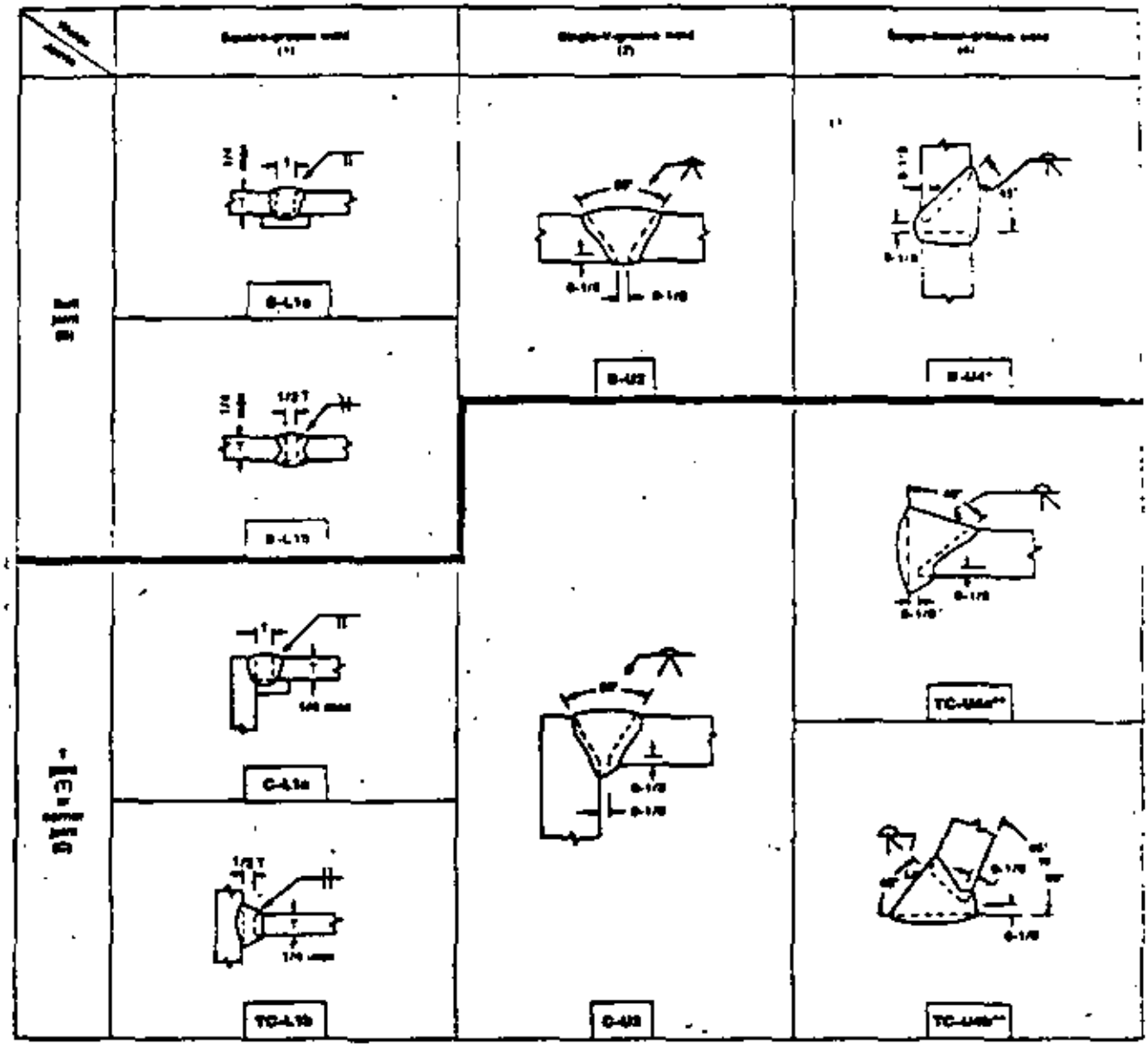


FIGURE 4



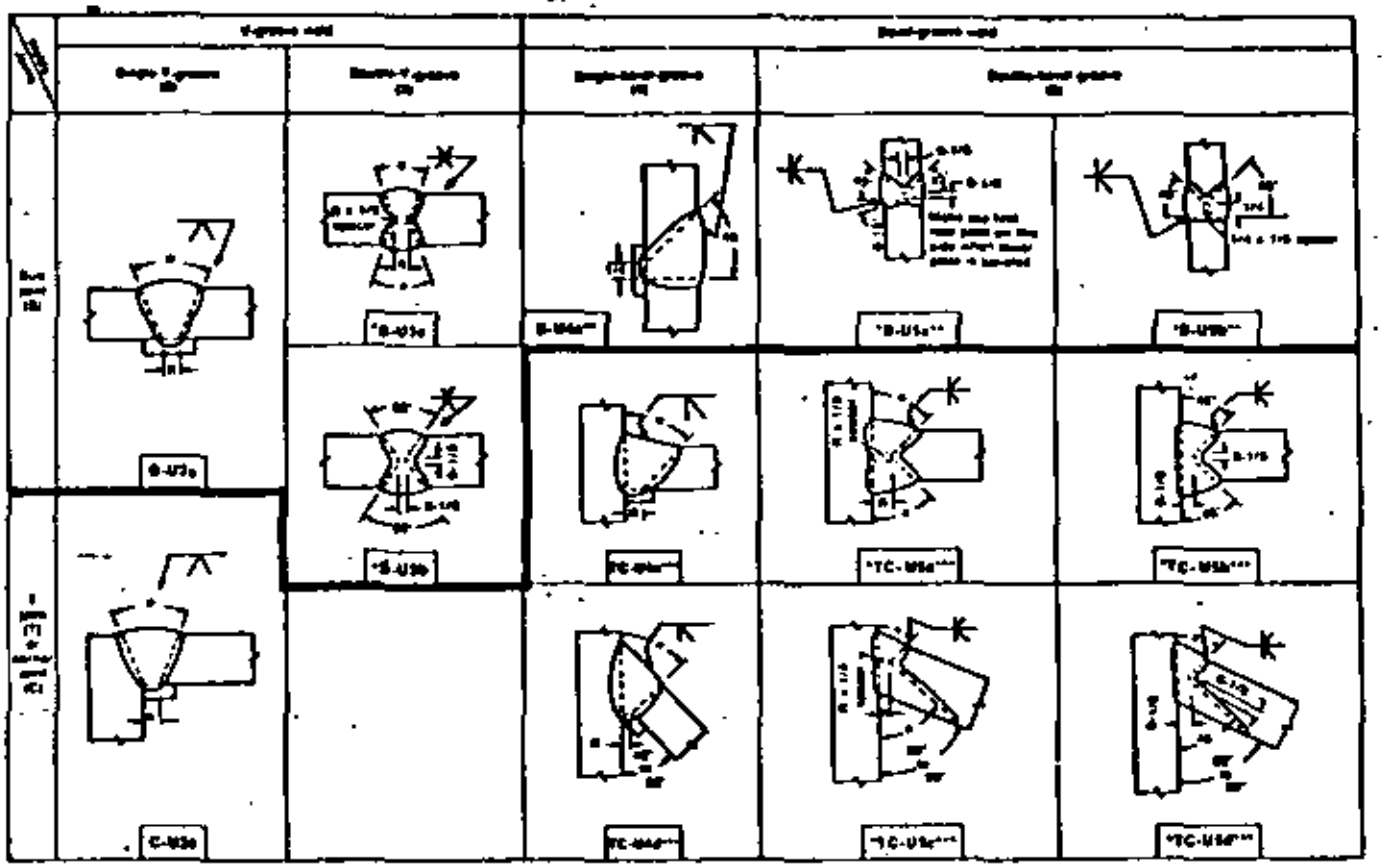
All dimensions in inches.

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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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

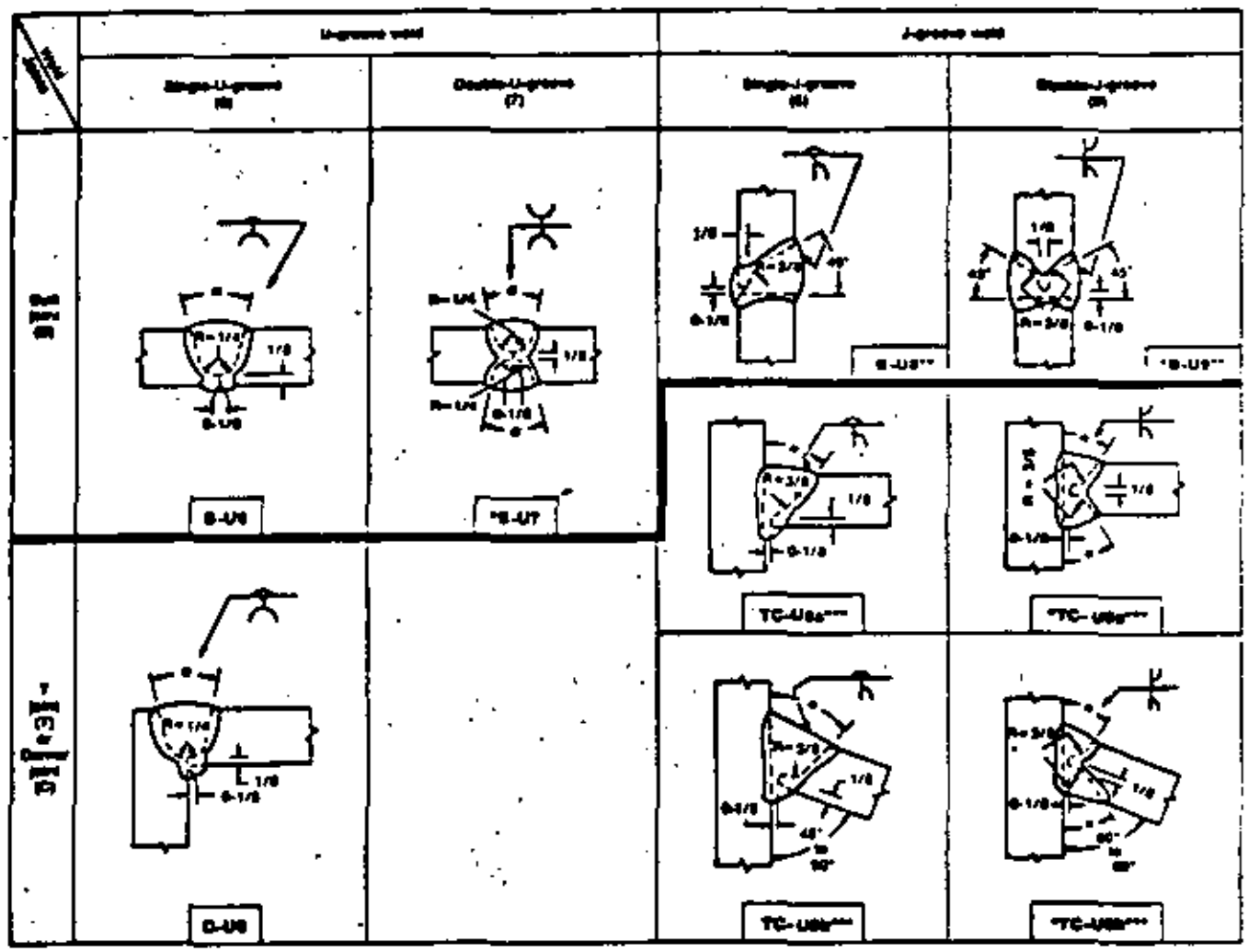
α	R	Permitted welding positions
45°	1/4	All positions
30°	3/8	Flat and overhead only

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 3/8 in. or larger.
**Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.3).
***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. 2.9.1 cont.—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of unlimited thickness (U)



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-U8c and TC-U8d

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.

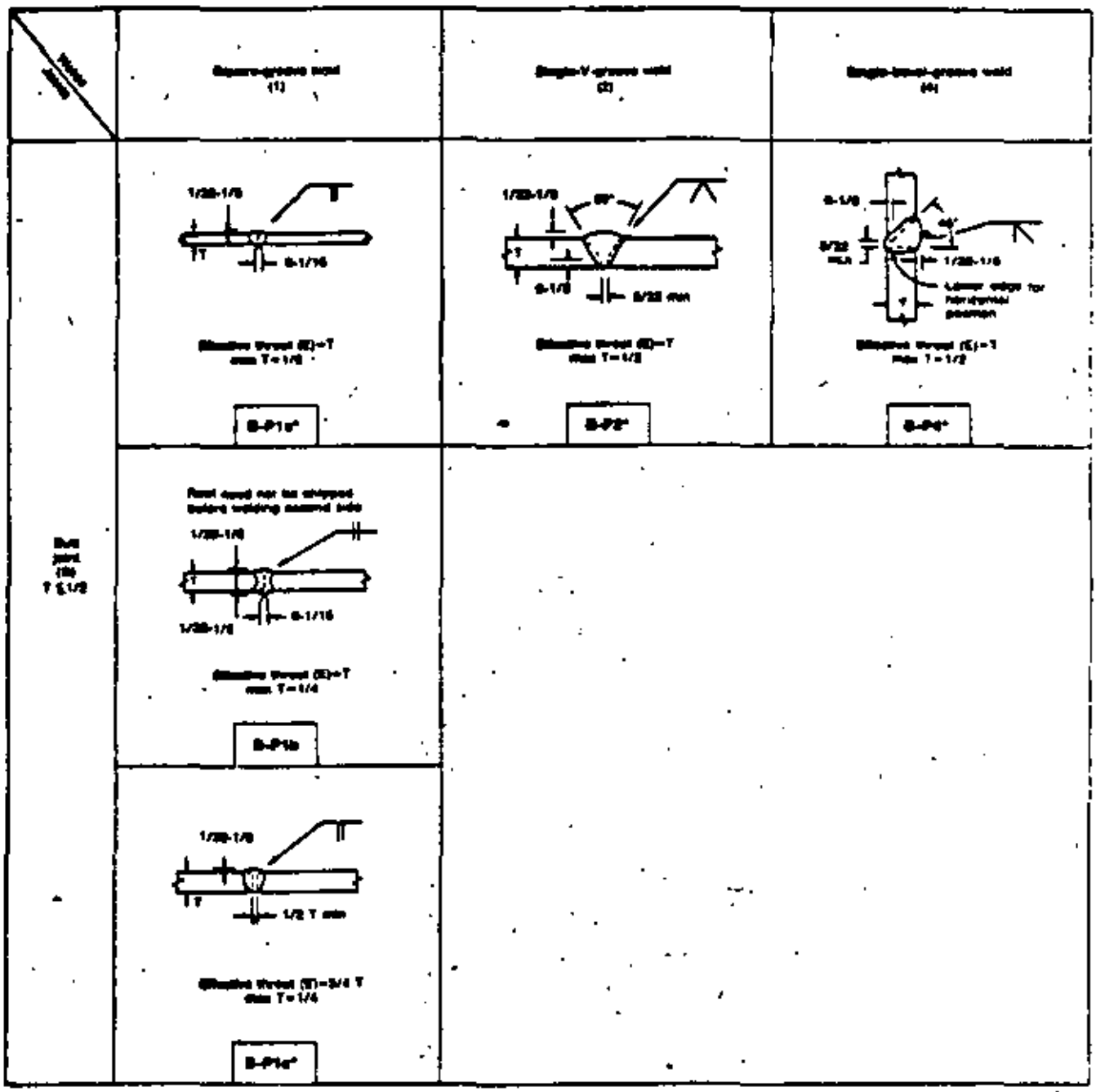
*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in. or larger.

** 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).

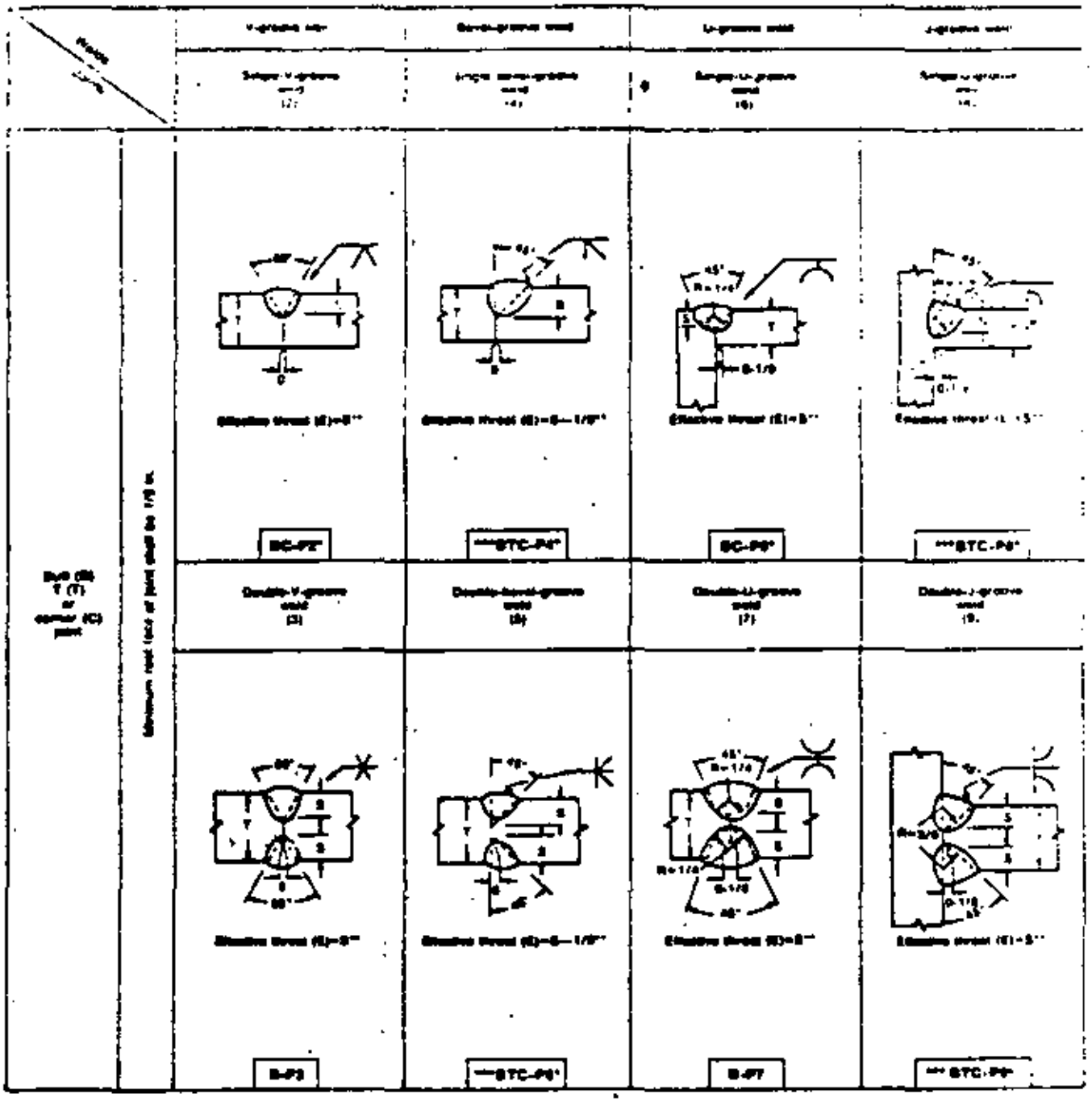
022



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.



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 melt.

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	$\frac{5}{16}R$
Flare-V-groove	All	$\frac{1}{2}R$*

* Use $\frac{5}{16}R$ 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 effective = Gorgante effective × 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. 55 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)

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		

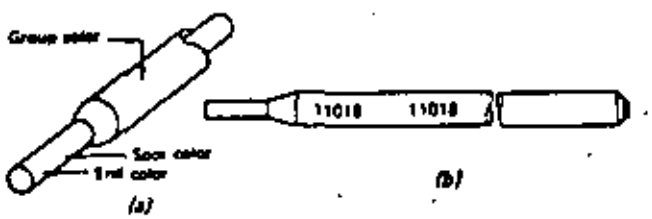


Fig. 4-1. (a) National Electrical Manufacturers Association color-code method to identify an electrode's classification; (b) American Welding Society imprint method.

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 E8015 and E8016										
Spot Color \ End Color	No Color	Blue	Black	White	Gray	Brown	Violet	Green	Red	Orange
Red	E7015G	E7015			E8015G	E8015G		E10015G		E12015G
White		E7015-A1	E8015-B3L			E8015-D1				
Brown										
Green			E8015-B2L			E8015-B3				
Bronze			E8015-B4L			E8015-B4				
Orange	E7016G	E7016	E7016	E8016-C3		E8016G		E10016G		E12016G
Yellow		E7016-A1	E7016-A1	E8016G		E8016-D1		E10015-D2	E11016G	
Black			E8018-C3	E8016-B1	E8018-B1		E8018-B3			
Blue	E7018G		E8018G	E8016-C1	E8018-C1	E8016-B3	E8018G	E10018G	E11018G	E12018G
Violet				E8016-C2	E8018-C2	E8016-B4	E8018-D1	E10018-D2		
Gray			E8018-B4	E8016-B2	E8018-B2			E10016-D2		
Silver			MJ-12018							

Table 1—Electrode Classification

AWS Classification	Type of Covering	Capabilities of Producing Satisfactory Welds in Positions Shown*	Type of Current†
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

* 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 }

† Reverse polarity means electrode is positive; straight polarity means electrode is negative.

Table 2—Chemical Requirements

AWS Classification	Chemical Composition, max, per cent*					
	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					

* The sum total of all elements with the asterisk shall not exceed 1.50 per cent.

† 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	ACA SUTEC	CHAMPION	ELEFA	GENERAL ELECTRIC	HOBART	LINCOLN	P A H	WESTING HOUSE
E-6010	SW 10	FERROMATIC 10	DIABLO AZUL	6010	W 610 A	10	FLEET WELD 5	AP 100	XL 410
E-6011	SW 10	FERROMATIC 11	DIABLO AZUL ALTERNO	6011	W 611 A	110	FLEET WELD 35	ACJ	ACP 611
E-6012	SW 13 SW 17	FERROMATIC 12	DIABLO GRIS N. 3	6012	W 612 A	12	FLEET WELD 7	PFA 612 P	FP 6012 FP 2412
E-6013	SW 15 SW 16	FERROMATIC 13	DIABLO LIGERO	6013	W 613 A	13	FLEET WELD 47	AC-110	SW 613 SW 2 M
E 7018	SW 75	CELLOCORD 78	DIABLO AZUL 18	7610	W 710 A	610	SHIELD-ARC 85	CM 50	AP 80
FIERRO VACIADO	SW 5	SUTEC ARC 12		125	W 63	HARCAST	FERROWELD	HARCAST	CASTING WELD
RECUBRIMIENTOS DUROS	SW 505 B	CITO MANGAN	DIABLO DE MANGANESO	700		CO MANGANOL	MANGAN WELD B	HARNO MANGA	
	SW 515 B			724		V MANGANIR	MANGAN WELD AC	HARNI MANGA	
	D WELD B	SUEMEX 250		320	W 96	TUFAN HARD 250	ABRASO WELD	HARTOP BROWN	HARDEN TOUGH 250
	D WELD E	SUEMEX 600	DIABLO DURO	560	W 93	TUFAN HARD 600	FACEWELD 1	HARTOP RED	HARDEN TOUGH 600
	D WELD F	SUEMEX 400	DIABLO RESISTENTE	570	W 95	TUFAN HARD 400	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

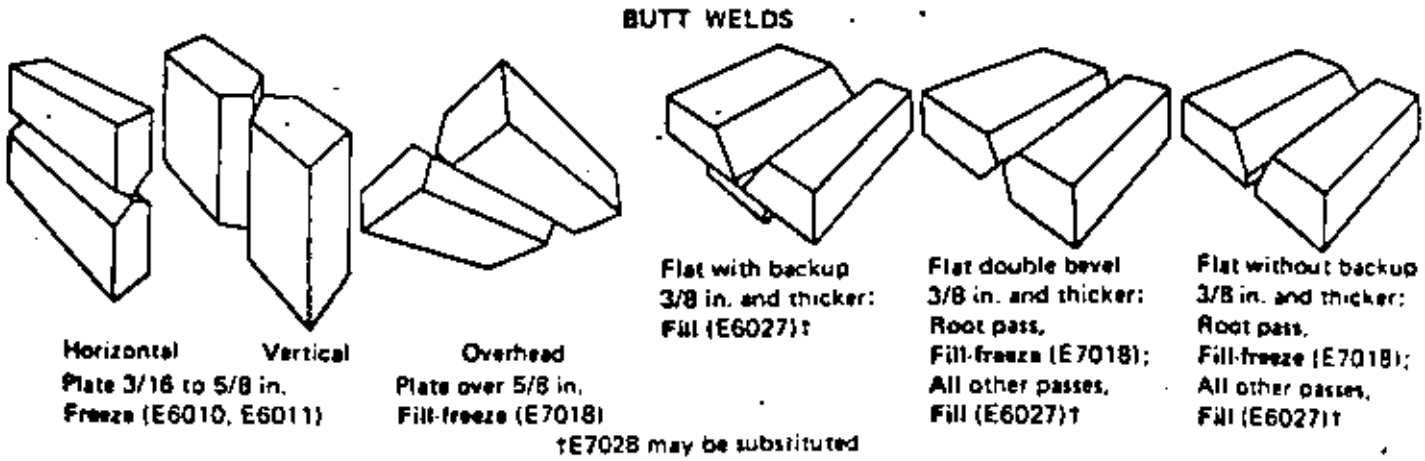


Fig. 6-14. Guide to selection of electrodes for butt welds.

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	58	74,000	58,000	28	
E6020	67,000	57,000	27	50				
E6027	68,000	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	120
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	76,000	26	28 (2)	81,000	73,000	26	85

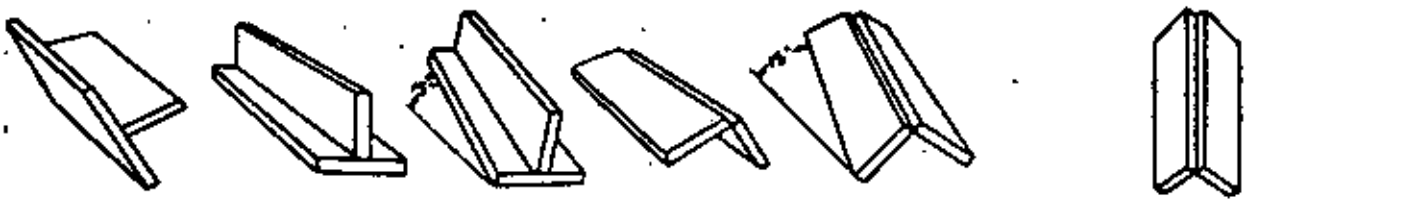
* Charpy V-notch at 70°F., except where noted.
(1) Charpy V-notch at −20°F.
(2) Charpy V-notch at 0°F.

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 – 258	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 – 525*

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)†

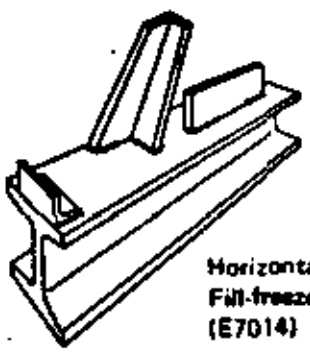
Inclined — Fill-freeze (E7014)

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]nge in direction on [illegible]6 in. or thicker plate

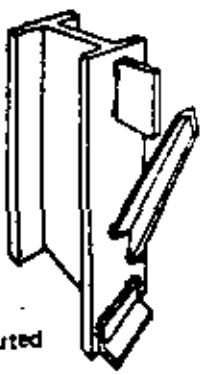


Horizontal
Fill-freeze
(E7014)

Horizontal, Vertical, Overhead

3/16 to 5/8-in. plate
Freeze
(E6010, E6011)

Plate over 5/8 in.
Fill-freeze
(E7018)

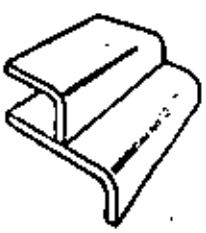


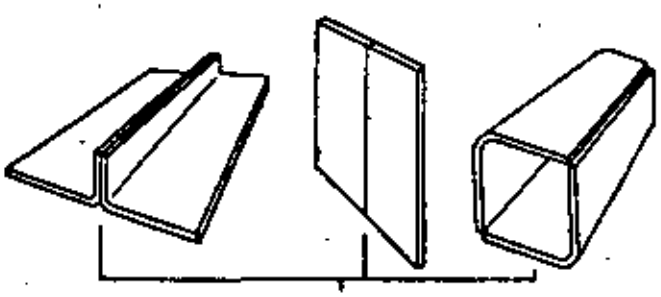
†E7028 may be substituted

Fig. 6-19. Guide to selection of electrodes for fillet and corner welds.

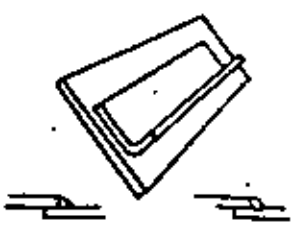
SHEET METAL JOINTS

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. 6-18. 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 6 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 fast-freeze characteristics

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Commercial
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

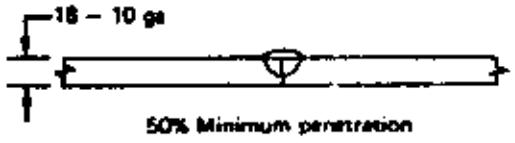


Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) DCI+I	40†	70†	80	120	135
Arc Speed (in./min)	22 – 26	30 – 35	25 – 30	20 – 24	17 – 21
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0244	0.0287	0.0262	0.0487	0.0695
Total Time (hr/ft of weld)	0.00833	0.00815	0.00727	0.00909	0.0105

* Use 1/16 in. gap and whip the electrode.
† DCI–)

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Commercial
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

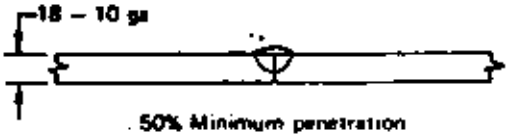


Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6011	E6011	E6011	E6011	E6011
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) AC	50	100	105	130	145
Arc Speed (in./min)	20 – 24	28 – 33	26 – 31	24 – 29	22 – 27
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0251	0.0376	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

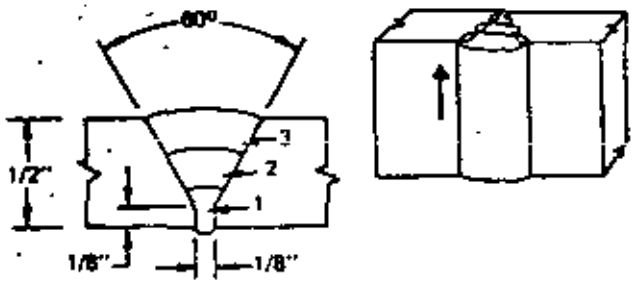


Plate Thickness (in.)	1/4	5/16	3/8	1/2
Pass	1 & 2	1 & 2	1 & 2	1 – 3
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	5/32	5/32	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	110	120	150	170
Arc Speed (in./min)*	5.2-5.8	3.8-4.2	4.8-5.3	3.8-4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	0.323	0.440	0.586	0.990
Total Time (hr/ft of weld)	0.0901	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

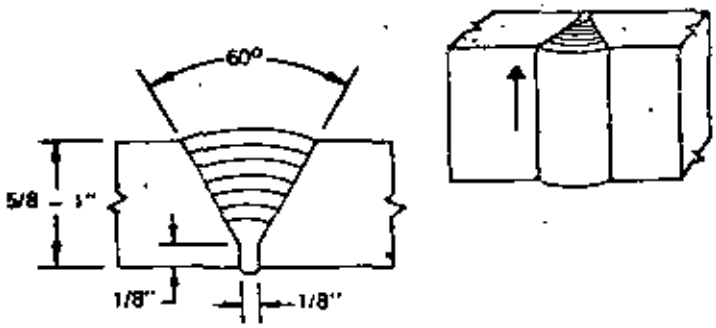


Plate Thickness (in.)	5/8	3/4	1
Pass	1 – 4	1 – 6	1 – 10
Electrode Class	E6010	E6010	E6010
Size	3/16	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	170	170	170
Arc Speed (in./min)*	3.8 – 4.2	3.8 – 4.2	3.8 – 4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	1.46	2.08	3.56
Total Time (hr/ft of weld)	0.229	0.318	0.547

* 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

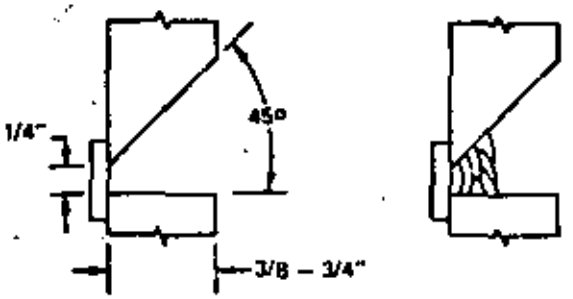


Plate Thickness (in.)	3/8		1/2		5/8		3/4	
Pass	1	2 – 5	1	2 – 7	1	2 – 9	1	2 – 11
Electrode Class	E7018		E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16		3/16		3/16		3/16	
Current (amp) DC(+)	240		240		240		240	
Arc Speed (in./min)	4.5-5.5	8.5-9.5	4.5-5.5	7.5-8.5	4.5-5.5	6.7-7.4	5.5-6.5	6.2-6.8
Electrode Req'd (lb/ft)	0.867		1.36		1.75		2.42	
Total Time (hr/ft of weld)	0.118		0.182		0.270		0.346	

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Fair
Welded From: One side

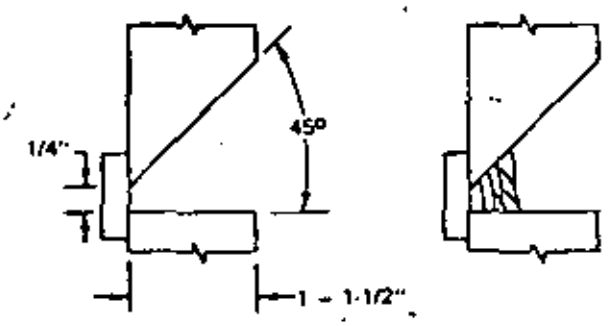
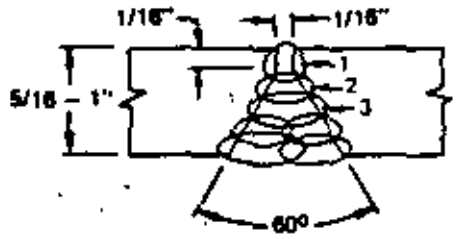


Plate Thickness (in.)		1		1-1/4		1-1/2	
Pass	1*	2 – 13	14 – 19†	2 – 17	18 – 24†	2 – 22	23 – 31†
Electrode Class	E7018	E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16
Current (amp) DC(+)	240	280	240	280	240	280	240
Arc Speed (in./min)	5 – 6	6.2-6.8	9.5-10.5	5.7-6.3	9.5-10.5	5.7-6.8	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



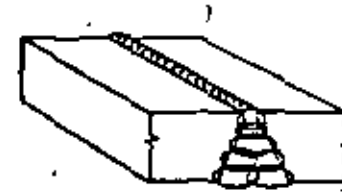


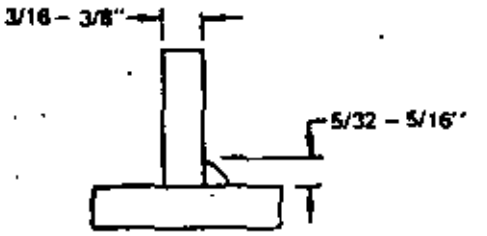
Plate Thickness (in.)	5/16		3/8		1/2		3/4		1	
Pass	1	2	1	2 – 3	1	2 – 5	1	2 – 9	1	2 – 13
Electrode Class	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018
Size	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32
Current (amp) DC(+)	110	170	110	170	110	170	110	170	110	170
Arc Speed (in./min)	4.3 – 4.7	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.

42

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Poor

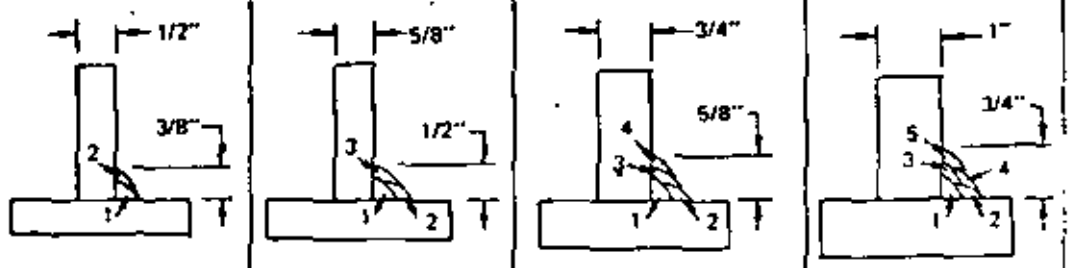


Weld Size, L (in.)	5/32	3/16	1/4	5/16
Plate Thickness (in.)	3/16	1/4	5/16	3/8
Pass	1	1	1	1
Electrode Class	E7018	E7018	E7018	E7018
Size	3/16	7/32	7/32	1/4
Current (amp) AC	240	275	275	350
Arc Speed (in./min)	12.5 – 13.5	11.0 – 12.0	8.5 – 9.5	6.5 – 7.5
Electrode Req'd (lb/ft)	0.111	0.140	0.203	0.335
Total Time (hr/ft of weld)	0.0154	0.0174	0.0222	0.0288

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.

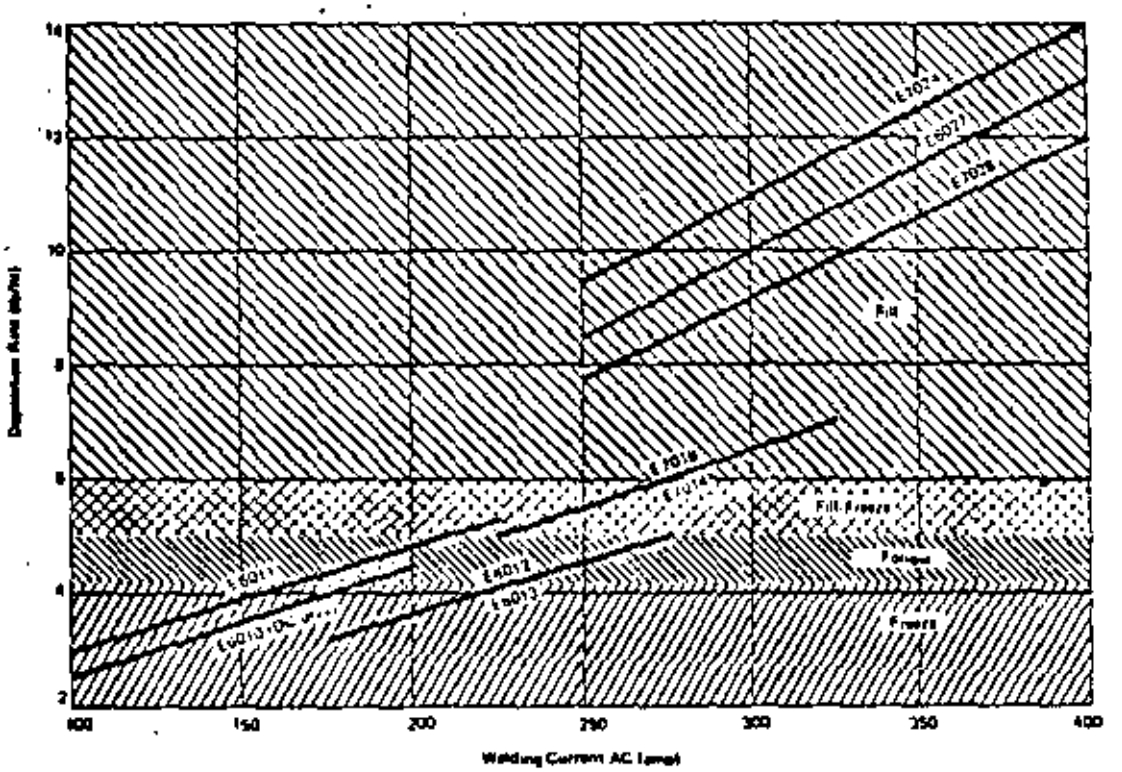


Fig. 6-21. Deposition rates for various mild-steel electrodes

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

WELDED JOINTS
Standard symbols

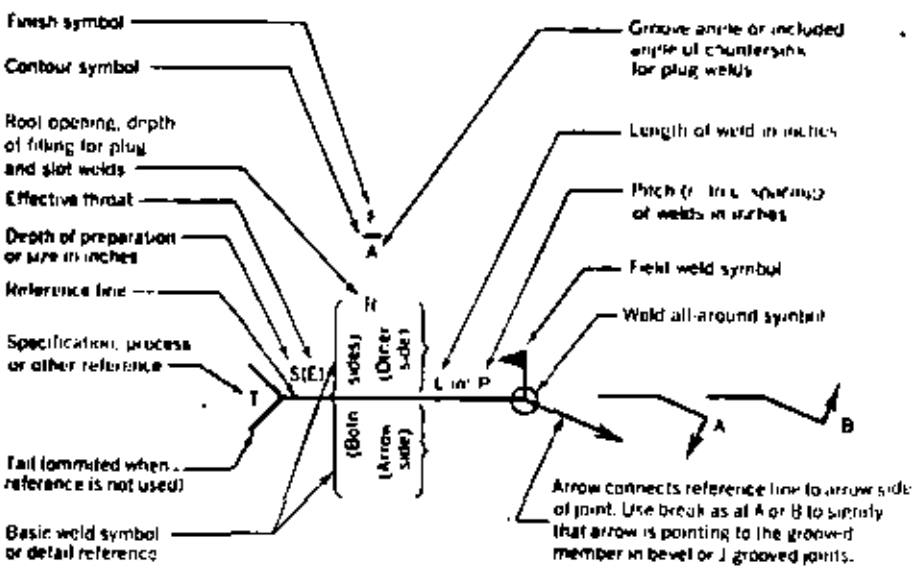
BASIC WELD SYMBOLS

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		
				FLUSH	CONVEX	
M	M					For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4-79

STANDARD LOCATION OF ELEMENTS OF A WELDING SYMBOL



Note

Sizes, weld symbols, lengths 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 a butted member (such as stiffener) is to be welded to the far side of a web or flanged plate. The standard authorizes the adoption of the convention that when the fabrication of the detail material clearly indicates the butted member is 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.

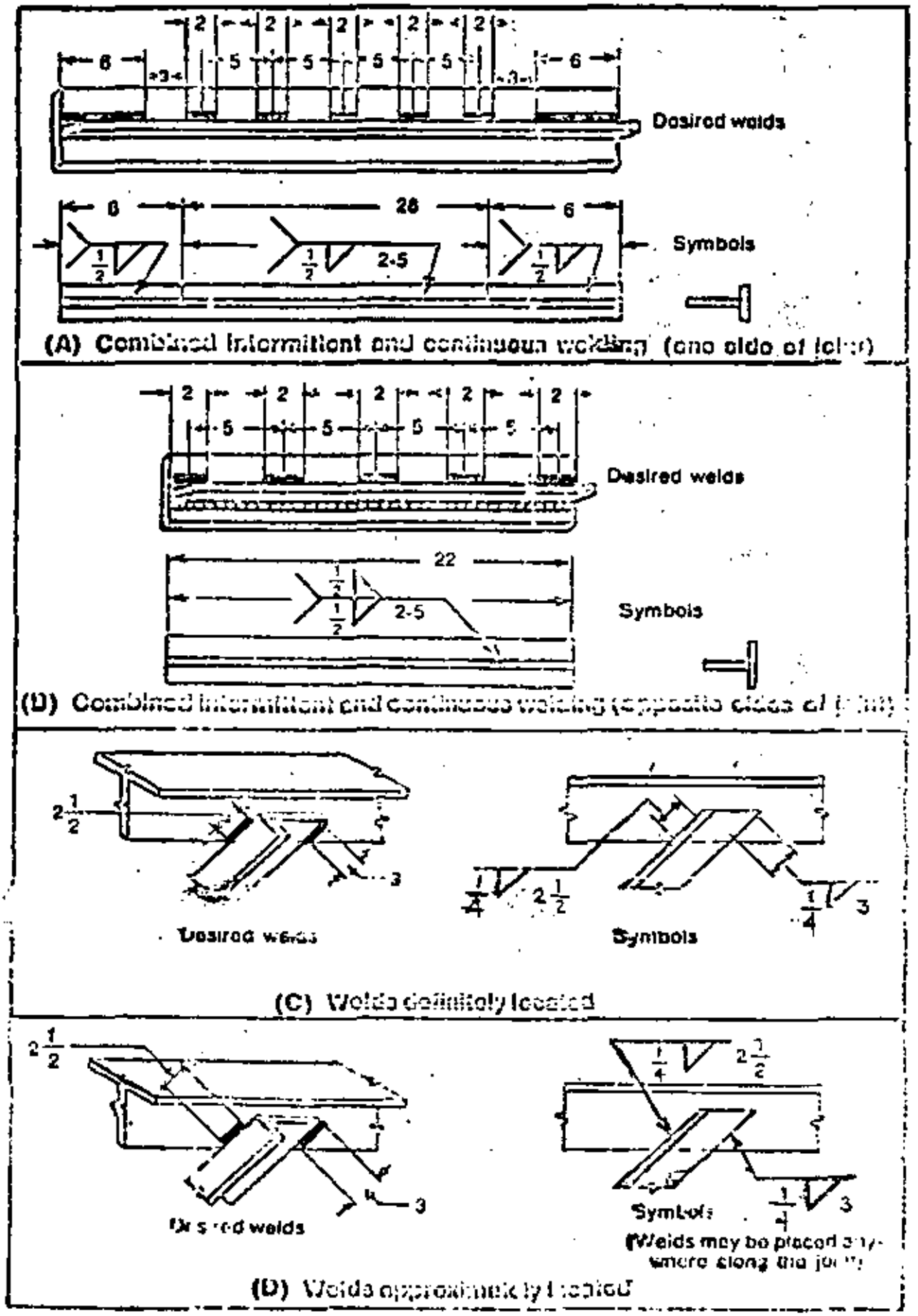


Fig. 7—Designation of location and extent of fillet welds.

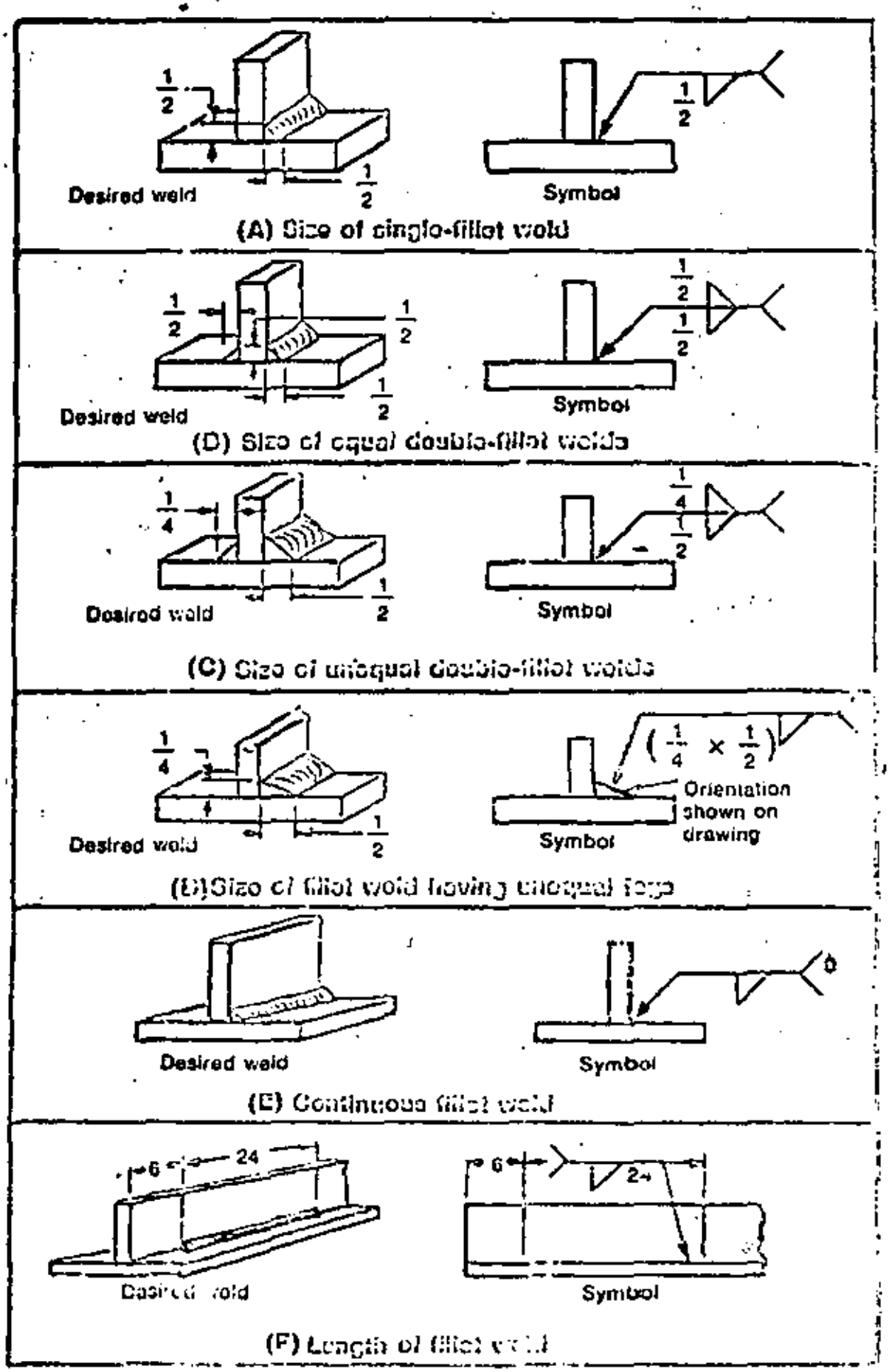


Fig. 12—Application of dimensions to fillet weld symbols.

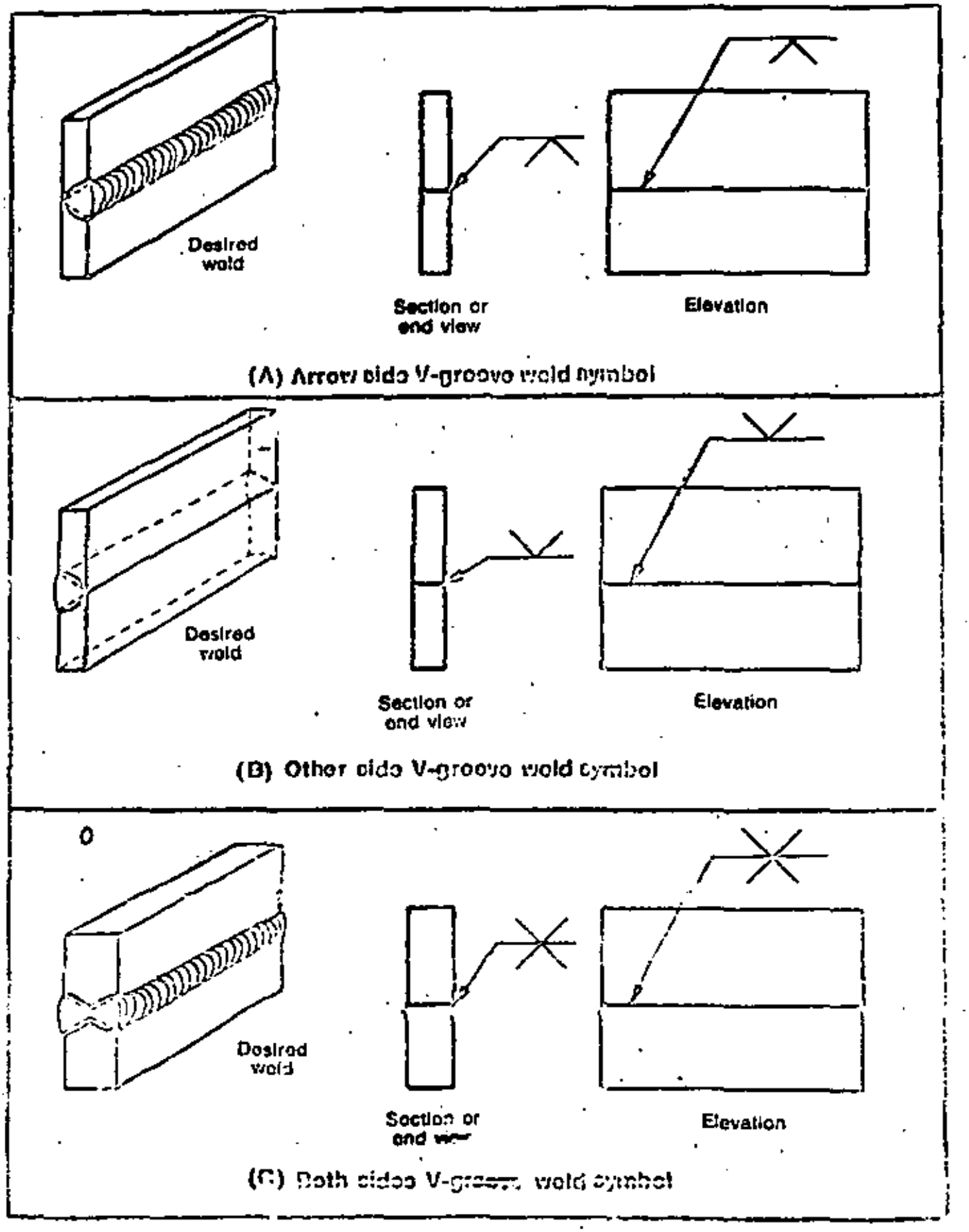


Fig. 5—Application of arrow side and other side convention.

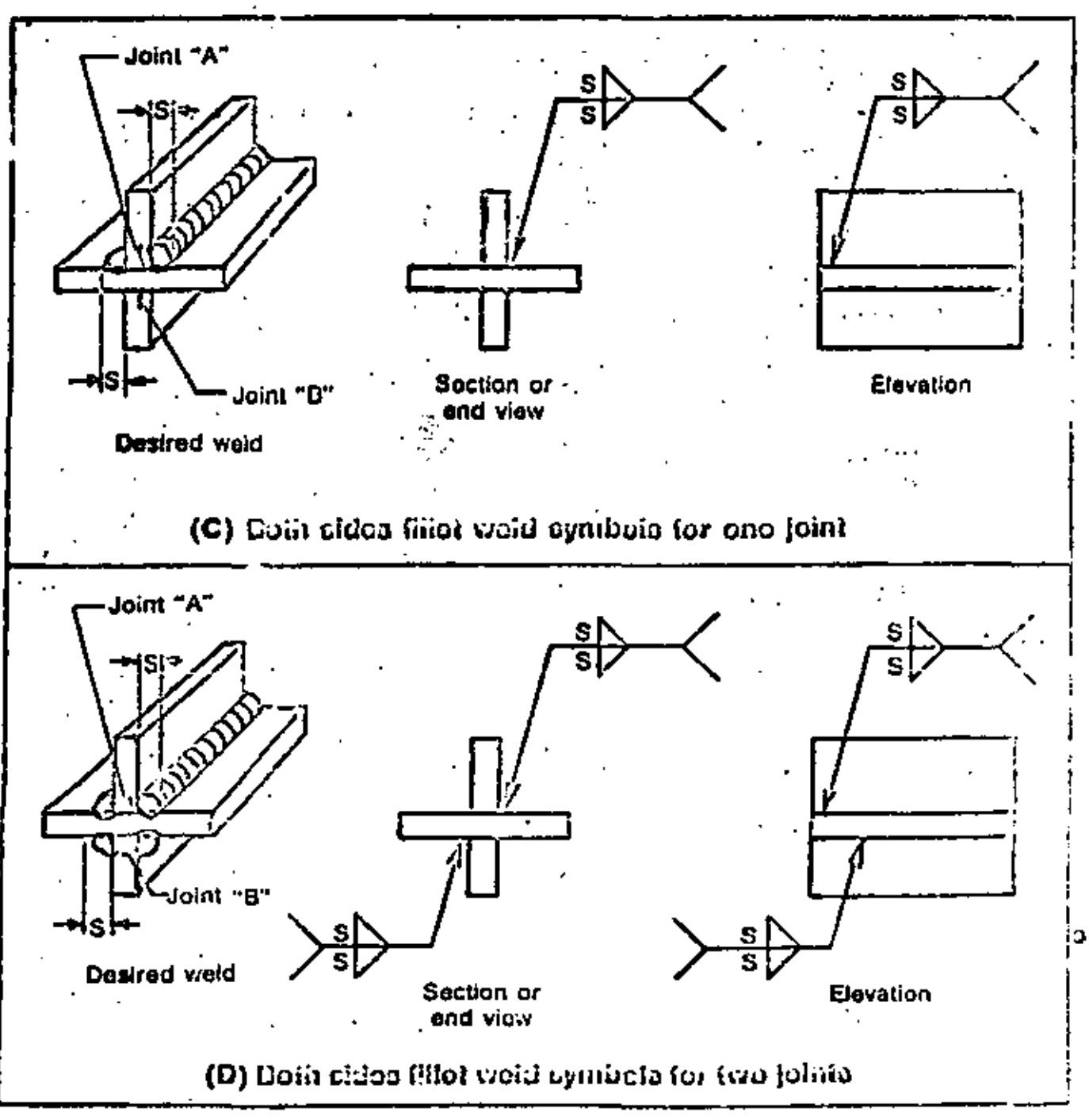
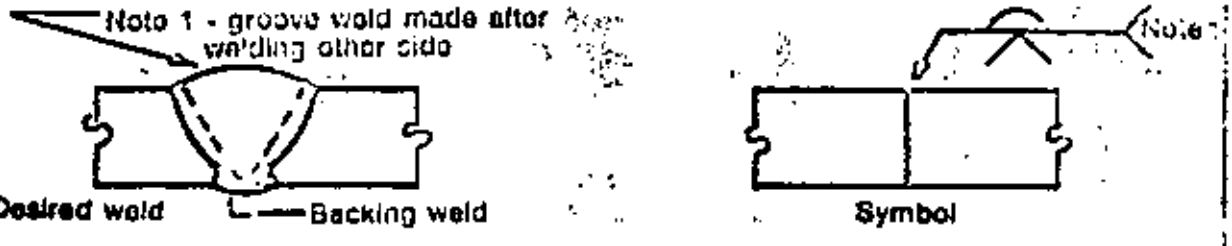


Fig. 15 (cont.)—Application of fillet weld symbols.

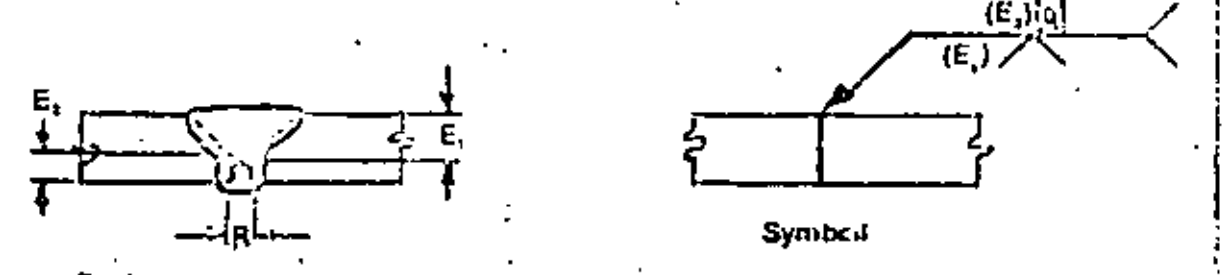
(A) Use of back or backing weld symbol to indicate single-pass back weld

(B) Use of back or backing weld symbol to indicate multiple pass back weld



(C) Use of back or backing weld symbol to indicate single pass backing weld

(D) Use of back or backing weld symbol to indicate multiple pass backing weld



(E) Use of back weld with [illegible] of opening

Fig. 55 —Application of back or backing weld symbol.

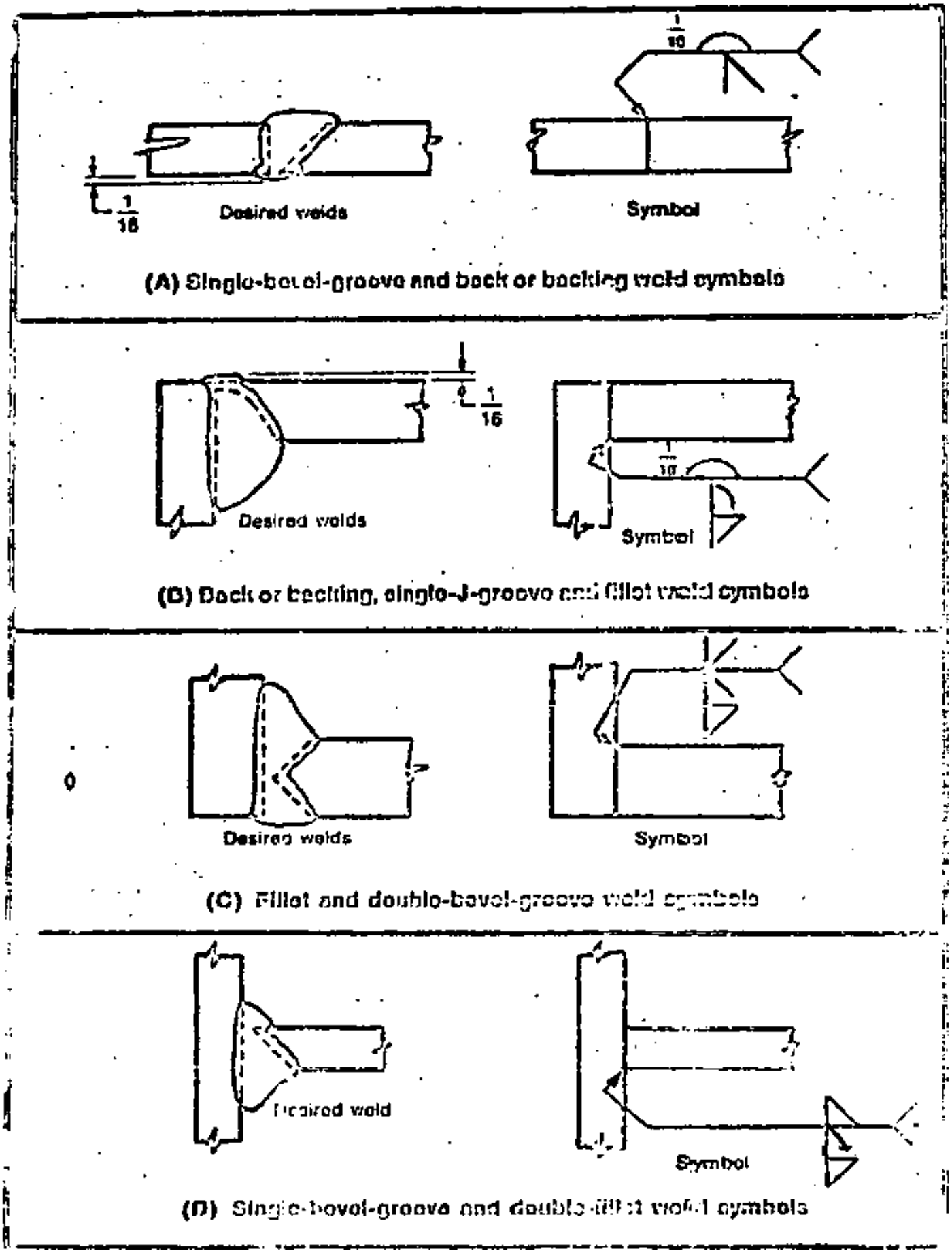
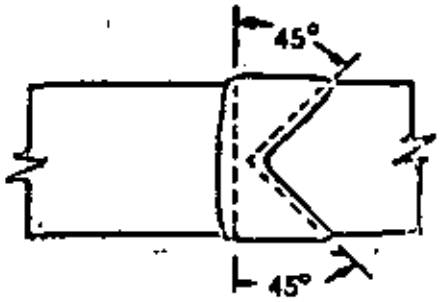
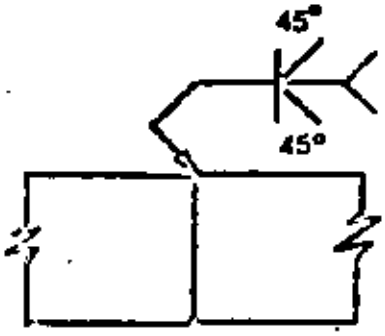


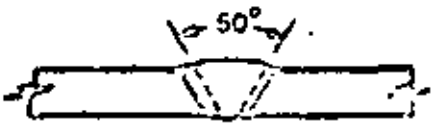
Fig. 11—Combination of weld symbols showing break in arrow.



Desired weld

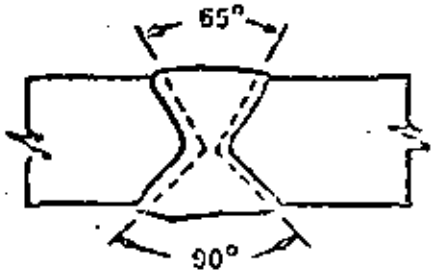


Symbol

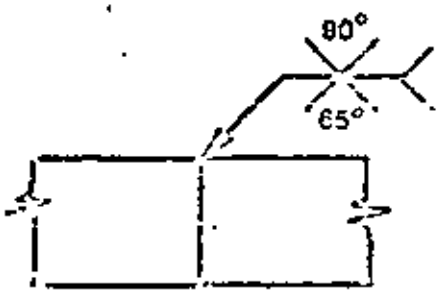


Desired weld

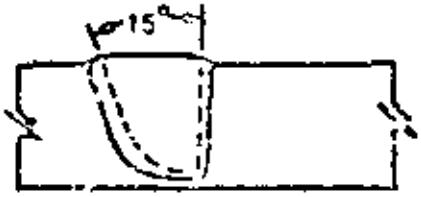
Symbol



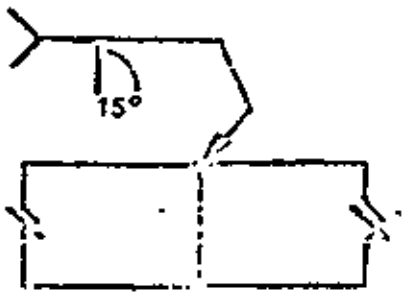
Desired weld



Symbol



Desired weld



Symbol

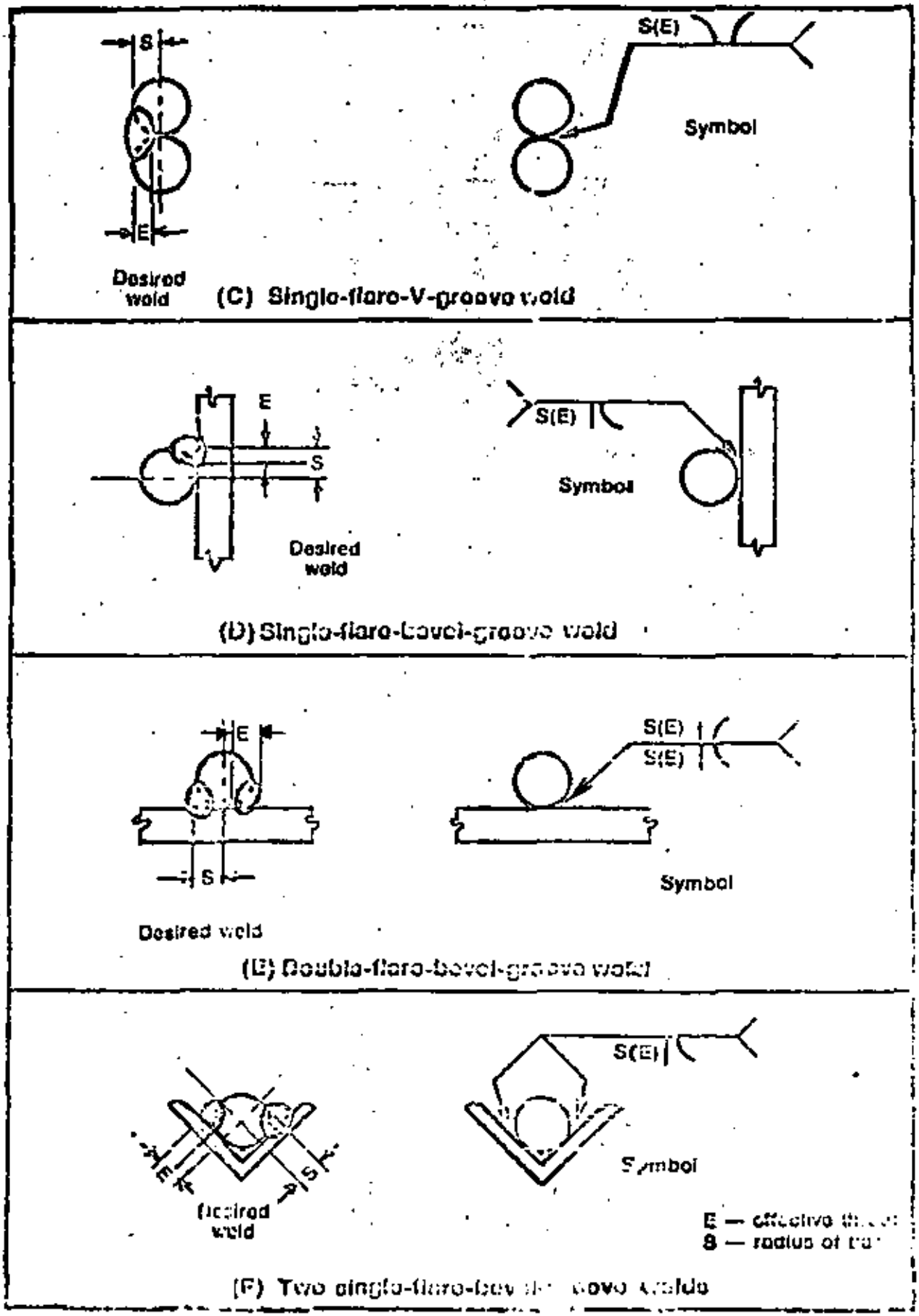


Fig. 31 (cont.)—Application of flare-bevel- and flare-V-groove weld symbols

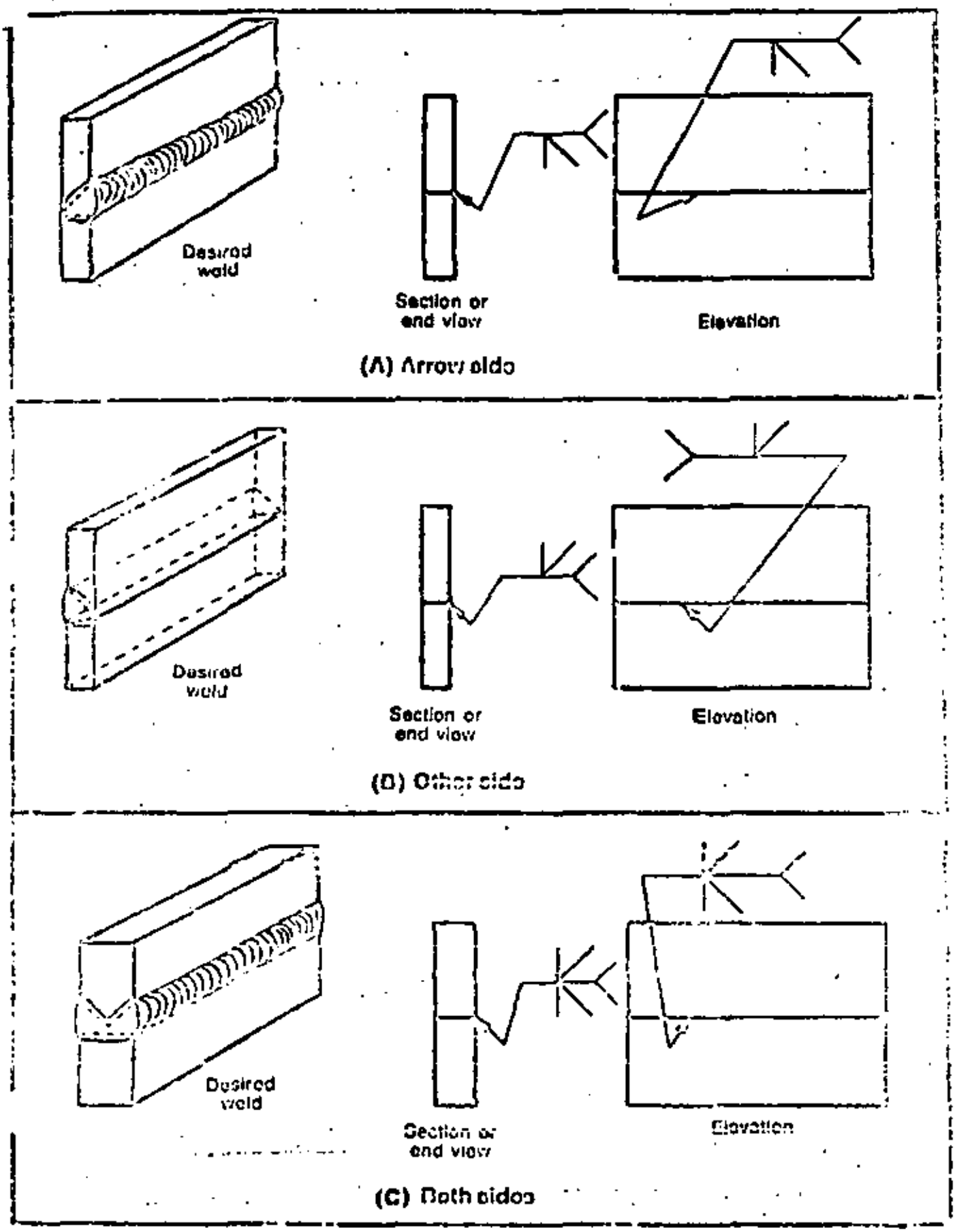


Fig. 9—Application of break in arrow of welding symbol (bevel-groove welds)

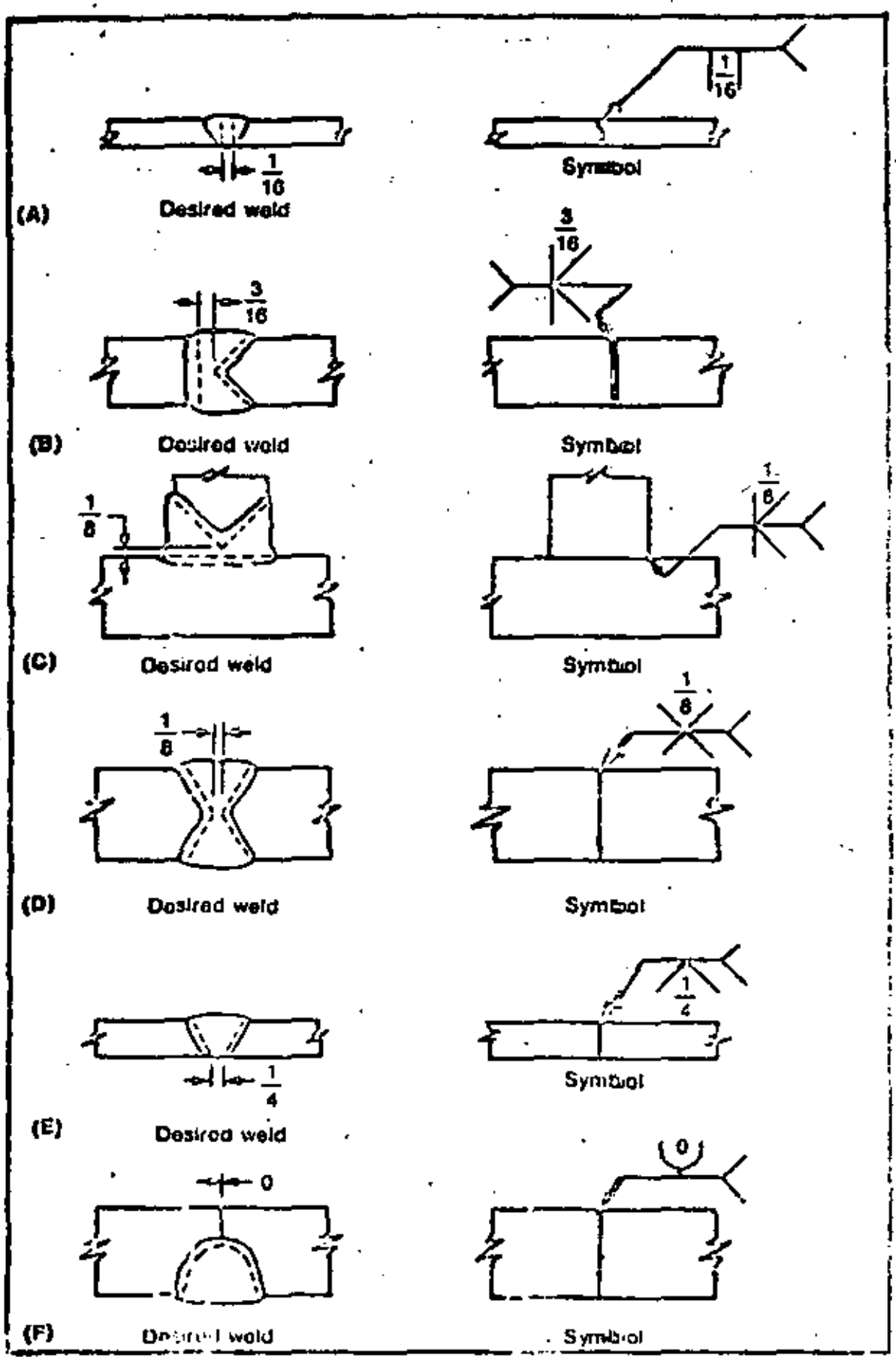


Fig. 32—Designation of root opening of groove welds.

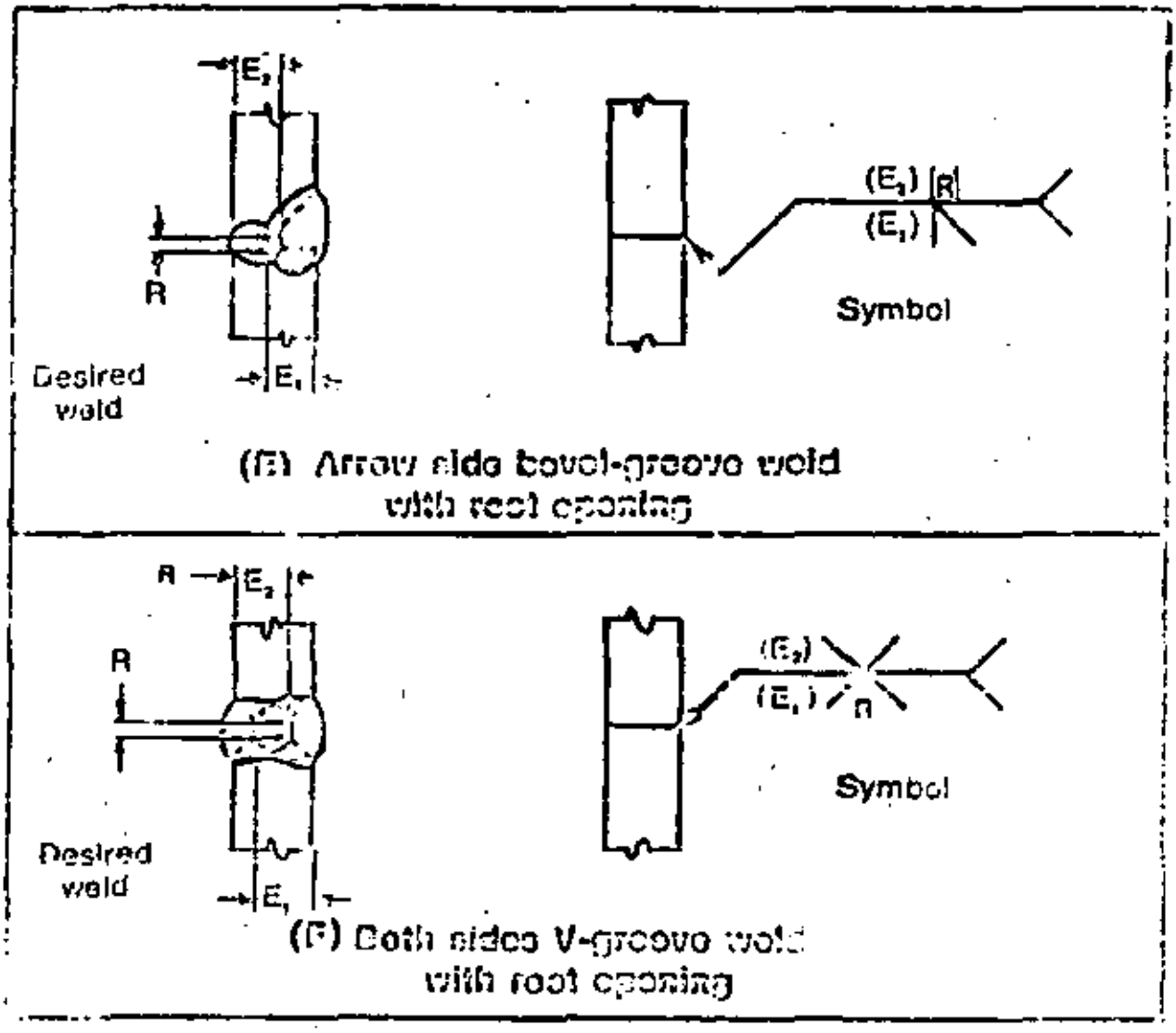


Fig. 26 (cont.)—Designation of effective throat of groove welds with specified joint preparation.

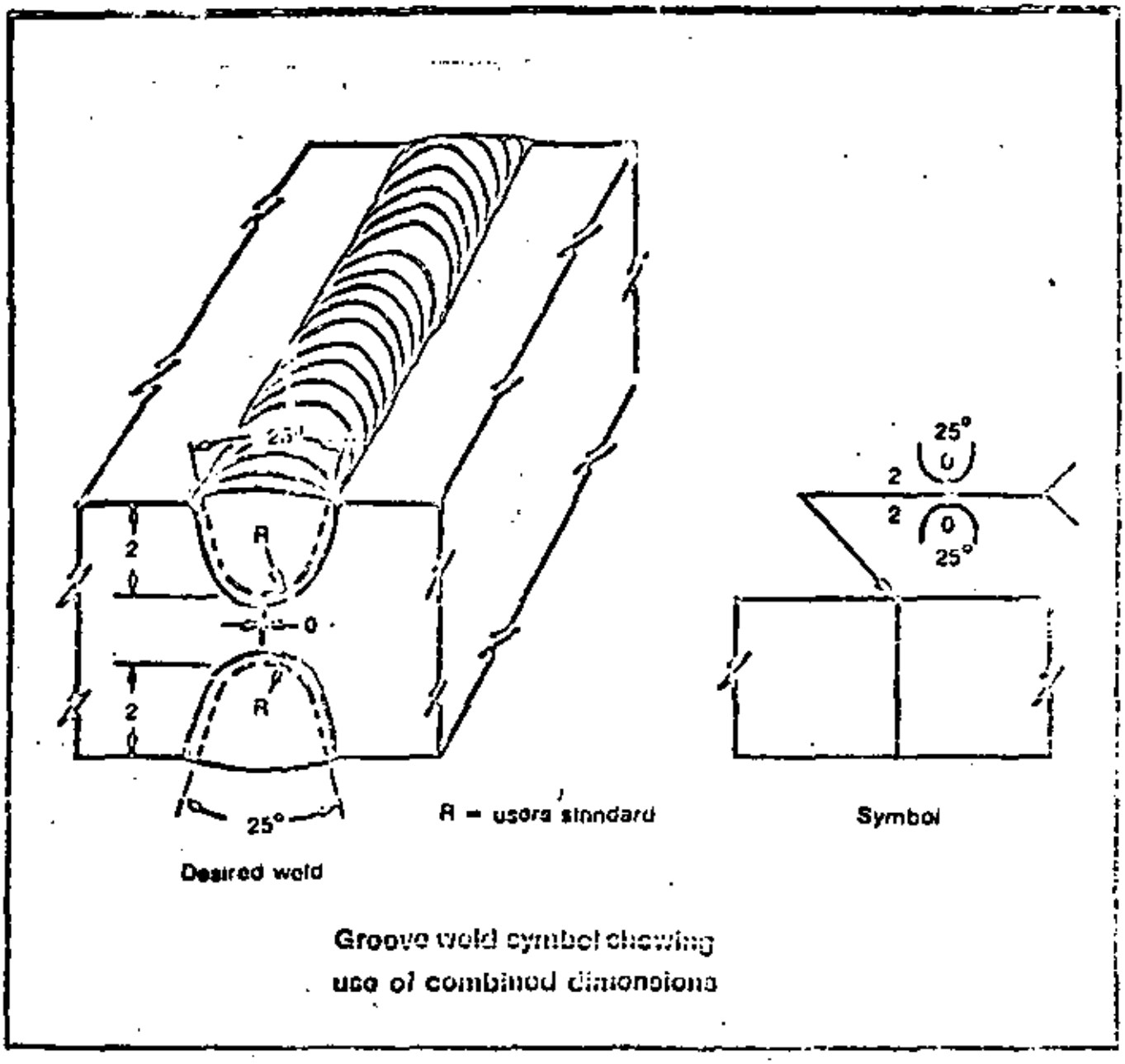


Fig. 24—Application of dimensions to groove weld symbols.

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, ding 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 three ways: to a maximum limit, to a minimum it, 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.

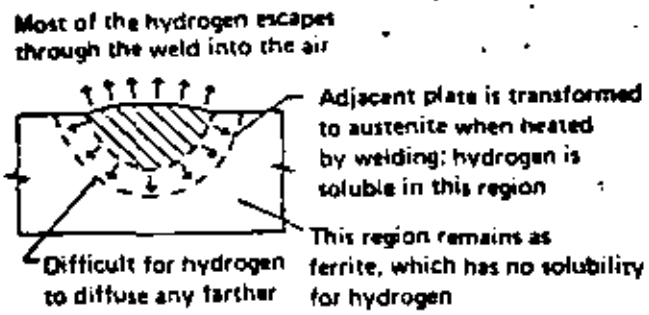


Fig. 6-3. Austenitic heat affected zone of a weld has high solubility for hydrogen. Upon cooling, the hydrogen builds up pressure that can cause underbead cracking.

tensile strengths of 100,000 psi and higher. The discussions on specific steels include recommendations for welding these materials.

The second factor that promotes underbead cracking — the pickup and retention of hydrogen — is also influenced by the cooling rate from the welding temperature. During welding, some hydrogen — a decomposition product of moisture from the air, electrode coating, wire, flux, shielding gas, or the surface of the plate — can dissolve into the molten weld metal and from there into the extremely hot (but not molten) base metal. If cooling occurs slowly, the process reverses, and the hydrogen has sufficient time to escape through the weld into the air. But if cooling is rapid, some hydrogen may be trapped in the heat-affected zone next to the weld metal, as illustrated by Fig. 6-3. The hydrogen is absorbed and produces a condition of low ductility known as hydrogen embrittlement.

One theory suggests that the hydrogen produces a pressure, which — combined with shrinkage stresses and any hardening effect from the chemistry of the steel — causes tiny cracks in the metal immediately under the weld bead (Fig. 6-4). Similar cracks

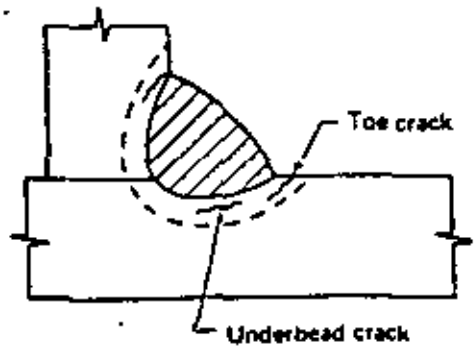


Fig. 6-4. Underbead cracking and toe cracks caused by hydrogen pickup in heat-affected zone of plate

that appear on the plate surface adjacent to the weld are called "toe cracks."

Slower cooling (by welding slower, or by preheating) allows more of the hydrogen to escape and helps control the problem. In addition, the use of low-hydrogen welding materials eliminates the major source of hydrogen and usually eliminates underbead cracking.

Rapid cooling rates occur when the arc strikes on a cold plate — at the start of a weld with no previous weld bead to preheat the metal. The highest cooling rates occur on thick plate and in short tack welds. The effect of weld length on cooling rate can be illustrated by the time required to cool welds from 1600° to 200°F on a 3/4-in. steel plate:

2-1/2-in. weld	1.5 min
4-in. weld	5 min
9-in. weld	33 min

A 9-in.-long weld made on plate at 70°F has about the same cooling rate as a 3-in. weld on a plate that has been preheated to 300°F.

Welds with large cross sections require greater heat input than smaller ones. High welding current and slow travel rates reduce the rate of cooling and decrease the likelihood of cracking.

The Effects of Section Thickness

In a steel mill, billets are rolled into plates or shapes while red hot. The rolled members are then placed on finishing tables to cool. Because a thin plate has more surface area in proportion to its mass than a thick plate, it loses heat faster (by radiation) and cools more rapidly.

If a thick plate has the same chemistry as a thin one, its slower cooling rate results in lower tensile and yield strength, lower hardness, and higher elongation. In very thick plates, the cooling rate may be so low that the properties of the steel may not meet minimum specifications. Thus, to meet specified yield-strength levels, the mill increases the carbon or alloy content of the steels that are to be rolled into thick sections.

In welding, cooling rates of thin and thick plates are just the opposite. Because of the larger mass of plate, the weld area in a thick plate cools more rapidly than the weld area in a thin one. The heat input at the weld area is transferred, by conduction, to the large mass of relatively cool steel, thus cooling the weld area relatively rapidly. (Heat is transferred more rapidly by conduction than by radiation.) The thin plate has less mass to absorb the heat, and it cools at a slower rate. The faster cooling

61

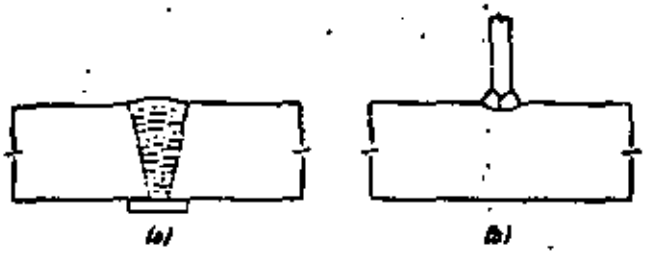


Fig. 6-5. A groove-welded butt joint in thick plate (a) requires a higher preheat, because of joint restraint, than a fillet-welded joint of a thin member and a thick plate (b). See Section 2.3 for the minimum size weld required by AWS.

of the thicker plate produces higher tensile and yield strengths, higher hardness, and lower elongation.

Welds in structural-steel shapes and plate under 1/2-in. thick have less tendency toward cracking than welds in thicker plate. In addition to the favorable (slower) cooling rate of thinner members, two other factors minimize causes of cracking: 1. Thinner plate weldments usually have a good ratio (high) of weld-throat-to-plate thickness. 2. Because they are less rigid, thinner plates can flex more as the weld cools, thus reducing restraint on the weld metal.

Thicker plates and rolled sections do not have these advantages. Because a weld cools faster on a thick member, and because the thick member probably has a higher carbon or alloy content, welds on a thick section have higher strength and hardness but lower ductility than similar welds on thin plate. If these properties are unacceptable, preheating (especially for the more critical root pass) may be necessary to reduce the cooling rate. (See Section 3.3 for a discussion of preheating.)

Because it increases cost, preheating should be used only when needed. For example, a thin web to be joined to a thick flange plate by fillet welds may not require as much preheat as two highly restrained

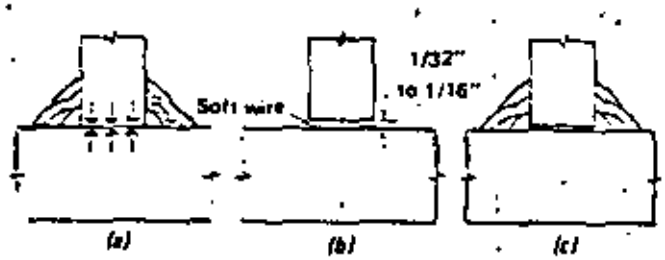


Fig. 6-6. In a restrained joint in thick plates (a), all shrinkage stress must be taken up in the weld. Separating the plates with soft wires (b) allows the plates to move slightly during cooling. The wires flatten (c) and remove most of the stress from the weld metal.

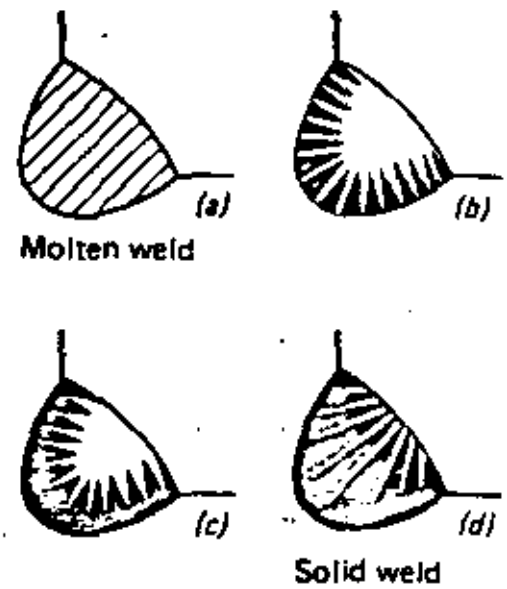


Fig. 6-7. A molten fillet weld (a) starts to solidify along the sides next to the plate (b). Solidification proceeds as shown in (c) and (d).

thick plates joined by a multiple-pass butt weld (Fig. 6-5).

The Effect of Joint Restraint

If metal-to-metal contact exists between thick plates prior to welding, the plates cannot move — the joint is restrained. As the weld cools and contracts, all shrinkage stress must be taken up in the weld, as illustrated in Fig. 6-6(a). This restraint may cause the weld to crack, especially in the first pass on the second side of the plate.

Joint restraint can be minimized by providing a space of 1/32 to 1/16 in. between the two members to allow movement during cooling. Such spaces or gaps can be incorporated by several simple means:

1. Soft steel wire spacers may be placed between the plates, as in Fig. 6-6(b). The wire flattens out as the weld shrinks, as shown in Fig. 6-6(c). (Copper wire should not be used because it may contaminate the weld metal).
2. Rough flame-cut edges on the plate. The peaks of the cut edge keep the plates apart, yet can deform and flatten out as the weld shrinks.
3. Upsetting the edge of the plate with a heavy center punch. Results are similar to those of the flame-cut edge.

Provision for a space between thick plates to be welded is particularly important for fillet welds.

62 056

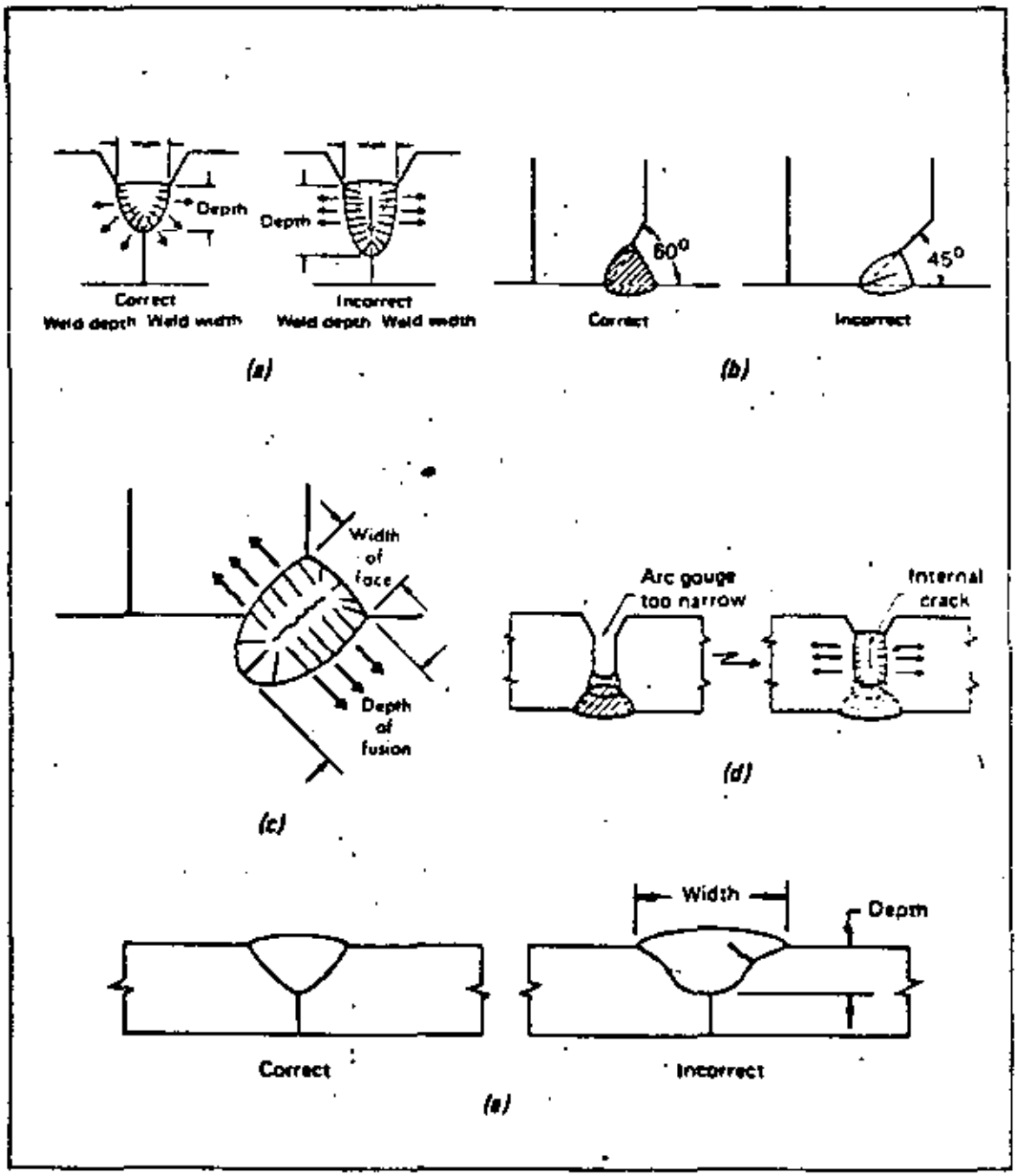


Fig. 6-12. Internal cracking can occur when weld penetration is greater than width. Correct and incorrect proportions are shown in (a), (b), and (c). Arc-gouging a groove too narrow for its depth can cause a similar internal crack (d). Cracks can also occur when depth is too shallow (e). Width of a weld 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.

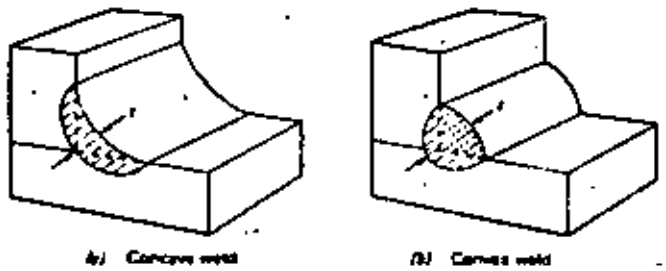


Fig. 6-8. The leg size and the surface of a concave fillet weld (a) may be larger than that of a convex bead (b), but its throat, t, may be considerably smaller.

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 larger than a convex weld (Fig. 6-8), it may have less penetration 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

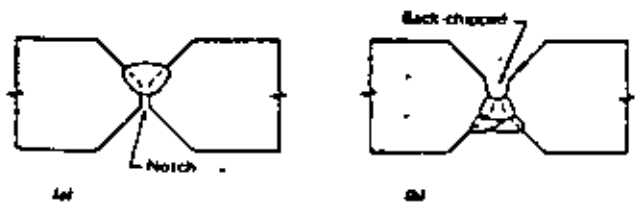


Fig. 6-9. The root pass of a double-V joint is susceptible to cracking because of the notch effect (a). On high-quality work, the notch is minimized by backchipping (b).

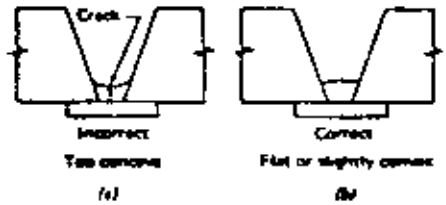


Fig. 6-10. A concave root pass (a) may crack because tensile stresses exceed the strength of the weld metal. A slightly convex root pass bead (b) helps prevent cracking.

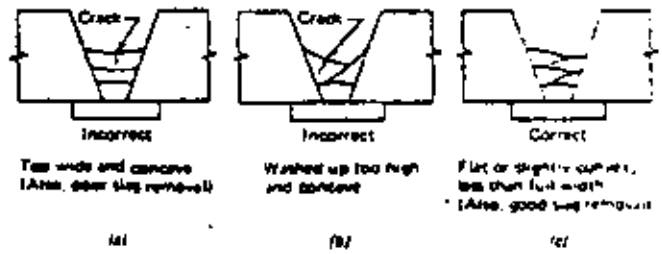


Fig. 6-11. Wide, concave passes (a and b) in a multiple pass [illegible] crack. Slightly convex beads (c) are recommended.

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-

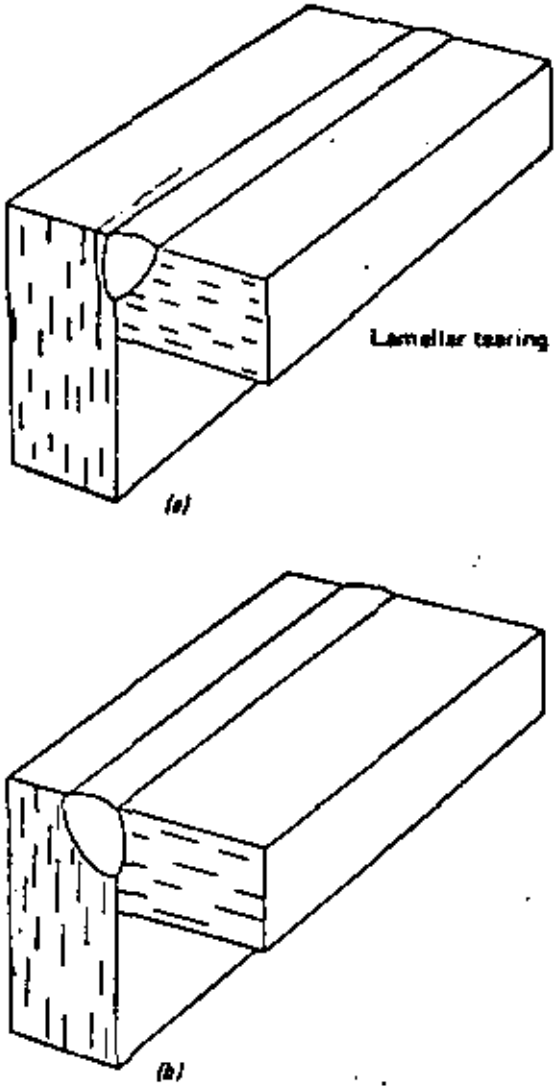


Fig. 6-12. Lamellar tearing (a) and a suggested solution (b).

These are usually caused by improper joint design (narrow, deep grooves or fillets) or by misuse of a welding process that can achieve deep penetration.

If the depth of fusion is much greater than the width of the weld face, the surface of the weld may freeze before the center does. When this happens, the shrinkage forces act on the almost-frozen center (the strength of which is lower than that of the frozen surface) and can cause a crack that does not extend to the surface. Figure 6-12(a) is illustrative.

Internal cracks can also be caused by improper joint design or preparation. Results of combining thick plate, a deep-penetrating welding process, and a 45° included angle are shown in Fig. 6-12(b). A similar result on a fillet weld made with deep penetration is shown in Fig. 6-12(c). A too-small bevel, and arc-gouging a groove too narrow for its depth on the second-pass side of a double-V groove weld, can cause the internal crack shown in Fig. 6-12(d).

Internal cracks are serious because they cannot be detected by visual inspection methods. But they can be eliminated if preventive measures are used. Penetration and volume of weld metal deposited in each pass can be controlled by regulating welding speed and current and by using a joint design which establishes reasonable depth-of-fusion requirements. Recommended ratios of width of each individual bead to depth of fusion are between 1.2 to 1 and 2 to 1.

A different type of internal crack occurs in submerged-arc welding when the width-to-depth ratio is too large. Cracks in these so-called "hat-shaped" welds are especially dangerous because radiographic inspection may not detect them. The width-to-depth ratio of any individual bead should not exceed 2:1.

Lamellar cracking or tearing is illustrated in Fig. 6-13. In (a), the shrinkage forces on the upright member are perpendicular to the direction in which the plate was rolled at the steel mill. The inclusions within the plate are strung out in the direction of rolling. If the shrinkage stress should become high enough, lamellar tear might occur by the progressive cracking from one inclusion to the next. A way to prevent this is illustrated in Fig. 6-13(b). Here, the bevel has been made in the upright plate. The weld now cuts across the inclusions, and the shrinkage forces are distributed, rather than applied to a single plane of inclusions.

Observations on Factors Contributing to Cracking

Two articles[1,2] appearing in the *Welding Journal* in 1964 summarize several of the factors confirmed by research as contributory to weld cracking:

1. The contraction forces of multiple-pass welds tend to cause separations in the base metal and they generally increase with the strength and/or hardenability of the filler metal and base metals. Therefore, softer weld metal would tend to decrease not only weld metal cracks but also heat-affected zone cracks and lamellar tearing.
2. The susceptibility to delayed cracking is proportional to the hydrogen content of the welding atmosphere.

[1] "*Weld Cracking Under Hindered Contraction: Comparison of Welding Processes*," Travis, Batty, Moffat, and Adams, M.I.T. Welding Journal, November, 1964

[2] "*Delayed Cracking in Steel Weldments*," Interrante and Stout, Welding Journal, April, 1964.

C. SOLDADURA DE VARILLAS

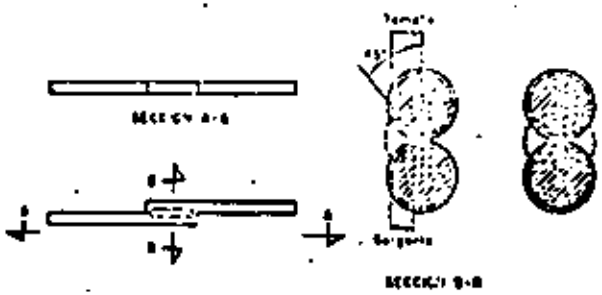


FIG 1 UNION DE BARRAS TRASLAPADAS

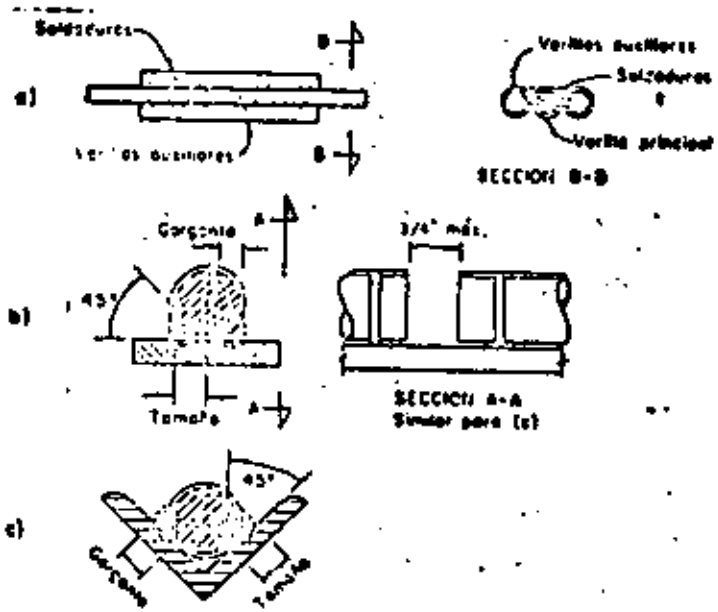
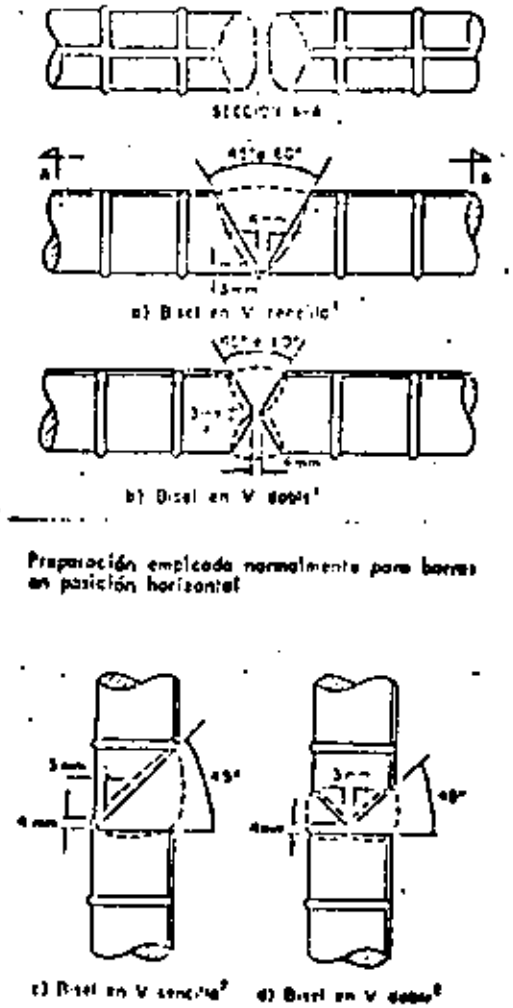


FIG 2 UNIONES EFECTUADAS CON ELEMENTOS DE RESPALDO



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

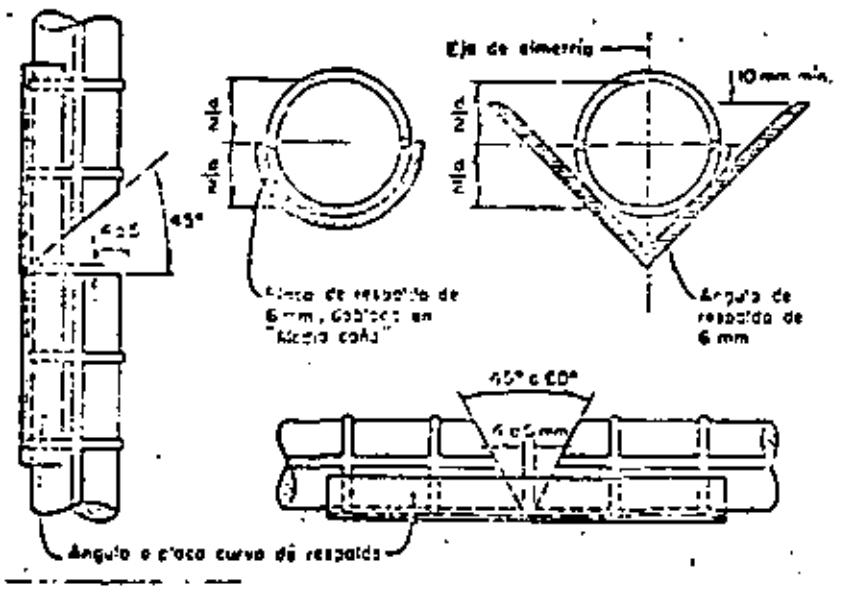


FIG 7 JUNTAS CON PLACA O ANGULO DE RESPALDO

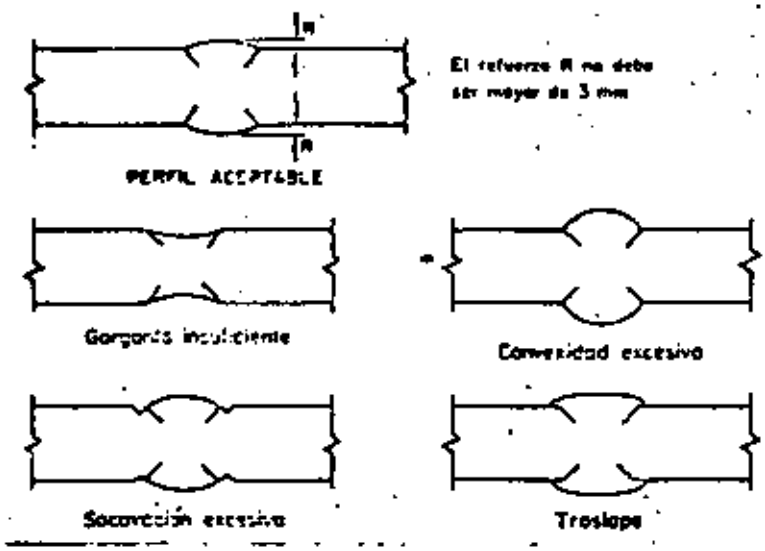
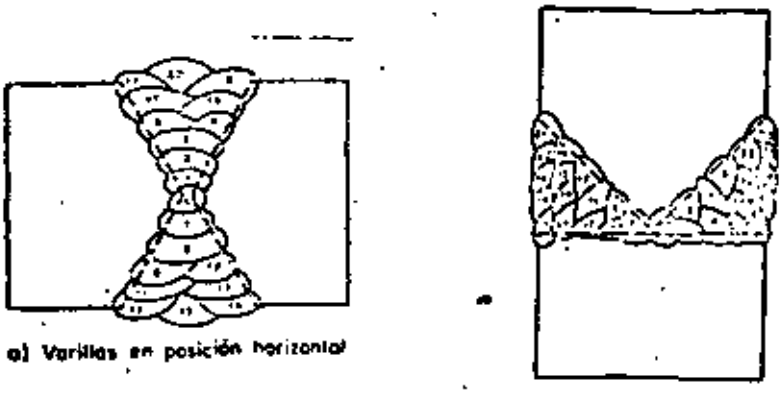


FIG 4 PERFILES INACEPTABLES

1 244



a) Varillas en posición horizontal

b) Varillas en posición vertical

FIG 5 SECUELA PARA LA COLOCACION DE LOS CORDONES DE SOLDADURA

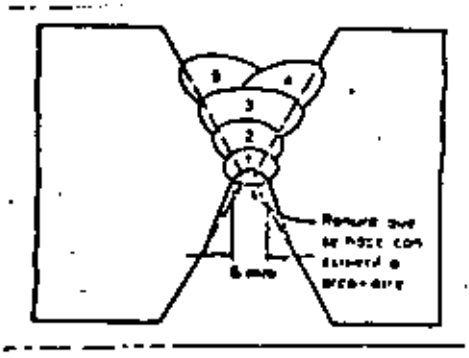


FIG 6 PREPARACION DE LA RAIZ DE LA JUNTA ANTES DE EMPEZAR A SOLDAR POR EL SEGUNDO LADO

TABLA 1. [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	Grado	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	42	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
			50	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
			60	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[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.

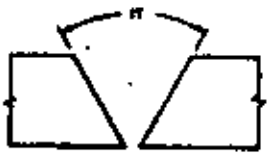
REVISION ANTES DE LA SOLDADURA ● ○ ○

[illegible] ● ○ ○

[illegible] ● ○ ○

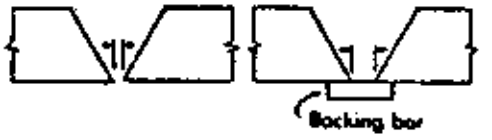
1) ANGULO DE LA PREPARACION

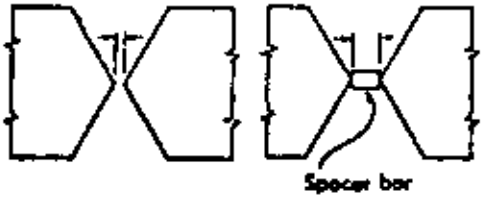
● ○ ○

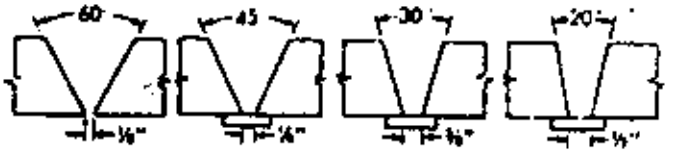


2) ABERTURA DE LA RAIZ.

● ○ ○

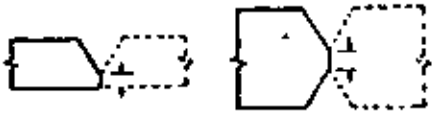


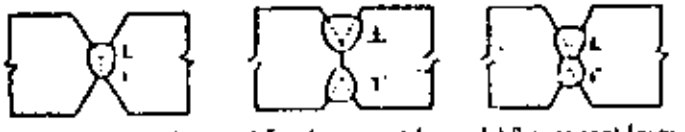




3) PERFIL DE LA RAIZ.

● ○ ○

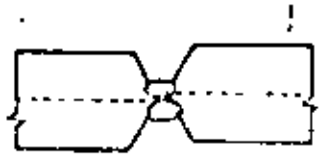




(a) Too small root face; burn-through (b) Too large root face; lack of penetration (c) Proper root face; proper penetration

4) ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS

● ○ ○



5) LIMPIEZA DE LA JUNTA

● ● ●

6) TIPO Y TAMAÑO DE ELECTRODO

○ ● ○

7) INTENSIDAD Y POLARIDAD DE LA CORRIENTE

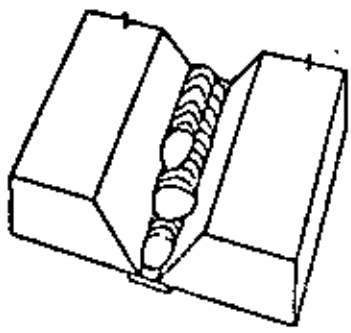
○ ● ○

8) PUNTOS DE SOLDADURA.

○ ● ○

9) FUSION ADECUADA

○ ● ○



10) PRECALENTAMIENTO

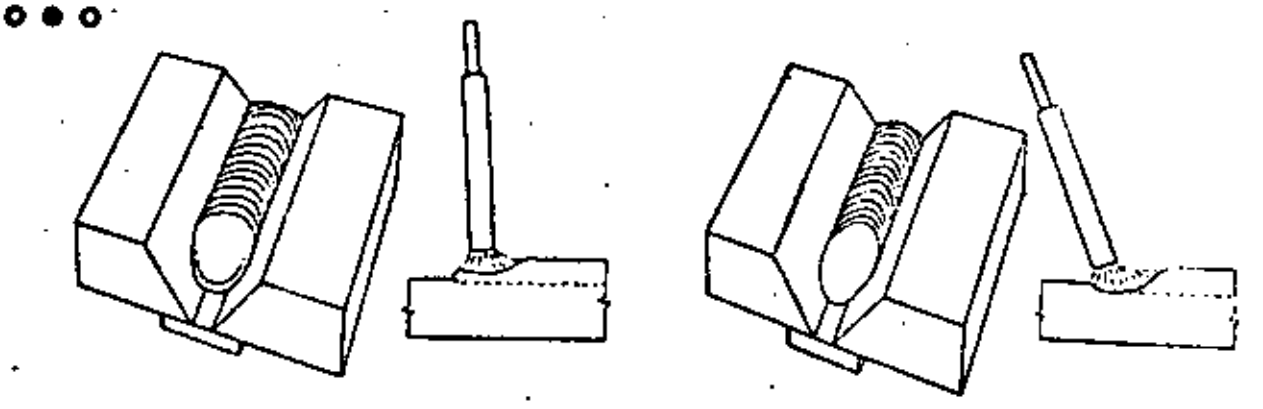
○ ● ○

11) SECUENCIA ADECUADA DE PASES

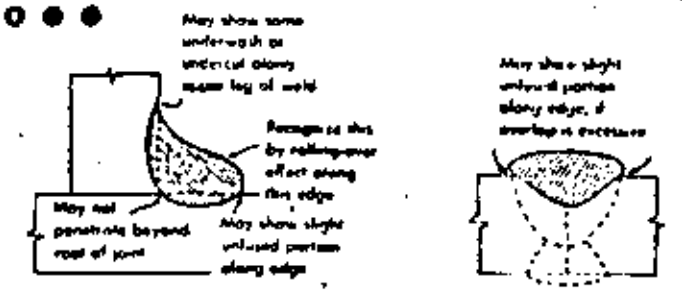
(a) No problem for next pass to fuse properly into side of joint and weld

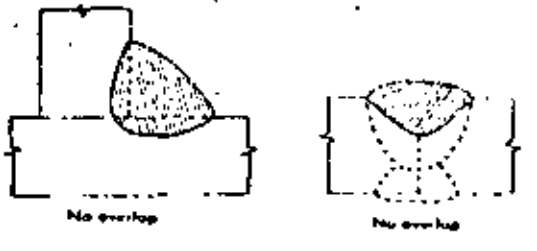
(b) Not enough room left between side of joint and first pass, will not fuse properly, may trap slag

12) VELOCIDAD CORRECTA DE MOVIMIENTO DEL ELECTRODO

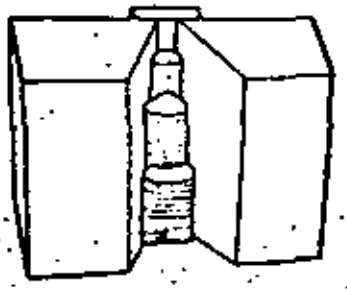


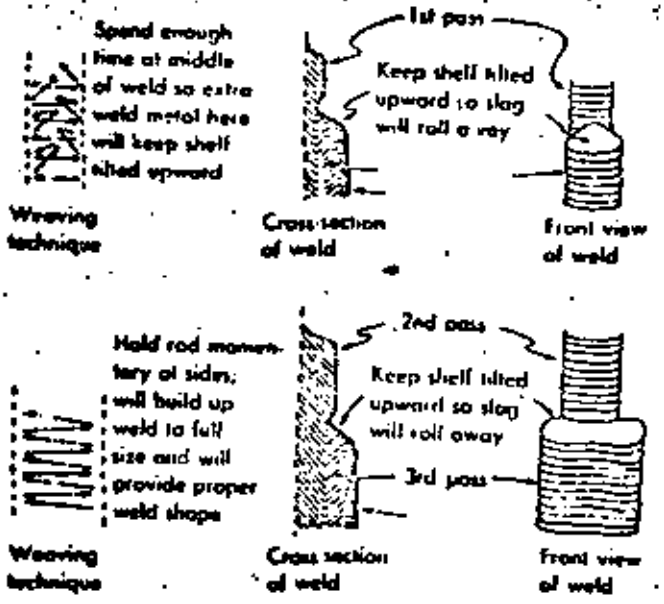
13) AUSENCIA DE SOLAPADURAS (OVERLAP)



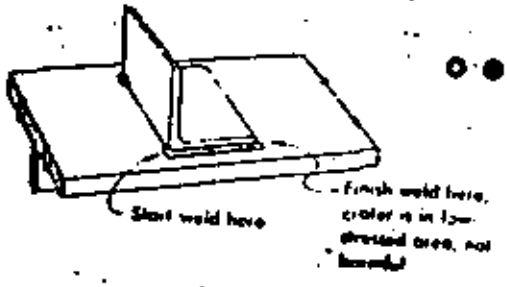


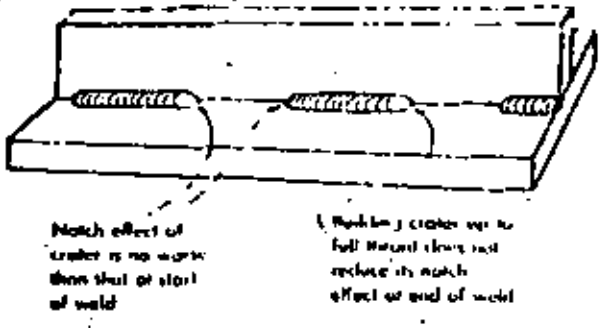
14) INCLINACION DEL CRATER EN SOLDADURAS VERTICALES



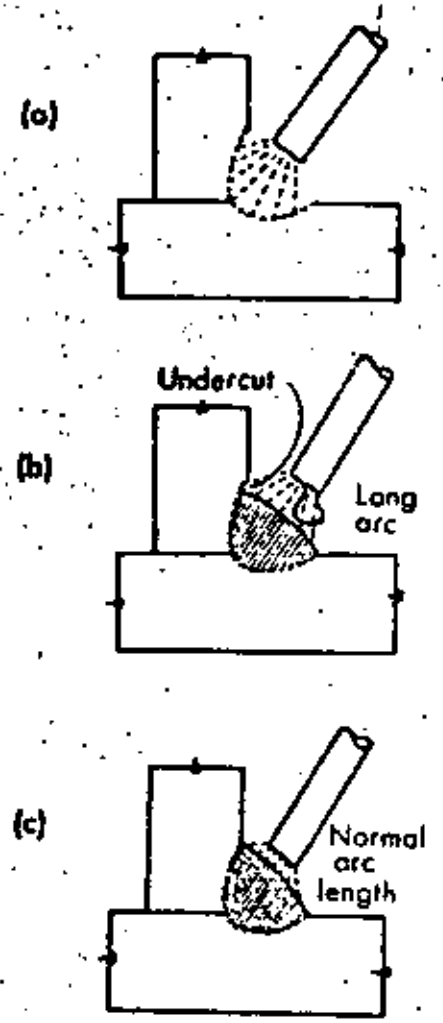


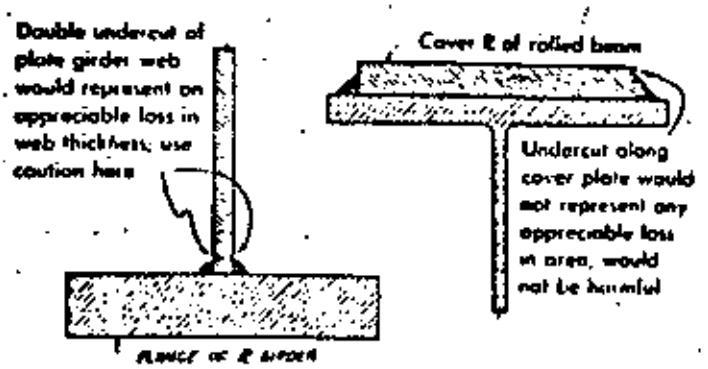
15) RELLENO DE CRATERES



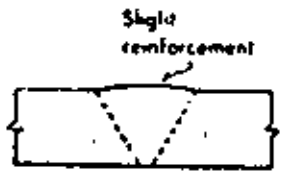


26) AUSENCIA DE SOCAVACIONES

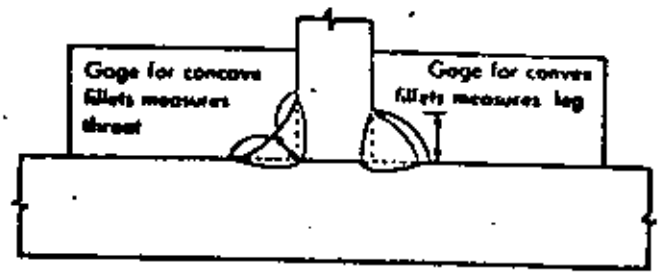




17) REFUERZO ADECUADO EN SOLDADURAS A TOPE



18) TAMAÑO CORRECTO DE SOLDADURAS DE FILETE.



19) AUSENCIA DE GRIETAS

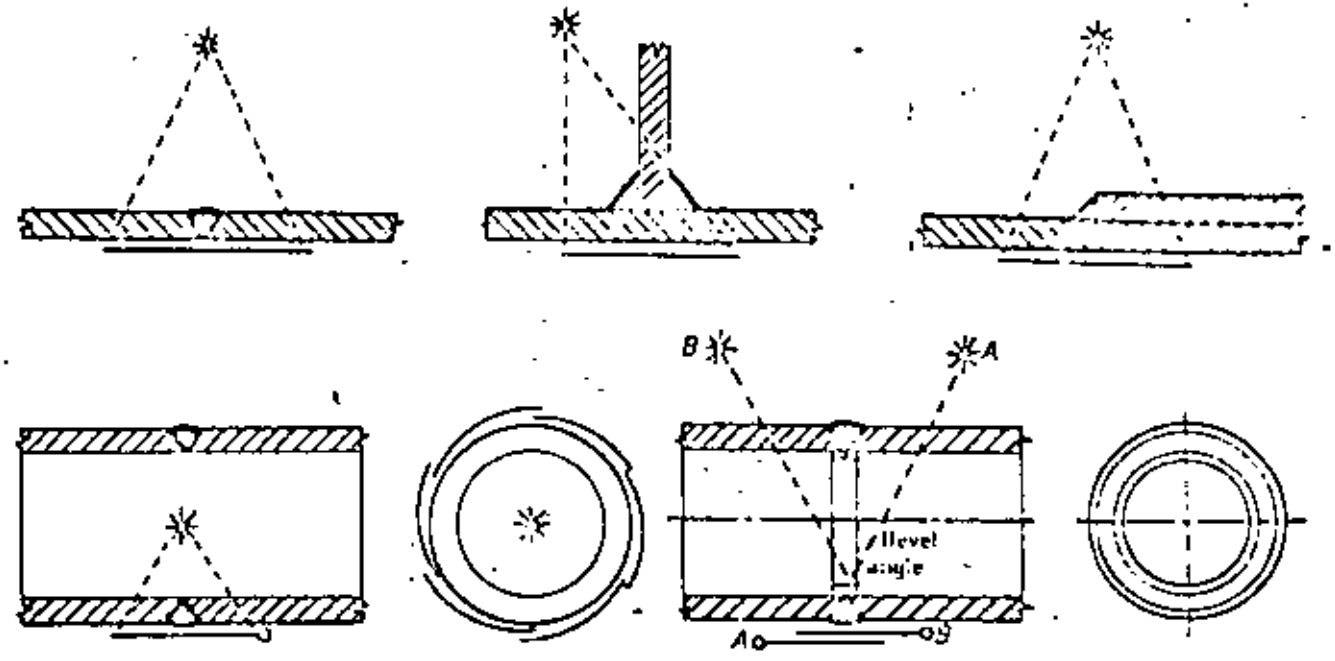
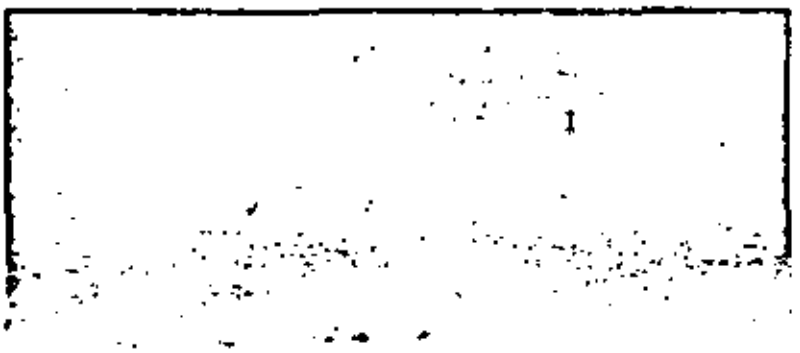


Fig. 11-16. Typical arrangements of X-ray source and film in radiography of welds. The angle of exposure and the geometry of the weld influence interpretation of the negative. Note that multiple exposure may be necessary for pipe welds. Of the several welds shown above, fillet welds are the most difficult to x-ray and the most difficult to interpret



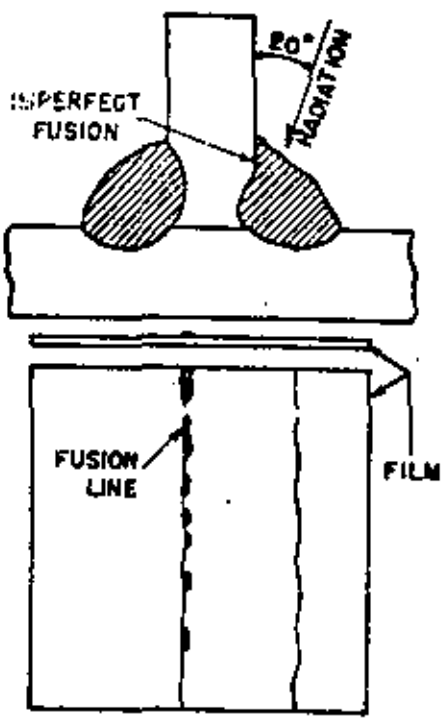
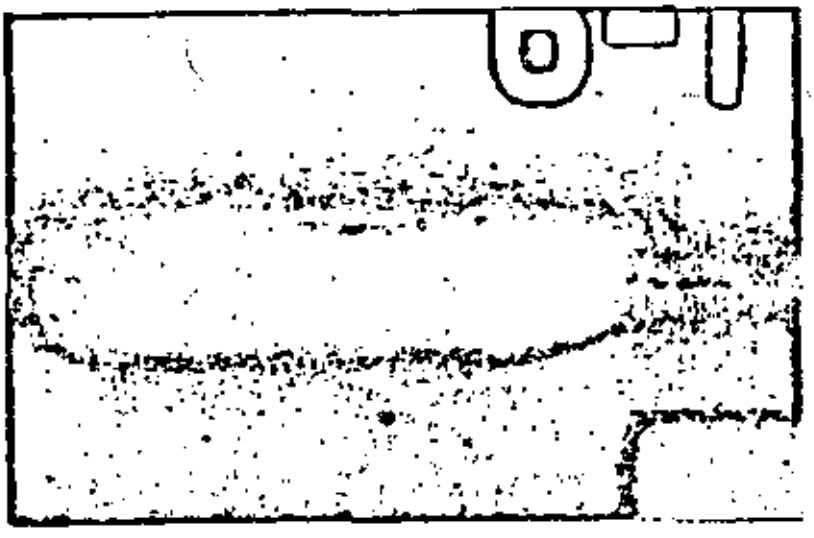


Fig. 90—Lack of Fusion

Illustrating lack of fusion at interface of a fillet weld as seen on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).



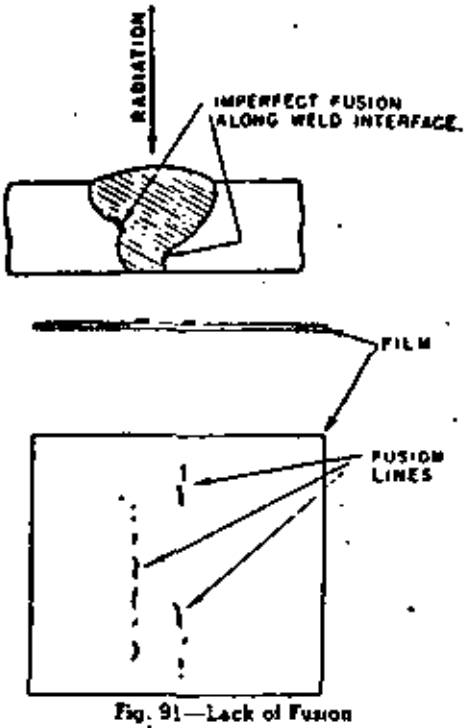
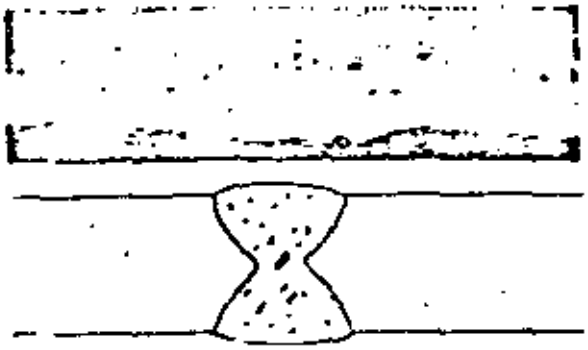


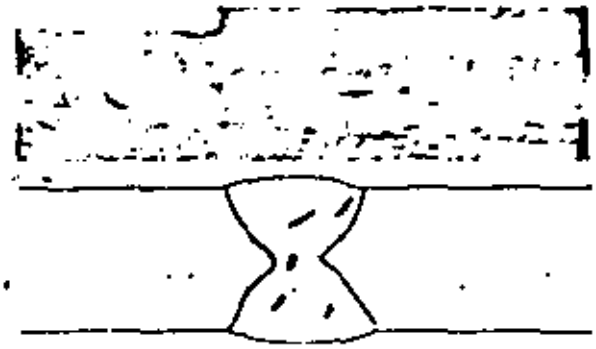
Fig. 91—Lack of Fusion

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).

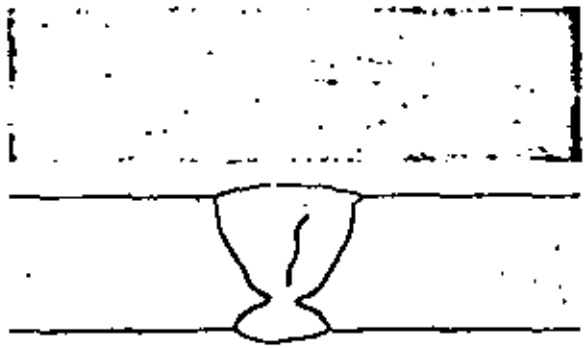
TABLE 11-3. Radiographs of Weld Defects



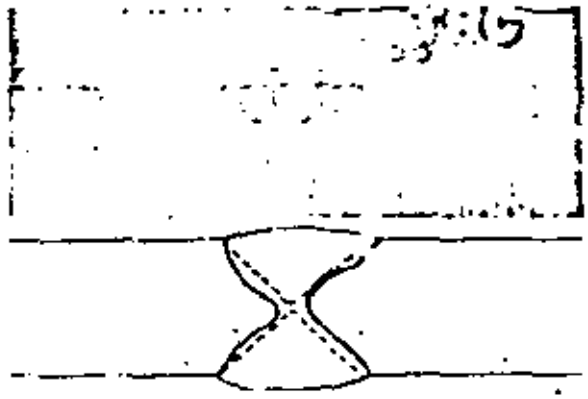
Porosity is shown as rounded shadows of varying size and density, occurring singly, in clusters, or randomly scattered.



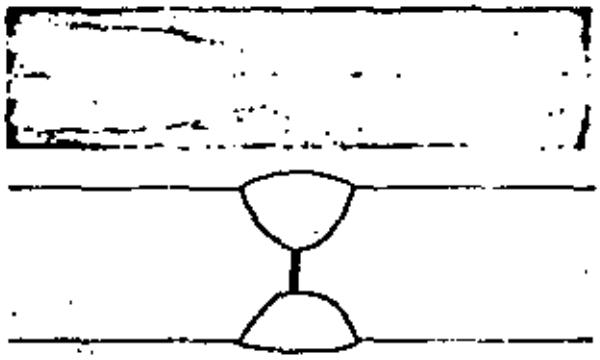
Nonmetallic Inclusions are usually indicated by elongated shadows of irregular shape, occurring singly, in a linear distribution, or scattered randomly.



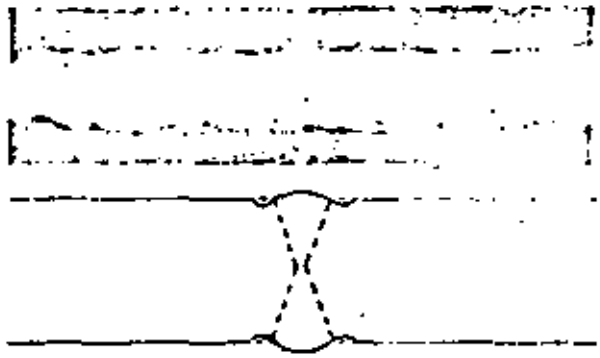
Cracks appear as fine, dark lines, which may be straight or wandering.



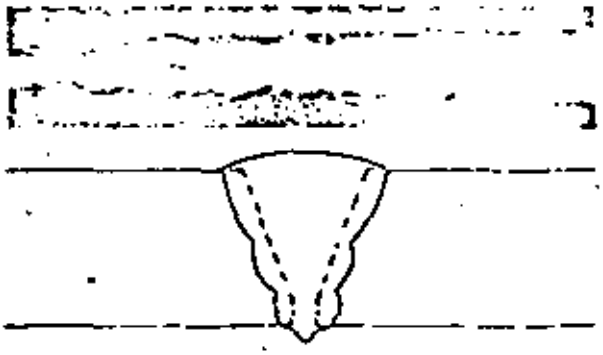
Incomplete Fusion gives dark shadows, usually of elongated shape.



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 consume areas of irregular or rounded contour that may be surrounded by light rings.

075

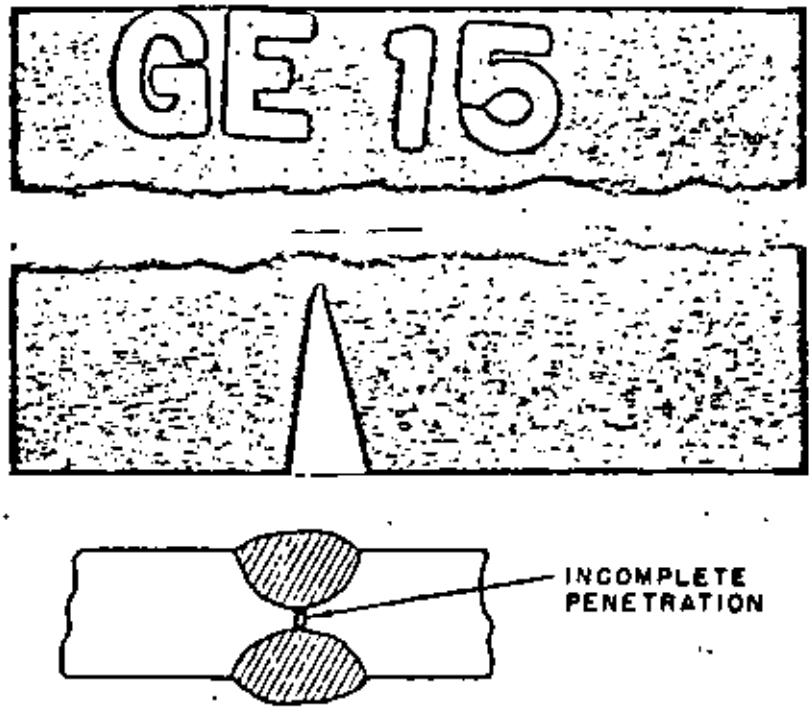


Fig. 89—Incomplete Penetration

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

MAYO, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-22

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.

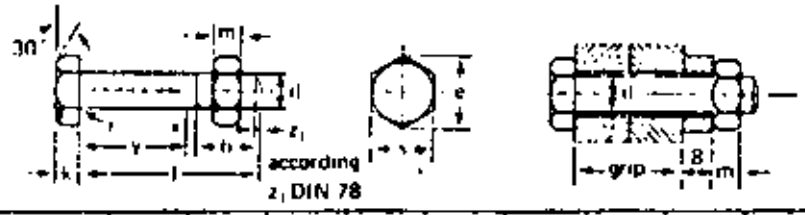
No se usarán para uniones entre tramos de columnas en estructuras esbeltas:

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
b	17.5	19.5	23	26	28	29.5	32.5	35	38	40
a	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. 151.

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 térmicamente.

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,

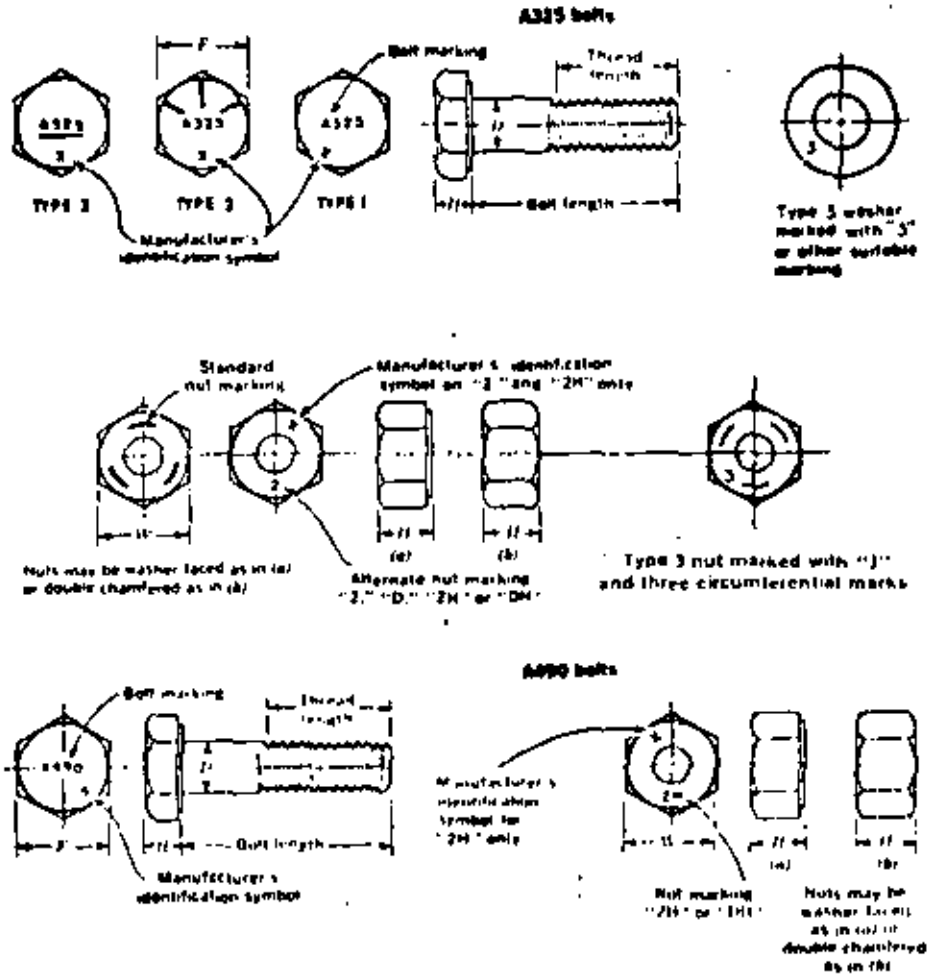


Fig. 1

Table 1 Washer Dimensions,* Inches

Nominal Bolt Size d	Circular Washers: Nominal Outside Diameter	Circular Washers: Nominal Diameter of Hole	Circular Washers: Thickness Min.	Circular Washers: Thickness Max.	Square or Rectangular Beveled Washers for American Standard Beams and Channels: Minimum Side Dimension	Square or Rectangular Beveled Washers for American Standard Beams and Channels: Mean Thickness	Square or Rectangular Beveled Washers for American Standard Beams and Channels: Slope or Taper in Thickness
½	1 1/16	13/32	0.097	0.177	1 3/4	5/16	1:6
⅝	1 5/16	17/32	0.122	0.177	1 3/4	5/16	1:6
¾	1 9/32	21/32	0.122	0.177	1 3/4	5/16	1:6
⅞	1 3/4	15/16	0.136	0.177	1 3/4	5/16	1:6
1	2	1 1/8	0.136	0.177	1 3/4	5/16	1:6
1 1/8	2 1/4	1 1/4	0.136	0.177	2 1/4	5/16	1:6
1 1/4	2 1/2	1 3/8	0.136	0.177	2 1/4	5/16	1:6
1 3/8	2 3/4	1 1/2	0.136	0.177	2 1/4	5/16	1:6
1 1/2	3	1 5/8	0.136	0.177	2 1/4	5/16	1:6

* Tolerances:

Nominal diameter of holes ..... −0; +1/32

Nominal outside dimensions ..... −1/32; +1/16

Holes: Max. deviation from straight edge placed on "flat" side shall not exceed 0.01

Burr shall not project 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: Width across flats F	Height, H	Thread length	Nut Dimensions, Inches — Heavy Hex Nuts: Width across flats W	Height, H
½	⅞	31/64	1	⅞	31/64
⅝	1 5/16	39/64	1⅛	1 1/16	39/64
¾	1¼	47/32	1⅜	1¼	47/64
⅞	1 7/16	55/64	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	29/32	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 19/32

08

TABLE 1 Chemical Requirements for Types 1 and 2 Bolts, Nuts, and Washers

Element	Composition, percent				
	Type 1 Bolts	Type 2 Bolts[A]	Nuts	Washers	
				Quenched and Tempered	Carburized
Carbon:					
Heat analysis	0.30 min	0.15 to 0.23	...	...	...
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	0.046	0.126	0.050	0.050
Sulfur, max:					
Heat analysis	0.050	0.050	0.23	0.050	0.050
Product analysis	0.058	0.058	...	0.050	0.050
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[1]					Type 3 Nuts[2]	Type 3 Washers[2]
	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	...	[illegible]
Product analysis	0.86-1.24	0.67-0.93	0.56-1.03	0.30-1.24	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	0.20-0.50	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	0.22-0.53	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	[illegible]	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	...	[illegible]	...	...	...
Titanium:							
Heat analysis	...	...	...	0.05 max	...	...	
Product analysis	...	...	...		...	...	

[1] 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. [2] 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
½ to 1 inch	211	331	23	35
1⅛ to 1½ inch	223	293	19	31

FORNILLOS

A 449 C

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.

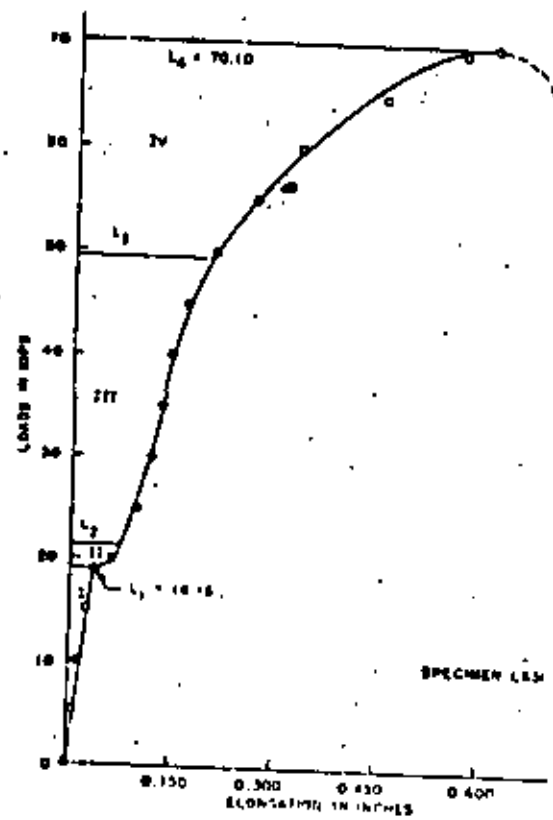


FIG. 6.—TYPICAL LOAD-JOINT ELONGATION RELATIONSHIP FOR SPECIMENS

Sheckey
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 pues 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 caracteristicas de la superficie de los elementos que se ~~conectan~~ conectan.

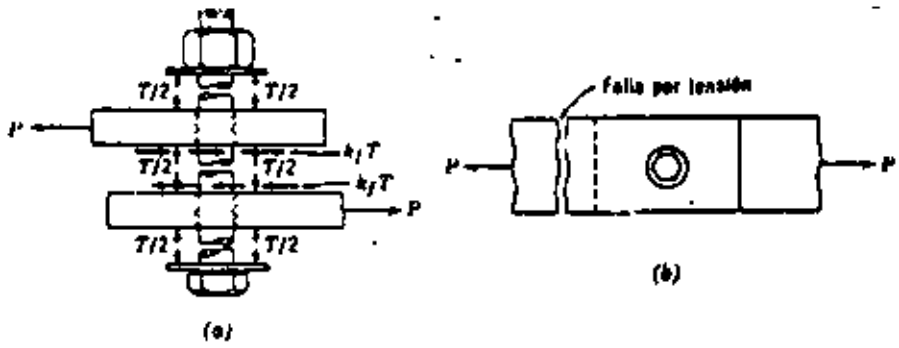


Fig. 5-15 Tornillo de alta resistencia. (a) Transmisión de carga por fricción, y (b) Falla fuera de la sección neta.

Breiler pag. 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.

§ 1.12 • *Specification for Structural Joints* (1.20/7.1)

Table 7 Allowable Working Stresses for Fasteners,[a] ksi

Load Condition	Hole Type	A325 Bolts	A490 Bolts
Applied Tension[b]	Standard, oversize, or slotted	44.0	54.0
Shear: Friction Type Connection	Standard Oversize Short slotted Long slotted	17.5[c] 15.0[c] 15.0[c] 12.5[c]	22.0[c] 19.0[c] 19.0[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	Standard, oversize, or slotted	$\frac{LtF_u}{dt}$ or $1.5F_u$ (whichever is smaller)	

[a] The calculated stresses, except for bearing stress, apply to the nominal area of bolts used in unreinforced steel.

[b] For allowable working stresses when bolts are subjected to tensile loading in fatigue, see subsection 8.1.1.

[c] Applicable for contact surfaces with clean mill scale. Class A surface, subsection 10.1. When the designer has specified special treatment of the contact surfaces on a friction type connection, values in Table 7 may be substituted.

[d] In bearing type connections whose length between extreme fasteners measured parallel to the line of applied force exceeds 50 inches, tabulated values shall be reduced by 20%.

[e] L is the distance 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 estén libres de todo elemento que la disminuya, se prohibe por ello, que haya aceite, pintura, óxido 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.

ASTM A325 or A490 Bolts • 5 201

Table 2a Allowable Working Stresses,[a] ksi, Based Upon Surface Condition of Bolted Parts, for Friction-Type Shear Connections

	Surface Condition of Bolted Parts	Standard Holes		Oversize Holes or 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	15.0
B	Blast-cleaned carbon and low-alloy steel	22.5	31.5	19.5	28.5	16.5	23.5
C	Blast-cleaned quenched and tempered steel	19.0	27.5	16.0	24.0	13.5	19.5
D	Blast-cleaned and galvanized[b]	23.5	27.0	18.5	23.0	15.0	19.0
E	Blast-cleaned, metallized with zinc	21.0	26.0	18.0	22.0	15.5	19.0
F	Blast-cleaned, metallized with zinc-rich paint	20.5	27.0	17.0	23.0	14.5	20.0
G	Blast-cleaned, metallized with zinc	20.5	27.0	17.0	23.0	14.5	20.0
H	Blast-cleaned, metallized with aluminum	30.0	37.5	25.5	31.0	21.0	26.5
I	Vinyl wash	16.5	20.5	14.0	17.5	11.5	14.5

[a] Values in this table are applicable only when the surfaces of the joint are free of the lubricant appropriate to the surface condition. For values for friction-type connections of bolts, the product of the stress, times the number of shear planes, and times the number of bolts, shall not exceed the 30% service load reduction in yield strength. (See Table 2.)

[b] Hot-dip galvanized and zinc-coated by electrodeposition. Surfaces coated by other processes shall be considered as paint-coated surfaces.

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.

TABLE 1.2.5

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	64	80
1¼	81	102
1⅜	97	121
1½	114	143

* equal to 0.70 of specified minimum tensile strengths of bolts, rounded off to nearest kip

METODO DE LLAVES CALIBRADAS

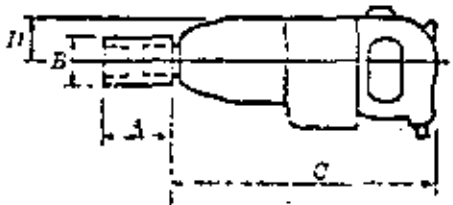
Implica el ajuste frecuente de la llave con un dispositivo capaz de medir la tensión en tornillos típicos de la conexión, ya que el ajuste pierde precisión con facilidad porque las condiciones de distintas juntas son muy diferentes entre si; se especifica que la calibración se realice una vez por cada 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

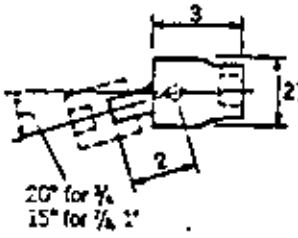
BOLT IMPACT WRENCHES



EXTENSION BAR

*Available in lengths 6½" to 1'-3

MINIMUM CLEARANCES

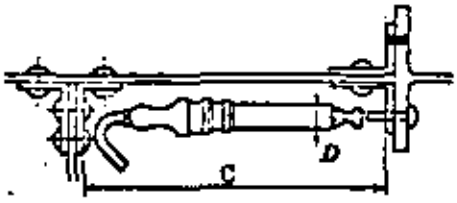


UNIVERSAL JOINT (for bolts up to 1")

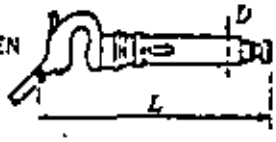
	Size	C	D
Light Wrenches	½ to 1	1-1¼ to 1-2	2⅛
Heavy Wrenches	1 to 1½	1-2¾ to 1-5¼	2½

Sockets			Min. Clear.	
Bolt Size	A	B	E	F
⅝	2⅝	1¾		
¾	3	2¼	1⅛	1½
⅞	3⅛	2½	1¼	1⅝
1	3½	2⅝	1 5/16	1 7/16
1⅛	3¾	2⅞	1 7/16	1 11/16
1¼	4	3⅛	1 9/16	1 15/16
1⅜	4¼	3¼	1⅝	1¾
1½	4⅜	4¼	2⅛	2⅛

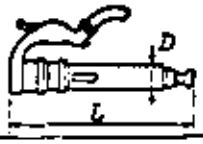
RIVET GUNS



STANDARD OPEN HANDLE



INVERTED HANDLE



	Rivet Size	D	Standard		Inverted	
			L	C	L	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 1⅛	2½	1-10¾ to 1-11½	2-2 to 2-4	1-5½ to 1-6¾	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.

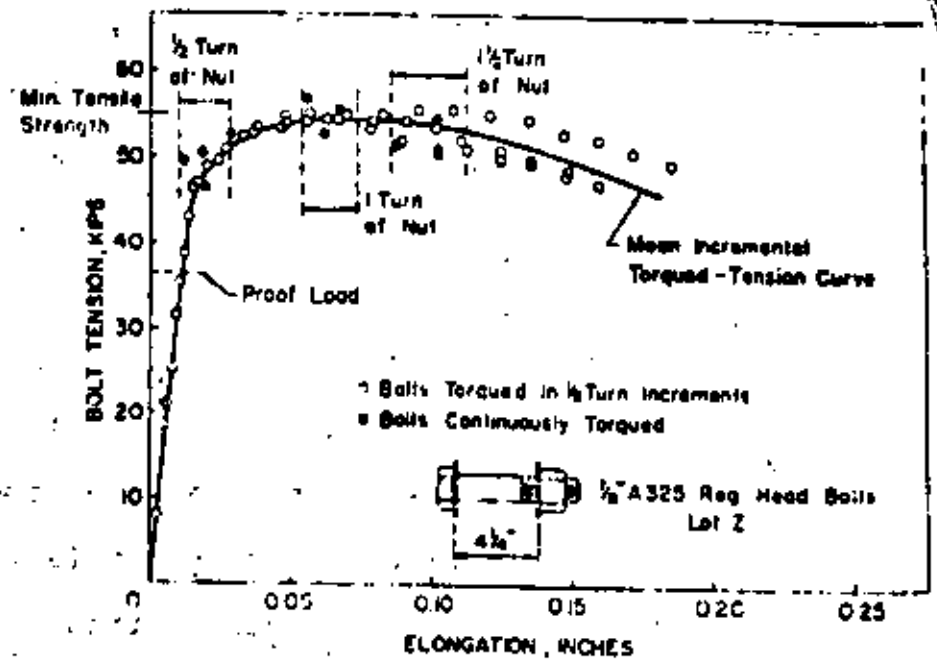


FIG. 9. COMPARISON OF CONTINUOUSLY AND INCREMENTALLY TORQUED BOLTS

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 ~~aunos~~ aceros con esfuerzo de fluencia inferior a 2800 Kg/cm², caso en que se necesita una rondana, cualquiera que sea el método de apriete.

Con objeto de garantizar el buen comportamiento de conexiones 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	1 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 1⅜
⅞	15/16	15/16 x 1⅛	15/16 x 2 1/16
1	1¼	1 5/16 x 1 9/16	1 5/16 x 2½
1⅛	1 7/16	1 7/16 x 1½	1 7/16 x 2 11/16
1¼	1 9/16	1 9/16 x 1⅝	1 9/16 x 3⅛
1⅜	1 11/16	1 11/16 x 1¾	1 11/16 x 3 7/16
1½	1 13/16	1 13/16 x 1⅞	1 13/16 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	1⅜
1¼	1½
1⅜	1⅝
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. Structural Steel Design, Tall, 1974

5. Diseño de Estructuras de Acero, Bresler ,1978

6. Steel Design for Structural Engineers, Bogdan O. Kujnanevic, 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

MAYO, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2

001

ALGUNAS CAUSAS DE FALLA EN ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- Pandeo

2.- Conexiones

3.- Falla frágil

4.- Fatiga

5.- Vibración

6.- Corrosión

7.- Fuego

Contraventeo

Detalle

Supervisión

Inspección

Aislamiento

Mantenimiento

Protección

contraviento

cubal

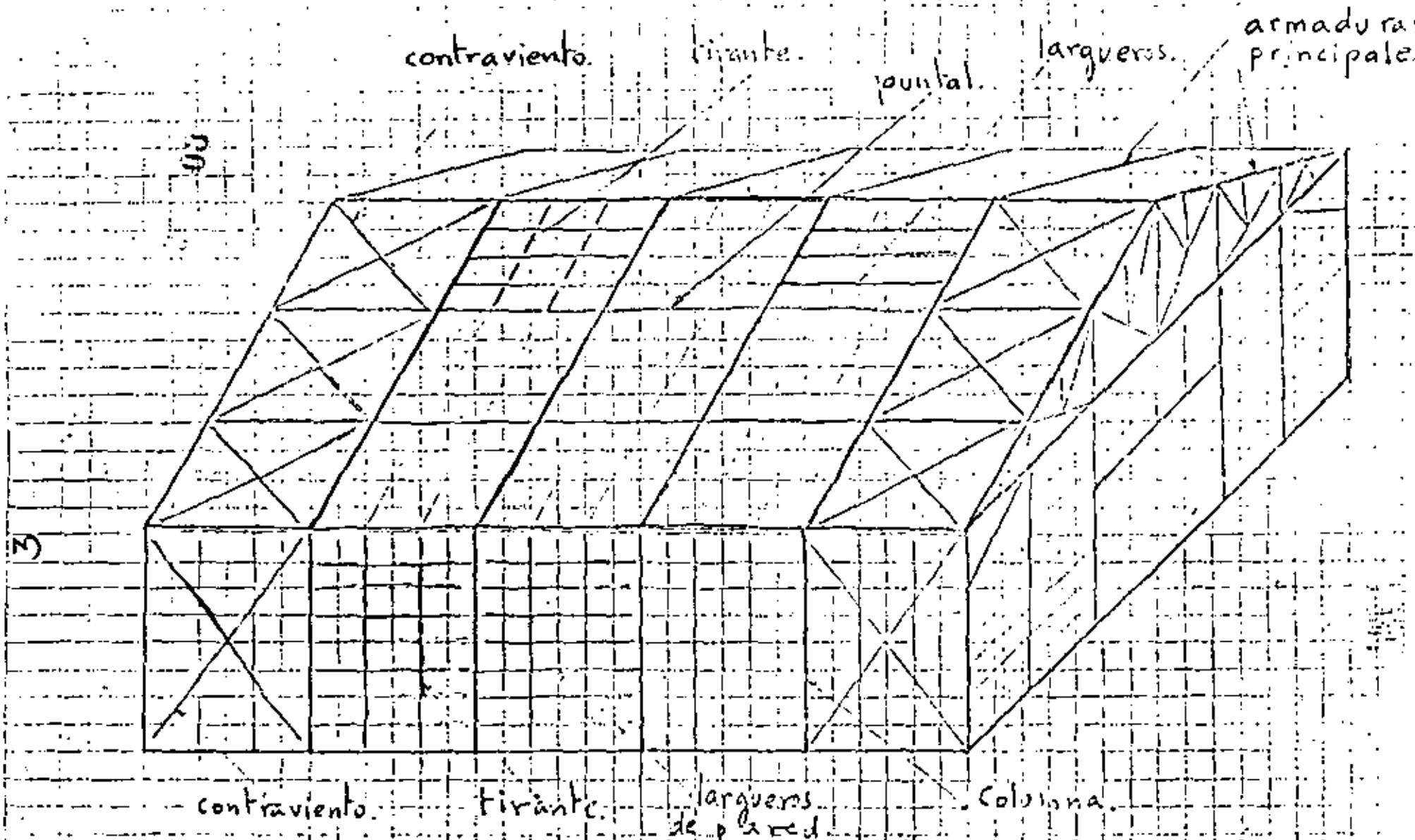
larqueros

armaduras principales

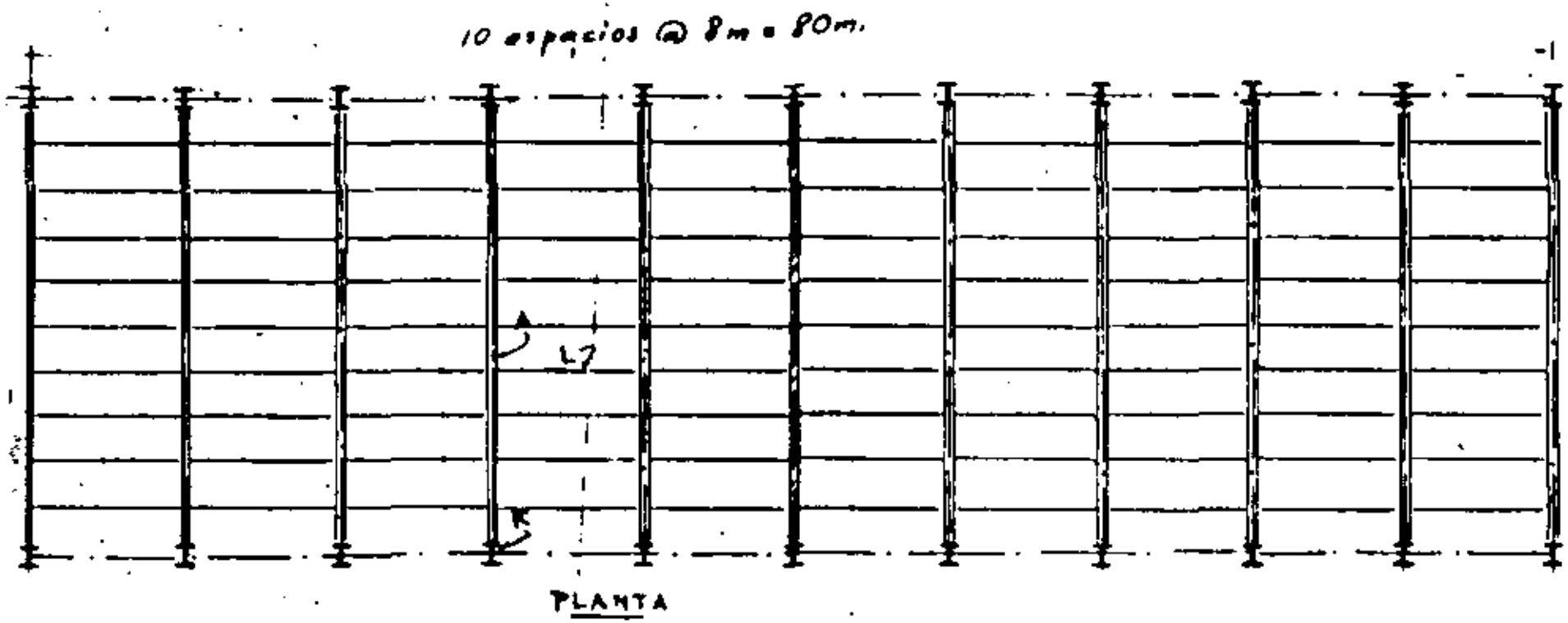
PANDEO

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



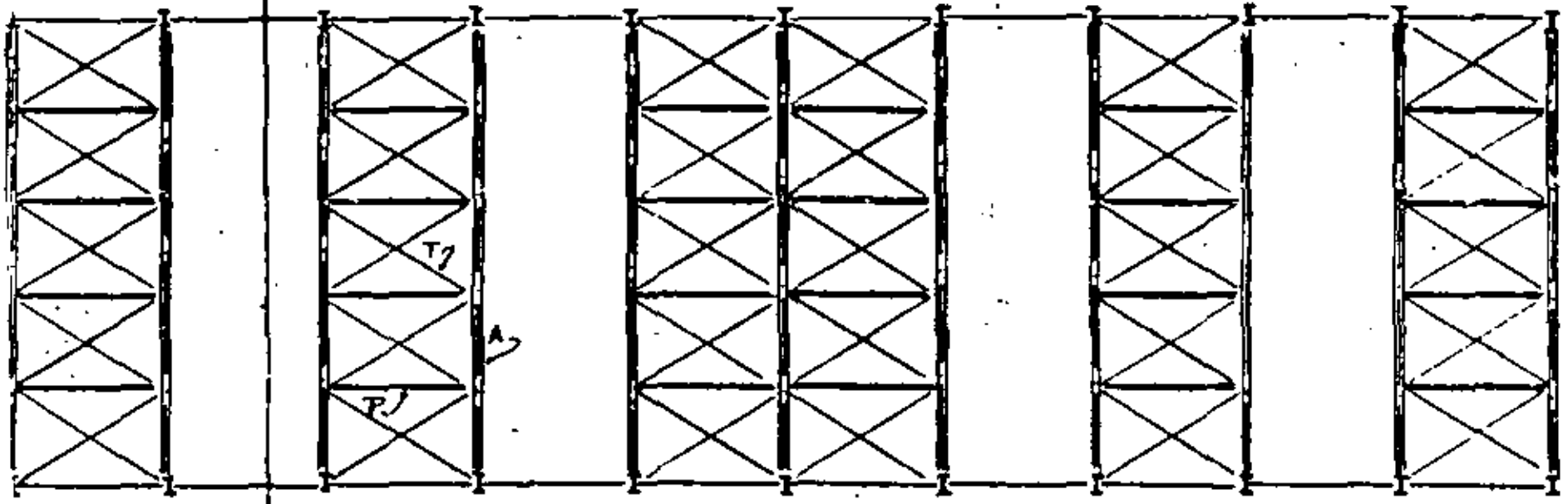
ELEMENTOS de una NAVE INDUSTRIAL



Distribución de columnas, armaduras y largueros.-

A: Armaduras.
K: Columnas.
L: Largueros.

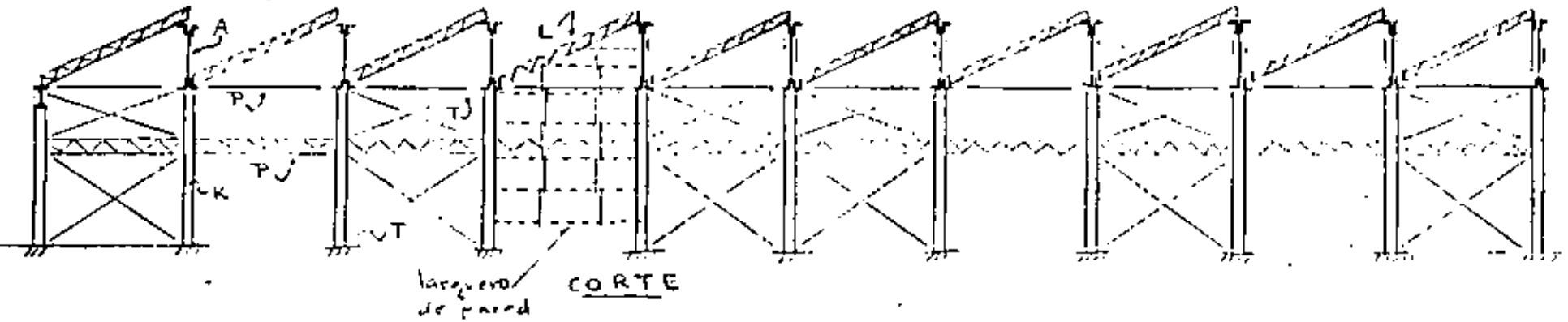
FIG. 1



Distribución de contraventeo en cuerda inferior.-

P: Puntales.
T: Tirantes.
A: Armaduras.

FIG. 3



. Colocación de largueros, columnas y estructura de paredes laterales

L : larguero
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, sólo 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.

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.

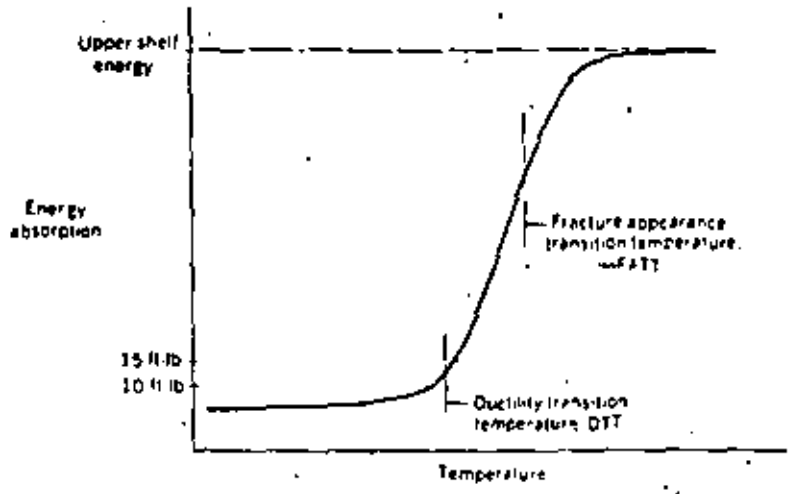


Fig. 15.3 Charpy V-notch test.

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 restringan 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 analítico-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 periódicamente 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 el diseño se presenta en un apéndice de las normas del AISC. "Supervisión implica detectar las fallas a tiempo y esto requiere INSPECCION

VIBRACIONES

Una estructura falla cuando deja de servir a los fines à 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 con relación con la corrosión, elementos de aleación pueden proteger en forma muy eficaz al acero, un acero con cobre, níquel o cromo tiene una resistencia a la corrosión de unas de 4 veces que la del acero común.

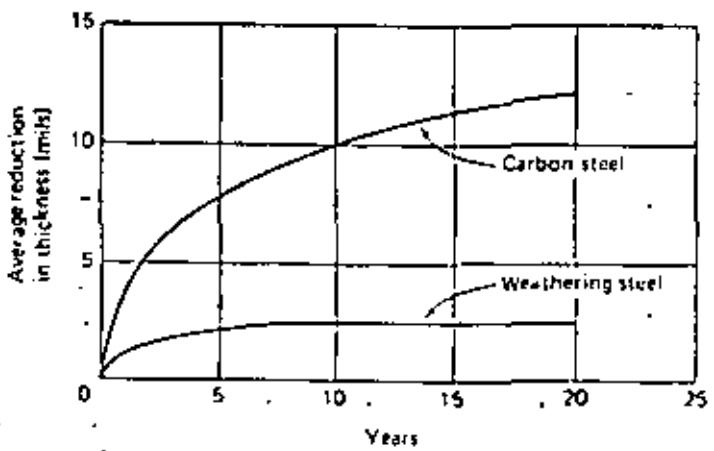


Figure 2.38 Comparison between the Anticorrosion Behavior of Carbon and Weathering Steel.

Los aceros resistentes a la corrosión son caros y es 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.

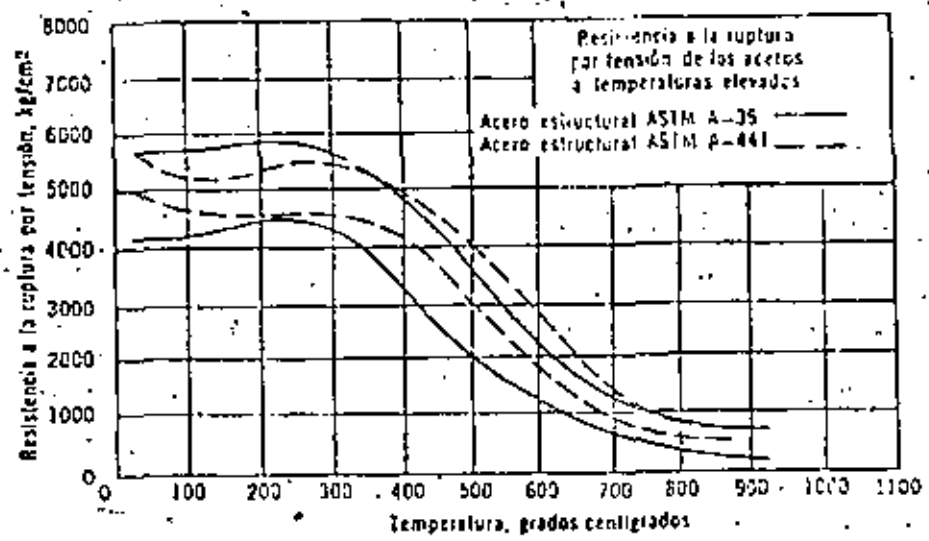
La corrosión resulta enormemente acelerada por la presencia de corrientes eléctricas parásitas y por el contacto entre metales de distinto potencial eléctrico en presencia de humedad.
La corrosión ha ocasionado fallas, sobre todo en piezas sometidas a esfuerzos importantes.
Una gran cantidad de fallas 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.

MANTENIMIENTO es en todos los casos la clave contra los efectos nocivos de la corrosión.

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 temperaturas 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.



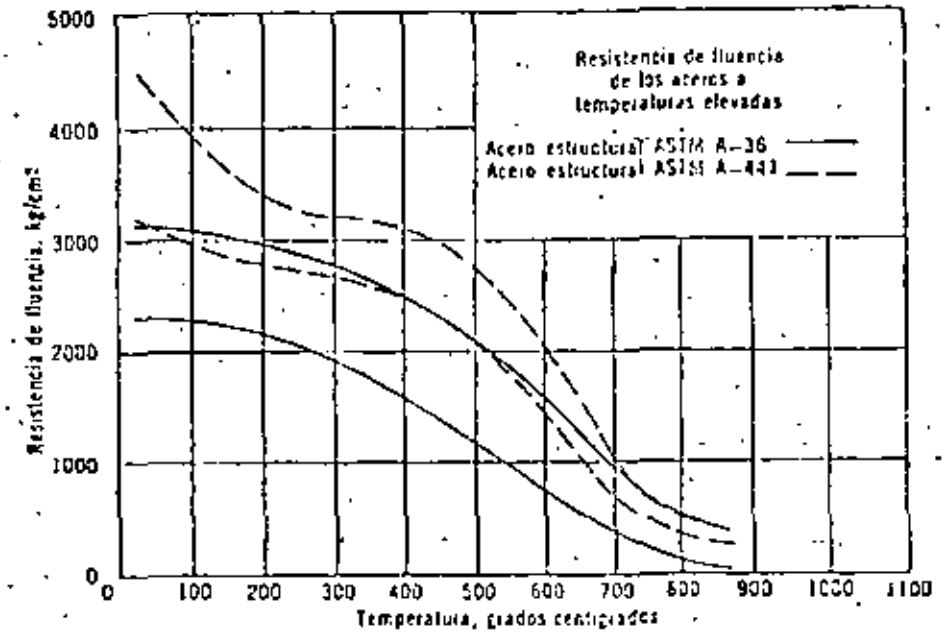


Fig. 2-1 Resistencia de tensión y de cedencia a temperaturas elevadas. (Cortesía de la *Applied Research Laboratory, United States Steel Corp.*)

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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ACERO PARA ESTRUCTURAS

Ing. José Luis Sánchez Martínez

MAYO, 1982

alacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 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.

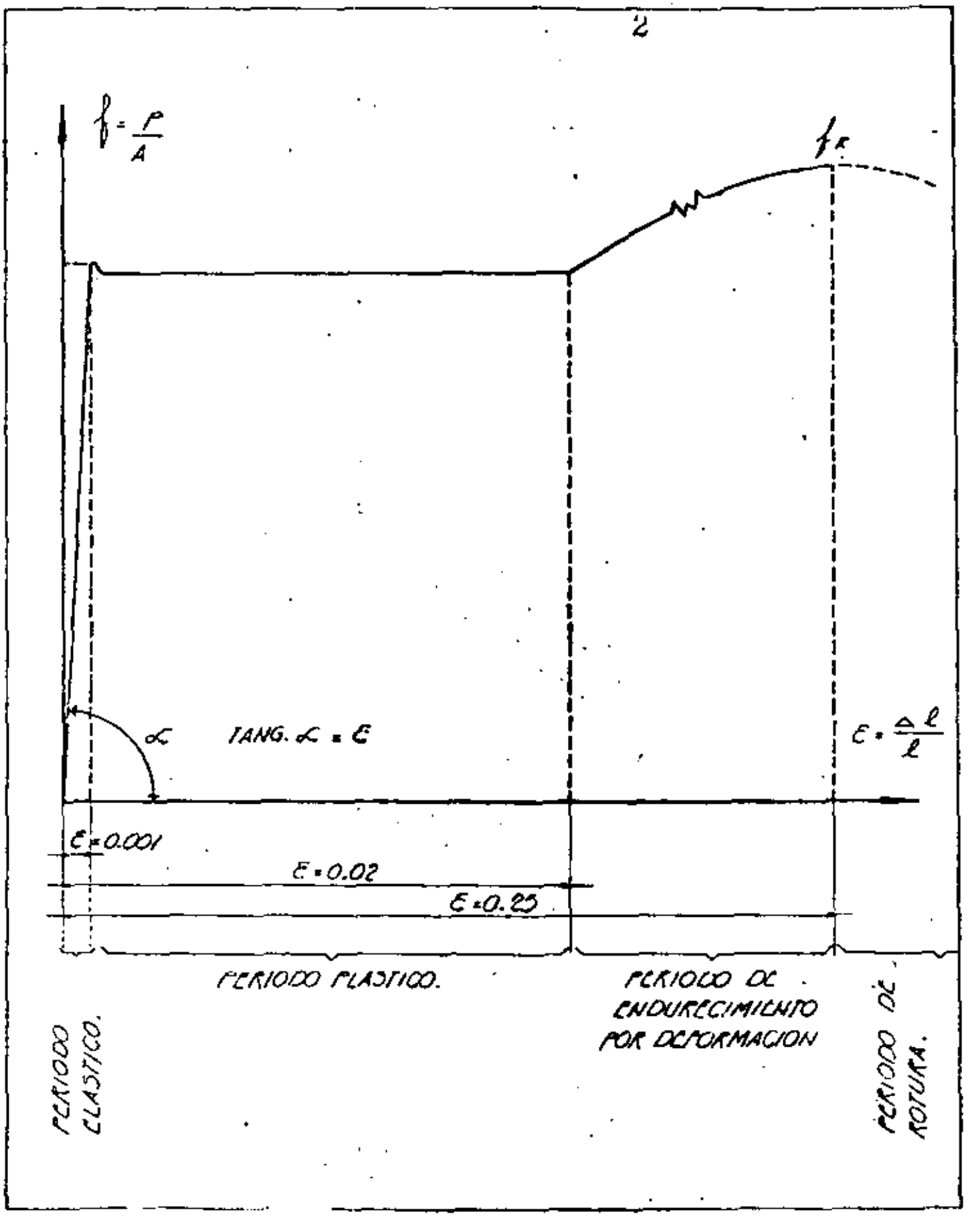
c)Esfuerzo de ruptura: Fr.

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 = E
ε = Δl/l
ε = 0.001
ε = 0.02
ε = 0.25
PERIODO PLASTICO.
PERIODO DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACION
PERIODO ELASTICO.
PERIODO DE ROTURA.

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) Características químicas

c) Productos más usuales

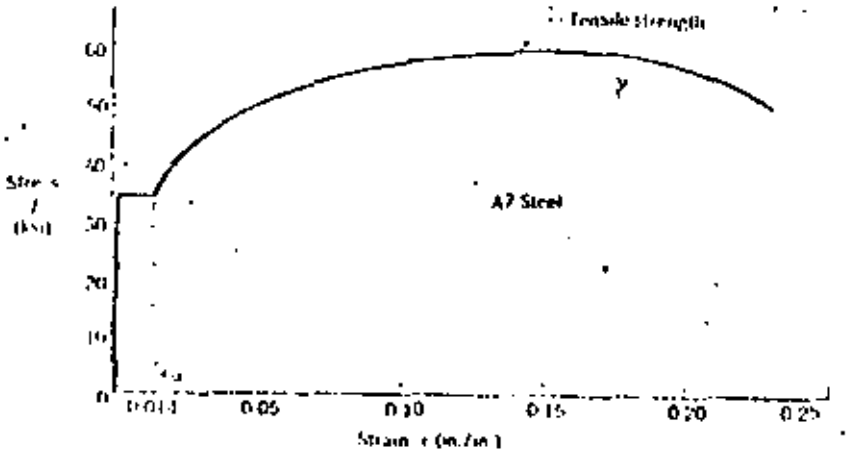


Fig. 2.1 Complete Tensile Stress-Strain Diagram for Structural Carbon Steel

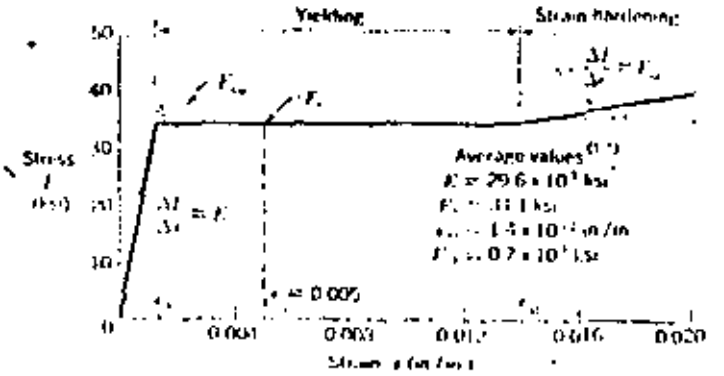


Fig. 2.2 Portion of Stress-Strain Diagram for A7 Steel

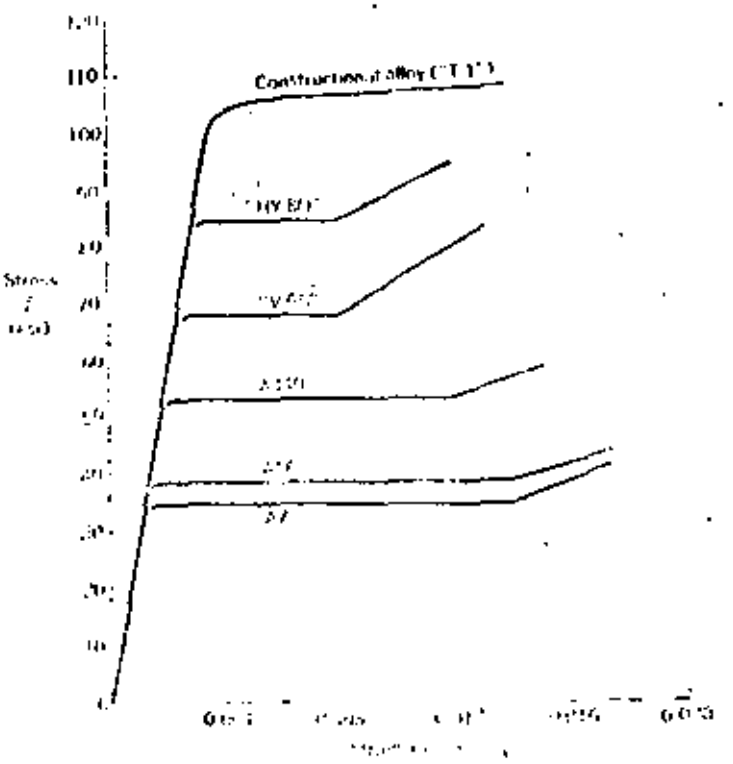


Fig. 2.12 Stress-Strain Curves for Various Steels

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	33000	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	23 %
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	4570/5430	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	40000	5270/6330	75/90000	18 %

II ESPECIFICACIONES ASTM

A continuación, se enumeran los aceros más comúnmente emplea en nuestro País dentro de estas especificaciones, así como las caract ticas físicas en los que se basan los esfuerzos para diseñar estruct 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 probeta de 8"
4.75 a 19.0	3/16 a 3/4	3510	50000	4920	70000	18 %
19.1 a 38	3/4 a 1 1/2	3230	46000	4710	67000	19 %
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 I
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.[1]

A 502, Steel Structural Rivets.[1]

A 307, Low-Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners.[1]

A 325, High Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers.[1]

A 27, Mild- to Medium-Strength Carbon Steel Castings for General Application.[1]

A 235, Carbon Steel Forgings for General Industrial Use.[1]

A 570, Hot-Rolled Carbon Steel Sheets and Strip, Structural Quality.[1]

A 500, Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes.[1] and

A 501, Hot Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing.[1]

[b] These have lower yield point than A 36 steel.

[1] *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 in 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]	18[a]	18[a]	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

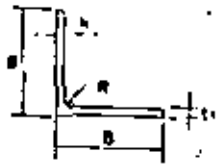
Thickness of Material, in (mm)	Ratio of Bend Diameter to Thickness of Specimen[a]
To ¾ (19.1), incl	1
Over ¾ to 1 (19.1 to 25.4), incl	1½
Over 1 to 1½ (25.4 to 38.1), incl	2
Over 1½ to 2 (38.1 to 50.8), incl	2½
Over 2 to 4 (50.8 to 101.6), incl	3

By publication of this standard no position is taken with respect to the validity of any patent rights in connection therewith, and the American Society for Testing and Materials does not undertake to insure anyone utilizing the standard against liability for infringement of any Letters Patent nor assume any such liability.

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS

Propiedades para diseño y dimensiones para detallar

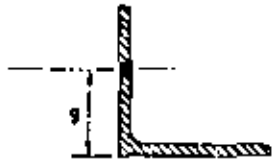


PERFIL	ESPESOR t		Peso	A	R	EJES X-X Y Y-Y I	S	r	
3/4	3/2	1/8	0.89	1.11	3/2	0.37	0.28	0.58	0.58
19.0	4.5	3/16	1.25	1.59	3.3	0.50	0.39	0.56	0.66
7/8	3/2	1/8	1.04	1.32	3/2	0.59	0.37	0.66	0.66
22.2	4.5	3/16	1.49	1.90	3.2	0.79	0.54	0.66	0.74
1	3/2	1/8	1.19	1.52	3.2	0.92	0.51	0.79	0.76
25.4	4.5	3/16	1.73	2.21	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	3/2	1/8	1.50	1.93	4.7	1.81	0.90	0.97	0.89
31.7	4.5	3/16	2.20	2.79	4.7	2.54	1.16	0.92	0.97
	6.3	1/4	2.96	3.72	4.7	3.21	1.49	0.94	1.02
1 1/2	3/2	1/8	1.83	2.34	4.7	3.25	1.18	1.17	1.07
38.1	4.5	3/16	2.68	3.43	4.7	4.55	1.64	1.17	1.12
	6.3	1/4	3.48	4.40	4.7	5.81	2.20	1.14	1.19
	7.9	5/16	4.26	5.40	4.7	6.86	2.62	1.12	1.24
	9.5	3/8	4.99	6.34	4.7	7.91	3.11	1.12	1.30
1 3/4	3/2	1/8	2.14	2.73	6.3	5.41	1.64	1.40	1.22
44.4	4.5	3/16	3.15	4.01	6.3	7.49	2.29	1.37	1.30
	6.3	1/4	4.12	5.20	6.3	9.37	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	3/2	1/8	2.46	3.10	6.3	7.91	2.33	1.60	1.40
50.8	4.5	3/16	3.63	4.61	6.3	11.45	3.41	1.57	1.45
	6.3	1/4	4.75	6.06	6.3	14.57	4.30	1.55	1.50
	7.9	5/16	5.83	7.42	6.3	17.46	5.12	1.52	1.55
	9.5	3/8	6.90	8.77	6.3	19.98	5.74	1.50	1.65
2 1/2	4.5	3/16	4.61	5.91	6.3	22.49	4.92	1.95	1.25
63.5	6.3	1/4	6.10	7.68	6.3	29.14	6.39	1.95	1.35
	7.9		7.44	9.48	6.3	35.54	7.97	1.93	1.40
	9.5		8.75	11.16	6.3	40.79	9.14	1.91	1.55

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS

Propiedades para diseño y dimensiones para detallar



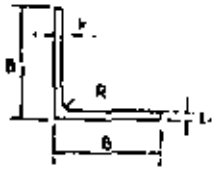
EJE W-W I	S	r		EJE Z-Z I	S	r		GRAMIL g			
0.59	0.45	0.23	1.36	0.16	0.19	0.38	0.82	11	6.3	1/4	25
0.93	0.67	0.22	1.34	0.17	0.18	0.38	0.93	11	6.3	1/4	25
0.90	0.58	0.22	1.56	0.26	0.20	0.48	0.93	12	6.3	1/4	25
1.23	0.79	0.21	1.56	0.35	0.33	0.48	1.09	12	6.3	1/4	25
1.24	0.69	0.93	1.79	0.42	0.38	0.48	1.07	14	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	0.83	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	2.61	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	3.86	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
9.73	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	1.59	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
17.44	5.56	1.65	3.14	4.57	2.32	0.86	1.97	25	15.9	5/8	50
12.49	3.48	1.97	3.58	3.32	1.68	0.99	1.97	30	15.9	5/8	50
17.48	4.86	1.95	3.58	4.57	2.28	0.99	2.00	30	15.9	5/8	50
22.47	6.22	1.93	3.58	5.82	2.77	0.99	2.10	30	15.9	5/8	50
26.61	7.43	1.90	3.58	7.07	3.24	0.99	2.16	30	15.9	5/8	50
30.80	8.60	1.87	3.58	8.32	3.68	0.99	2.30	30	15.9	5/8	50
36.62	8.15	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	4.55	1.24	2.54	35	19.0		65
55.35	12.32	2.41	4.49	14.56	5.51	1.24	2.64	35	19.0		65
64.09	14.27	2.39	4.49	17.46	6.29	1.24	2.71	35	19.0		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			
						I	S	r	
	mm	Pulg.	Kg/m	cm²	mm	cm⁴	cm³	cm	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
76.2	9.5	3/8	10.72	13.61	7.9	73.30	13.60	2.31	2.26
	11.1	7/16	12.35	15.68	7.9	82.90	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	21.30	2.24	2.49
4	6.3	1/4	9.82	12.52	9.5	124.90	12.20	3.15	2.77
	7.9	5/16	12.25	15.48	9.5	154.40	21.10	3.15	2.84
101.6	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	315.90	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
127.0	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	3.51	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
152.4	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				GRAMIL			
I	S	r	rm	I	S	r	rm	g			
cm⁴	cm³	cm	cm	cm⁴	cm³	cm	cm	mm			
79.66	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
126.19	23.92	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
191.59	36.72	3.16	7.18	48.10	12.30	2.00	3.91	60	22.2	7/8	75
239.31	33.33	3.93	7.18	61.60	15.36	2.01	4.01	60	22.2	7/8	75
283.03	39.41	3.91	7.18	73.25	18.17	1.96	4.03	60	22.2	7/8	75
322.99	44.99	3.88	7.18	83.66	20.15	1.99	4.15	60	22.2	7/8	75
361.29	50.31	3.86	7.18	94.48	22.44	1.99	4.21	60	22.2	7/8	75
433.71	60.40	3.81	7.18	115.77	26.35	1.99	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	5.89	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

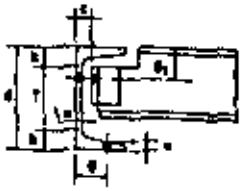
VIGAS I PERFIL ESTANDAR
IPS
DIMENSIONES PARA DETALLAR

PERFIL	PESO	PERALTE d	PATIN Ancho b	PATIN Esp. Prom. t	Espesor del alma tw	k	DIMENSIONES T	A	P	r	GALIBR. x	AGARRE a	g Máx. tornillo en patín
	Kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3	8.48	76	60	6	4	29	48	14	38	5	36	6	9.5
76.2	11.16	76	64	8	10	29	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	83	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	13	44	136	21	57	8	57	10	15.8
8	27.34	203	102	11	8	48	159	22	57	6	57	11	19.0
203.2	34.23	203	105	11	13	48	159	22	57	8	57	11	19.0
10	37.90	254	115	13	8	55	214	25	64	6	70	13	19.0
254	52.09	254	127	13	16	55	214	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	AREA A	PERALTE d	PATIN Ancho b	PATIN Esp. Prom. t	Espesor del alma tw	d/Af	EJE X-X I	S	r	EJE Y-Y I	S	r
	Kg/m	cm²	mm	mm	mm	mm	cm⁻¹	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
3	8.48	10.81	76.2	59.18	6.60	4.32	1.95	104.1	27.4	3.14	19.1	6.6	1.35
76.2	11.36	14.00	76.2	63.73	6.60	8.86	1.81	120.7	31.7	2.93	24.6	7.7	1.32
4	11.46	14.26	101.6	67.56	7.44	4.31	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	1.97	278.8	54.9	3.96	37.9	10.7	1.47
5	14.88	18.32	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	27.48	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	21.29	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	90.55	9.12	11.61	1.85	1082.2	142.0	5.79	95.7	21.2	1.73
7	22.77	28.59	177.8	92.96	9.96	6.35	1.91	1506.8	169.5	7.26	112.3	24.2	1.98
177.8	29.76	37.41	177.8	99.04	9.96	11.43	1.82	1744.0	196.6	6.81	129.0	26.3	1.85
8	27.34	34.45	203.2	101.60	10.80	6.86	1.86	2368.4	233.0	8.29	158.2	31.1	2.14
203.2	34.23	43.24	203.2	105.94	10.80	11.20	1.78	2672.2	263.0	7.85	191.1	34.5	2.06
10	37.90	47.61	254.0	115.36	12.42	7.87	1.72	5092.2	399.5	10.34	257.2	44.5	2.34
254	52.09	65.94	254.0	125.58	12.42	15.09	1.62	6063.7	478.5	9.60	355.8	56.4	2.31
12	47.32	59.71	304.8	127.00	13.92	5.98	1.74	8982.1	589.9	12.27	395.4	62.3	2.57
304.8	52.09	65.94	304.8	128.98	13.92	10.92	1.71	9448.6	619.4	11.99	491.2	74.5	2.52

ANALES PERFIL ESTANDAR
CPS
MENSIONES PA[illegible] DETALLAR

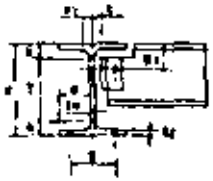


PERF. d	PESO kg/m	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. t mm	ESPESOR del alma w mm	DIMENSIONES r mm	T mm	k mm	d mm	c mm	CALIBR. g mm	AGARRE s mm	TORNILLO de alta resist. mm
3	6.10	36	7	4	32	44	16	38	8	24	6	10
76.2	7.44	38	7	7	31	44	16	38	8	24	6	10
	8.93	41	7	9	32	44	16	38	11	25	6	10
4	8.04	40	8	5	35	70	16	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	13	19
254	37.20	73	11	13	60	210	22	97	19	40	13	19
	44.64	73	13	17	60	210	22	97	24	40	13	19
12	30.80	75	13	7	66	254	25.5	93	16	50	13	19
304.8	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

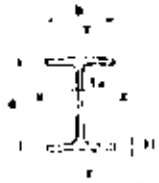
PERF. d	PESO kg/m	AREA A cm²	PATIN Ancho b mm	PATIN Esp. Prom. t mm	ESPESOR del alma w mm	EJE X-X I cm⁴	EJE X-X S cm³	EJE X-X r cm	EJE Y-Y I cm⁴	EJE Y-Y S cm³	EJE Y-Y r cm	x cm
3	6.10	7.68	35.81	6.93	4.32	66.6	17.5	2.95	5.32	3.44	1.04	1.12
76.2	7.44	9.42	38.05	6.93	6.55	74.9	19.7	2.82	10.41	3.93	1.04	1.12
	8.93	11.39	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	19.58	6.23	1.27	1.21
127.0	13.39	16.97	47.88	8.13	8.26	366.5	57.7	4.65	28.64	7.57	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	15.61	19.91	51.66	8.71	7.98	628.5	82.5	5.64	36.21	9.34	1.33	1.27
	19.35	24.58	54.79	8.71	11.10	726.1	94.5	5.41	45.79	10.65	1.35	1.32
7	14.58	18.39	53.09	9.30	5.31	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	112.9	6.58	49.95	11.63	1.47	1.35
	21.95	27.87	58.39	9.30	10.64	1127.9	126.9	6.35	59.27	12.95	1.45	1.35
8	17.11	21.68	57.40	9.91	5.59	1544.4	152.3	7.87	54.11	12.95	1.60	1.47
203.2	22.46	25.94	59.51	9.91	7.70	1690.1	166.6	7.59	62.43	14.09	1.57	1.42
	27.90	35.42	64.19	9.91	12.17	1818.9	179.0	7.16	81.75	16.39	1.52	1.45
10	22.76	28.97	66.04	11.07	6.10	2805.4	221.2	9.55	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	338.2	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	25.35	2.03	1.77
304.8	37.20	47.42	77.39	12.72	9.83	5903.7	394.9	11.25	186.05	30.31	1.98	1.71
	44.64	56.90	80.52	12.72	12.95	6742.9	442.4	10.59	213.94	33.78	1.94	1.71

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR
IPR
DIMENSIONES PARA DETALLAR



PERFIL	PESO	PERALTE	PATIN		ESPESOR		DISTANCIAS						GRAMIL
			Ancho	Espesor									
	Kg/m	d	b	d			T	h	h1	g1	r		g
I.P.R.	12.7	148	100	5	4	46	127	11	10	51	5		57
6 x 4	17.9	152	102	7	6	48	124	14	11	51	5		57
152 x 102	21.5	159	102	10	7	48	128	17	11	57	5		57
I.P.R.	14.9	201	100	5	4	45	174	13	10	51	5		57
8 x 4	19.4	203	102	6	6	46	175	14	11	51	5		57
203 x 102	22.4	206	102	7	6	48	174	16	11	51	5		57
I.P.R.	25.1	203	133	8	6	63	171	16	11	51	5		70
8 x 5 1/4	29.8	206	133	10	6	63	172	17	11	57	5		70
203 x 133													
I.P.R.	17.1	251	100	5	5	46	225	13	10	51	5		57
10 x 4	22.4	254	102	7	6	48	226	14	11	51	5		57
254 x 102	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
I.P.R.	31.1	251	146	9	6	70	219	16	11	57	5		70
10 x 5 3/4	37.3	256	146	11	6	70	218	19	11	57	5		70
254 x 146	43.2	259	147	13	7	69	219	20	11	57	6		70
I.P.R.	20.9	302	100	6	5	48	274	14	10	51	5		57
12 x 4	24.6	305	102	7	6	48	275	16	11	51	5		57
305 x 102	28.3	309	102	9	6	46	274	17	11	57	5		57
	32.6	313	102	11	7	48	271	19	11	57	5		57
I.P.R.	40.1	304	165	10	6	77	264	21	13	57	5		89
12 x 6 1/2	46.2	307	166	12	7	77	264	22	13	57	5		89
305 x 165	51.9	311	167	14	8	77	264	24	13	57	5		89
I.P.R.	59.6	303	203	11	8	97	247	29	19	63	6		140
12 x 8	67.1	306	204	15	9	97	245	30	19	63	6		140
305 x 203	74.5	309	205	16	9	98	247	32	21	63	6		140
I.P.R.	44.7	352	171	10	7	82	310	21	14	57	5		89
14 x 6 3/4	50.7	356	171	12	7	81	310	23	14	63	6		89
356 x 171	56.6	359	172	13	8	81	311	24	14	63	6		89
I.P.R.	64.1	347	203	13	8	97	298	29	19	63	6		140
14 x 8	71.5	351	204	15	9	97	299	30	19	63	6		140
356 x 203	79.0	354	205	17	9	96	300	32	21	63	6		140
I.P.R.	53.6	403	177	11	8	85	359	22	14	63	6		89
16 x 7	59.6	406	178	14	8	85	356	25	14	63	6		89
406 x 178	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
I.P.R.	99.4	454	221	17	10	106	404	32	19	70	8		140
18 x 8 3/4	104.3	457	222	19	11	105	399	33	19	70	8		140
457 x 221	114.7	461	223	21	12	104	400	35	21	70	8		140
	126.7	465	224	23	13	106	401	38	21	70	8		140
I.P.R.	141.0	461	296	21	11	142	401	35	21	76	8		140
18 x 11 3/4	156.5	465	299	23	13	142	401	38	21	76	10		140
457 x 298	170.0	468	301	25	15	143	400	40	22	76	10		140

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR
IPR
PROPIEDADES PARA DISEÑO



PERFIL	AREA	Peralte	PATIN		ESPESOR	d	EJE X-X			EJE Y-Y		
			Ancho	Espesor								
	A	d	b	d	w	d/t	I	S	r	I	S	r
	cm²	mm	mm	mm	mm		cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm
I.P.R.	16.11	148	100	4.9	4.3	30.2	646	85	6.17	29.6	15	2.21
6 x 4	22.77	152	102	7.1	5.8	21.4	901	119	6.30	130.2	21	2.38
152 x 102	30.45	159	102	10.3	6.6	15.4	1319	165	6.58	179.5	35	2.43
I.P.R.	19.06	201	100	5.2	4.3	38.7	1262	127	8.20	52.5	16	2.09
8 x 4	24.71	203	102	6.5	5.8	31.2	1648	162	8.15	179.0	21	2.38
203 x 102	29.55	206	102	8.0	6.2	25.7	1995	193	8.35	217.3	27	2.43
I.P.R.	32.26	201	133	7.8	5.8	17.6	2169	216	8.51	279.7	42	2.94
8 x 5 1/4	37.95	206	134	9.6	6.3	14.1	2590	279	8.71	351.7	52	3.04
203 x 133												
I.P.R.	20.95	251	100	5.2	4.6	43.1	2660	172	9.96	91.6	17	1.75
10 x 4	25.38	254	102	6.3	5.8	36.6	2984	226	10.83	116.1	23	2.03
254 x 102	32.13	257	102	8.4	6.1	29.9	3405	265	10.26	141.6	28	2.11
	36.19	260	102	10.0	6.4	25.5	4004	308	10.52	174.4	34	2.19
I.P.R.	39.95	251	146	8.6	6.2	29.9	4454	352	10.52	401.7	55	3.17
10 x 5 3/4	47.42	256	146	10.9	6.4	26.1	5544	432	10.82	526.5	72	3.32
254 x 146	55.05	259	147	12.7	7.1	23.9	6547	505	10.99	632.6	85	3.40
I.P.R.	26.71	302	100	5.7	5.1	52.5	3671	243	11.71	91.6	18	1.82
12 x 4	31.35	305	102	6.5	5.8	45.9	4351	286	11.81	116.1	23	1.91
305 x 102	36.25	309	102	8.9	6.1	38.0	5415	350	12.22	152.7	30	2.06
	41.74	313	102	10.9	6.6	32.4	6491	414	12.47	199.3	37	2.18
I.P.R.	51.42	304	165	10.2	6.1	39.1	5395	355	12.85	1419	84	3.65
12 x 6 1/2	59.34	307	166	11.8	6.7	33.7	6923	445	12.98	2291	138	3.71
305 x 165	65.32	311	167	13.7	7.2	30.4	8467	542	13.08	2963	178	3.83
I.P.R.	75.94	303	203	13.1	7.5	23.4	12417	819	13.03	1875	184	4.92
12 x 8	85.42	306	204	14.6	8.5	20.1	14440	953	13.03	2381	234	4.92
305 x 203	94.96	309	205	16.1	9.4	18.2	16420	1084	13.13	2887	284	4.92
I.P.R.	56.84	352	171	9.7	6.9	32.2	12065	685	14.59	726	85	3.58
14 x 6 3/4	64.52	356	171	11.5	7.3	30.9	14117	795	14.66	966	106	3.74
356 x 171	72.06	359	172	13.0	7.9	28.1	16066	895	14.66	1623	130	3.78
I.P.R.	81.61	347	203	13.4	7.8	32.8	17956	1027	14.78	1877	183	4.80
14 x 8	91.05	351	204	15.1	8.6	30.4	20193	1150	14.86	2148	210	4.85
356 x 203	100.59	354	205	16.7	9.4	28.1	22562	1275	14.95	2418	237	4.87
I.P.R.	68.32	403	177	10.9	7.6	20.4	19526	970	16.86	926	104	3.68
16 x 7	75.94	406	178	12.7	7.9	17.9	21457	1055	16.91	1145	125	3.91
406 x 178	85.42	409	179	14.1	8.8	16.0	24229	1186	16.97	1275	143	3.98
	94.84	413	180	15.9	9.6	14.4	27194	1322	17.07	1404	161	3.91
I.P.R.	127.29	454	221	17.6	10.2	13.4	43539	1917	18.58	2426	264	4.8
18 x 8 3/4	132.64	457	222	19.1	11.1	12.0	48028	2109	18.68	2867	284	4.95
457 x 222.2	145.99	461	223	21.1	12.1	10.6	53860	2322	18.85	3348	331	5.06
	161.09	465	224	23.1	13.4	9.6	59617	2555	19.23	4152	414	5.11
I.P.R.	192.06	461	298	21.1	13.0	10.3	69806	3021	19.55	9627	577	6.87
18 x 11 3/4	199.99	465	299	23.1	14.1	9.6	77106	3313	19.66	9415	642	6.93
457 x 298	216.19	469	301	25.2	15.1	8.9	84651	3616	19.75	10655	710	7.01

LIST ENERAL 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	[illegible]
8	4.18	[illegible]
9	3.80	[illegible]

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

Marca	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	S cm³	x cm	r min cm
4×3 (101.6×76.2)	6.3	1/4	8.63	10.90	9.5	115.3	3.25	16.39	3.15	56.6	2.26	9.63	1.86	1.63
	7.9	5/16	10.72	13.68	9.5	140.7	3.23	20.16	3.20	68.7	2.25	11.96	1.93	1.65
	9.5	3/8	12.69	16.00	9.5	164.8	3.20	23.93	3.25	79.9	2.23	14.26	1.99	1.62
	11.1	7/16	14.58	18.52	9.5	188.1	3.18	27.53	3.30	90.7	2.21	16.72	2.03	1.62
	12.7	1/2	16.52	20.96	9.5	210.2	3.16	30.97	3.34	100.7	2.19	18.36	2.11	1.62
	15.9	5/8	20.21	25.67	9.5	251.0	3.12	37.69	3.40	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	2.13	25.73	2.34	1.62
6×4 (152.4×101.6)	7.9	5/16	15.19	19.44	12.7	472.7	4.93	45.58	4.87	173.3	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	21.26	26.97	12.7	643.5	4.88	62.76	4.98	233.1	2.94	30.21	2.44	2.21
	12.7	1/2	24.11	30.65	12.7	723.8	4.84	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	102.92	5.26	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	Área cm²	d mm	b mm	c 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	13.59	304.8	88.9	22.9	4.8
10 – 3 1/2	10	3.42	12.57	15.65	254.0	88.9	25.4	4.8
	12	2.66	9.99	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	11.54	14.15	229.6	82.6	25.4	4.8
	12	2.66	8.68	10.99	229.6	82.6	20.3	4.8
	14	1.90	6.24	7.90	229.6	82.6	17.8	2.4
	16	1.52	4.96	6.27	229.6	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	7.88	9.99	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	4.56	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	4.08	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	4.51	5.73	152.4	63.5	17.8	2.4
	16	1.52	3.58	4.55	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	3.98	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	2.76	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
		1.21	1.68	2.12	76.2	44.5	10.2	2.4

CANALES DE LAMINA DOBLADA

CANAL PERFIL LIGERO DOS PATINES ATIESADOS

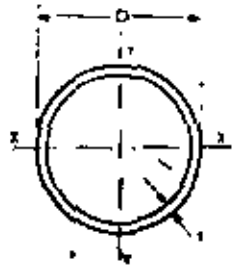
FORMADO EN FRIO

C P L 2

PROPIEDADES PARA DISEÑO

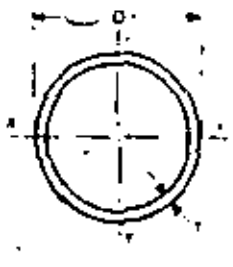
PERFIL	Sx EFECTIVO Pmax,100 Kg/cm²	EJE X-X Ix cm⁴	Sx cm³	rx cm	EJE Y-Y Iy cm⁴	Sy cm³	ry cm	J cm	Cw cm⁶	FACTOR COL Q Pmax,100 Kg/cm²
12	151.61	2513.21	153.20	12.36	164.52	25.10	3.08	2.31	1.59	0.20
	119.07	1920.11	119.43	11.54	126.99	19.09	3.06	2.24	1.57	0.64
10	119.27	1514.79	119.27	9.94	155.10	24.41	3.15	2.53	1.52	0.77
	92.05	1193.61	94.31	9.57	119.41	19.02	3.14	2.45	1.50	0.70
	66.54	850.22	66.95	9.94	82.63	12.67	3.16	2.33	1.61	0.50
9	99.69	1125.07	99.69	8.96	124.91	21.51	2.95	2.45	1.63	0.90
	75.55	908.54	76.16	8.91	91.84	15.44	2.99	2.31	1.51	0.73
	51.26	654.96	53.55	8.9	66.06	11.14	2.91	2.26	1.44	0.60
	38.28	505.05	44.19	8.97	51.09	8.51	2.97	2.15	1.38	0.52
8	79.57	801.37	79.57	7.99	94.13	17.16	2.30	2.29	1.36	0.61
	61.71	626.99	61.71	7.93	72.13	13.39	2.69	2.22	1.31	0.77
	42.54	455.61	45.14	7.99	52.81	9.68	2.71	2.16	1.25	0.65
	31.96	364.06	35.91	8.04	40.90	7.37	2.68	2.09	1.19	0.56
7	64.29	544.78	64.28	6.91	69.89	14.17	2.46	2.13	1.10	0.92
	49.75	431.67	49.75	6.95	55.91	11.46	2.50	2.15	1.13	0.81
	34.44	318.17	35.79	7.02	40.95	8.11	2.52	2.07	1.05	0.70
	25.91	251.21	29.44	7.04	31.60	6.31	2.49	2.01	0.99	0.62
6	45.56	149.47	45.56	5.93	48.48	11.05	2.21	1.97	2.94	0.92
	36.61	278.91	36.61	5.97	39.47	9.06	2.25	1.97	2.99	0.80
	26.95	209.02	27.41	6.04	30.77	7.05	2.32	1.95	2.97	0.70
	20.42	166.50	21.55	6.06	23.73	5.44	2.29	1.91	2.91	0.67
5	30.65	119.62	30.65	4.96	29.95	7.53	1.78	1.64	2.32	0.96
	24.60	156.19	24.60	4.92	21.32	6.09	1.82	1.63	2.38	0.91
	18.28	116.05	18.28	4.99	15.29	4.51	1.84	1.58	2.41	0.83
	14.11	92.45	14.36	5.05	12.11	3.59	1.81	1.51	2.21	0.74
	11.04	74.53	11.74	5.02	9.97	2.96	1.83	1.51	2.26	0.67
4	22.32	114.38	22.32	3.98	23.32	7.19	1.74	1.51	2.46	1.07
	18.15	92.18	18.15	3.96	19.32	5.92	1.81	1.51	2.53	0.97
	13.61	69.99	14.09	4.01	14.51	4.46	1.81	1.75	2.43	0.88
	10.68	55.21	10.97	4.04	11.15	3.26	1.84	1.68	2.36	0.82
	8.21	44.58	9.78	4.11	9.10	2.67	1.85	1.68	2.29	0.73
3 1/2	18.74	83.29	18.74	3.55	22.16	6.97	1.79	1.91	2.55	1.11
	15.14	67.31	15.14	3.51	18.19	5.75	1.81	1.91	2.62	0.99
	11.42	50.73	11.42	3.54	13.74	4.26	1.87	1.85	2.51	0.92
	8.99	40.63	9.15	3.62	10.98	3.26	1.85	1.77	2.53	0.86
	6.99	32.96	7.31	3.63	8.63	2.61	1.86	1.79	2.47	0.77
3	11.10	42.61	11.09	2.96	12.25	4.54	1.69	1.75	2.36	1.07
	9.13	31.72	9.13	2.97	9.72	3.89	1.61	1.61	2.39	0.95
	6.91	25.86	6.91	3.00	7.22	2.95	1.63	1.62	2.21	0.91
	5.22	20.95	5.80	3.02	5.43	2.37	1.60	1.55	2.15	0.85

VII.3.- PROPIEDADES DE TUBOS DE ACERO



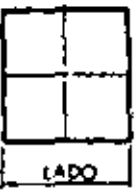
Diámetro Nominal Pulg	mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Módulo de Sección cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cédula
1½	38	48	41	3.7	4.0	5.2	12.9	5.3	1.6	40
		48	38	5.1	5.4	6.9	16.3	6.7	1.5	80
		48	34	7.1	7.2	9.2	20.1	5.1	1.5	160
2	51	60	53	3.9	5.4	6.9	27.7	9.2	2.0	40
		60	49	5.5	7.5	9.5	36.1	12.0	1.9	80
		60	45	8.7	11.1	14.1	48.4	16.0	1.9	160
2½	64	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
		73	54	9.5	14.9	19.0	97.9	26.8	2.3	160
3	76	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
		89	67	11.1	21.3	27.2	210	47.2	2.8	160
3½	89	102	90	5.7	13.6	17.4	199	39.2	3.4	40
		102	85	8.1	18.6	23.8	261	51.5	3.3	80
4	102	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
		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	127	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
		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	152	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
		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
8	203	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
		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
		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
10	254	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
		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
		273	243	15.1	95.8	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	14195	959	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	1215	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	Módulo de Sección cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cédula
12	305	324	311	6.3	49.7	63.5	8004	494	11.2	20
		324	307	8.4	65.2	83.3	10341	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
		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
		324	273	25.4	186.8	238.9	26710	1649	10.6	120
		324	267	28.6	208.3	266.0	29165	1828	10.5	140
		324	257	33.3	239.6	306.0	32520	2007	10.3	160
14	356	356	343	6.3	55.2	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
		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	284	35.7	282.8	361.1	46459	2612	11.4	160
16	406	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	93.5	119.3	23396	1153	14.0	30
		406	381	12.0	123.5	157.7	30464	1501	13.9	40
		406	373	16.7	160.7	205.2	38818	1912	13.8	60
		406	364	21.4	203.9	260.4	48141	2371	13.6	80
		406	354	26.2	245.5	313.5	56557	2801	13.5	100
		406	345	30.9	287.2	366.9	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	3882	13.0	160
18	457	457	445	6.3	69.9	89.3	22593	1002	15.9	10
		457	441	7.9	87.8	112.1	28275	1237	15.9	20
		457	435	11.1	122.0	155.8	40037	1754	15.5	30
		457	429	14.3	156.2	199.5	46493	2035	15.2	40
		457	419	19.0	205.3	262.2	63039	2760	15.5	60
		457	410	23.8	254.5	325.0	76333	3341	15.3	80
		457	395	29.4	309.5	395.2	90522	3975	15.2	100
		457	387	34.9	363.1	463.7	103972	4550	15.0	120
		457	379	39.7	409.2	522.5	114155	5009	14.5	140
		457	367	45.2	459.8	587.2	125710	5502	14.7	160
20	508	508	495	6.3	78.9	100.5	31592	1244	17.7	10
		508	489	9.5	117.6	150.2	46327	1824	17.6	20
		508	487	12.7	156.3	199.6	60045	2365	17.5	30
		508	479	15.1	183.0	233.7	70926	2792	17.4	40
		508	467	20.6	245.5	313.3	93943	3698	17.2	60
		508	456	26.2	311.0	397.1	115338	4541	17.1	80
		508	443	32.5	380.9	486.4	136064	5356	16.5	100
		508	432	36.1	442.0	564.4	156295	6153	16.7	120
		508	419	44.5	509.0	650.0	175525	6910	16.5	140
		508	406	49.5	564.0	720.0	190554	7505	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	493.93	.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	1975.81	3.063	15.510	10.423
50.8	2	2580.65	4.000	20.258	13.613
57.2	2-1/4	3266.13	5.063	25.639	17.229
63.5	2-1/2	4032.27	6.250	31.653	21.271
69.8	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 seccion		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	2-1/2	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	28.200
88.9	3-1/2	6206.9	9.621	48.68	32.712
95.2	3-3/4	7125.3	11.045	55.88	37.552
101.6	4	8107.3	12.566	63.58	42.726

El redondo se lamina normalmente en acero comercial.

Tambien se laminan redondos de aceros especiales para la manufactura de: Tornilleria, Resortes, Alambre de acero, Tirantes, etc.

Si sus necesidades requieren redondo en diametros que no estén [illegible]cados en la tabla, o aceros especiales, dirijase a nuestro Departamento de [illegible]entas.

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES : ÓS.

AHMSA

ACERO OCTAGONAL

GRUESO mm	GRUESO pulgadas	PESO 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 mm	Dimensiones pulgadas	Peso 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	0.262	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 mm	Dimensiones pulgadas	Peso 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 mm	Dimensiones pulgadas	Peso 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	4.37
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 mm	Dimensiones pulgadas	Peso 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 mm	Dimensiones pulgadas	Peso 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	25.33
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	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

III.- TOLERANCIAS DE LAMINACION

a) Medición.

b) Viguetas y canales.

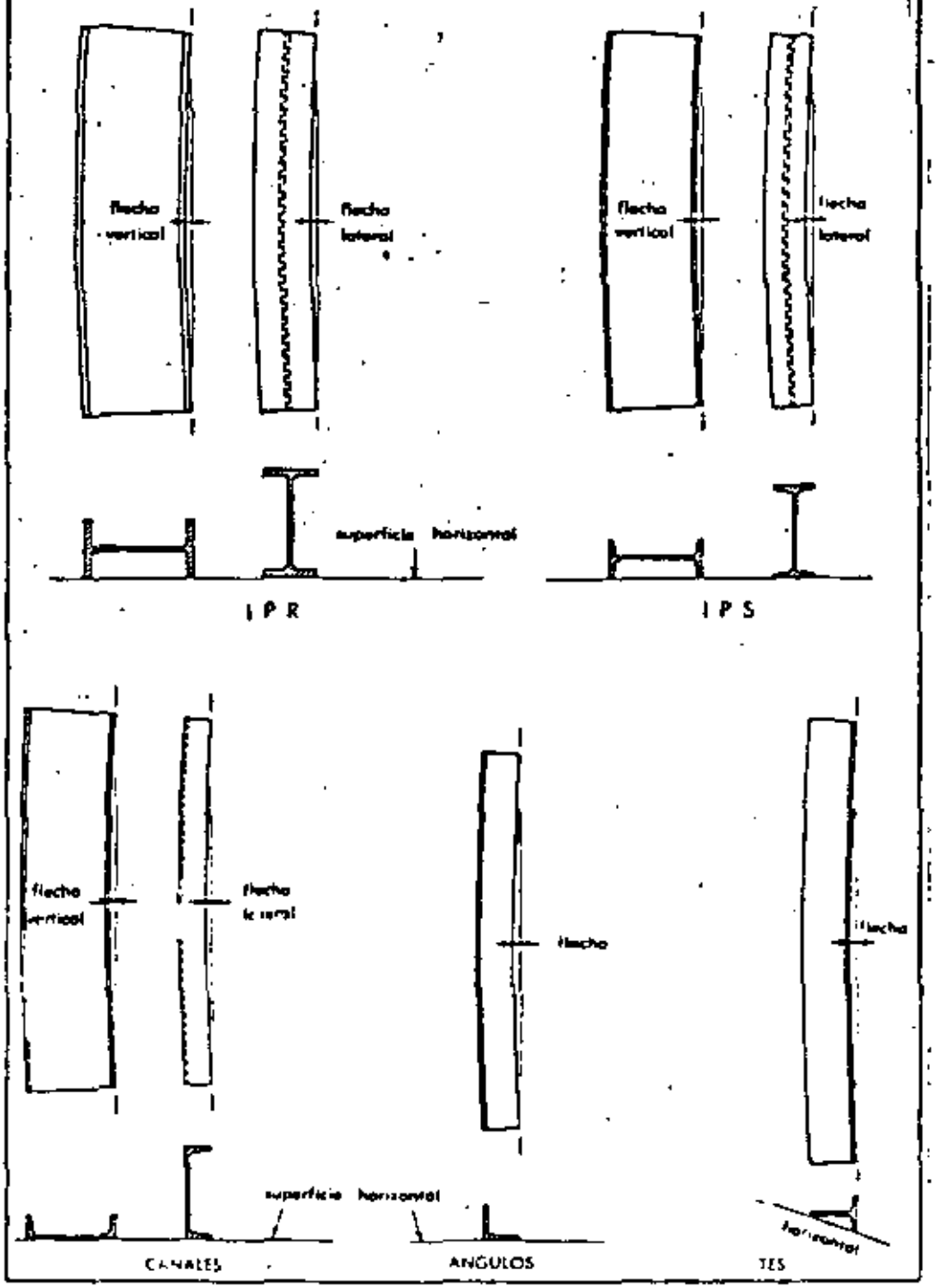
c) Angulos y tes.

d) Tolerancias dimensionales para vigas de puentes.

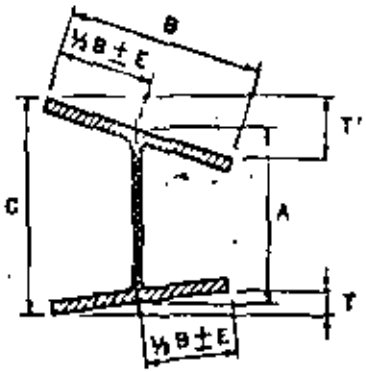
e) Tolerancias en obra ejecutada; según el Reglamento.

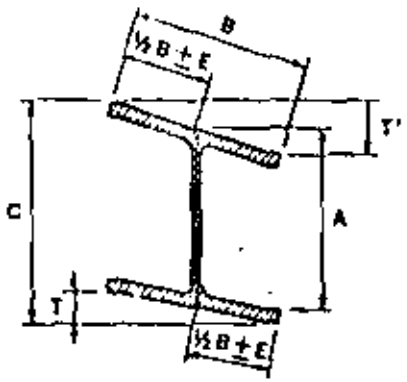
III.2 TOLERANCIA DE LAMINACION.

Posiciones de los perfiles para medición de flechas verticales y laterales



Tolerancias en vigas I P K





Peralte nominal A	Tolerancias de laminación (pulg / mm)						
	Peralte A		Patín B		Patines fuera de escuadra (T + T') máx	Descentramiento del alma E	|C-A| máx 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 12"	1/8	1/8	1/4	3/16	5/16	3/16	1/4
	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

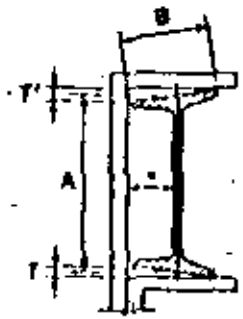
$$\text{cm} = 9.6 + \frac{\text{long (mts)} - 14}{10}$$

Extremos fuera de escuadra: 1.6 mm por cada 10 cm de peralte o de patín, si este es mayor que el peralte.

Variaciones: 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.

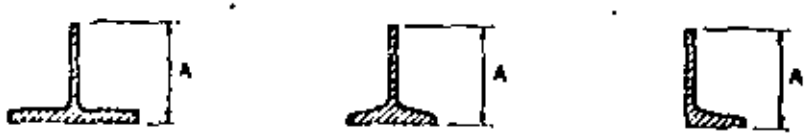
Extremos fuera de Escuadra = 1.6 mm por cada 10 cm de peralte.

Variaciones en Area y peso: ± 2.5% sobre el valor teórico.

Tolerancias

EN PERFILES TI PS (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", 157 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.

Otras 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:

Flecha Vertical máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts)}}{5}$

Flecha lateral máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts.)}}{5}$

Tolerancias

Angulos perfiles estandard.

A) Angulos menores de 76 mm, 3"

Longitud teórica del lado	Variación en el espesor (t)								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 (t)			
	pulg	mm	pulg	mm	pulg.	mm	pulg	mm	pulg	mm
25 mm y menores	0.009	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
más de 51 mm hasta 76 mm inclusive	0.012	0.30	0.013	0.30	0.015	0.38	1/16	1.6	3/128	0.6

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	mm	pulg	mm		
	en más		en menos		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

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.

MINIMUM WEB THICKNESS (t_w)

	A-7, A-373 A-36	A-441 Low Alloy 46,000 YP	50,000 YP
If no stiffeners (1.6.80)	$t_w = \frac{1}{60} d_w$	$t_w = \frac{1}{55} d_w$	$t_w = \frac{1}{50} d_w$
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	$t_w = \frac{1}{340} d_w$	$t_w = \frac{1}{290} d_w$	$t_w = \frac{1}{280} d_w$

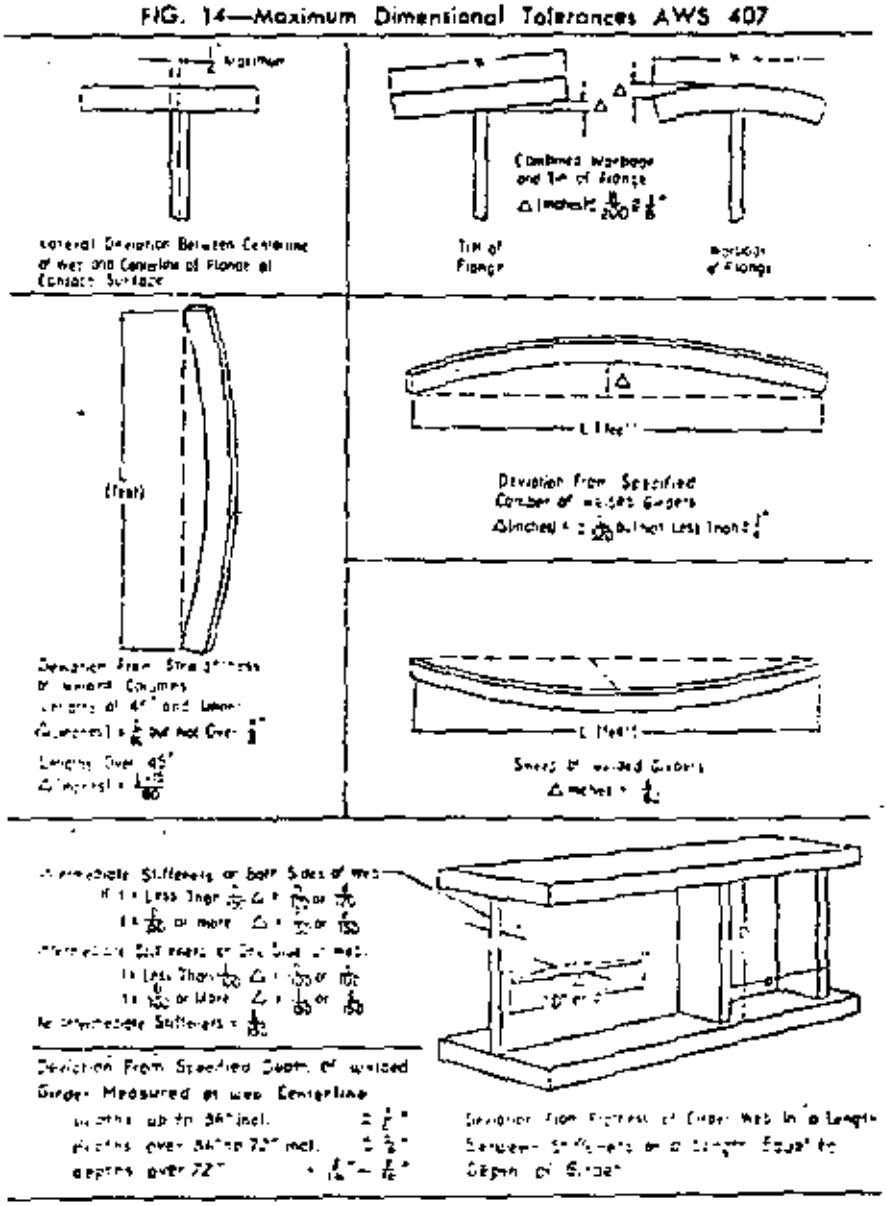
Also, ratio of depth to length of span shall preferably not be less than $\frac{1}{25}$; for lower depth the section shall be increased so that the maximum deflection will not be greater than if this ratio had not been exceeded (1.6.11).

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



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 Kg/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 po cada colada.

1 del acero fundido y otra del producto terminado (ASTM A370)

2 pruebas de tensión y 2 de doblad 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:

$$\frac{1}{500}$$

ACEROS PARA REFUERZO

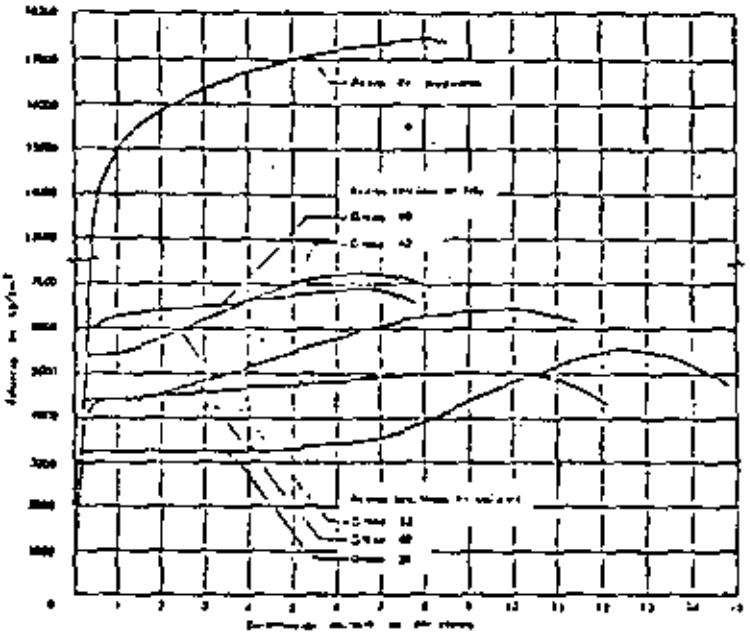


FIG. 3.1 CURVAS TIPICAS ESFUERZO DEFORMACION PARA DIFERENTES TIPOS DE ACERO DE REFUERZO

Se aprecia que los aceros laminados en caliente presentan una fluencia definida seguida por una zona de endurecimiento y que, al aumentar el grado del acero se reducen tanto la magnitud de la zona de fluencia como la relación entre el esfuerzo máximo y el de fluencia, así como la deformación de ruptura.

Los aceros torcidos en frío tienen una relación esfuerzo-deformación que no presenta una fluencia definida; el esfuerzo de fluencia se define en forma convencional como aquel que resulta de trazar una paralela a la rama recta de la gráfica esfuerzo-deformación a partir de una deformación de 0.2%.

La relación entre el esfuerzo máximo y el de fluencia así como la deformación a

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/cm²	Esfuerzo máximo kg/cm²	Alargamiento sobre 20.3 cm %
Laminado en caliente E6 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 E274 1972	42	4,200	5,200	8
	50	5,000	6,000	8
	60	6,000	7,000	8
Alambre para malla electrosoldada E253 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		Área Nominal		Peso Unitario		Perímetro		Separación promedio máxima entre Corrugaciones		Ancho Máximo de las Corrugaciones		Longitud Promedio máxima de la Corrugación		Número aproximado de varillas de 12 m por ton
	mm	pulg	mm²	pulg²	kg/m	lb/pie	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	
2	6.4	1/4	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	277
3	9.5	3/8	71	0.11	0.557	0.376	29.8	1.178	6.7	0.262	0.5	0.016	22.4	0.883	150
4	12.7	1/2	127	0.20	0.996	0.668	39.9	1.571	8.9	0.350	0.6	0.020	29.9	1.178	84
5	15.9	5/8	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	3/4	287	0.44	2.250	1.502	60.0	2.356	13.4	0.525	1.0	0.039	45.0	1.767	37
7	22.2	7/8	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 1/8	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 1/4	794	1.21	6.225	4.182	99.9	3.927	22.3	0.875	1.6	0.063	74.9	2.945	13
11	34.9	1 3/8	957	1.48	7.503	5.040	109.6	4.320	24.4	0.962	1.7	0.069	82.2	3.240	11
12	38.1	1 1/2	1140	1.77	8.938	6.008	119.7	4.712	26.7	1.050	1.9	0.075	89.8	3.531	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 Nom. 2 se fabrica únicamente como varilla lisa (alambrón).

ACEROS DE PRESFUERZO

65

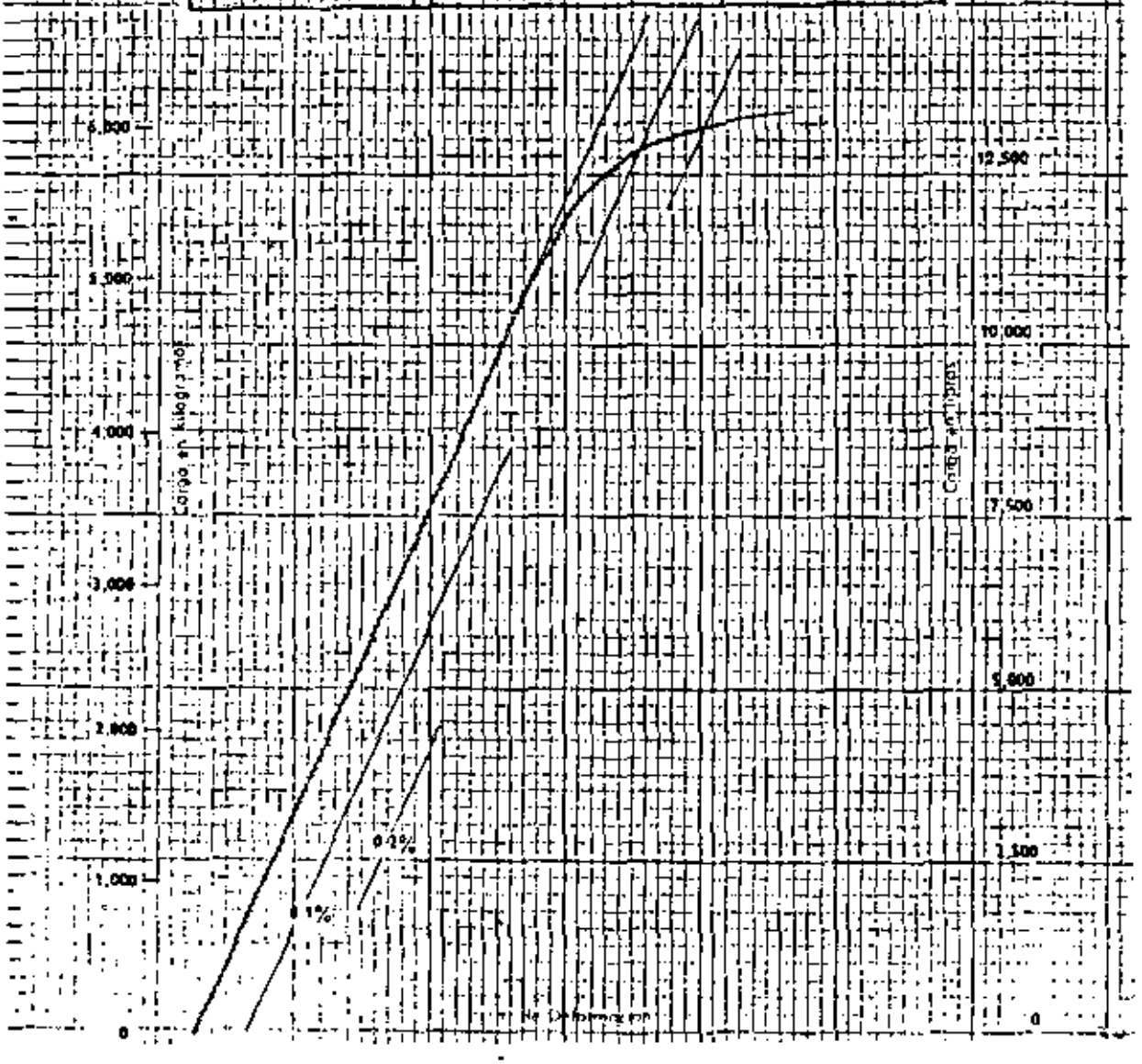
ALAMBRE DE 2 mm (0.2761) DE UN ROLLO DE 3.44 m (2") DE DIAM

Gráfica: Carga-Deformación REGISTRO DIRECTO DE LA GRAMAMATIC

33

Número de Rollo: [illegible]		Velocidad de Carga: [illegible] 1.000 lb/minuto
Diámetro del Alambre: 2 mm (0.2761)		Carga de Fluencia: [illegible] mm (0.2)
Operador: [illegible]		% de Elongación de la Fluencia: [illegible]
[illegible]		

[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	



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 frio alambrón de acero al alto carbono, normalizado y cuya composición química se encuentre dentro de los siguientes limites:

Carbono	0.7 —	0.9%
Silice	0.1 —	0.35%
Manganeso	0.5 —	0.9%
Azufre	0.050%	máximo
Fósforo	0.040%	máximo

ROLLOS NORMALES

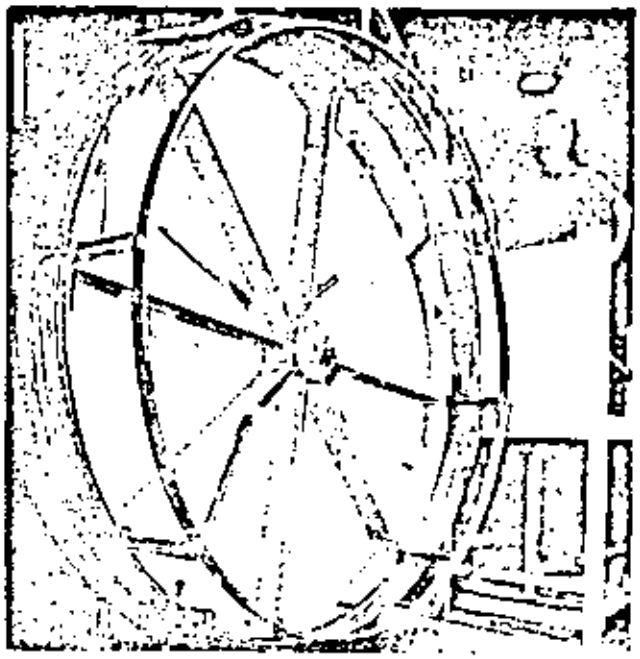
El alambre estirado toma una curvatura en el tambor en que se enrolla. Al sacarse del tambor y atarse, el diámetro interno del rollo es menor que el del tambor. Se acostumbra considerar como tamaño del rollo, al diámetro interno del rollo amarrado.

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.

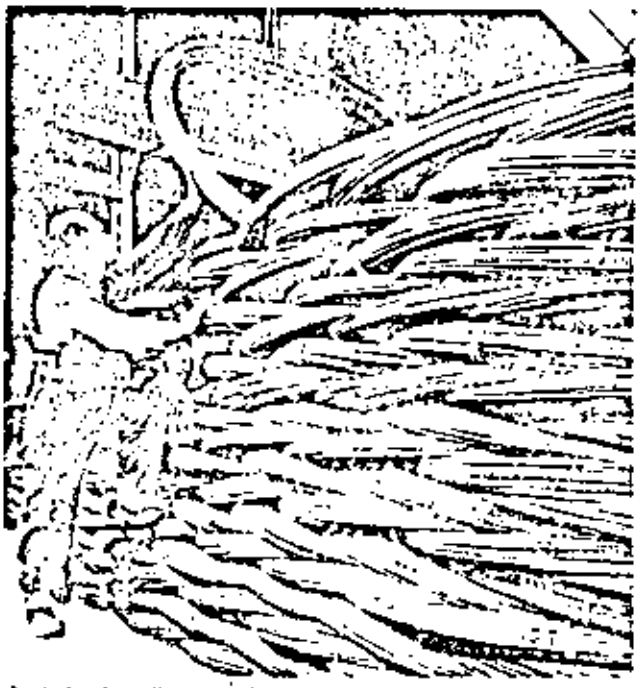
Los rollos normales, asi llamados porque son el resultado del proceso normal de fabricación, son desengrasados y sometidos a un tratamiento térmico de "relevación de esfuerzos".

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, presentarian problemas en

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 sí 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 sí 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

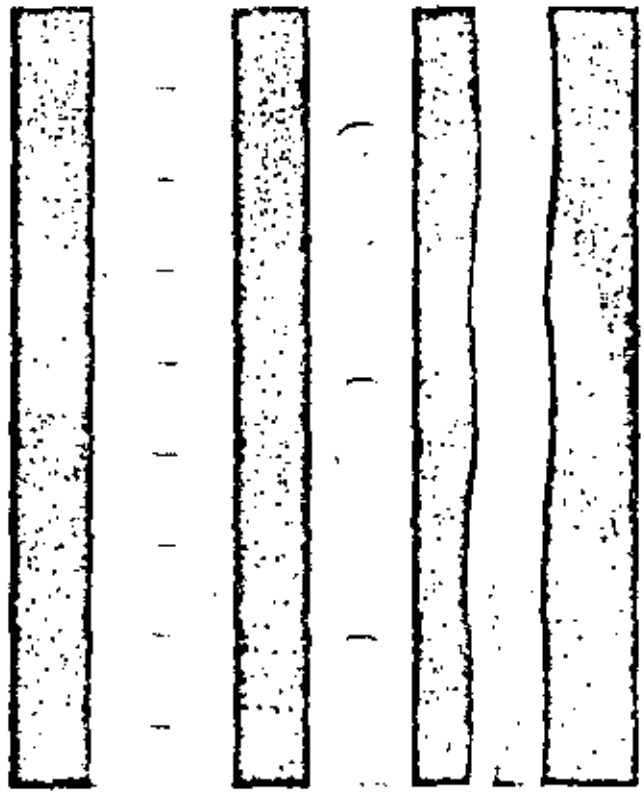
Todos los alambres entre 3.25 y 7 mm (0.128" y 0.276") de diámetro pueden suministrarse con superficies estampadas del tipo Suizo o elíptico pequeño. El estampado Belga o elíptico grande solo se aplica generalmente en alambres de 5 mm (0.1968") de diámetro.

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:

Diám. del alambre mm	Profundidad del Estampado mm Mín.	Máx.	Diám. del Alambre Pulgadas	Profundidad del Estampado Pulgadas Mín.	Máx.
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

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	1·701
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	·10679	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	·012880	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 49

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 relación 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 campo 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 R/mm² — ROLLO NORMAL 0.1%	ROLLO NORMAL 0.2%	ROLLO GRANDE 0.1%	ROLLO GRANDE 0.2%	DOBLECES INVERSOS	RADIO DEL DOBLEZ mm
	R/mm²	Ton/pulg²						
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.

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.

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	%
5/16	15,500	9,300	13,175	4
3/8	21,000	12,600	17,850	4
7/16	28,000	16,800	23,800	4
1/2	37,000	22,200	31,450	4
0.6	51,000	30,600	43,350	4

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.

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 [illegible]lo se hacen sobre los valores de deformación [illegible]os durante la primera aplicación de la car[illegible] 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