

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL
III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO
DEL 6 AL 10 DE JULIO DE 1992.

ING. ALEJANDRO CALDERON OLLIVIER
PRESIDENTE CONSEJO DE ADMINISTRACION
CONSTRUCCIONES ESTRUCTURAS Y PUENTES DE CHIHUAHUA S.A. DE C.V.
AV. WASHINGTON S/N CHIHUAHUA, CHIH. TEL. 14 23 51 y 13 02 66

ING. SALVADOR JOSE DEL POZZO MASTACHI
DIRECTOR GENERAL
DUERO INGENIERIA S.A. DE C.V.
PUENTE DE PIEDRA 163, TEL. 606 99 00

ARQ. EDUARDO LASSALA MOZO
SUBDIRECTOR TECNICO DE CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA
PROMOTORA OCCIDENTAL DE LA VIVIENDA
AV. COYDACAN 1878, 11o. PISO, C.P. 03240, COL. ACACIAS
TEL. 524 79 62 y 524 93 15

ING. MANUEL LOPEZ MANJARREZ
JEFE DE SUPERINTENDENTES
ICA, S.A.
VIADUCTO No. 82, COL. TACUBAYA, TEL. 277 35 99 EXT. 170

ING. ARTURO MATA MALACARA
GERENTE DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
INDUSTRIA DEL HIERRO, S.A. DE C.V.
AV. DEL PARQUE 2, PARQUES INDUSTRIALES, C.P. 76160, TEL. 400 93

ING. FRANCISCO ORTEGA MUÑOZ
TECNICO
ICA, INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
VIADUCTO RIO BECERRA 27, TEL. 660 35 96 (1230)

ING. VICTOR J. SAEZ DE OCARIZ ALBISUA
DIRECTOR DE PRODUCTIVIDAD
ICA, S.A.
VIADUCTO RIO BECERRA No. 27-1er. PISO, COL. NAPLES, 03810,
MEXICO, D.F.
MINERIA 145, EDIF.C., 3er PISO, COL. ESCANDON, DELEG. MIGUEL
HIDALGO, TEL. 272 99 91 EXT. 3120-29

ING. LUIS ZARATE ROCHA
GERENTE GENERAL
ICA, INDUSTRIAL, S.A.
VIADUCTO RIO BECERRA No. 27, TEL. 687 93 52

ING. LUIS MANRIQUEZ

ING. SERGIO RAMIREZ OTERO

ING. LUIS JAVIER RAMOS

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA
CUENTAS POR PAGAR

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA
CUENTAS POR PAGAR

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA
CUENTAS POR PAGAR

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA
CUENTAS POR PAGAR

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA Y MONITORIA
CUENTAS POR PAGAR

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO 3: "CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO "
Del 6 al 10 de julio de 1992

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 6	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Obras Hidráulicas. Planeación de un taller.	Ing. Salvador del Pozzo Mastachi Ing. Arturo Mata Malacara
Martes 7	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Puentes. Tendido de tuberías.	Ing. Alejandro Calderón Ing. Sergio Aceves
Miércoles 8	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Soldadura. Plataformas Marinas.	Ing. Francisco Ortega Muñoz Ing. Víctor Saez de Ocariz A.
Jueves 9	9:00 a 13:00 hrs. 15:00 a 19:00 hrs.	Tanques de almacenamiento. Instalación de Vía.	Ing. Manuel López Manjarréz Arq. Eduardo Lazzala Mozo
Viernes 10	9:00 a 13:00 hrs.	Edificios y Naves Industriales.	Ing. Luis Zárate Rocha

Coordinador de Módulo: Ing. Víctor Saez de Ocariz

No.	Description	Amount
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS
DE ACERO

COORDINADOR: ING. VICTOR J. SAENZ DE OCARIZ

El siguiente material se encuentra a su disposición en el Centro de Información y Documentación "Ing. Bruno Mascanzoni", División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería. Tacuba No. 5, Col. Centro; Palacio de Minería.

PUBLICACIONES PERIODICAS

NAAMAN, Antoine. "Bond-slip mechanisms of steel fibers in concrete". -- En : ACI Materials Journal. -- 88 (2) : P. 135-145. -- Mar./Apr. 1991.

LAMPORT, William. "Deflection predictions for concrete slabs reinforced with steel decking". -- En : ACI Structural Journal. -- 87 (5) : p. 564-570. -- Sep./Oct. 1990.

HARAJLI, Mohamed. "Effect of span-depth ratio on the ultimate steel stress in unbonded prestressed concrete members". -- En : ACI Structural Journal. -- 87 (3) : 305-312. -- May./Jun. 1990.

ROBISON, Rita. "White steel for osaka bay". -- En : Civil engineering. -- 61 (2) : p. 45-47. -- Feb. 1991.

GRIGG, Dennis. "Sending steel down the river". -- En : Civil engineering. -- 61 (1) : p. 62-65. -- Jan. 1991.

JENSEN, Hans. "Aussie steel". -- En : Civil engineering. -- 60 (12) : p. 63-65. -- Dec. 1990.

GUINN, Terrell. "Form follows geometry". -- En : Civil engineering. -- 60 (11) : p. 42-45. -- Nov. 1990.

FISHER, John. "Building blocks for the future". -- En : Civil engineering. -- 60 (10) : p. 83-84. -- Oct. 1990.

GRIFFS, Larry. "The Great American Pyramid". -- En : Civil engineering. -- 60 (5) : p. 56-58. -- May. 1990.

SIVAKUMARAN, K.S. "Lateral load response of unbraced steel building frames". -- En : Canadian journal of civil engineering. -- 17 (6) : p. 974-986. -- Dec. 1990.

BANTHIA, NemKumar. "A study of some factors affecting the fiber-matrix bond in steel fiber reinforced concrete". -- En : Canadian journal of civil engineering. -- 17 (4) : p. 610-620. -- Aug. 1990.

REDWOOD, R.G. "Earthquake resistant design of steel moment resisting frames". -- En : Canadian journal of civil engineering. -- 17 (4) : p. 659-667. -- Aug. 1990.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

**TUBERIAS DE PRESION, CARACOLES, DESFOQUES Y
COMPUERTAS PARA OBRAS HIDRAULICAS**

ING. SALVADOR DEL POZZO MASTACHI

JULIO - 1992

1957

12 18 1957

1957 12 18

1957 12 18

1957

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18

1957 12 18



I N D I C E

PAGINA

ESTRUCTURAS DE ACERO EN UNA PLANTA HIDROELECTRICA	1
REJILLAS DE LA OBRA DE TOMA	3
COMPUERTAS DE LA OBRA DE TOMA	6
MONTAJE	12
TUBERIA A PRESION	15
MONTAJE	20
TURBINA	24
TUBO DE ASPIRACION	27
MONTAJE	30
CARCAZA	35
MONTAJE	40
ESCUDO INFERIOR	49
MONTAJE	50
RODETE	52
FLECHA	58
MONTAJE FLECHA - RODETE	60
ALBES DIRECTRICES	61
ESCUDO SUPERIOR	64
MONTAJE	68
COMPUERTA DE DESFOGUES	72
MONTAJE	73
COMPUERTAS DE LOS TUNELES DE DESVIO	74
COMPUERTAS DE VERTEDORES	75
MONTAJE	77

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
EDUCACION CONTINUA

LAS ESTRUCTURAS DE ACERO EN UNA PLANTA HIDROELECTRICA SON VARIADAS EN FORMA, DIMENSIONES Y CALIDAD DEL ACERO; LAS ENUMERAREMOS EN ORDEN, SIGUIENDO EL FLUJO DEL AGUA.

1. OBRA DE TOMA

REJILLAS
COMPUERTAS AUXILIARES
COMPUERTAS DE SERVICIO
MECANISMOS DE OPERACION DE COMPUERTAS

2. CONDUCCION A PRESION

TUBERIA DE PRESION

3. TURBINA

TUBO DE ASPIRACION
· ANTEDISTRIBUIDOR O CARCAZA
DISTRIBUIDOR
RODETE
FLECHA

4. DESFOGUES

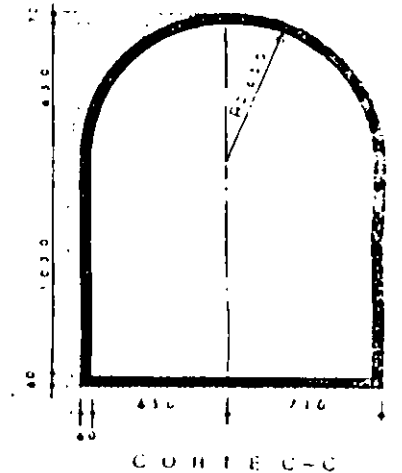
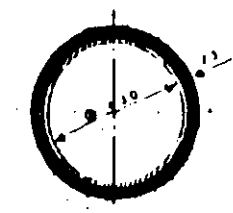
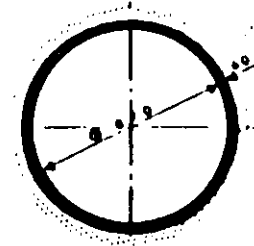
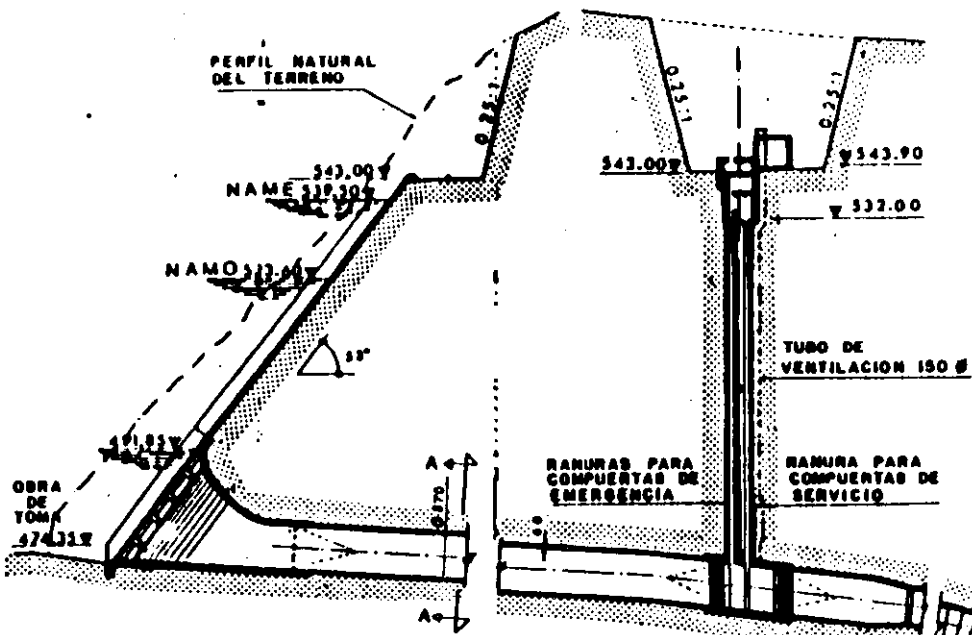
COMPUERTAS
GRUA PORTICO PARA COMPUERTAS

5. TUNELES DE DESVIO

COMPUERTAS

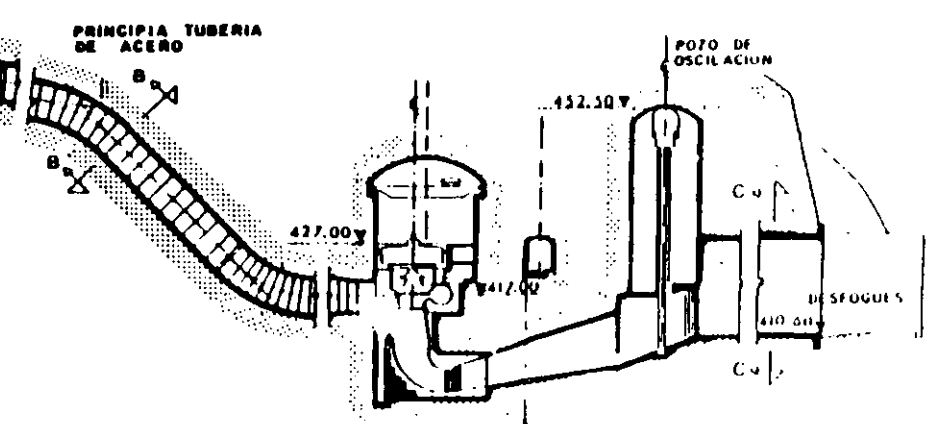
6. VERTEDOR DE DEMASIAS

COMPUERTAS AUXILIARES
COMPUERTAS DE SERVICIO



perfil longitudinal

ACOT. EN cm. ELEV. EN M. S. N. M.



REJILLAS DE LA OBRA DE TOMA

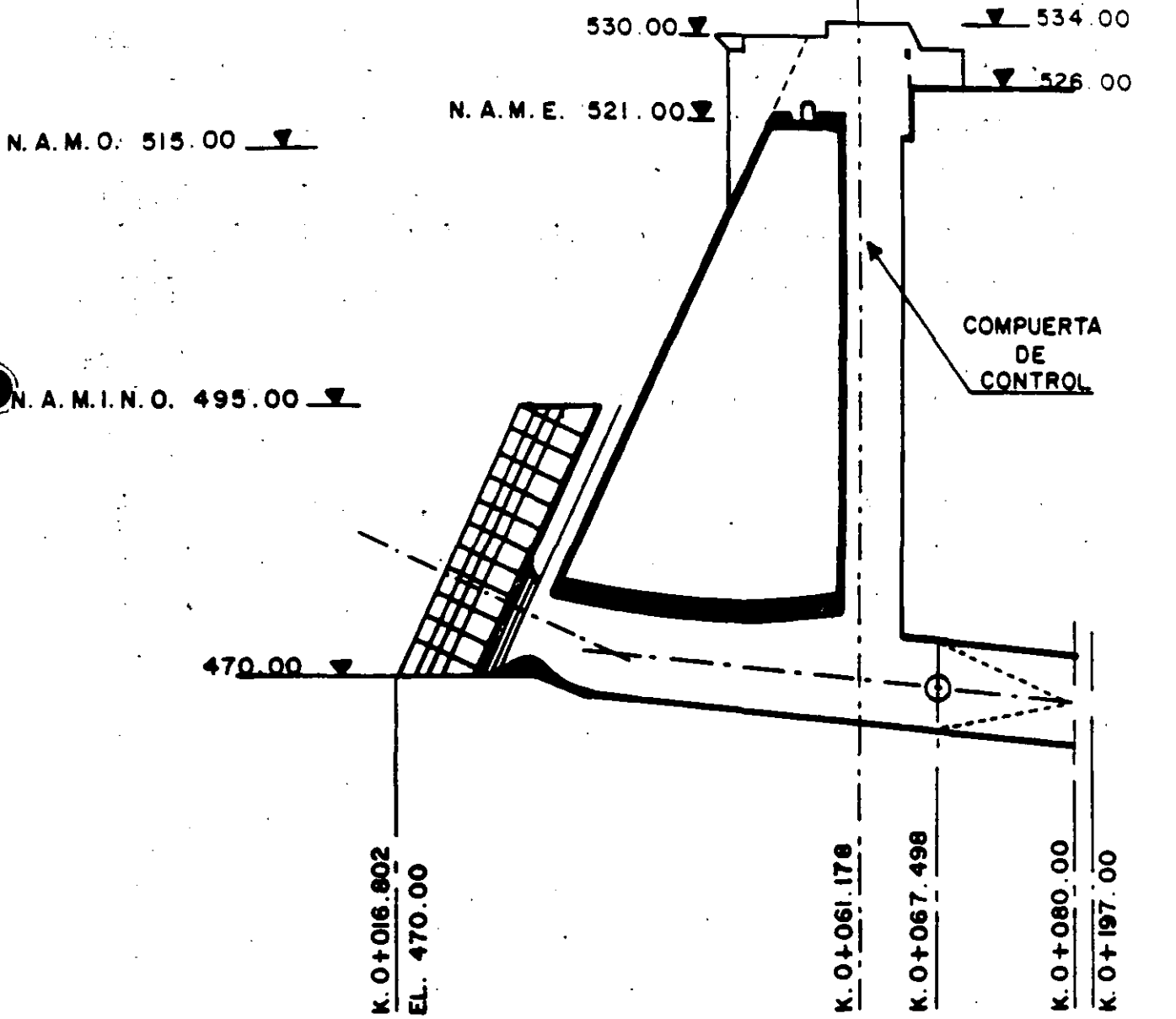
LA FUNCIÓN DE LAS REJILLAS DE OBRA DE TOMA ES EVITAR QUE CUERPOS FLOTANTES DE DETERMINADAS DIMENSIONES PENETREN A LAS PARTES DE LA TURBINA Y LA LLEGUEN A DEFORMAR CON EL GOLPE O PEOR AUN QUE OBSTRUYAN SU FUNCIONAMIENTO. SE HA DADO EL CASO DE OBJETOS QUE OBSTRUYEN ALGUNA DE LAS SALIDAS DE LA CARCAZA EN LA ZONA DE ALABES FIJOS Y EL IMPULSO DEL AGUA DEJA DE SER UNIFORME OCACIONANDO CON ELLO, CABECEOS Y CAVITACIÓN EN LAS PARTES MÓVILES COMO PUEDEN SER LOS ALABES DE CONTROL O DEL RODETE. EN OCASIONES ESTOS ELEMENTOS INDESEABLES PUEDEN QUEDAR ENTRE DOS ALABES MÓVILES Y CON ELLO OBSTRUYEN EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA TURBINA.

LA DIMENSIÓN MÁXIMA DE LA TRAMA DE LA REJILLA NORMALMENTE OSCILA ENTRE 12 A 18 CMS. DE ANCHO Y 25 A 30 CMS. DE ALTO.

LA REJILLA EN SI, PUEDE TENER DIFERENTES FORMAS: PLANA, SEMICIRCULAR, ETC., PERO EL ÁREA DE HUECOS DEBE TENER CUANDO MENOS DE TRES A CUATRO VECES EL ÁREA SUFICIENTE PARA QUE PASE AL GASTO MÁXIMO NECESARIO PARA LA OPERACIÓN DE LA TURBINA.

ANTERIORMENTE, SE LLEGARON A INSTALAR EQUIPOS LIMPIA REJAS EN ALGUNAS PLANTAS, LOS CUALES SE EMPLEABAN EVENTUALMENTE, PERO EN LA ACTUALIDAD SU USO SE HA VISTO LIMITADO DEBIDO PRINCIPALMENTE A SU COSTO; ADEMÁS, EL FACTOR DE LA PLANTA (GASTO ANUAL DEL RÍO/ GASTO ANUAL DE UNA TURBINA X EL NÚMERO DE MÁQUINAS)

OBRA DE TOMA



CONDUCCION A PRESION

HA DISMINUIDO Y LAS FACILIDADES QUE BRINDAN LA AUTONOMÍA DE LOS BUZOS MODERNOS, HACE PREFERIBLE APROVECHAR LOS PAROS DE LAS MÁQUINAS PARA HACER EL MANTENIMIENTO CON PERSONAL ESPECIALIZADO. PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL, DEBE CONSIDERARSE QUE ESTAS REJILLAS DEBEN SER CAPACES DE RESISTIR LA MÁXIMA PRESIÓN HIDROSTÁTICA A QUE LA SOMETA UNA OBSTRUCCIÓN TOTAL.

ES RECOMENDABLE Y CONVENIENTE QUE EN EL CUERPO DE LA REJILLA EXISTA UNA ENTRADA DE HOMBRE PARA PODER HACER LA REVISIÓN DE LOS MARCOS DE LAS COMPUERTAS DE TAL SUERTE QUE UN BUZO LA PUEDA ABRIR O CERRAR CON FACILIDAD Y SEA TAN SEGURA QUE NO PERMITA LA POSIBILIDAD DE QUE SE CIERRE SOLA POR ACCIDENTE.

NORMALMENTE, ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS, ESTAN UNIDAS A BASE DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y AUNQUE NO SE EXIJE VERIFICACIÓN DE SU CALIDAD POR RADIOGRAFÍA Y PROCESO ALTERNATIVO ES MUY NECESARIA LA INSPECCIÓN VISUAL, NO SOLO DE LA APARIENCIA FINAL, SINO DE TODO EL PROCESO DE SU FORMACIÓN. ES CONVENIENTE LA VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO SOBRE ESTE ASPECTO.

ES MUY RECOMENDABLE TAMBIÉN QUE EN EL TALLER SE HAGA UNA PRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA COMPLETA. VERIFICANDO LAS DIMENSIONES Y POSICIONES DE ANCLAJE. DEBIDO A QUE ESTA ESTRUCTURA NORMALMENTE PERMANECERÁ SUMERJIDA EN EL AGUA DURANTE TODA LA VIDA DE LA PLANTA, ES CONVENIENTE CONSIDERAR UN GRUESO ADICIONAL EN LOS ELEMENTOS QUE LA FORMAN.

PARA SU PROTECCIÓN, ES COMÚN QUE A LAS PIEZAS QUE POR SUS DIMENSIONES PUEDAN SER GALVANIZADAS, SE LES APLIQUE EL PROCESO DE EXTRAGALVANIZADO. EL RESTO DE LA ESTRUCTURA SE LIMPIA A METAL BLANCO CON CHORRO DE ARENA, DESPUÉS SE APLICA UNA CAPA DE PRIMARIO ANTICORROSIVO Y POSTERIORMENTE SE APLICA LA PINTURA ANTICORROSIVA.

LAS DIMENSIONES FINALES DE FABRICACIÓN ESTARÁN EN FUNCIÓN DE LAS CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE LOS TRANSPORTES ECONÓMICAMENTE CONVENIENTES.

DURANTE SU MONTAJE ES INDISPENSABLE SEGUIR LAS INDICACIONES DEL DISEÑO Y/O DEL FABRICANTE; DONDE SE APLICA SOLDADURA DE CAMPO, SE DEBERÁ RESTITUIR LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. ES NECESARIO, QUE LOS ANCLAJES QUEDEN AHOGADOS EN CONCRETO. EL EQUIPO MÁS IMPORTANTE PARA EL PROCESO DE MONTAJE ES UNA GRÚA DE CAPACIDAD ADECUADA Y ALTURA SUFICIENTE PARA COLOCAR TODOS Y CADA UNO DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LAS REJILLAS.

COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA

LA FUNCIÓN DE LAS COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA ES EVITAR EL PASO DE AGUA A LAS CONDUCCIONES A PRESIÓN Y EN CASO DE QUE NO EXISTAN VÁLVULAS INTERMEDIAS, EVITAR TAMBIÉN EL PASO DE AGUA A LA TURBINA. LA POSICIÓN DE LA OBRA DE TOMA ESTÁ DETERMINADA A PARTIR DEL NIVEL MÍNIMO DE OPERACIÓN QUEDANDO UN COLCHÓN DE AGUA ENTRE ESTE NIVEL Y LA ENTRADA PARA EVITAR QUE SE FORMEN

VÓRTICES QUE PERMITAN EL PASO DEL AIRE AL INTERIOR DE LA MÁQUINA; POR LO ANTERIOR, PODRÍA LLEGAR A PENSARSE QUE ENTRE MÁS ABAJO ESTUVIERA LA OBRA DE TOMA SERÍA MEJOR, PERO ÉSTO NO ES CONVENIENTE, YA QUE PARTE DEL ALMACENAMIENTO, ESTA DESTINADO PARA AZOLVES Y POR OTRO LADO, LA CONDUCCIÓN A PRESIÓN SERÍA MÁS CARA.

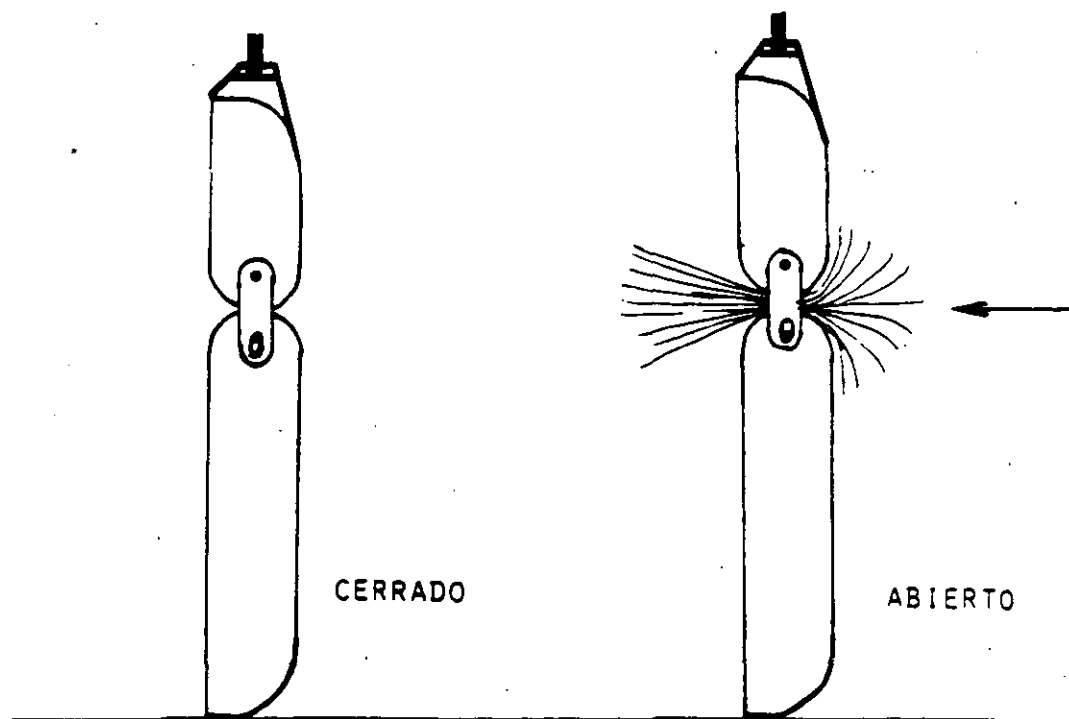
INDEPENDIENTEMENTE DE LA MÁQUINA, LA ALTURA DE LOS AZOLVES Y EL ESTUDIO EN EL MODELO HIDRÁULICO DE LA FORMA DE LA BOCINA DE ENTRADA, PODEMOS AFIRMAR EN TÉRMINOS GENERALES QUE LA OBRA DE TOMA SE LOCALIZA ENTRE EL 50 Y EL 60% DE LA CARGA A QUE ES TE DISEÑADA LA TURBINA.

ESTRUCTURALMENTE, LA COMPUERTA DEBE ESTAR DISEÑADA PARA RESISTIR LA PRESIÓN MÁXIMA, EL GOLPE DE ARIETE DEBIDO A UNA MALA OPERACIÓN, EL GOLPE DE UN CIERRE BRUSCO O LA TENSIÓN POR UN EVENTUAL ATORAMIENTO.

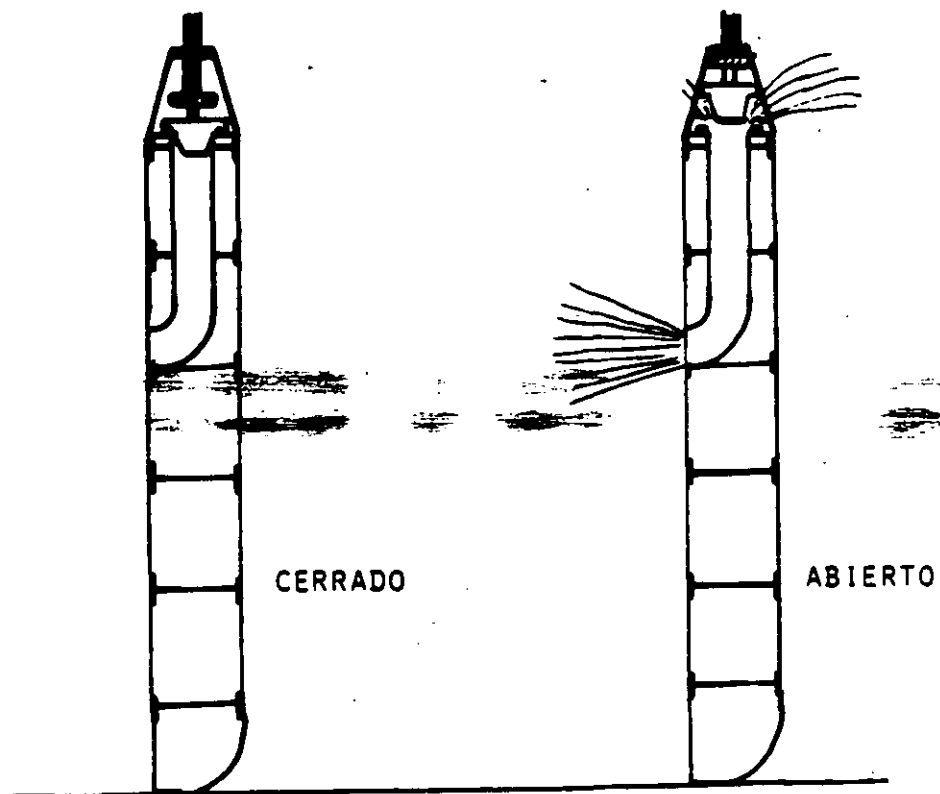
LA FABRICACIÓN SE HACE EN DOS O TRES SECCIONES DEPENDIENDO DE LAS DIMENSIONES Y EL PESO. EN SU CONSTRUCCIÓN, ESTE TIPO DE ELEMENTOS DEBEN TENER UNA VÁLVULA PARA PERMITIR EL LENTO LLENADO DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN, CON EL OBJETO DE QUE NO SE FORMEN CÁMARAS DE AIRE QUE AL PRESIONARSE PRODUZCAN EXPULSIONES VIOLENTAS DE AGUA POR EL CONDUCTO DE AIREACIÓN.

ESTE TIPO DE VÁLVULAS PUEDE SER DE DIFERENTES FORMAS, PERO LAS MÁS USUALES SON:

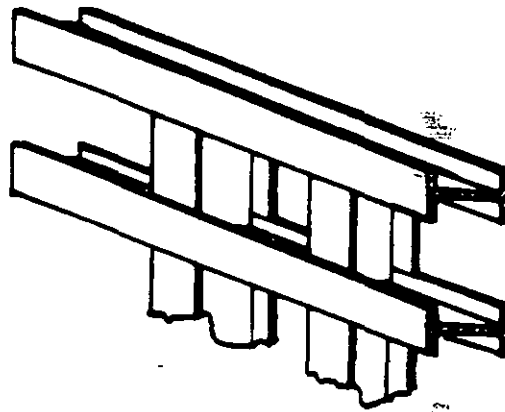
A). LA QUE LEVANTA UNA SECCIÓN SUPERIOR DE LA COMPUERTA



B). LA QUE EN EL PRIMER IMPULSO DE TENSIÓN SÓLO LEVANTA EL OBTURADOR DE UN TUBO.



PARA SU FABRICACIÓN, DESPUÉS DE HABILITADO EL MATERIAL SE FORMAN LAS TRABES PRINCIPALES- NORMALMENTE EN SECCIÓN I - POSTERIORMENTE, SE VAN FORMANDO CUERPOS AL IR UNIENDO LAS TRABES, LUEGO SE SUELTAN LAS CARAS LATERALES Y LAS PLACAS QUE VAN A SERVIR DE PANTALLA,



DESPUÉS, POR LA PARTE INTERIOR SE SUELDA LA PLACA PERÍMETRAL QUE FORMA EL APOYO.

DURANTE TODO EL PROCESO DE SOLDADURA LLEVA UN ESTRICTO CONTROL DE RADIOGRAFÍA Y DONDE ÉSTE ES DIFÍCIL, LAS PRUEBAS SE HACEN CON LÍQUIDOS PENETRANTES O ULTRASONIDO; PARA LA APLICACIÓN DE LA SOLDADURA SE CALIENTAN LAS PARTES A UNIR Y NO SE PERMITEN ENFRIAMIENTOS BRUSCOS. AL FINALIZAR ESTA OPERACIÓN SE HACE EL RELEVADO DE ESFUERZOS EN HORNOS EX-PROFESO.

SI LA COMPUERTA ES DE UNA SOLA PIEZA, DESPUÉS DEL RELEVADO DE ESFUERZOS SE PASA AL MAQUINADO DE LA CARA DE APOYO PARA QUE ESTA PRESENTE UNA SUPERFICIE PULIDA Y EN UN SOLO PLANO.

SI LA COMPUERTA ES DE DOS O MÁS SECCIONES, DESPUÉS DEL RELEVA-
DO DE ESFUERZOS SE MAQUINAN PRIMERO LAS CARAS QUE ESTAN EN
CONTACTO UNA CON OTRA, ALINEANDOLAS PERFECTAMENTE; SE HACEN
LOS BARRENOS QUE VAN A SERVIR PARA COLOCAR LOS TORNILLOS
QUE FIJARÁN DEFINITIVAMENTE AMBAS SECCIONES. INDEPENDIENTE-
MENTE DE QUE LA HOLGURA ENTRE TALADRO Y PERNO ES MÍNIMA POR
LO CUAL TIENEN QUE ENTRAR A PRESIÓN, SE HACEN CUANDO MENOS DOS
O TRES PERFORACIONES CÓNICAS PARA TORNILLOS ESPECIALES QUE O-
BLIGUEN A QUE TENGAN SU POSICIÓN CORRECTA EN EL MOMENTO DE EN-
SAMBLAR EN LA OBRA; ASI UNIDAS LAS SECCIONES SE PROCEDE AL MA-
QUINADO DE LAS OBRAS DE APOYO.

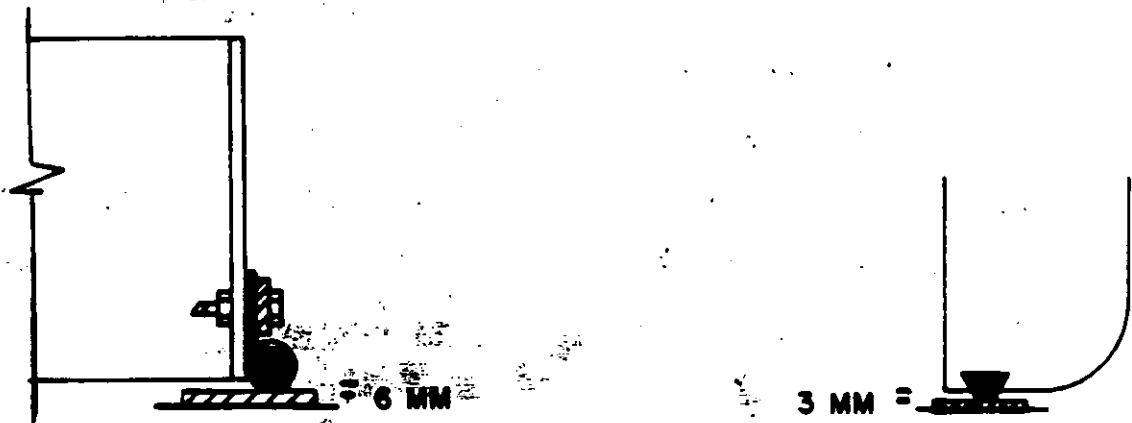
UNA VEZ TERMINADO ESTE TRABAJO, SE PROSIGUE CON LA INSTALACIÓN
DEL SISTEMA DE FIJACIÓN DEL EMPAQUE DE NEOPRENO Y LA COLOCA-
CIÓN DE LAS RUEDAS, LAS CUALES DEBEN LLEVAR UN MECANISMO DE
AJUSTE PARA QUE EN LA OBRA SUS SUPERFICIES DE CONTACTO PRESEN-
TEN UNA SUPERFICIE ÚNICA Y PARALELA A LOS MARCOS DE APOYO Y
DE RODAMIENTO. A CONTINUACIÓN SE LES PROTEGE APLICANDO PRIMA-
RIO Y PINTURA ANTICORROSIVA.

EN LOS SISTEMAS DE OBRA DE TOMA SIEMPRE EXISTEN DOS VANOS
PARA LAS COMPUERTAS, UNA DE SERVICIO Y OTRA AUXILIAR. LA COM-
PUERTA AUXILIAR TIENE COMO FUNCIÓN LA OBTURACIÓN DE LA CONDUCC-
IÓN A PRESIÓN CUANDO LA COMPUERTA DE SERVICIO SE VA A REPA-
RAR O SE LE VA A DAR MANTENIMIENTO. SE PODRÍA PENSAR QUE DADO
QUE ESTA COMPUERTA NO ESTA SUJETA A LOS MISMOS ESFUERZOS MECÁ-
NICOS QUE LA OTRA YA QUE SIEMPRE SE COLOCA CON PRESIONES
IGUALADAS DEBERÍA SER DIFERENTE; CONTRA ESTO SE HA OBSERVADO LA

CONVENIENCIA DE QUE ADEMÁS DE SU FUNCIÓN COMO AUXILIAR, PUE-
DA UTILIZARSE PARA SUSTITUIR A LA COMPUERTA DE SERVICIO EN
CASO NECESARIO. ES RECOMENDABLE QUE PARA CADA TRES COMPUER-
TAS DE SERVICIO EXISTA CUANDO MENOS UNA COMPUERTA AUXILIAR.

EN TODAS LAS ÁREAS EN DONDE SE APOYA EL SELLO DE NEOPRENO SE
INSTALA UNA PLACA DE ACERO INOXIDABLE COMO PARTE INTEGRAL,
YA SEA EN LA COMPUERTA O EN EL MARCO FIJO CON ELLO SE GARAN-
TIZA POR MUCHO MÁS TIEMPO EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SELLO.

ALGUNAS FORMAS DE SELLO

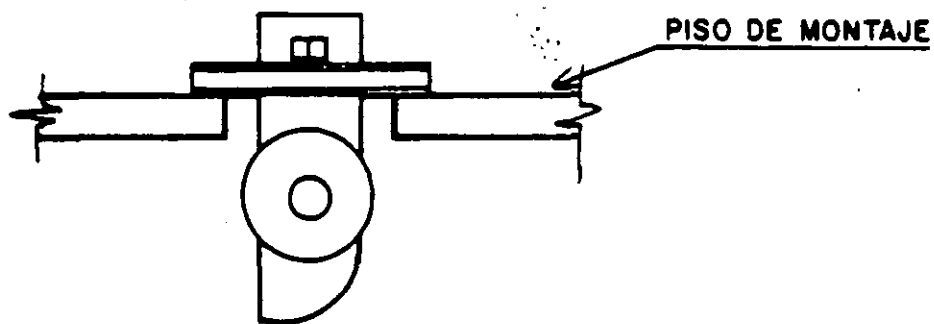


LOS MECANISMOS QUE OPERAN LAS COMPUERTAS DE SERVICIO NORMAL-
MENTE SON HIDRÁULICOS, AUNQUE TAMBIÉN PODRÍAN SER MECÁNICOS.
SE ENCUENTRAN EN LA PARTE ALTA CUANDO MENOS A LA MISMA COTA
QUE LA CORONA DE LA CORTINA. EL SERVOMOTOR VA UNIDO A LA
COMPUERTA CON ESLABONES RÍGIDOS.

MONTAJE

EL EQUIPO DE MONTAJE PUEDE SER UNA GRÚA MÓVIL CON CAPACIDAD Y ALTURA SUFICIENTE PARA MANIOBRAR CON SEGURIDAD EL ELEMENTO QUE SE VA A MONTAR; SI ELLO ES POSIBLE SE HACE USO DE UN MARCO MÓVIL QUE FORMA PARTE DEL EQUIPO A INSTALAR Y QUE SE EMPLEA PARA EL MANTENIMIENTO O REPARACIÓN DE TODAS LAS COMPUERTAS, ASI COMO PARA COLOCAR EN EL VANO NECESARIO Y PONER EN SU SITIO LA COMPUERTA AUXILIAR.

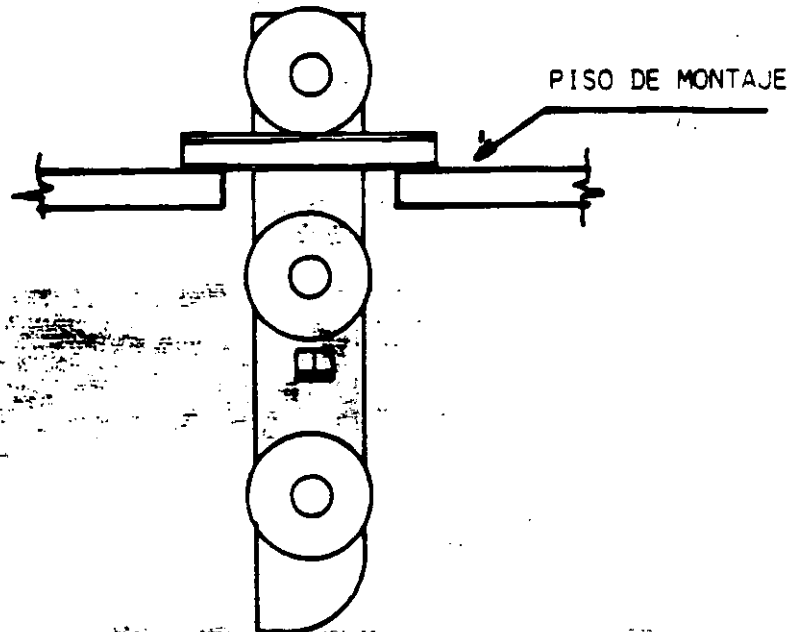
LA PRIMERA PIEZA A INSTALAR SERÁ LA PARTE INFERIOR. SE COLOCA EN EL VANO CORRESPONDIENTE Y SE APOYA SOBRE TRABES COLOCADAS A PROPÓSITO PROCURANDO QUE POR SU PROPIO PESO SE MANTENGA EN POSICIÓN Y CUIDANDO QUE SOBRESALGA DEL PISO DE MONTAJE UNA PORCIÓN DE LA MISMA QUE DÉ UNA ALTURA CÓMODA DE TRABAJO.



SE SUELTAN LOS ESTROBOS Y SE PROCEDE A COLOCAR ENTONCES LA SEGUNDA PARTE. ÉSTA SE COLOCA MÁS O MENOS EN POSICIÓN Y SE VA BAJANDO LENTAMENTE HASTA QUE QUEDEN A UNOS 8 Ó 10 MM LAS SUPERFICIES QUE SE VAN A UNIR, SE CORRIJE LA POSICIÓN Y SE BAJA ESTA SEGUNDA SECCIÓN HASTA QUE SÓLO EXISTA APROXIMADAMENTE 1 MM ENTRE LAS PARTES, ES DECIR, QUE PASE LUZ PERO QUE NO HAYA CONTACTO.

SE COLOCAN LOS PERNOS CÓNICOS PARA CENTRAR LOS TALADROS Y SE LLEGAN POCO A POCO CON SU ARANDELA DE PRESIÓN Y SU TUERCA, CUANDO SE PIERDA LA LUZ ENTRE AMBAS SUPERFICIES SE PROCEDE A LA COLOCACIÓN DE LOS DEMÁS PERNOS, PARA ESTA OPERACIÓN ES MUY CONVENIENTE QUE LOS PERNOS PUDIERAN ESTAR A MENOR TEMPERATURA QUE LAS SECCIONES, UNA VEZ PUESTOS TODOS LOS PERNOS SE VAN APRETANDO UNIFORMEMENTE HASTA LLEGAR A LA PRESIÓN ESPECIFICADA; SE LEVANTAN LAS DOS SECCIONES UNIDAS, SE RETIRAN LAS TRABES DE APOYO, SE BAJAN NUEVAMENTE ESTAS SECCIONES HASTA UNA POSICIÓN CÓMODA DE TRABAJO Y SE REPITE LA MANIOBRA.

LA JUNTA FORMADA POR LAS SECCIONES SE SELLA CON UN DELGADO CORDÓN DE SOLDADURA EN LAS CARAS DE CONTACTO CON EL AGUA. ESTA SOLDADURA ES TAN SUPERFICIAL Y LIGERA QUE NO AFECTA A LA ESTRUCTURA.



TANTO ESTA SOLDADURA COMO LOS RASPONES PRODUCTO DE LAS MANIOBRAS SE RESANAN CON EL MISMO TIPO DE PINTURA ANTICORROSIVA, SE SIGUE ENTONCES A LA COLOCACIÓN DE LOS SELLOS DE NEOPRENO PROCURANDO QUE TODA SU SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL MARCO FIJO FORME UN SOLO PLANO EN LA POSICIÓN MARCADA

POR LAS ESPECIFICACIONES. ASIMISMO, SE VERIFICA O SE AJUSTA EN SU CASO LA POSICIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO DE LAS RUEDAS; CONCLUIDO LO ANTERIOR SE BAJA LA COMPUERTA HASTA UNA POSICIÓN EN LA CUAL PERMITA INSTALAR EL PRIMER ESLABÓN ENTRE EL SERVOMOTOR Y LA COMPUERTA, A PARTIR DE ENTONCES SÓLO CON EL AUXILIO DEL MECANISMO DE OPERACIÓN QUE ES EL SERVOMOTOR SE PUEDEN IR ADICIONANDO LOS ESLABONES HASTA QUE LLEGA A SU POSICIÓN DE CIERRE.

DESPUÉS DE VERIFICAR QUE LA COMPUERTA SE SELLA CORRECTAMENTE Y SE APOYA EN LA POSICIÓN PREESTABLECIDA SE PROCEDE AL AJUSTE DE SU MECANISMO.

LA VELOCIDAD DE ELEVACIÓN DEBE SER UNIFORME, Y DEPENDIENDO DEL TIPO Y CONDICIONES DE CADA PROYECTO PODEMOS CONSIDERARLA DE APROXIMADAMENTE 1 CM.POR SEGUNDO.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN ESTÁ DISEÑADO PARA QUE EL CIERRE DEL 80% DE LA COMPUERTA SE EFECTUE EN UN LAPSO DE TRES A CUATRO SEGUNDOS, Y EL 20% RESTANTE SE LLEVA A CABO EN UN TIEMPO DE TRES A CUATRO MINUTOS ; LA APERTURA COMO YA DIJIMOS, SE HACE A VELOCIDAD CONSTANTE, PERO TIENE UNA ORDEN DE PARO AL LLEGAR A LA ABERTURA MÁXIMA DE LA VÁLVULA DE LLENADO; PERMANECE EN ESTA POSICIÓN HASTA QUE LA TUBERIA ESTÁ COMPLETAMENTE LLENA Y LAS PRESIONES DE UNO Y OTRO LADO SE HAN IGUALADO, SÓLO ENTONCES SE PUEDE ABRIR EL RESTO DE LA COMPUERTA.

TUBERIA A PRESION

LA FUNCION DE ESTA ESTRUCTURA ES CONducir EL AGUA A LA TURBINA, GARANTIZANDO SIEMPRE UN VOLUMEN MÁXIMO A VELOCIDADES ESPECIFICAS.

SU DISEÑO ESTA REGIDO POR LAS PRESIONES MÁXIMAS QUE DEBE SOPORTAR; LA INTERIOR, DEBIDO A LA ALTURA Y SOBREPRESION DE UN RECHAZO DE CARGA O GOLPE DE ARIETE; O LA EXTERIOR, POR EL EFECTO DE LA CARGA HIDROSTÁTICA Y LA ACCION QUE EJERZA LA ROCA SOBRE EL TUBO.

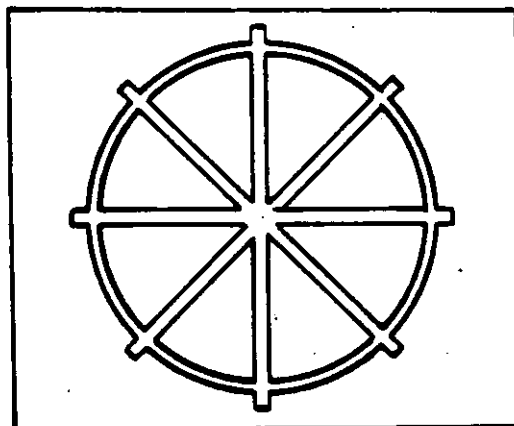
LA CALIDAD DEL ACERO A EMPLEAR ESTÁ ESPECIFICADA POR EL DISEÑADOR; DEPENDIENDO DE LAS DIMENSIONES CON LAS QUE SE ELABORAN LAS PLACAS SE FORMAN LOS ANILLOS, PERO DEBE TENERSE EN CUENTA QUE ENTRE MENOR CANTIDAD DE SOLDADURA SE UTILICE SERÁ MÁS ECONOMICA SU FABRICACION; ES MUY CONVENIENTE QUE TODAS LAS PLACAS QUE FORMAN UN ANILLO SEAN DE LA MISMA DIMENSION.

POR AHORRO Y FACILIDAD DE MANEJO SERÍA DESEABLE QUE TODA LA FABRICACION DE LA TUBERIA SE HICIERA EN LA OBRA, EN MÉXICO, NORMALMENTE SE HACE PARTE EN LA FABRICA Y PARTE EN LA OBRA.

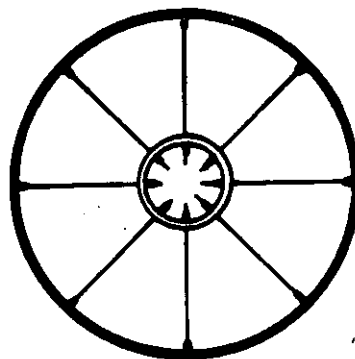
PARA HABLAR DE UN EJEMPLO EN PARTICULAR, VAMOS A CONSIDERAR QUE CADA ANILLO DE TUBERIA SE FORMA DE TRES PLACAS Y QUE SE HACE PARTE EN LA FÁBRICA Y PARTE EN LA OBRA. CUANDO LLEGA LA PLACA A LA FÁBRICA, SE CONSIDERA QUE EL CONTROL DE CALIDAD EN DIMENSIONES Y RESISTENCIA ES CORRECTO.

LO PRIMERO QUE TENEMOS QUE HACER ES RECORTAR LAS PLACAS A LO ANCHO Y A LO LARGO SEGUN SE ESPECIFIQUE, PROCURANDO APROVECHAR EL CORTE PARA HACER LOS BISELES QUE SE HAYAN MARCADO, SE ROLA LA PLACA PARA DARLE EL RADIO DE CURVATURA CORRESPONDIENTE, Y EN ESAS CONDICIONES SE HACE EL EMBARQUE A LA OBRA.

EN LA OBRA SE PREPARA UNA MESA DE FORMADO DE ANILLOS, CON LAS UNICAS CONDICIONES DE QUE SEA DE LAS DIMENSIONES ADECUADAS Y ESTE NIVELADA; SE FIJA EN ELLA UNA "ARAÑA" CON RIELES O VIGAS I CON EL OBJETO DE FACILITAR EL MOVIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LAS SECCIONES DEL ANILLO.



UNA VEZ QUE LAS SECCIONES ESTÁN EN SU POSICIÓN SE PUNTEAN LAS UNIONES Y POR EL INTERIOR SE COLOCA UNA SEGUNDA ARAÑA DE TENSORES PARA CONSERVAR LA CIRCULARIDAD DEL TUBO DURANTE LA SOLDADURA Y LAS MANIOBRAS.





DETALLE DE LA TUBERIA DE PRESION

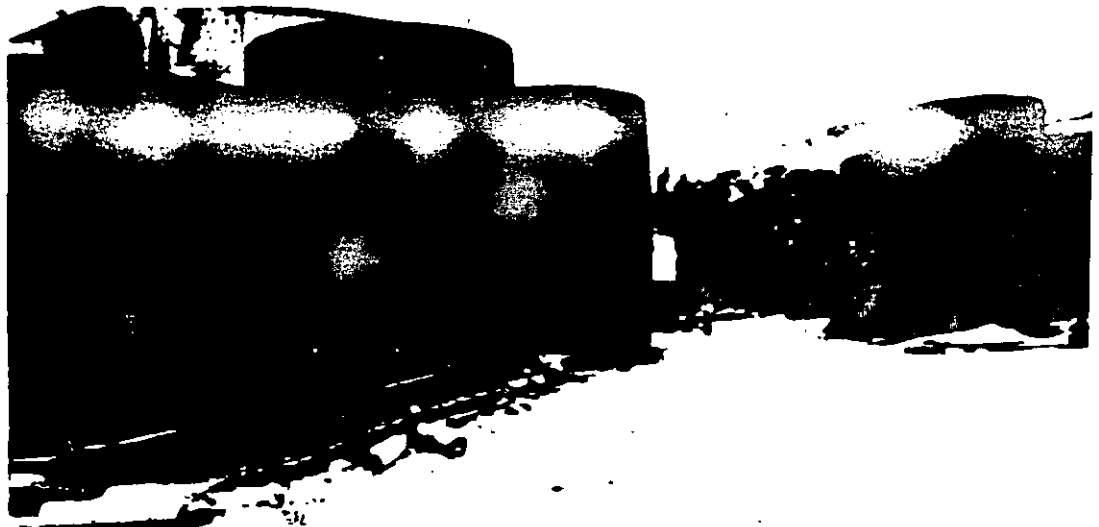
NÓTENSE LAS PERFORACIONES PARA INYECCIÓN CONCRETO-ROCA Y LA ARAÑA DE TENSORES PARA CONSERVAR LA FORMA

13

DESPUÉS DE LOS PRIMEROS CORDONES DE SOLDADURA Y CUANDO SE CONSIDERA QUE TIENEN SUFICIENTE RESISTENCIA LAS UNIONES, SE PASAN LOS ANILLOS A OTRA MESA EN DONDE SE TERMINAN DE SOLDAR Y SE HACE EL ANALISIS RADIOGRÁFICO.

NORMALMENTE, CADA SECCIÓN DE TUBERÍA QUE SE PREPARA PARA SU MONTAJE ESTA FORMADA POR DOS O TRES ANILLOS, TENIENDO BUEN CUIDADO DE IR TRASLAPANDO LAS SOLDADURAS LONGITUDINALES COMO UN ARREGLO DE LADRILLOS POR OBIAS RAZONES, DESPUÉS DE LA VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE LA SOLDADURA PERÍMETRAL ESTA SECCIÓN QUEDA LISTA PARA SER COLOCADA. CON EL SISTEMA ANTERIOR SE VAN FORMANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL DISEÑO. ES NECESARIO HACER NOTAR QUE LOS CODOS Y LAS REDUCCIONES REQUIEREN DE MAS CUIDADO EN SU FORMACIÓN.

AUNQUE SE PODRÍA IR MONTANDO CONFORME SE VAN TERMINANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES, ES RECOMENDABLE TENER TODA LA TUBERÍA LISTA PARA QUE SU COLOCACIÓN NO SE VEA INTERRUMPIDA POR PROBLEMAS DE FABRICACIÓN. ASIMISMO, ES CONVENIENTE HACER LAS PERFORACIONES PARA LAS FUTURAS INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN DE LA ROCA Y LAS DE CONCRETO ROCA.





TUBERIA DE PRESION TERMINADA PUESTA EN ORDEN DE COLOCACION

(

MONTAJE

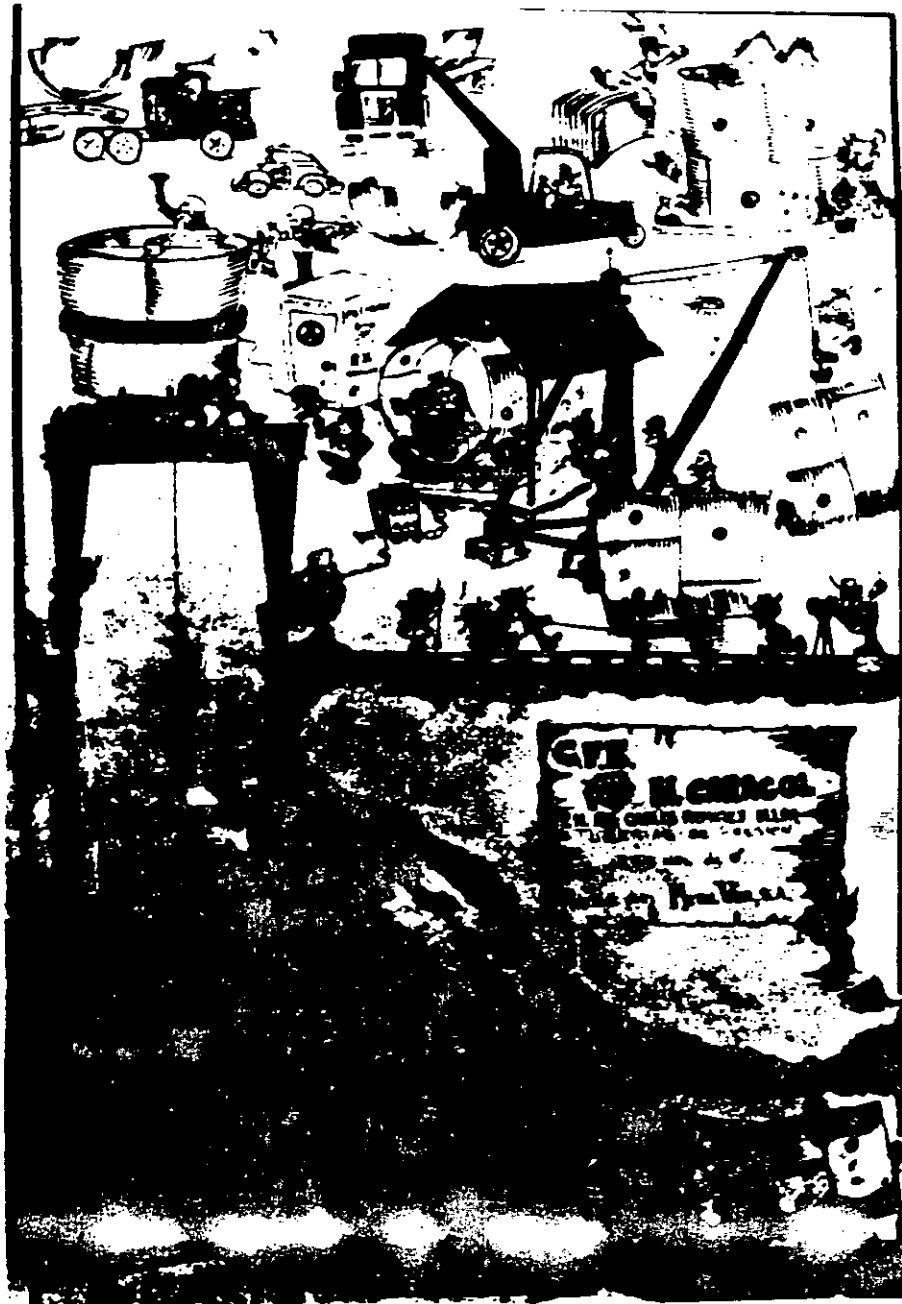
EL PROCESO DE MONTAJE DE LA TUBERÍA A PRESIÓN QUE HA DADO RESULTADO EN LOS MONTAJES REALIZADOS EN TÚNELES, ES EL SIGUIENTE:

- 1). SE TIENDE UNA VÍA DE LA CAPACIDAD ADECUADA A LO LARGO DEL TÚNEL TENIENDO CUIDADO DE QUE QUEDE PERFECTAMENTE ANCLADA AL PISO.
- 2). SE FABRICA UN CARRO PORTADOR QUE SOPORTE EL TUBO MÁS PESADO Y CON UNA DISTANCIA ENTRE EJES QUE NOS PERMITA APOYARLOS SIEMPRE, AÚN EN LAS CURVAS.
- 3). SE COLOCA UN MALACATE EN LA PARTE SUPERIOR CAPAZ DE SOPORTAR LA TENSIÓN MÁXIMA CON UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD SUPERIOR A DOS.
- 4). SE HACE UN ESCANTILLÓN LIGERO QUE REPRESENTA A LA PIEZA MÁS VOLUMINOSA
- 5). SE MONTA EL ESCANTILLÓN SOBRE EL CARRO PORTA-TUBOS Y SE HACE LA PRUEBA DE PASAR ESTA ESTRUCTURA POR TODO EL TÚNEL. ESTA OPERACIÓN NOS DARÁ LA OPORTUNIDAD DE VERIFICAR SI ES O NO NECESARIO HACER ALGÚN PEINE ANTES QUE SE META LA ESTRUCTURA DEFINITIVA, ASIMISMO, NOS DARÁ OCASIÓN DE CONOCER EL COMPORTAMIENTO DEL CARRO.

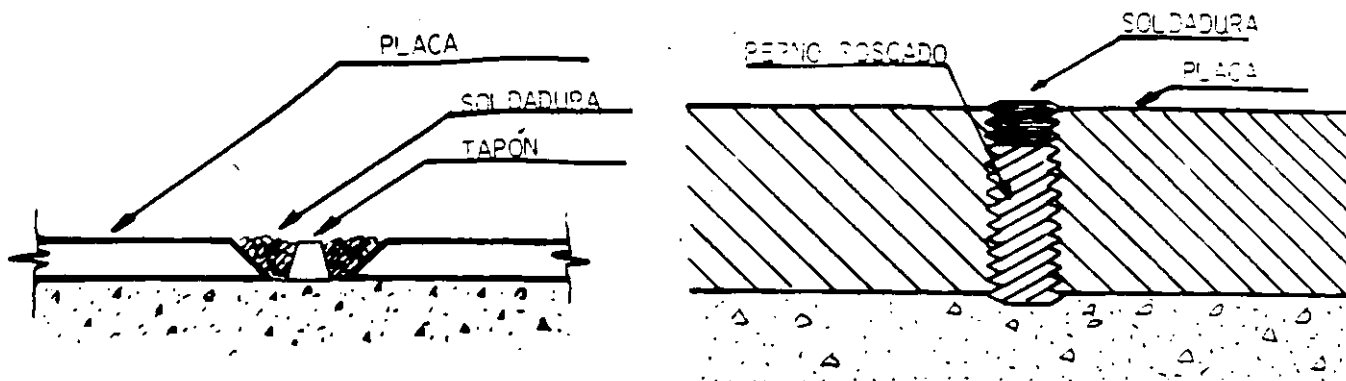


INTRODUCCION DE UNA SECCION DE LA TUBERIA DE PRESION
DENTRO DEL TUNEL.

- 6). SE METE LA PRIMERA PIEZA HASTA SU CADENAMIENTO
- 7). SE NIVELA, ALÍNEA Y SE TROQUELA CONTRA LAS PAREDES Y EL PISO DEL TÚNEL.
- 8). EN ALGUNOS CASOS ES CONVENIENTE HACER EL COLADO DE EMPAQUE DE ESTE TRAMO .
- 9). SE REPITEN LOS PASOS 6 Y 7 CON CADA UNA DE LAS SECCIONES SIGUIENTES, HACIENDOSE LAS SOLDADURAS PERIMETRALES CORRESPONDIENTES Y VERIFICANDO CON RADIOGRAFIA SU CALIDAD
- 10). APROXIMADAMENTE A CADA 20 M. DEBERÁN HACERSE LOS COLADOS DE CONCRETO PARA EMPACAR EL TUBO.
- 11). CUANDO SE LLEGA A UN CODO, ES IMPORTANTE QUE ESTA ZONA QUEDE COLADA, GARANTIZANDONOS UN MEJOR APOYO PARA LAS DEMÁS PIEZAS.
- 12). UNA VEZ EFECTUADA LA INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN DE LA ROCA Y EL CONTACTO CONCRETO ROCA, SE SUELDAN LAS TAPAS.
- 13). PARA EFECTUAR LA CONSOLIDACIÓN CONCRETO-TUBO, SE PERFORA LA PLACA - CON UN TALADRO DE APROXIMADAMENTE $\frac{1}{2}$ " \emptyset - SE ROSCA ESTA PERFORACIÓN CON CUERDA STANDARD PARA TORNILLO. UNA VEZ QUE SE HA LLEVADO A CABO LA INYECCIÓN SE METE UN PERNO ROSCADO DEJANDOLO SOBREMETIDO APROXIMADAMENTE EL DIÁMETRO DEL TALADRO, Y ESTE ESPACIO SE RELLENA CON SOLDADURA.



CARTON HUMORISTICO DEL PROCESO DE MONTAJE DE LA TUBERIA DE PRESION.



14). SE RETIRAN TODAS LA ARAÑAS DE FORMADO Y SE PULE TODA LA SOLDADURA INTERIOR, MÁS TARDE SE LIMPIA A CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIORMENTE SE APLICA UN RECUBRIMIENTO DE PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA PARA LA PROTECCIÓN FINAL.

TURBINA

LA TURBINA SE PUEDE DEFINIR COMO UN MOTOR HIDRÁULICO DISEÑADO EN TAL FORMA, QUE APROVECHA EL PASO DEL AGUA, PARA PRODUCIR EL MOVIMIENTO GIRATORIO DE LA FLECHA MOTRIZ.

A PARTIR DE LA RUEDA GIRATORIA PARA LOS ANTIGUOS MOLINOS DE GRANO QUE SE COLOCABAN APROVECHANDO EL PASO DE LA CORRIENTES DE AGUA, LA TECNOLOGIA HA AVANZADO PRODUCIENDO MOTORES HIDRÁULICOS DE UNA GRAN EFICIENCIA Y SOFISTICADOS SISTEMAS DE CONTROL.

LUMBRERA DE BUSES

11.05

11.05

CASA DE MAQUINAS
UNIDADES

1000

900

428.400

TUNEL DE ACCESO

420.400

GENERADOR

TURBINA

TUBERIA A PRESION

406.000

DESFOGUE

CARCAMO DE BOMBEO

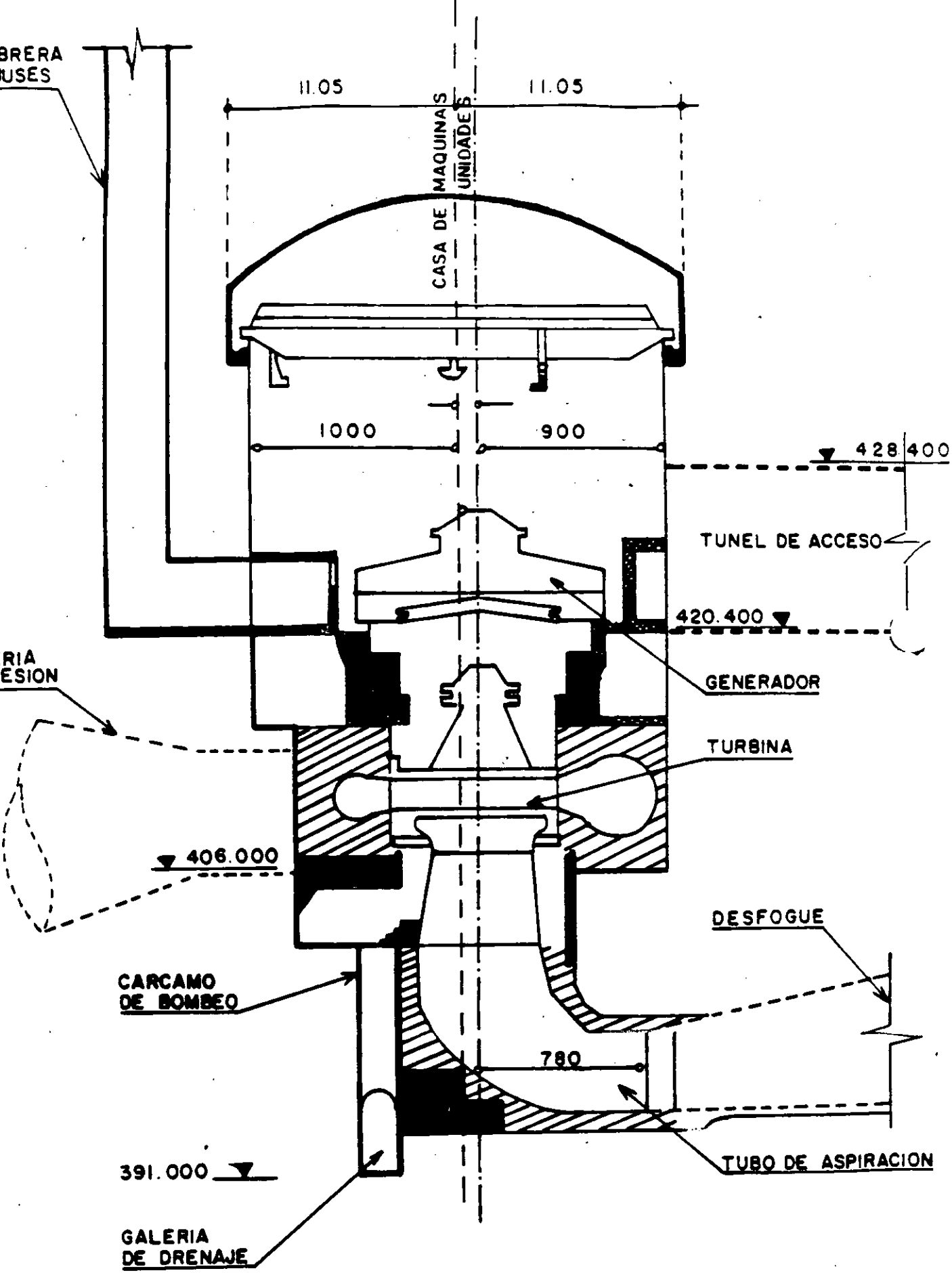
780

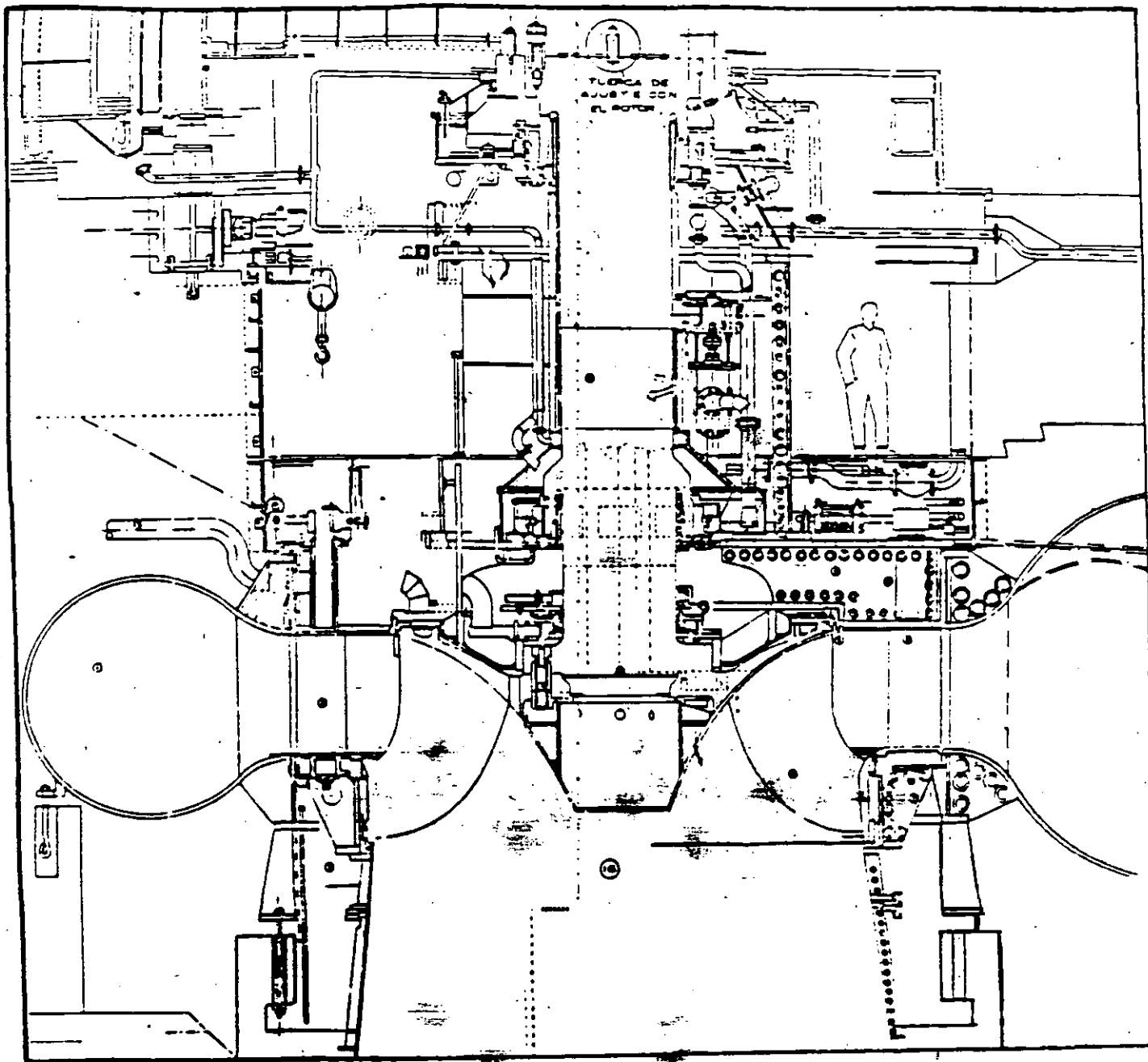
391.000

TUBO DE ASPIRACION

GALERIA DE DRENAJE

CASA DE MAQUINAS





CORTE TRANSVERSAL DE LA TURBINA

POR SU TIPO, LAS TURBINAS HIDRÁULICAS MÁS USUALES SON:

- " PELTON" : DE BAJO GASTO Y ALTA VELOCIDAD
- " FRANCIS" : DE GASTO MEDIO Y MEDIA VELOCIDAD, Y
- " KAPLAN" : DE GRAN VOLUMEN DE AGUA Y BAJA VELOCIDAD

AUNQUE AL PRINCIPIO DE LA HIDROELECTRICIDAD EN MEXICO SE LLEGARON A TENER LAS TURBINAS DEL TIPO PÉLTON MÁS GRANDES DEL MUNDO, EN LA ACTUALIDAD LAS QUE MAS AUJE TIENEN SON LAS DEL TIPO FRANCIS. EN ESTE CURSO, NOS OCUPAREMOS DE ÉSTAS.

LAS PARTES ESTRUCTURAL-METÁLICAS MÁS IMPORTANTES DE UNA TURBINA TIPO FRANCIS, SON: EL ANTEDISTRIBUIDOR, EL DISTRIBUIDOR, EL RODETE, LA FLECHA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN.

ESTA DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE UNA TURBINA CORRESPONDE AL FLUJO DEL AGUA. A CONTINUACIÓN HABLAREMOS DE ELLAS SIGUIENDO LA SECUENCIA DE MONTAJE.

EL TUBO DE ASPIRACION

SU FUNCIÓN ES CONDUCIR EL AGUA DESPUÉS DE TURBINADA AL DUCTO DE DESFOGUE QUE COMUNICA CON EL CAUCE DEL RÍO . SUS DIMENSIONES DEPENDEN DE LA POSICIÓN DE LA TURBINA CON RESPECTO A LA SALIDA DEL AGUA AL RIO, DEL GASTO Y DEL ARREGLO ESPECÍFICO DE LA PLANTA. ES NORMAL SUSPENDER EL BLINDAJE DE ACERO Y EMPLEAR EXCLUSIVAMENTE CONCRETO REFORZADO CUANDO LAS VELOCIDADES DEL AGUA SON INFERIORES A 5 M/SEG. EN LA ZONA DE LA

CONEXIÓN CON EL ANTEDISTRIBUIDOR EL TUBO ES DE FORMA CIRCULAR Y CONTINUA AUMENTANDO LA SECCIÓN EN FORMA DE BOCINA, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA FORMA HIDRODINÁMICA QUE IMPIDA IRREGULARIDADES EN EL FLUJO DEL AGUA, LAS QUE NOS PRODUCEN CAVITACIÓN.

- SU FABRICACIÓN ES A BASE DE PLACAS UNIDAS CON SOLDADURA, REFORZANDO LOS MARCOS EXTERIORES CON ÁNGULOS O VIGAS PARA DARLES RIGIDEZ.

CON BASE EN EL DISEÑO SE CORTAN LAS PLACAS, SE HACEN LOS BISELES Y SE REALIZA LAS VENTANAS CIRCULARES PARA EL COLADO Y SE ROLAN LAS PLACAS QUE LO NECESITEN. EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN SE ESPECIFICA QUE SE DEBE LLEVAR A CABO SU PRESENTACIÓN COMPLETA EN LA FABRICA.

CUANDO LA FABRICACIÓN SE HACÍA EN EL EXTRANJERO, SE ENVIABA A LA OBRA EN TAL FORMA QUE OCUPARÁ EL MENOR VOLUMEN, CASI PLACA POR PLACA, POR ECONOMIA EN EL TRANSPORTE. EN LA ACTUALIDAD YA SE FABRICA EN MÉXICO, Y RESULTA MÁS CONVENIENTE ENVIARLA A LA OBRA EN SECCIONES MAYORES, LIMITADAS ÚNICAMENTE POR LOS GÁLIBOS O LA CAPACIDAD DE LOS TRANSPORTES. PARA NUESTRO CASO, CONSIDERAREMOS QUE ESTA TUBERIA SE FABRICA EN EL PAIS.

SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA LA SUPERFICIE MAYOR DE LA SECCIÓN CON QUE ESTEMOS TRATANDO, SE VAN PUNTEANDO LAS PLA-



DETALLE DE MONTAJE
UN TUBO DE ASPIRACION LISTO EN EL FOSO Y SECCIONES
DEL SEGUNDO PARA COLOCARSE.

CAS Y LOS REFUERZOS, AL COLOCAR LAS PLACAS QUE VAN CAMBIANDO DE DIRECCIÓN SE FIJAN EN SU POSICIÓN CON TROQUELES.

SE EFECTÚAN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS EN CADA SECCIÓN Y POSTERIORMENTE SE VAN PRESENTANDO LAS SECCIONES HASTA FORMAR LA ESTRUCTURA COMPLETA. ASÍ FORMADA, SE VERIFICAN LAS DIMENSIONES GENERALES Y SOBRE TODO LA GEOMETRÍA Y CON MAYOR CUIDADO LAS ZONAS DONDE SE CONECTAN AL ANTEDISTRIBUIDOR Y AL DUCTO DE DESFOGUES.

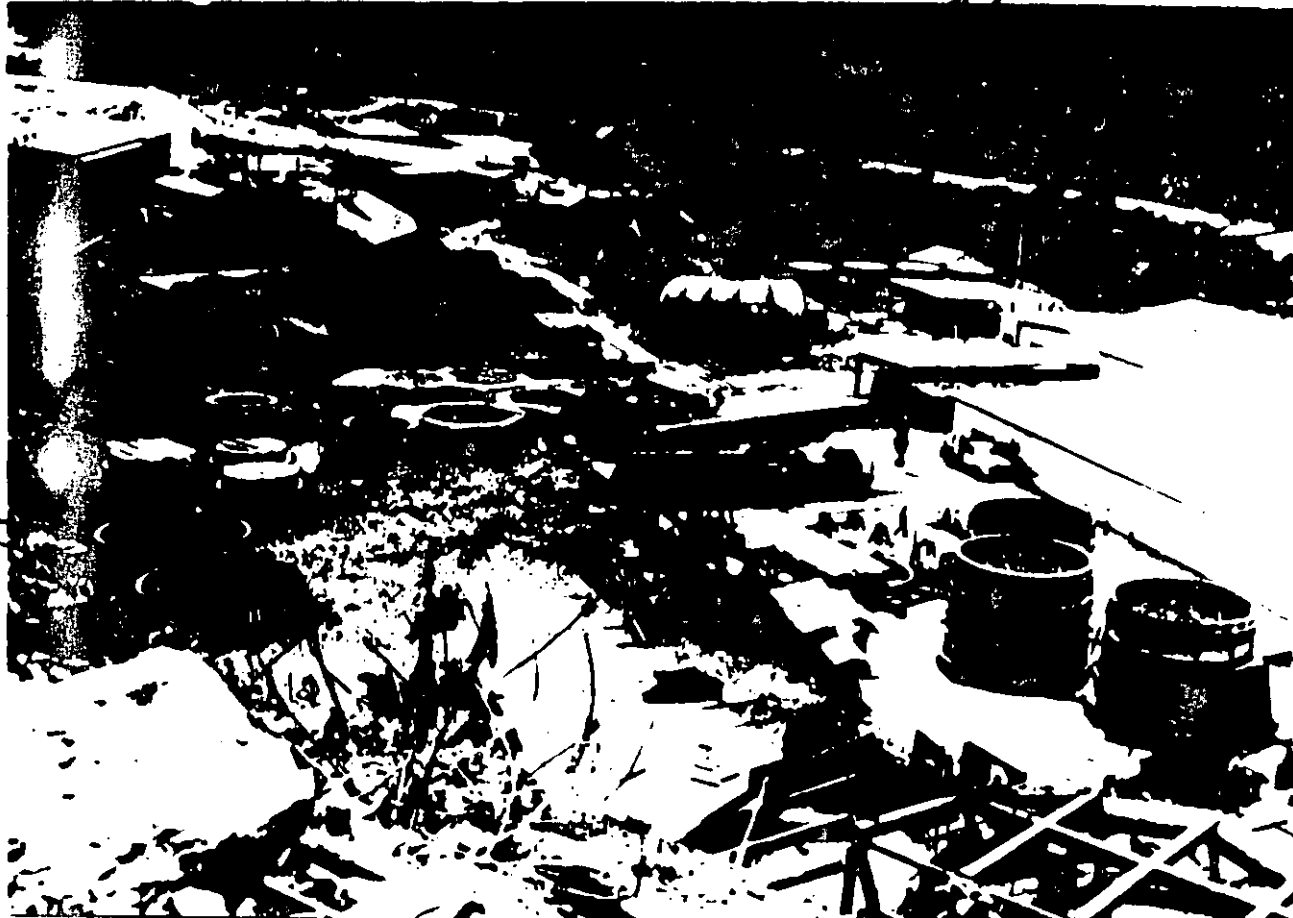
ESTA ESTRUCTURA NO EXIJE UN CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA A NIVEL DE RADIOGRAFIA, PERO SI A NIVEL DE PRESENTACIÓN; SE PULEN LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS POR EL INTERIOR, SE COLOCAN GUIAS PARA EL ARMADO DEFINITIVO Y SE SUELDAN LAS ANCLAS DE LÁMINA-CONCRETO POR EL EXTERIOR, POSTERIORMENTE SE DESARMA EN LAS SECCIONES PREVISTAS PARA EL TRANSPORTE.

EN LA OBRA SE SUELDAN LAS SECCIONES TOMANDO COMO LIMITE LA MÁXIMA DIMENSIÓN QUE NOS PERMITA EL TÚNEL DE ACCESO O LA CASA DE MÁQUINAS, CON EL OBJETO DE QUE YA EN SU POSICIÓN DEFINITIVA SE HAGAN EL MENOR NÚMERO DE SOLDADURAS.

PARA EL MONTAJE SE EFECTÚAN LOS PASOS SIGUIENTES:

- 1) SOBRE EL COLADO SE COLOCAN LOS TORNILLOS NIVELADORES SOBRE SUS BASES Y LOS SOPORTES PARA LOS TENSORES CON EL FIN DE MANTENER EL TUBO DE ASPIRACIÓN EN EL CONCRETO.

SECCIONES PREARMADAS DE CARCAZA,
Y TUBOS DE ASPIRACION.



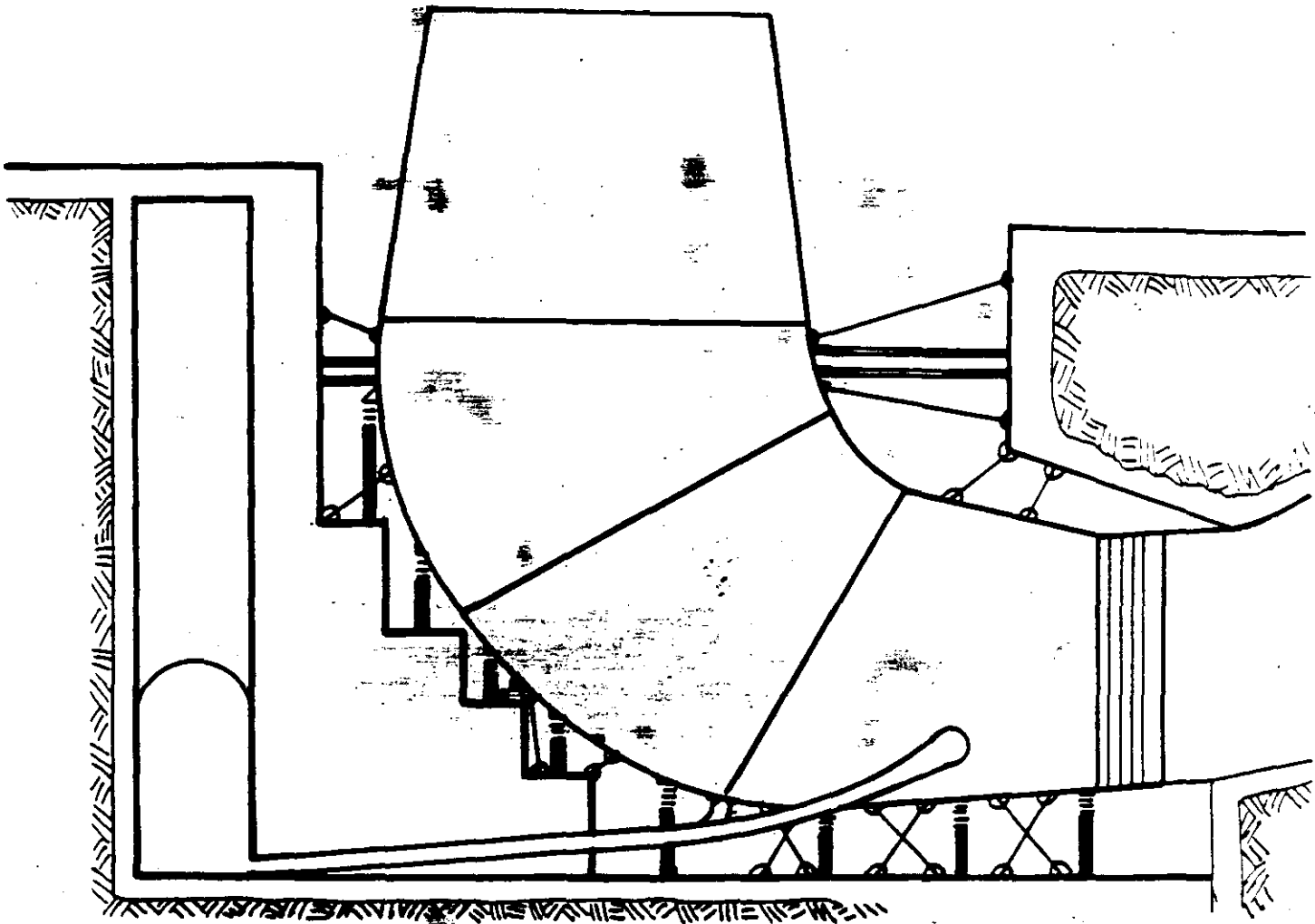
ANILLOS
PARA
PRUEBA
HIDROSTA-
TICA.

RODETES.

PARTE SUPE-
RIOR DEL
TUBO DE AS-
PIRACION.

VISTA PARCIAL DEL PATIO DE MONTAJE.

- 2) SE COLOCA LA PRIMERA PIEZA EN LA PARTE INFERIOR, Y SE FIJA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES Y LAS ANCLAS UNA VEZ QUE HA QUEDADO EN LA POSICIÓN CORRESPONDIENTE, LAS PAREDES LATERALES SE FIJAN CON ANCLAS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES DE ROCA O DE CONCRETO.



- 3) SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR SE FIJAN LAS PARTES SIGUIENTES TENIENDO CUIDADO QUE LA CARA QUE QUEDA LIBRE CORRESPONDA A LA QUE ESTA MARCADA EN EL DISEÑO, SE VAN SOLDANDO LAS SECCIONES POR DENTRO Y POR FUERA, VIGILANDO QUE AL APLICAR LA SOLDADURA NO SE DEFORME LA ESTRUCTURA.



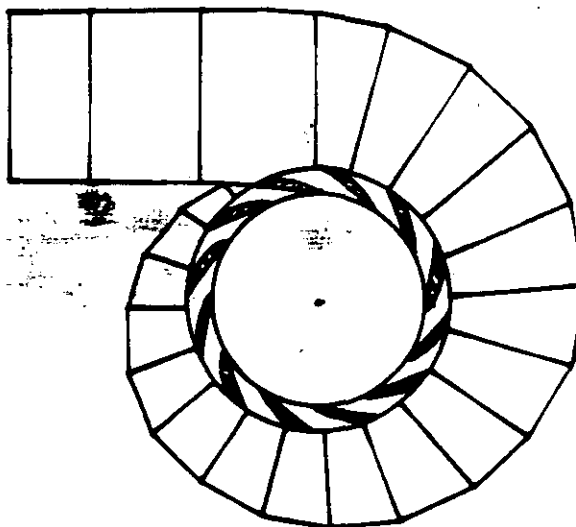
DETALLE DE MONTAJE.
TUBO DE ASPIRACION LISTO PARA SER AHOGADO EN CONCRETO.

- 3-
- 4) ADEMÁS DE LOS TROQUELES QUE SE UTILIZAN PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE, ES RECOMENDABLE QUE SE TROQUELE CON VIGAS Y POLINES DE MADERA POR EL INTERIOR, DE TAL MANERA QUE DURANTE EL COLADO NO SE DEFORME LA LÁMINA CON LA QUE ESTA FABRICADO.
 - 5) SE COLOCAN Y SE SUELDAN LOS TUBOS DE DRENAJE Y SE COLOCA EL ARMADO PERÍMETRAL.
 - 6) ES CONVENIENTE QUE EL COLADO SE HAGA POR CAPAS HORIZONTALES DE POCA ALTURA PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LA ESTRUCTURA E IMPEDIR QUE LLEGUE A FLOTAR Y CAMBIE DE POSICIÓN. ASIMISMO, DEBE DEJARSE EL TIEMPO SUFICIENTE PARA QUE EL CONCRETO DE UNA CAPA ADQUIERA RESISTENCIA ANTES DE APLICAR EL SIGUIENTE COLADO.
 - 7) UNA VEZ TERMINADOS TODOS LOS COLADOS Y DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO HA ALCANZADO LA RESISTENCIA ESPECIFICADA EN EL DISEÑO, SE RETIRAN LOS TROQUELES DE MADERA Y DE ACERO, SE SUELDAN LAS TAPAS DE LAS VANTANAS DE COLADO Y SE PULEN TODAS LAS SOLDADURAS.
 - 8) SE VERIFICA QUE NO QUEDEN HUECOS ENTRE LA LAMINA Y EL CONCRETO, EN CASO DE QUE EXISTAN SE HACE LA INYECCIÓN DE CONTACTO CONCRETO-LÁMINA Y SE RESANA CON SOLDADURA.

- 9) SE LIMPIA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO Y SE PROTEGE CON PINTURA EPÓXICA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

CARCAZA

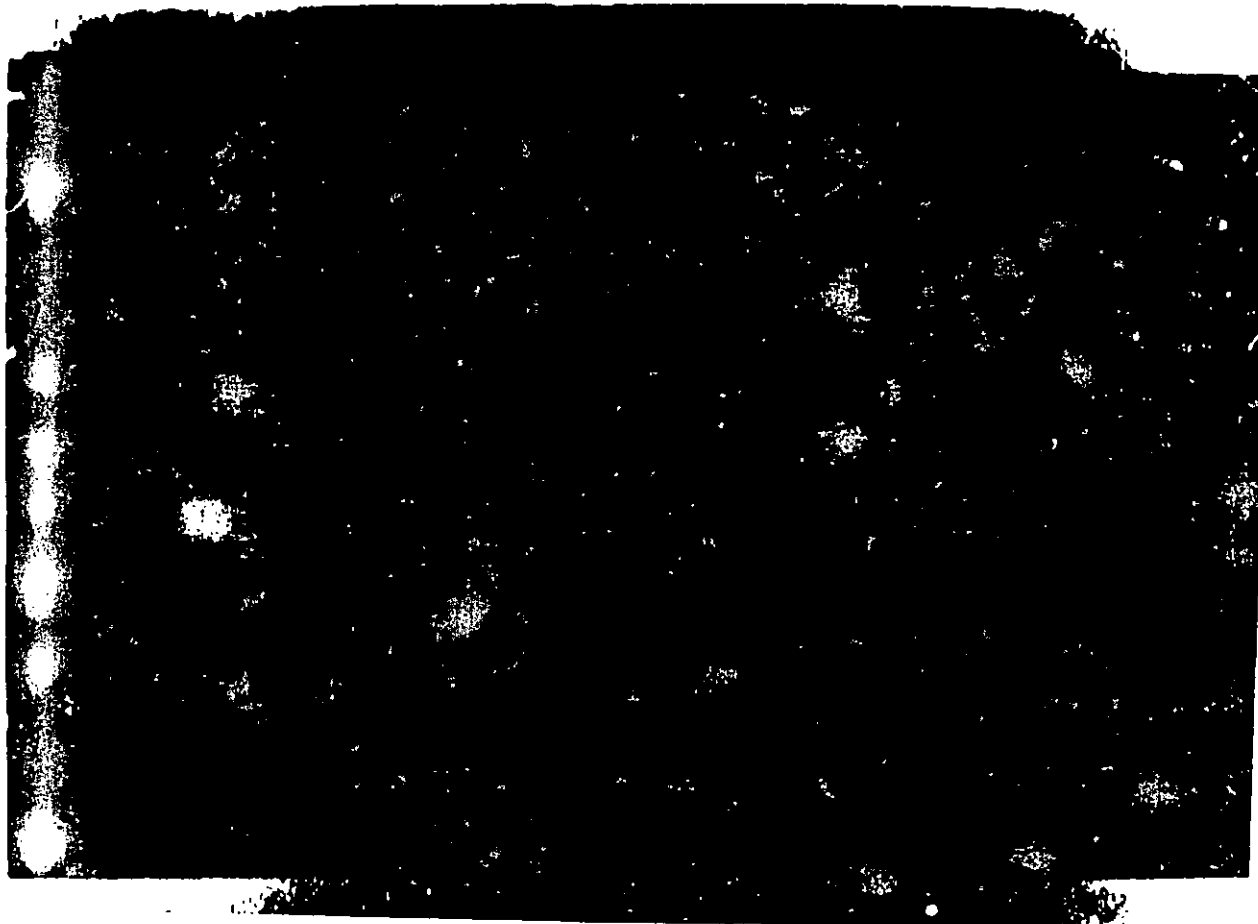
LA FUNCIÓN QUE SE ASIGNA A ESTA ESTRUCTURA ES LA DE GUIAR Y DISTRIBUIR UNIFORMEMENTE EL AGUA DE TAL FORMA QUE CADA UNO DE LOS IMPULSOS SOBRE EL RODETE SEAN DE LA MISMA MAGNITUD Y PROVOQUEN EL GIRO. COMO ES CONDICIÓN DE QUE NO SE PROVOQUEN VACIOS, SU SECCIÓN SE VA REDUCIENDO PROPORCIONALMENTE AL VOLUMEN QUE VA QUEDANDO, ESTO TRAE POR CONSECUENCIA UNA GEOMETRÍA SEMEJANTE A UN CARACOL. SI HACEMOS UN CORTE SOBRE UNA PLANO PERPENDICULAR AL EJE DE ROTACIÓN Y QUE PASE POR SU CENTRO, SE VERÍA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA. SUS PARTES MAS IMPORTANTES SON EL DUCTO CÓNICO CURVADO Y LOS ÁLABES FIJOS.



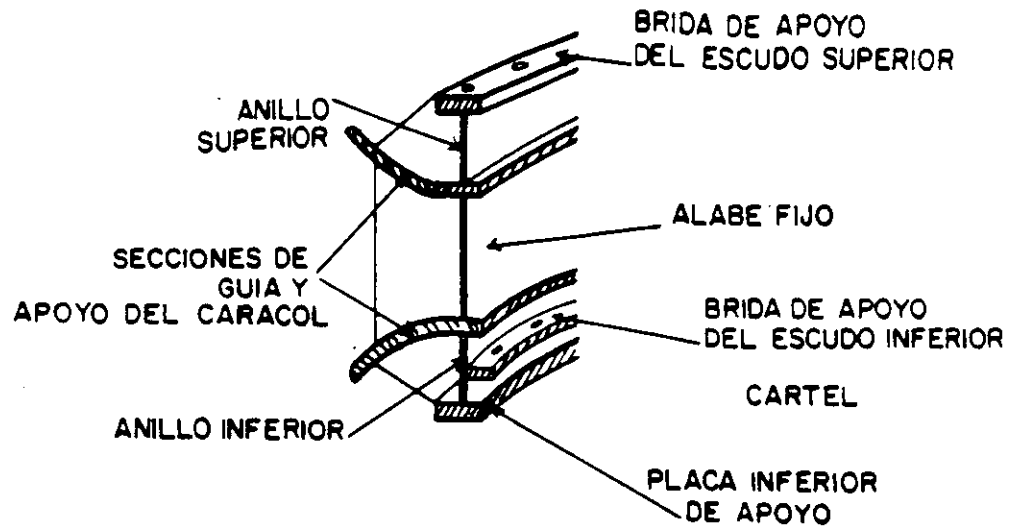
SU FABRICACIÓN SE INICIA CON EL CORTE Y ROLADO DE LAS PLACAS. SOBRE LA MESA DE TRABAJO SE COLOCA EL ANILLO INFERIOR DE APOYO - (PARA NUESTRO CASO VAMOS A SUPONER QUE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE VA A FABRICAR EN DOS SECCIONES) - POR LA PARTE INTERIOR, SE DEJA EN LAS BRIDAS UN EXCEDENTE PARA AJUSTE, LO MISMO QUE EN LOS EXTREMOS DEL SEMI-CIRCULO.



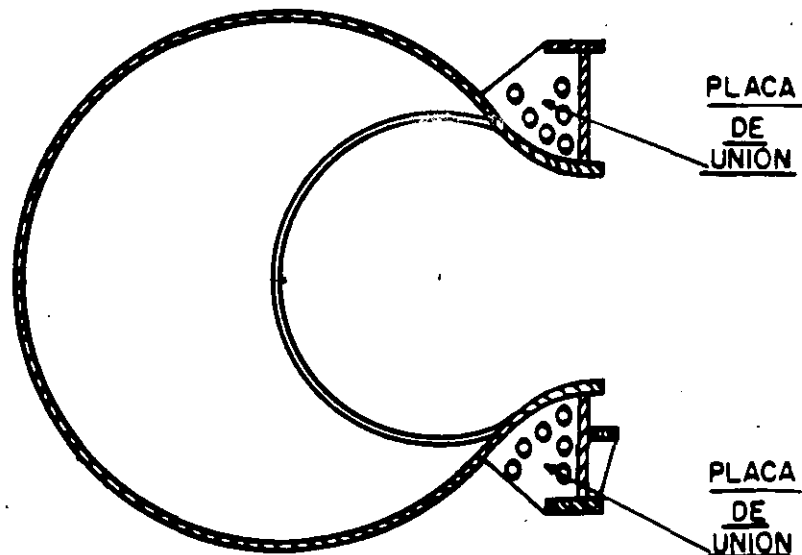
DETALLE DE FABRICACION, AJUSTE DE LA CARCAZA AL ANTEDISTRIBUIDOR.



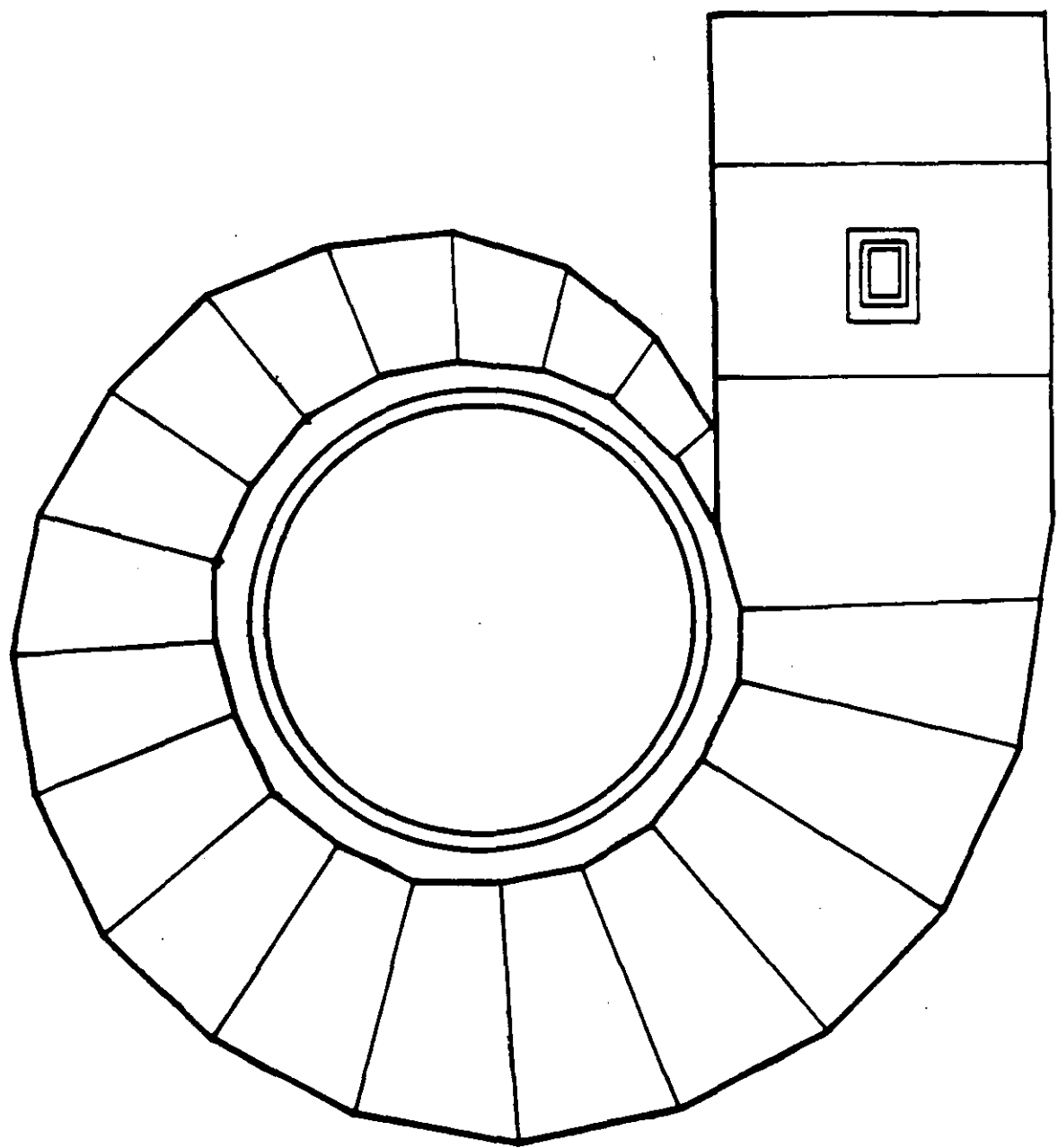
DETALLE DE FABRICACION, PRUEBA DE AJUSTE ESCUDO SUPERIOR CON EL ANTE-DISTRIBUIDOR.



SE COLOCA SOBRE LA PLACA INFERIOR EL ANILLO INFERIOR AL QUE PREVIAMENTE SE LE HA SOLDADO LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR, Y SE PUNTEA. SE COLOCAN LOS ÁLABES FIJOS EN LA POSICIÓN DE DISEÑO Y SE PUNTEAN A LA PLACA Y AL ANILLO INFERIOR, SE COLOCA EL ANILLO SUPERIOR Y SE PUNTEA A LOS ÁLABES FIJOS, SIEMPRE VERIFICANDO SU POSICIÓN; SE COLOCAN ENTONCES LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO SUPERIOR, PUNTEÁNDOSE A LOS ÁLABES Y AL ANILLO, POR ÚLTIMO, SE VAN PUNTEANDO LAS SECCIONES DE GUIA Y APOYO DEL CARACOL DEJANDO EN SU PARTE INTERIOR UNA EXCEDENTE PARA AJUSTE. SE EFECTUA LA SOLDADURA CONTROLANDO EN TODO MOMENTO LAS DEFORMACIONES, EN LOS EXTREMOS DEL SEMICIRCULO SE SUELDAN LAS PLACAS QUE SERVIRAN PARA UNIR LOS DOS SEMI-CIRCULOS. TODA LA SOLDADURA SE VERIFICA POR RADIOGRAFIA, LIQUIDOS PENE-
TRANENTES O ULTRASONIDO.



SE SOMETE TODA LA PIEZA AL RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS SUPERFICIES DE APOYO. CUANDO ESTO SE HA EFECTUADO EN AMBAS SECCIONES, SE UNEN CON SUS TORNILLOS. ADEMÁS, SE HACEN DOS O TRES TALADROS GUIA PARA QUE EN EL MONTAJE QUEDEN EN SU POSICIÓN CORRECTA. AHORA TODA LA PIEZA SE TORNEA EN SUS SUPERFICIES HORIZONTALES DE APOYO Y SELLO, Y POSTERIORMENTE EL ANTEDISTRIBUIDOR SE COLOCA SOBRE COLUMNAS PARA IR COLOCANDO EL CARACOL EN LAS SECCIONES DE DISEÑO.

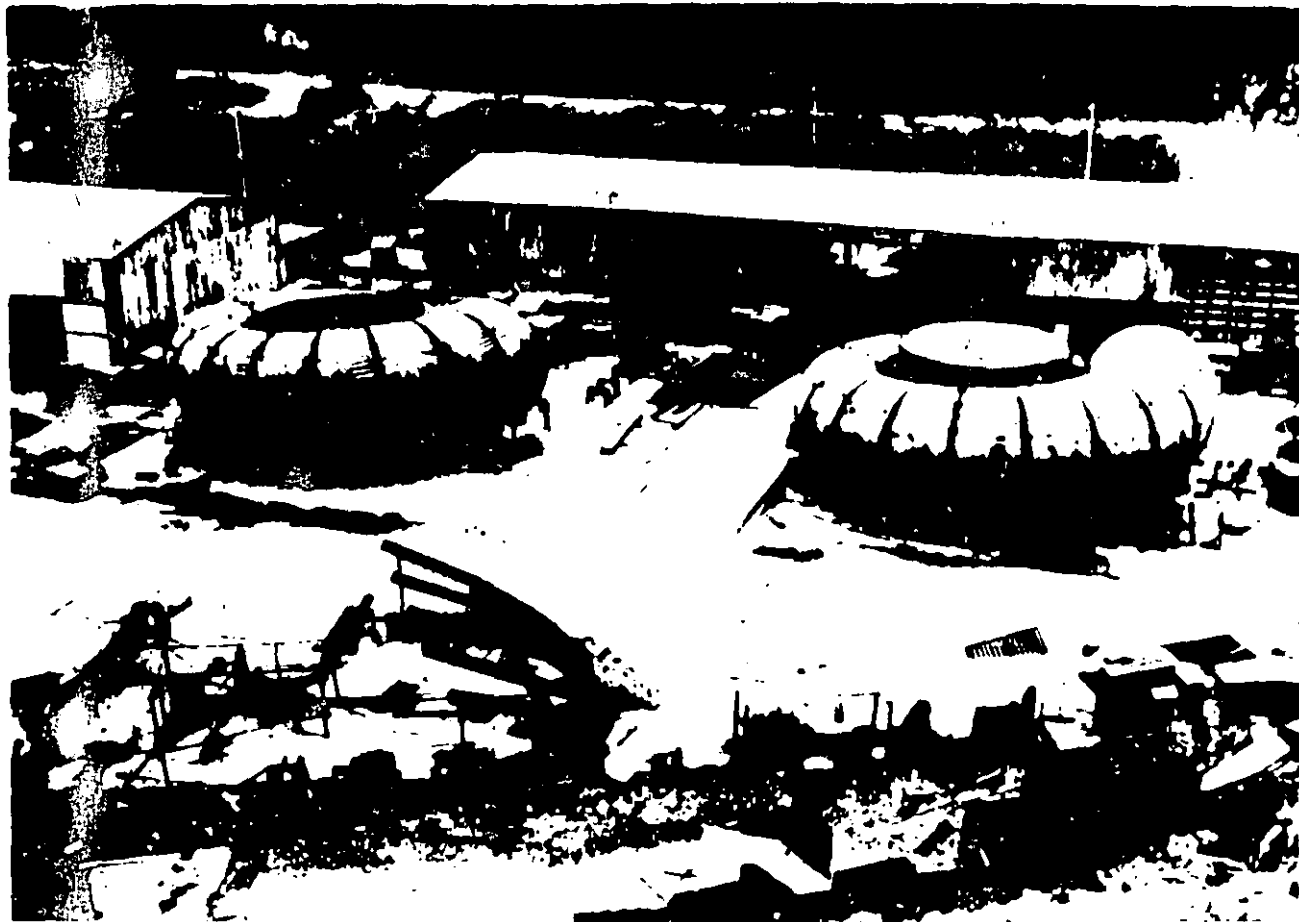


CADA UNA DE LAS SECCIONES DE DISEÑO SE CORTAN, SE BISELAN Y SE ROLAN; HABRÁ SECCIONES QUE NO PUEDAN SALIR DE UNA SOLA PLACA, CUANDO ESTO SUCEDE, PRIMERO SE SUELDAN LAS PLACAS PARA QUE SE TRABAJE EN UNA SOLA PIEZA, SE VAN COLOCANDO CADA UNA DE LAS SECCIONES Y SE AJUSTAN A LA GEOMETRÍA ESPECIFICADA; LAS SECCIONES QUEDAN UNIDAS AL ANTEDISTRIBUIDOR CON PUNTOS DE SOLDADURA, POR LA PARTE EXTERIOR SE SUELDAN LAS MENSULAS DE SOPORTE Y SE APOYAN EN COLUMNAS PROVISIONALES, POR EL INTERIOR SE TROQUELAN CON PERFILES TUBULARES, VIGAS I O ÁNGULOS. UNA VEZ QUE TODAS LAS SECCIONES HAN SIDO PRESENTADAS, AJUSTADAS, TROQUELADAS, Y VERIFICADAS GEOMETRICAMENTE, SE QUITAN LOS PUNTOS DE SOLDADURA Y SE DESARMAN, TODA LA ESTRUCTURA SE PROTEGE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y QUEDA LISTA PARA ENVIARSE A LA OBRA.

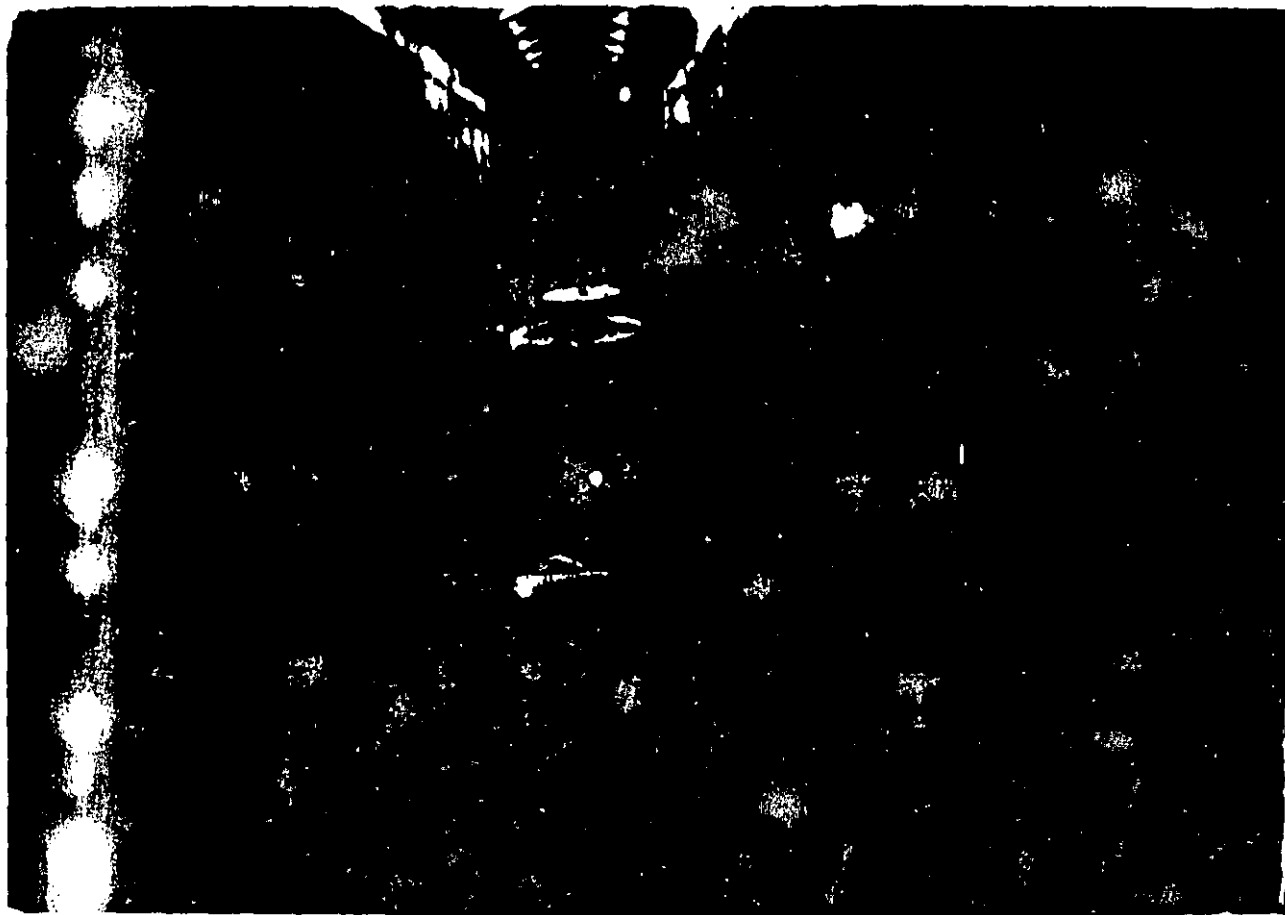
MONTAJE

DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES PROPIAS DE CADA OBRA, EL MONTAJE SE PUEDE HACER EN CUANDO MENOS TRES DIFERENTES FORMAS, E INCLUSIVE, ALGUNAS VECES ES FÁCTIBLE COMBINAR ALGUNAS DE ELLAS:

- A) SE HACE UN PREMONTAJE EN UNA PLATAFORMA EXTERIOR A LA CASA DE MÁQUINAS Y SE FORMAN PIEZAS LO MAS GRANDE POSIBLES QUE PUEDAN ENTRAR POR EL TÚNEL DE ACCESO



VISTA DEL PATIO DE MONTAJE
(PRESENTACION DE LAS CARCAZAS)



PROCESO DE MONTAJE
DE ABAJO A ARRIBA:
1.- CARACOL TERMINADO
2.- TUBO DE ASPIRACION
3.- PALANCA

B) SE ARMA TODA LA CARCAZA EN LA PLAYA DE MONTAJE Y ASÍ SE TRASLADA AL FOSO.

C) LA CARCAZA SE ARMA COMPLETA EN EL FOSO.

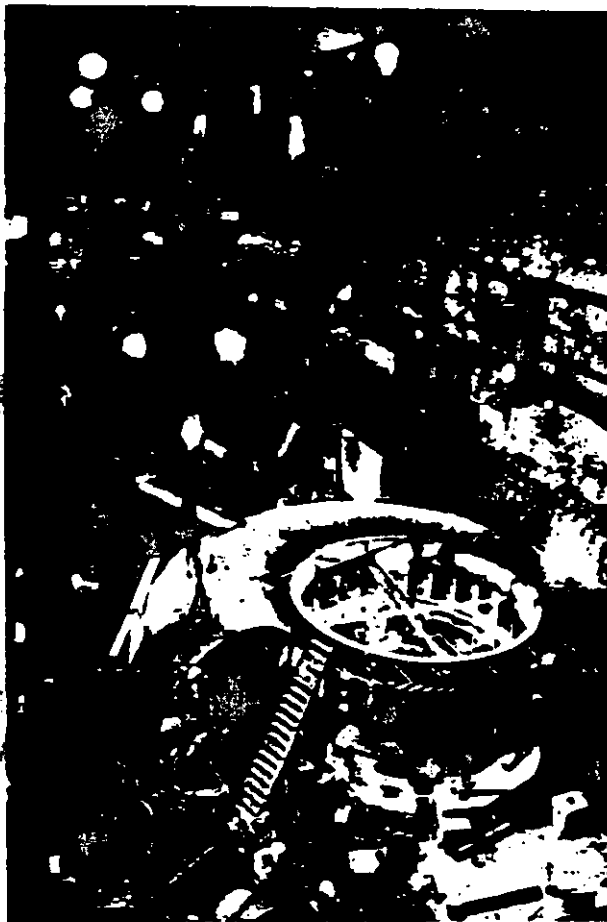
ESCOGIENDO ADECUADAMENTE LA FORMA DE MONTAJE PODEMOS AHORRARNOS TIEMPO MUY VALIOSO YA QUE A ESTAS ALTURAS DEL AVANCE DE LA PLANTA EXISTEN UN GRAN NÚMERO DE ACTIVIDADES QUE DEBEN HACERSE EN SECUENCIA, POR LO TANTO, CUALQUIER ACTIVIDAD QUE PUEDA REALIZARSE FUERA DE LA CASA DE MÁQUINAS ES UN ADELANTO.

PARA NUESTRO CURSO, VAMOS A ESCOGER EL PROCEDIMIENTO DE ARMAR LA CARCAZA DENTRO DEL FOSO:

- 1) SE COLOCAN LAS PARTES DEL ANTEDISTRIBUIDOR SOBRE LAS BASES DE CONCRETO, LO MÁS APROXIMADO POSIBLE A SU POSICIÓN FINAL.
- 2) SE UNEN AMBAS PARTES CON SUS GUIAS Y TORNILLOS.
- 3) SE EFECTUA LA SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR DE LA UNIÓN.
- 4) SE COLOCA EN POSICIÓN DEFINITIVA HACIENDO COINCIDIR EL CENTRO DE MÁQUINA CON EL CENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y SE NIVELA CON LOS TORNILLOS NIVELADORES.

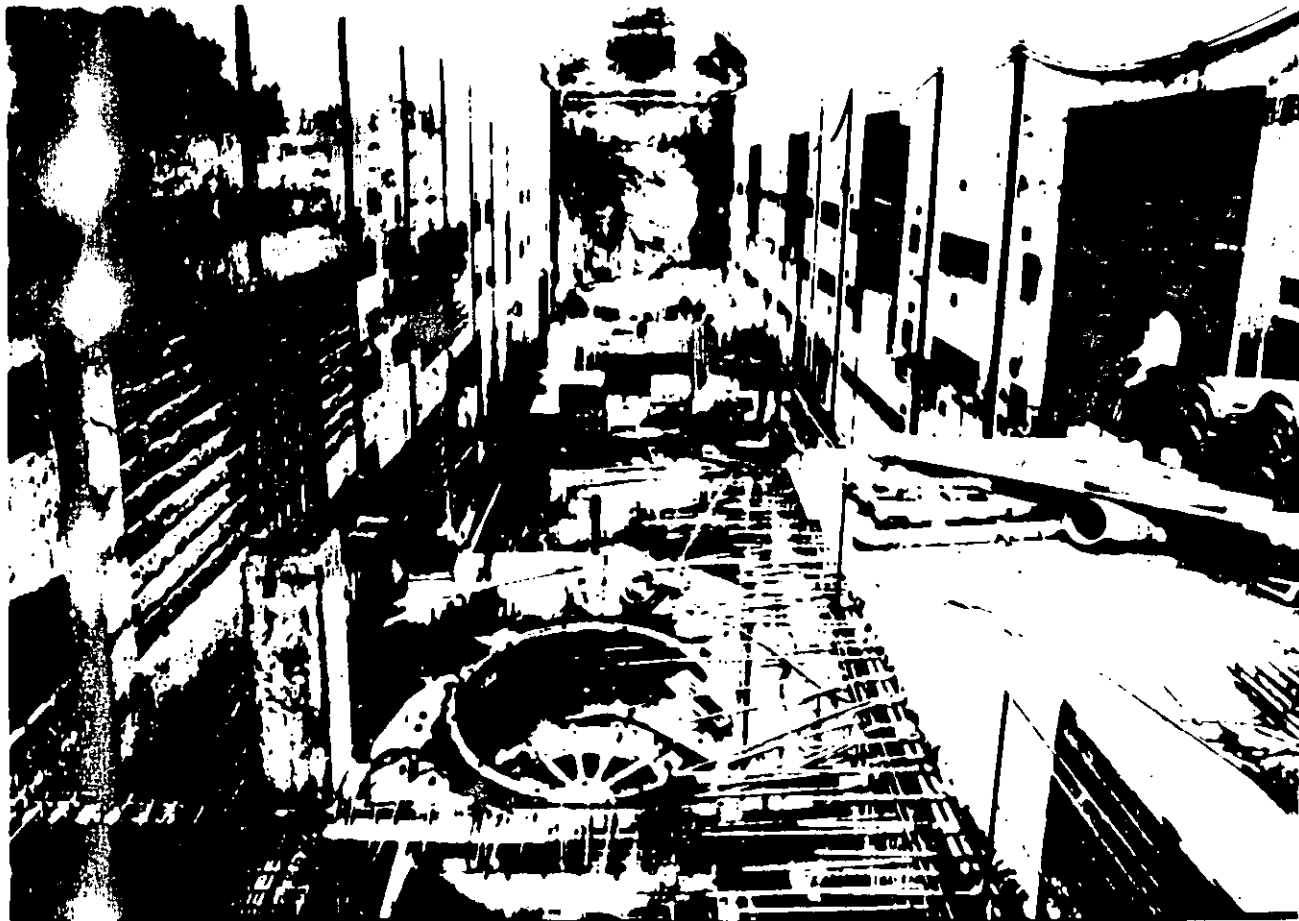


DETALLE DE LOS APOYOS DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y CARCAZA DESPUES DE COLAR EL TUBO DE ASPIRACION. SE OBSERVAN LAS SECCIONES DEL ANTEDISTRIBUIDOR.



DETALLE DE ARMADO DE CARCAZA EN SUPOSICION FINAL.

- 48
- 5) SE FIJA CON LOS TENSORES A SUS ANCLAS, SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DE UNIÓN Y SE PULE POR EL INTERIOR.
 - 6) SE PRESENTA LA PRIMERA PIEZA DE CARACOL, SE VERIFICA SU POSICIÓN DE CENTRO DE ESPIRAL Y NIVEL Y SE EFECTÚA LA SOLDADURA.
 - 7) REPITIENDO LA OPERACIÓN ANTERIOR, SE CONTINUAN COLOCANDO LAS SECCIONES DE CARACOL TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE IR COLOCANDO LOS SOPORTES Y ANCLAJES PERIMETRALES EXTERIORES QUE ESTEN PREVISTOS.
 - 8) DESPUÉS DE COLOCADAS VARIAS SECCIONES SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON RADIOGRAFIAS.
 - 9) UNA VEZ HECHAS Y VERIFICADAS TODAS LAS SOLDADURAS, A EXCEPCIÓN DE LA UNIÓN ENTRE CARCAZA Y TUBERIA DE PRESIÓN A LA QUE SE LLAMA "MANGUITO", SE VERIFICA SU POSICIÓN Y SI HAY NECESIDAD DE ALGÚN MOVIMIENTO, SE AFLOJA EL ANCLAJE Y SE EFECTÚA. HECHO ESTO, SE FIJAN LOS TORNILLOS NIVELADORES Y EL ANCLAJE.
 - 10) SE INSTALA EL TORNO Y SE TERMINAN LAS SUPERFICIES DE APOYO Y SELLO: BRIDA SUPERIOR, LAS SECCIONES GUIAS Y LA BRIDA DE APOYO DEL ESCUDO INFERIOR.



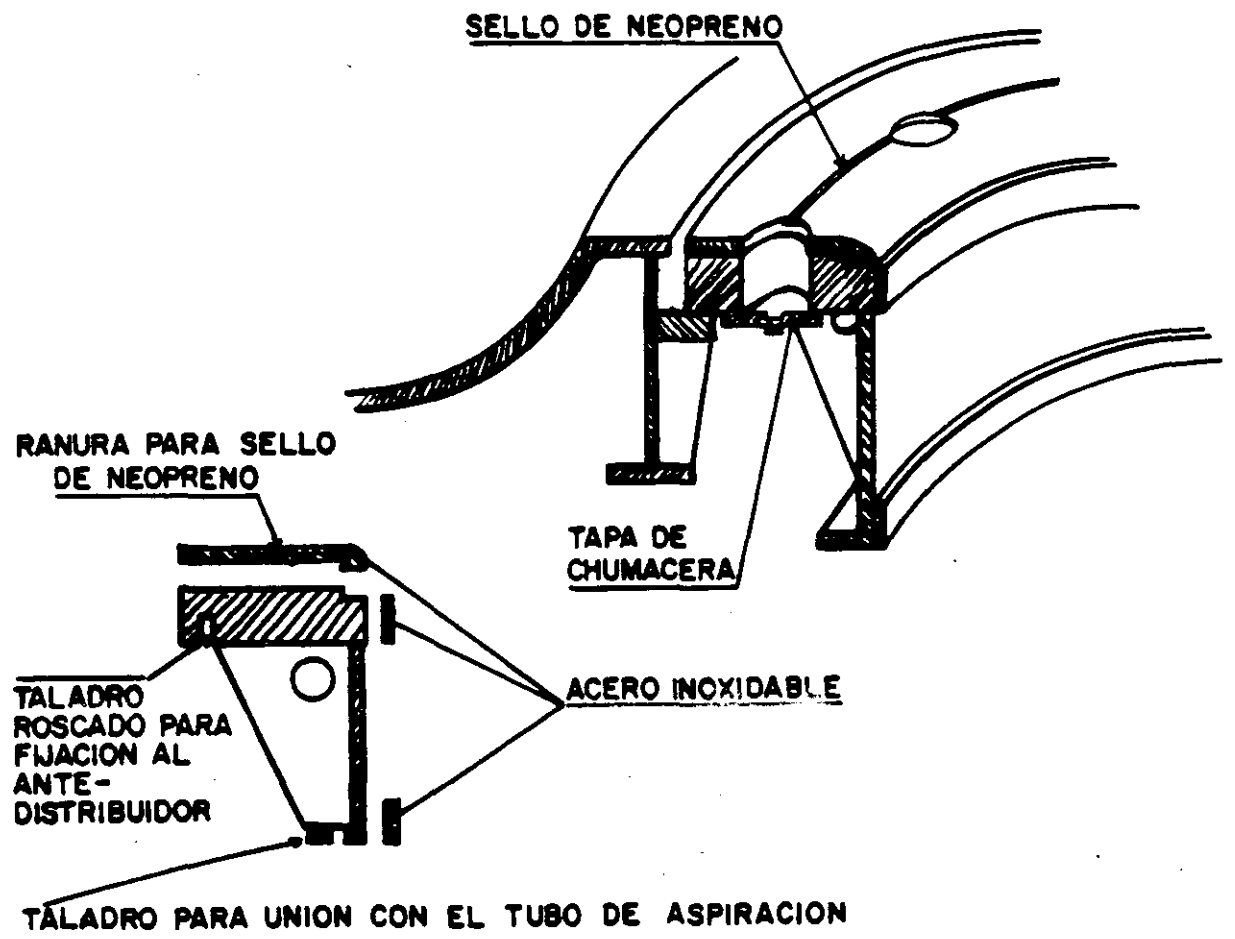
VISTA PARCIAL CASA DE MAQUINAS DESDE LA PLAYA DE MONTAJE, CARACOL AR-
MADO EN EL FOSO

- 11) AL MISMO TIEMPO QUE SE COLOCA UNA TAPA ANULAR TROQUE-
LADA EN LA PARTE INTERIOR Y SE SELLA CON EMPAQUES SE-
MEJANTES A LOS DEFINITIVOS, SE SUELDA UN CASQUETE SE-
MIESFÉRICO EN EL LUGAR DEL MANGUITO, SE INSTALA UN
DOBLE SISTEMA DE BOMBEO DE PRESIÓN SUFICIENTE PARA
CONSERVAR LA PRESIÓN ESPECIFICADA Y SE PREPARA EL ABAS-
TECIMIENTO DE AGUA PARA LLENAR LA CARCAZA Y EFECTUAR
LA PRUEBA DE PRESIÓN.
- 12) UNA VEZ LLENA LA CARCAZA SE EFECTÚA LA PRUEBA HIDROS-
TÁTICA QUE CONSISTE EN MANTENER DENTRO DE ELLA EL DO-
BLE DE LA PRESIÓN A QUE VA ESTAR SUJETA PERMANENTEMENTE
ESTA ESTRUCTURA; ESTA PRESIÓN SE SOSTIENE DURANTE UNA
HORA Y SI NO SE OBSERVA NINGUNA FUGA NI DEFORMACIÓN A-
NORMAL, SE BAJA LA PRESIÓN AL 50 O 75% DE LA PRESIÓN
DE TRABAJO.
- 13) SE COLOCA EL ARMADO ESPECIFICADO Y SE INICIAN LOS COLA-
DOS, TRATANDO DE LLEVAR SIEMPRE UNA SUPERFICIE HORIZON-
TAL. DESPUÉS DE QUE EL CONCRETO LLEGÓ AL NIVEL DE PISO
DE TURBINAS, SE SIGUE SOSTENIENDO LA PRESIÓN HASTA QUE
SE ADQUIERE EL 75% DE LA RESISTENCIA EN EL CONCRETO.
- 14) SE VACIA LA CARCAZA, SE RETIRA EL ANILLO DE SELLO POR
EL INTERIOR Y SE DESUELDA LA TAPA SEMIESFÉRICA.
- 15) SE AJUSTA Y SE SUELDA EL MANGUITO DE UNIÓN ENTRE LA
CARCAZA Y LA TUBERIA DE PRESIÓN, SE VERIFICA LA CALI-
DAD DE ESTA ÚLTIMA SOLDADURA, SE ESMERILAN TODAS LAS

SOLDADURAS, SE HACE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y SE APLICA LA PINTURA DE ALQUITRÁN DE HULLA.

ESCUDO INFERIOR

FORMA PARTE DEL DISTRIBUIDOR Y LAS FUNCIONES QUE SE LE ASIGNAN A ESTA ESTRUCTURA SON LAS DE GUIAR EL AGUA, HACER LA LIGA ENTRE LA CARCAZA Y EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SOPORTAR LAS CHUMACERAS GUIAS INFERIORES DE LOS ÁLABES MÓVILES.



EL ESCUDO INFERIOR ES UNA ESTRUCTURA BIPARTIDA PARA FACILIDAD EN SU MANEJO DURANTE EL TRANSPORTE. LAS SECCIONES DE LAS BRIDAS SUPERIOR E INFERIOR SE CORTAN DE PLACA DEJANDO MARGEN PARA EL MAQUINADO; EL ANILLO VERTICAL SI SE ROLA. SE PUNTEAN LAS TRES PLACAS SE FIJAN LAS CARTELAS CUIDANDO QUE DURANTE LA SOLDADURA NO SE PRESENTEN DEFORMACIONES APRECIABLES, SE SUELDAN LAS PLACAS EN LOS EXTREMOS QUE VAN A SERVIR PARA UNIR LAS SECCIONES, DESPUÉS DE LA PRUEBA RADIOLÓGICA SE SOMETE AL PROCESO DE RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE CAREAN LAS ZONAS DE UNIÓN, SE FIJAN ESTAS SECCIONES CON SUS TORNILLOS Y SE HACEN TALADROS QUE SIRVAN DE GUIA PARA SU ARMADO. UNA VEZ FORMADO EL ANILLO, SE COLOCA EN EL TORNO PARA MAQUINARSE, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE CON TORNILLOS DE CABEZA SOBREMETIDA Y SE MAQUINAN ESTAS SEGÚN EL DISEÑO PARA LUEGO PROTEGERLAS CON PINTURA ANTICORROSIVA.

SE RETIRAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y SE SECCIONAN PARA SU TRANSPORTE.

MONTAJE

- 1) SE UNEN LAS DOS SECCIONES APOYADAS EN LAS PERFORACIONES GUIA Y SE APRIETAN LOS TORNILLOS A LA TENSIÓN ESPECIFICADA



MONTAJE DEL ESCUDO INFERIOR INCLUYENDO LOS ALABES.

- 2) SE SELLA LA UNIÓN CON SOLDADURA, PULIENDO EN LA PARTE INFERIOR O DE CONTACTO CON LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
- 3) SE COLOCA EN SU SITIO DENTRO DEL ANTEDISTRIBUIDOR, SE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE TENIENDO CUIDADO QUE EN TODA LA CIRCUNFERENCIA SE FORME EN UN SOLO PLANO ENTRE LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE Y LA SALIDA INFERIOR DE LA CARCAZA. DE NO SER ASÍ, SE AJUSTA CON LAINAS. UNA VEZ QUE ES CORRECTA SU POSICIÓN, SE APRIETAN DEFINITIVAMENTE LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN.
- 4) SE COLOCAN LOS BUJES DE LAS CHUMACERAS, SE HACE LA LIGA CON EL TUBO DE ASPIRACIÓN Y SE COLOCAN LOS SELLOS DE NEOPRENO DE ÁLABES Y ANTEDISTRIBUIDOR.

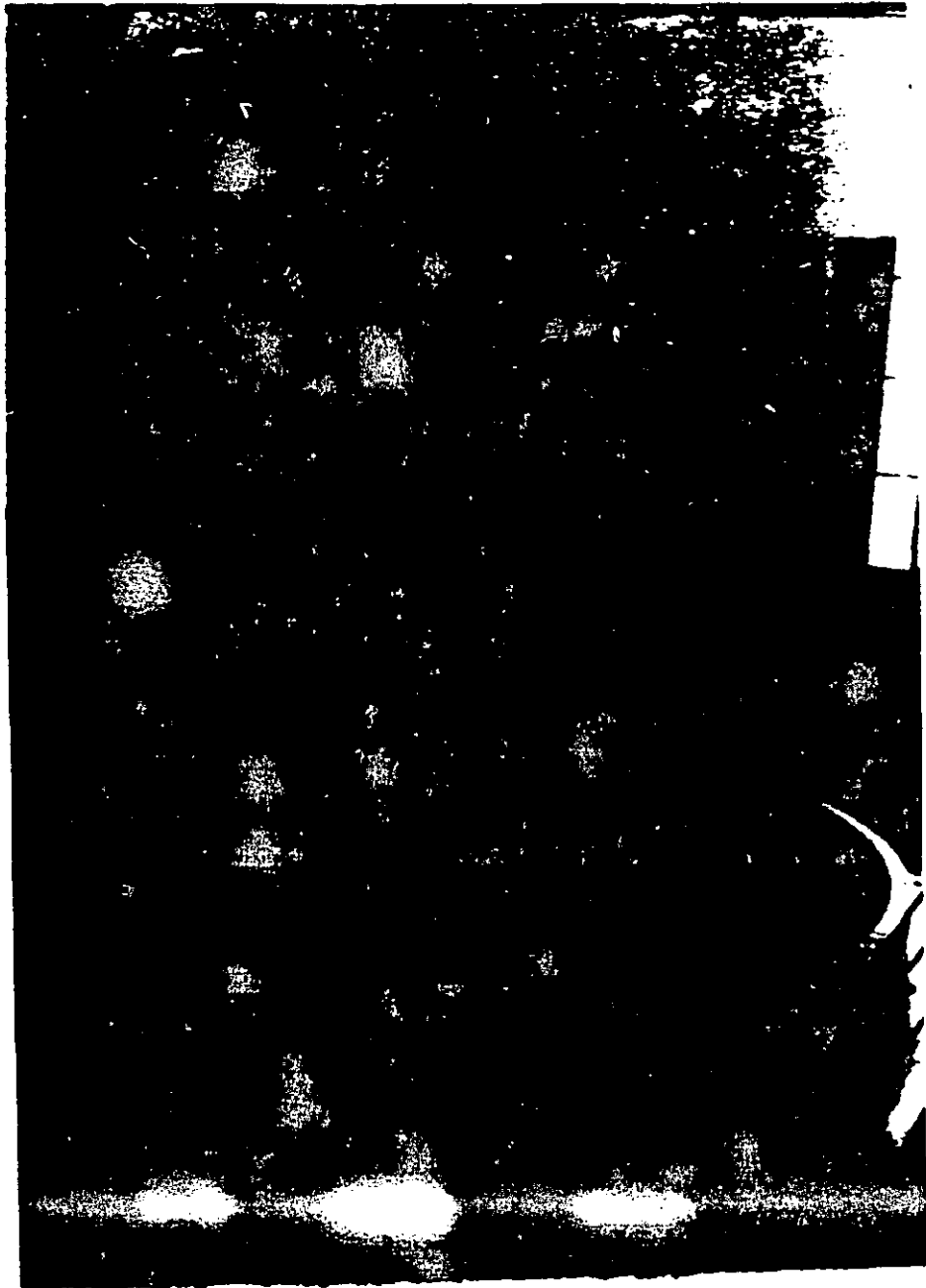
RODETE

SU FUNCIÓN ES GIRAR EN LA FORMA MÁS EFICIENTE POSIBLE Y TRANSMITIR SU MOVIMIENTO AL GENERADOR POR MEDIO DE LA FLECHA. ES NORMAL QUE PARA CADA TIPO SE HAGAN PRUEBAS EN UN MODELO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES, EL PESO Y LA FORMA QUE CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

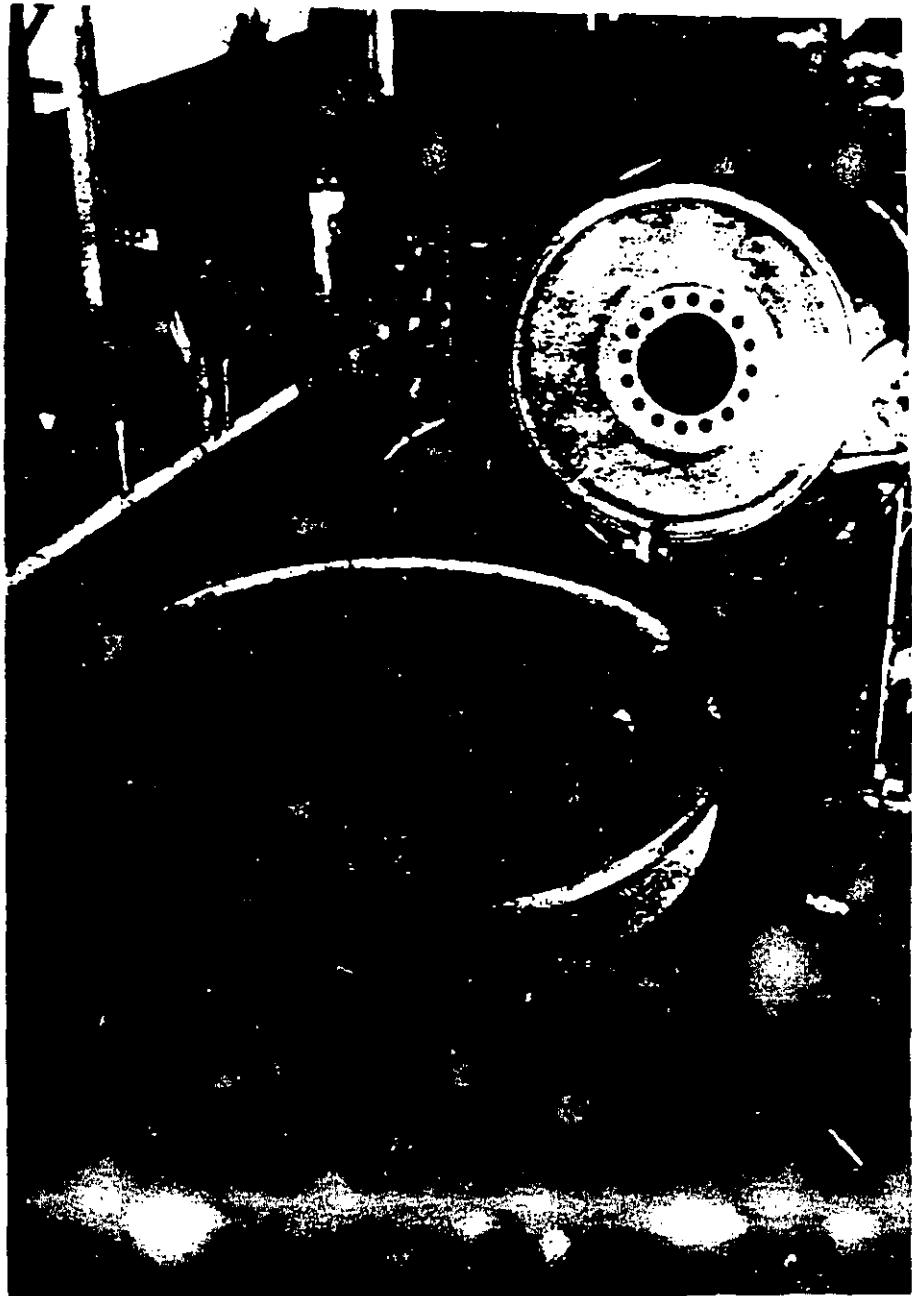
SU FABRICACIÓN PUEDE HACERSE A PARTIR DE PLACAS ROLADAS Y SOLDADAS, O BIEN, POR FUNDICIÓN; EN AMBOS CASOS SE UTILIZA ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIQUEL. TODAS LAS SECCIONES CIRCULARES SE MAQUINAN EN EL TORNO INCLUYENDO LOS ANILLOS DE DESGASTE QUE SON INTERCAMBIABLES. LOS ÁLABES SON TERMINADOS A MANO EN



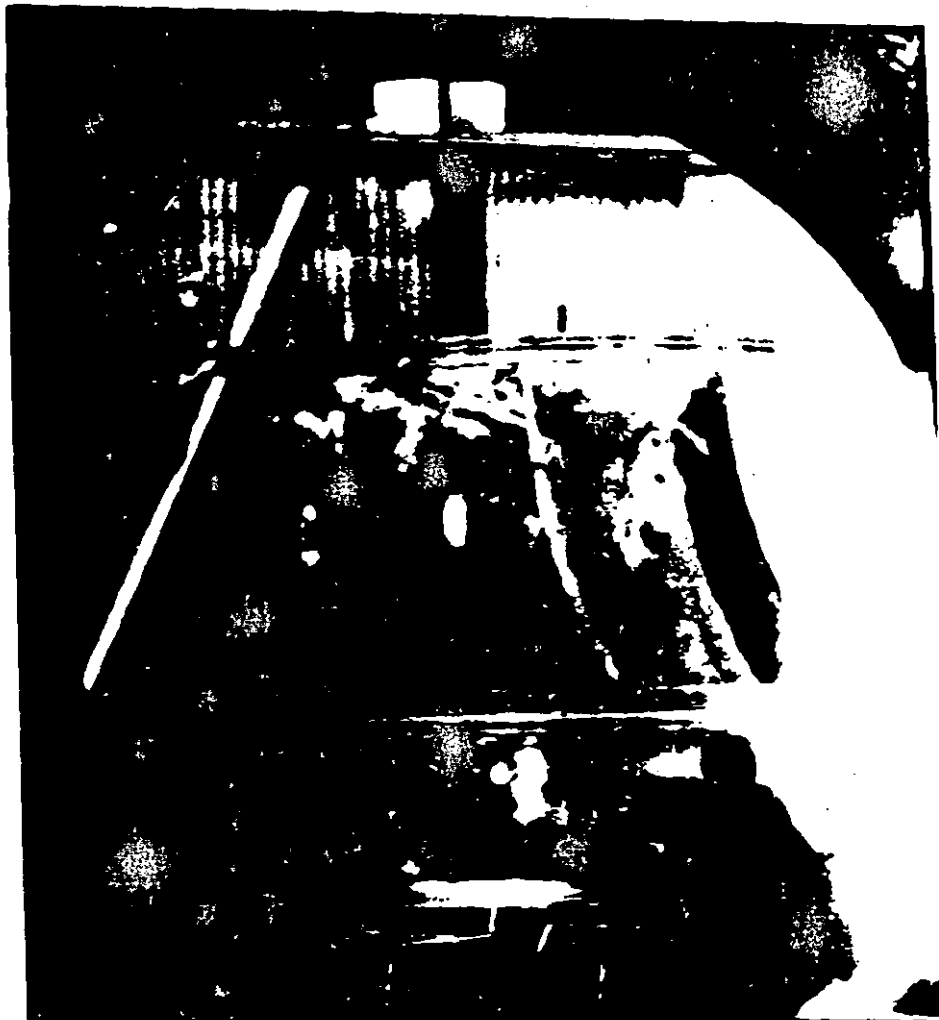
VORTICE POR LA PARTE INFERIOR DEL ROLETE EN UNA PRUEBA DE MODELO HIDRAULICO.



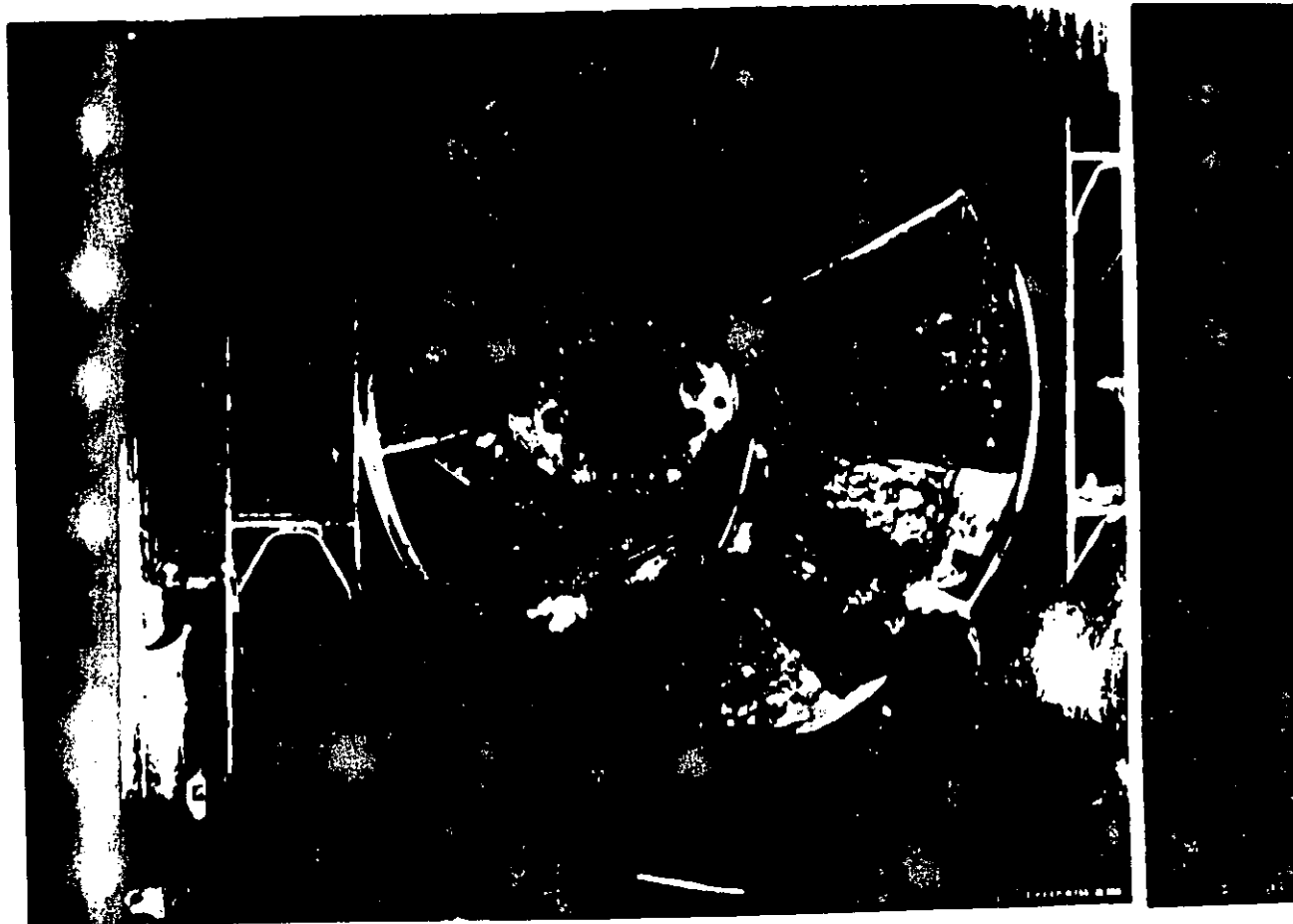
PROCESO DE FABRICACION DE UN RODETE CON PLACAS FORMADAS Y SOLDADAS.



DETALLE DE FABRICACION DEL RODETE, SOLDANDO LOS ALABES A LA BRIDA



PROCESO DE FABRICACION DEL RODETE, ACABADO A MANO.



PROCESO DE FABRICACION DEL RODETE: ACABADO A MANO.

SU POSICIÓN FINAL EN CUALQUIERA DE LOS CASOS.

LOS TALADROS QUE SE UTILIZAN PARA FIJACIÓN A LA FLECHA SE HACEN CON LA MAYOR PRECISIÓN POSIBLE PERO NO SE LE DA SU DIÁMETRO FINAL, LO QUE SI ES MUY IMPORTANTE ES DEJAR UNA GUIA PARA CENTRAR LA UNIÓN CON LA FLECHA.

PARA SU PROTECCIÓN SE RECUBRE CON UNA CAPA PLÁSTICA. EL RODETE ES QUIZÁS LA PIEZA QUE REQUIERE DE MAS CUIDADO PARA SU TRANSPORTE Y MANIOBRAS.

NORMALMENTE, EL RODETE Y LA FLECHA NO SE HACEN EN LA MISMA FABRICA, YA QUE LA FABRICACIÓN DE LA FLECHA REQUIERE DE UNA ESPECIALIDAD MUY DIFERENTE AL COMÚN DE LA ESTRUCTURA RESTANTE DE UNA TURBINA. ES POR ESO QUE EL MAQUINADO FINAL DE LA UNIÓN ENTRE FLECHA Y RODETE SE HACE EN LA OBRA. POR LO ANTERIOR, VAMOS A TRATAR EL MONTAJE DEL RODETE JUNTO CON EL MONTAJE DE LA FLECHA.

FLECHA

COMO YA DIJIMOS ANTES, SU FUNCIÓN ES TRASMITIR EL MOVIMIENTO DEL RODETE DE LA TURBINA AL ROTOR DEL GENERADOR.

PARA SU FABRICACIÓN SE FUNDE UN LINGOTE DE ACERO DE LA CALIDAD ESPECIFICADA, DE DIMENSIONES TALES QUE SE PUEDA OBTENER DE UNA SOLA PIEZA.



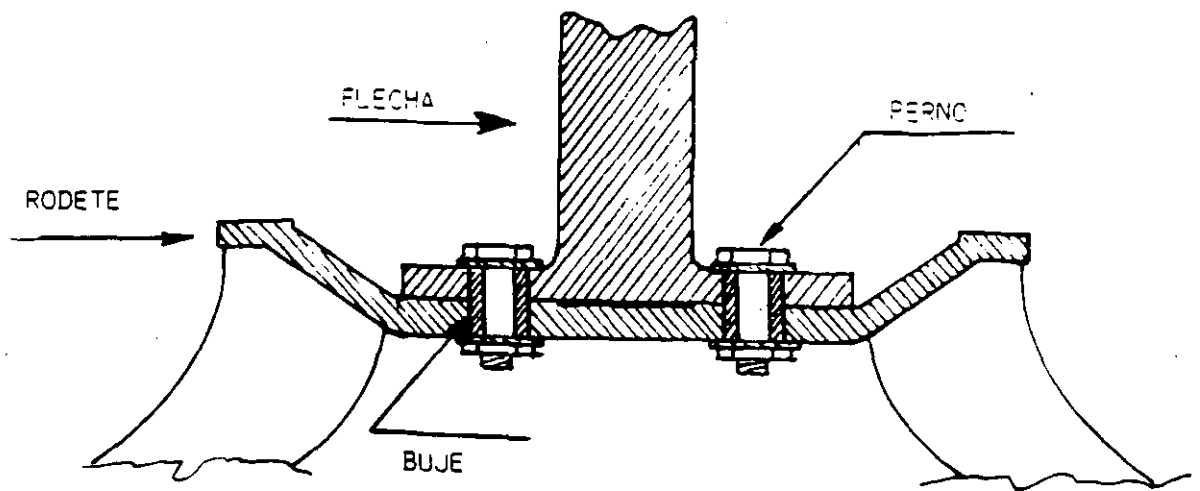
MANIOBRA PARA COLOCAR EN POSICION
LA FLECHA DE LA TURBINA.

A BASE DE GOLPES SE VA FORJANDO HASTA DARLE LA FORMA APROXIMADA. DESPUÉS SE SOMETE A RELEVADO DE ESFUERZOS Y SE MAQUINA. LA FLECHA MÁS PESADA QUE SE HA MONTADO EN MÉXICO A SIDO DE 80 TON.

EN SUS EXTREMOS SE MAQUINAN LAS BRIDAS DE UNIÓN CON EL RODETE Y CON EL ROTOR Y EN LA PARTE CENTRAL EL APOYO DE LA CHUMACERA GUIA. SE ENVÍA A LA OBRA PROTEGIDA POR UNA CAPA PLÁSTICA O DE GRASA.

MONTAJE FLECHA-RODETE

- 1) SE PRESENTA LA FLECHA SOBRE EL RODETE HACIENDO COINCIDIR LOS CENTROS Y APROXIMANDO AL MÁXIMO LAS CARAS INTERIORES DE LOS BARRENOS DE AMBAS BRIDAS
- 2) SE FIJA LA UNIÓN PROVISIONALMENTE CON TRES O CUATRO TORNILLOS
- 3) SE HACE LA RECTIFICACIÓN DE LOS BARRENOS QUE SE ENCUENTRAN LIBRES Y SE AJUSTAN UNO A UNO LOS BUJES QUE SOPORTAN EL ESFUERZO CORTANTE PRODUCIDO POR EL GIRO
- 4) SE COLOCAN LOS PERNOS QUE COMPRIMEN A LAS BRIDAS EN LOS HUECOS EN QUE YA SE COLOCARON LOS BUJES
- 5) SE QUITAN LOS PERNOS QUE SE PUSIERON PROVISIONALMENTE Y SE RECTIFICAN ESOS TALADROS, SE AJUSTAN LOS BUJES PARA DESPUÉS COLOCAR LOS PERNOS FALTANTES.



- 6) SE APRIETAN UNIFORMEMENTE LOS PERNOS Y SE TRASLADA EL CONJUNTO FLECHA-RODETE A SU LUGAR DENTRO DE LA TURBINA, APOYÁNDOLO PROVISIONALMENTE SOBRE LA PARTE INFERIOR DE LA BRIDA DEL TUBO DE ASPIRACIÓN QUE ESTA UNIDO AL ESCUDO INFERIOR.

ALABES DIRECTRICES

SU FUNCIÓN ES REGULAR EL PASO DEL AGUA QUE IMPULSA EL RODETE. A MÁXIMA APERTURA SE DÁ LA MÁXIMA POTENCIA Y CERRADOS IMPIDEN EL PASO DEL AGUA.

PARA SU ELABORACIÓN PUEDEN SER CORTADOS DE UNA PLACA O FUNDIDOS. SU MATERIAL ES ACERO INOXIDABLE AL CROMO-NIOBEL DE LA MISMA CALIDAD QUE EL RODETE. ESTOS ÁLABES TAMBIÉN RECIBEN EL NOMBRE DE PALETAS DIRECTRICES.

PARA SU MONTAJE DEBE TENERSE MUCHO CUIDADO CON LA VERIFICACIÓN DE LOS BUJES DE BRONCE DE LA CHUMACERA.

MEDIO TALADRO
PARA PERNO DE SEGURO

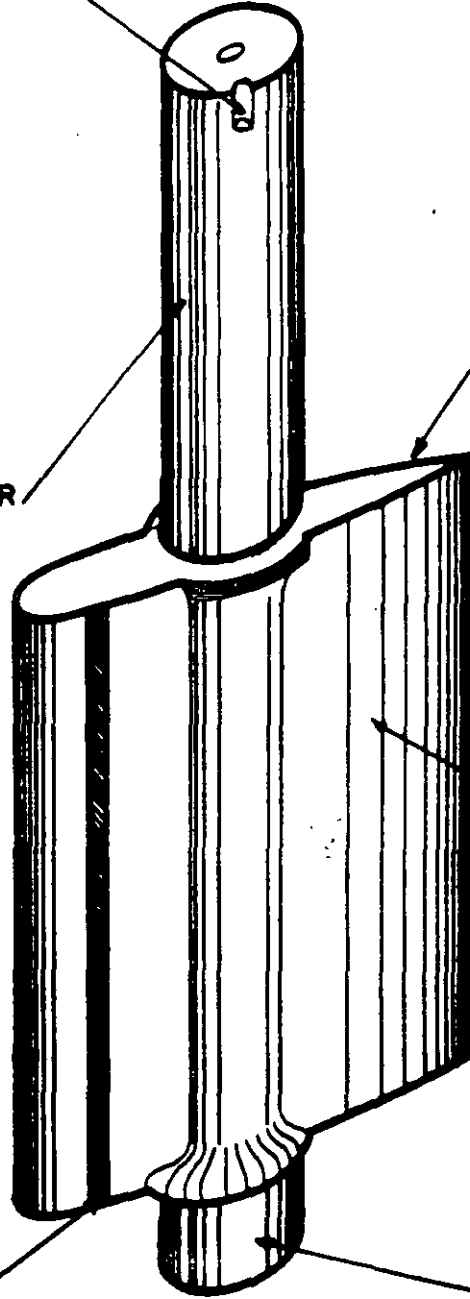
ZONA DE SELLO
DE CIERRE

VASTAGO SUPERIOR

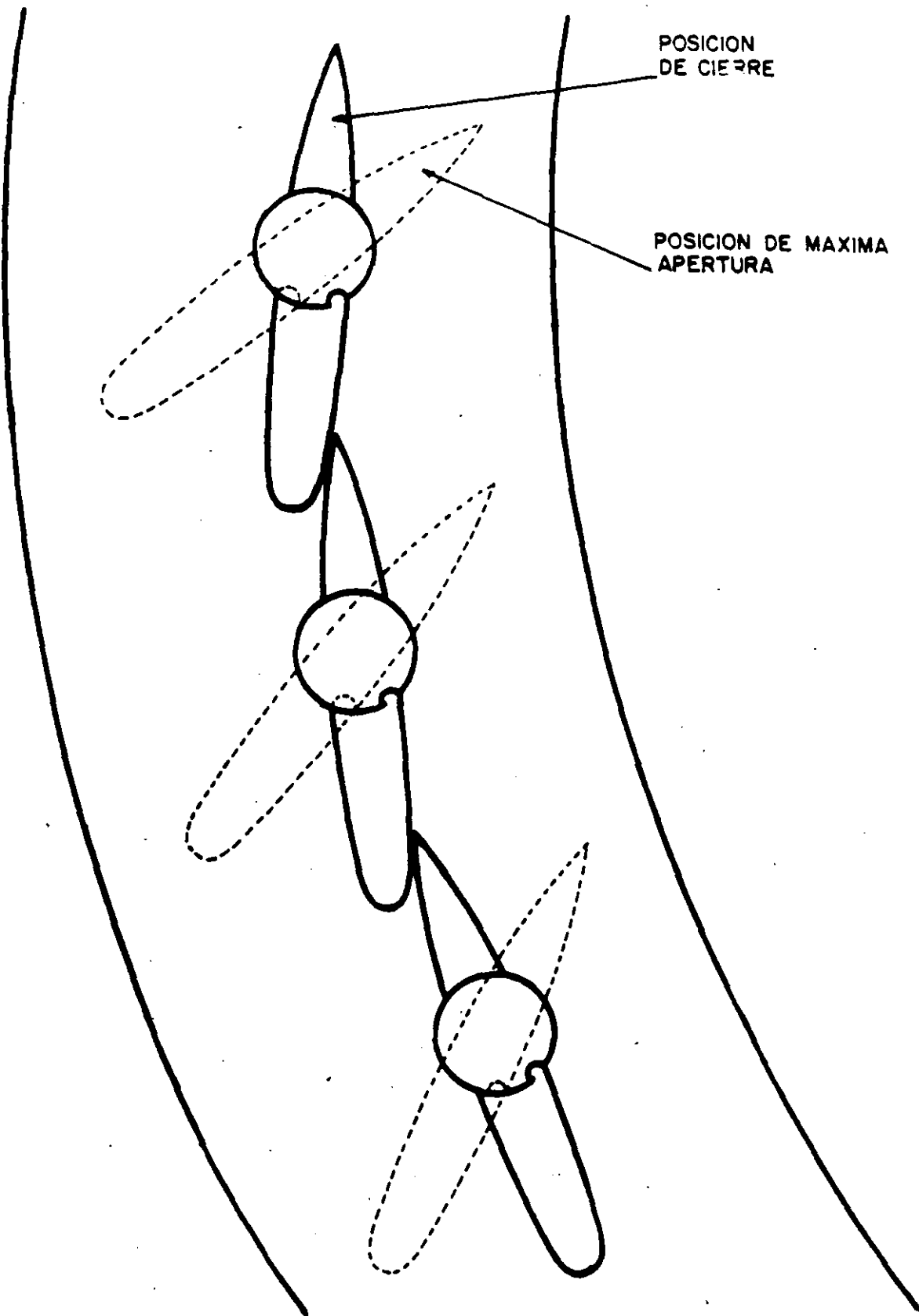
PALETA

ZONA DE SELLO
DE CIERRE

VASTAGO INFERIOR



ESQUEMA DE POSICION DE ALABES



ESCUDO SUPERIOR

SU FUNCIÓN ES LA DE SELLAR LA PARTE SUPERIOR DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y SOPORTAR LAS CHUMACERAS SUPERIORES DE LOS ÁLABES. EN ÉL SE COLOCAN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LAS PALETAS, EL CONTROL DE FUGAS, LA CHUMACERA GUIA DE LA FLECHA Y EN MUCHAS OCASIONES SOPORTA LA CHUMACERA DE CARGA DEL SISTEMA GIRATORIO DE LA TURBINA: RODETE, FLECHA, Y ROTOR, QUE LLEGAN A PESAR VARIOS CIENTOS DE TONELADAS.

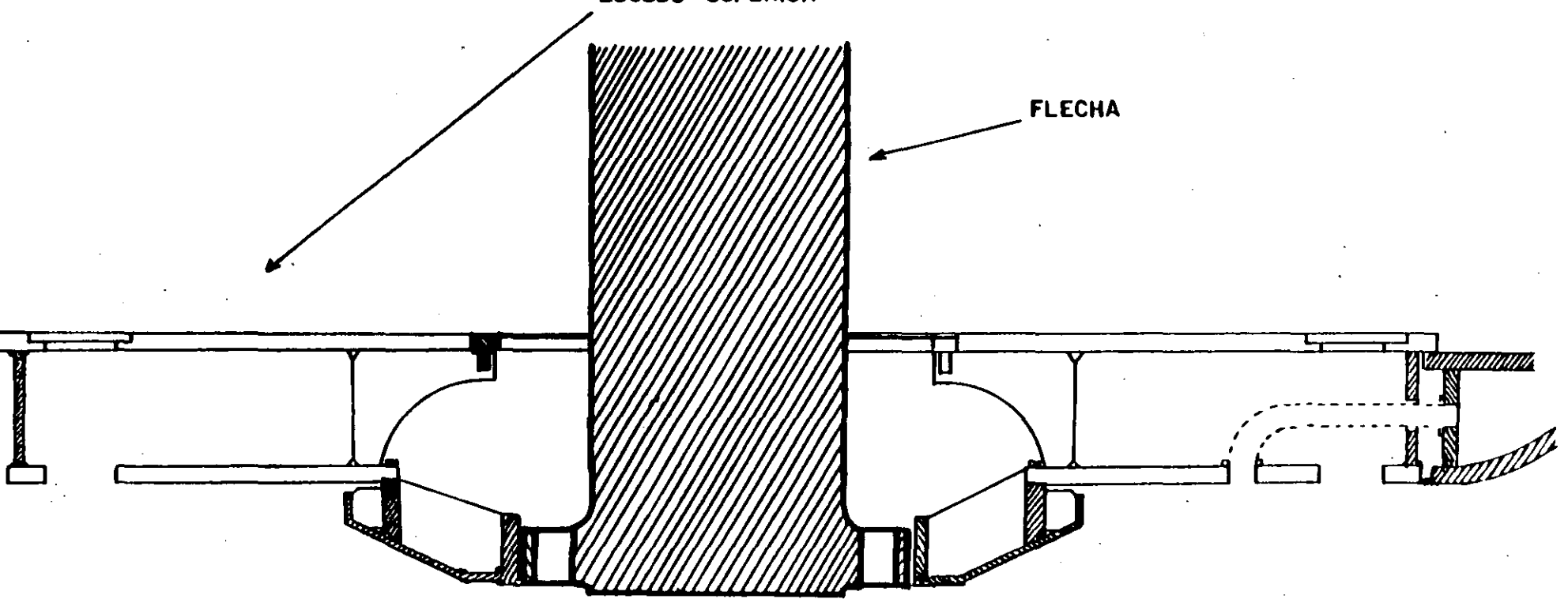
COMO VEMOS, ESTA DEBE SER UNA ESTRUCTURA BASTANTE ROBUSTA.

SU FABRICACIÓN ES A BASE DE PLACAS SOLDADAS Y TERMINADO MAQUINADO. SI LAS PLACAS NO DAN LAS DIMENSIONES DEL DISEÑO, PRIMERO SE SUELDAN Y POSTERIORMENTE SE CORTA A LA FORMA DESEADA, CON ELLO SE EVITA QUE LA SOLDADURAS PUEDAN MODIFICAR SU FORMA.

ESTA ESTRUCTURA SE FABRICA EN TRES SECCIONES: LA TAPA PRINCIPAL EN DOS SEMICÍRCULOS Y EL CONO INFERIOR. DESPUÉS DE CORTAR LAS PLACAS, SE ROLAN LAS SECCIONES QUE LO REQUIERAN (EN ESTE CASO LOS ANILLOS CIRCULARES). UNA VEZ QUE ESTAN SOLDADOS TODOS LOS COMPONENTES DE LAS PIEZAS, SE VERIFICA RADIOGRAFICAMENTE LA SOLDADURA, SE SOMETEN AL RELEVADO DE ESFUERZOS Y POSTERIORMENTE SE CAREAN LAS ZONAS DE UNION, SE FIJAN CON TORNILLOS Y SE HACEN BARRENOS GUIAS PARA QUE AL REARMAR COINCIDAN CON PRESICIÓN LAS PARTES.

ESCUDO SUPERIOR

FLECHA

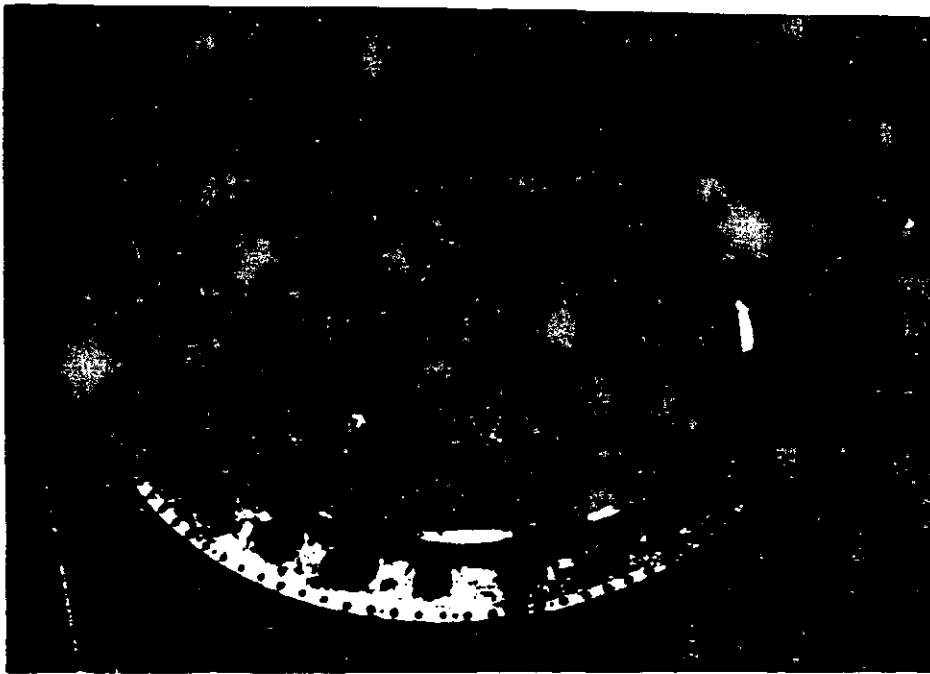


SE MAQUINA LA PIEZA COMPLETA. EN LA PLACA SUPERIOR SE HACEN LAS PERFORACIONES PARA LOS PERNOS QUE FIJAN ESTA ESTRUCTURA A LA CARCAZA, LOS QUE SOPORTAN LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES, LOS DE FIJACIÓN DE LA CHUMACERA DE CARGA, LOS DE LOS SERVOMOTORES, ETC.

EN EL ANILLO EXTERIOR VERTICAL SE HACEN LAS VENTANAS PARA EL PASO DE LA TUBERIA DE COMPENSACIÓN. EN LA PLACA INFERIOR SE HACEN LOS TALADROS PARA COLOCAR LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL CONO, LAS BRIDAS DE LA TUBERÍA DE COMPENSACIÓN Y LOS QUE FIJAN LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE QUE GUIAN EL AGUA Y PERMITEN EN SELLO CON LA PARTE SUPERIOR DE LAS PALETAS DE LOS ÁLABES. ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE EN LA PERIFERIA DE ESTA PLACA SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CONTRA LA CARCAZA.

EL CONO INFERIOR, COMO YA SE DIJO, ES DE UNA SOLA PIEZA Y LAS ZONAS IMPORTANTES A MAQUINAR SON: LOS LUGARES DONDE SE FIJA A LA PLACA INFERIOR DEL ESCUDO. EL ANILLO INTERIOR RECIBE LA TAPA DE SELLO EN SU PARTE SUPERIOR; SU PERIMETRO INTERNO ES LA CHUMACERA GUIA INFERIOR DE LA FLECHA; POR ÚLTIMO LAS PLACAS EXTERIORES QUE SON DE ACERO INOXIDABLE SE MAQUINAN DE TAL FORMA QUE EL ESPACIO ENTRE ELLAS Y EL RODETE SEA LO MAS UNIFORME POSIBLE PARA QUE NO SE PRODUZCA LA CAVITACIÓN.

SU PROTECCIÓN SE HACE CON PINTURA ANTICORROSIVA Y EN LAS ZONAS PULIDAS CON GRASA O PLÁSTICO.



ARMADO EN PLAYA DE MONTAJE DEL ESCUDO SUPERIOR.

MONTAJE

DEBIDO A SUS DIMENSIONES Y A LO DELICADO DE SUS PARTES ES MUY CONVENIENTE QUE ESTA PIEZA SE ARME DENTRO DE LA CASA DE MAQUINAS, EN LA PLAYA DE MONTAJE. PARA SU COLOCACION SE SIGUEN LOS SIGUIENTES PASOS:

1. CON LAS PLACAS SUPERIORES HACIA ABAJO, APOYADAS EN DURMIENTES DE MADERA, SE UNEN LAS DOS PARTES SEMICIRCULARES CON EL APOYO DE SUS PERNOS GUIA, SE APRIETAN LOS TORNILLOS DE UNION HASTA LA TENSION ESPECIFICADA, SE SELLA LA UNION CON UN CORDON DE SOLDADURA Y SE PULE ÉSTE.
2. SE FIJAN EL CONO INFERIOR Y LAS PLACAS DE ACERO INOXIDABLE
3. SE VOLTEA LA PIEZA COLOCANDO LA PARTE SUPERIOR HACIA ARRIBA
4. SE RECTIFICAN Y SE LIMPIAN TODAS LAS ROSCAS Y SE COLOCA LA CHUMACERA SUPERIOR DE LOS ÁLABES
5. SE HACE UNA PRESENTACION PROVISIONAL CON LOS ÁLABES EN SU POSICION Y SE VERIFICAN LAS HOLGURAS.
6. SE COLOCA EL SELLO DE NEOPRENO CON LA CARCAZA Y EL ESCUDO SE FIJA DEFINITIVAMENTE A ELLA.



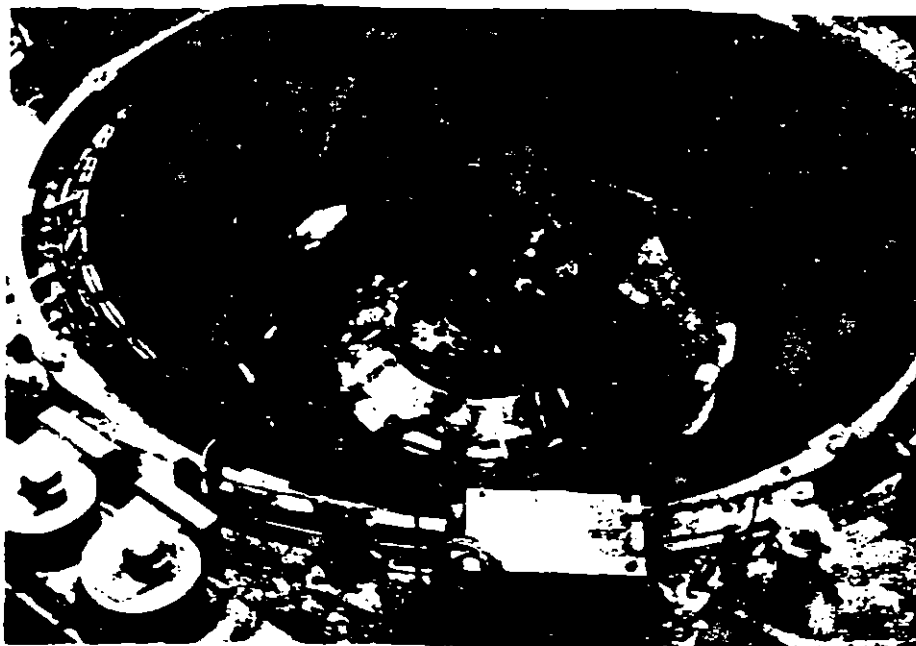
DETALLE DEL ESCUDO SUPERIOR Y RODETE EN PLAYA DE MONTAJE.

ANDAMIO PARA
SOLDAR LAS
BOBINAS



GATOS DE
FRENADO

DETALLE DE ESTATOR TERMINADO



ESTATOR TERMINADO.



MONTAJE DE ROTOR.

CON LO ANTERIOR QUEDA LISTA ESTA ESTRUCTURA Y PODEMOS EMPEZAR A COLOCAR TODOS LOS MECANISMOS Y SOPORTES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL.

LA UNIÓN FLECHA-ROTOR SE LLEVA A CABO DE LA MISMA FORMA EN QUE SE HIZO LA DE FLECHA-RODETE. ANTES O DESPUÉS DE ESTA MANIOBRA SE COLOCAN LOS BOBINADOS DEL ESTATOR, CUANDO SE TIENEN LISTAS ESTAS MANIOBRAS Y SE HA INSTALADO TODO EL EQUIPO ADICIONAL; EN TEORÍA EL MECANISMO QUEDA LISTO PARA GIRAR Y PODER BALANCLAR EL CONJUNTO GIRATORIO, REGULAR FRENOS, BOMBAS DE ACEITE, CONTROL DE VELOCIDAD, SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO, ETC. DESPUÉS, A TRABAJAR.

COMPUERTAS DE DESFOGUES.

LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE ESTAS ESTRUCTURAS ES EVITAR EL PASO DEL AGUA RIO ABAJO DE LA PLANTA AL INTERIOR DE LA TURBINA, NORMALMENTE LA PRESIÓN NO EXCEDE LOS 2 Kg/cm^2 -(20 M. DE ALTURA)-. SE UTILIZAN NORMALMENTE PARA PODER HACER REVISIONES O REPARACIONES EN EL INTERIOR DE LA TURBINA.

COMO ESTAS COMPUERTAS SE COLOCAN EN POSICIÓN DE CIERRE O DE APERTURA CON LAS PRESIONES IGUALADAS, NO ES NECESARIO QUE SEAN DEL TIPO RODANTE; COMÚNMENTE SON DESLIZANTES.

FABRICACION

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA; PERO NO NECESITAN EL CONTROL DE CALIDAD TAN ESTRICTO DE ÉSTAS, LO QUE SI ES INDISPENSABLE ES QUE PRESENTEN UN SOLO PLANO EN LA SUPERFICIE DE APOYO PARALELO A LA SUPERFICIE DE SELLO.

MONTAJE

EN LA OBRA CIVIL SE PREVEE UN FOSO ESTANCO ESPECIAL PARA SU MONTAJE Y SE AUXILIA CON UNA GRÚA VIAJERA QUE CORRE A LO LARGO DE LA GALERIA DE COMPUERTAS DE DESFOGUE.

1. SE COLOCA EL MARCO DE CIERRE, SE ALINEA, SE NIVELA Y SE FIJA CON TROQUELES Y TIRANTES A LAS VARILLAS DE ARMADO, LO MISMO QUE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO.
2. MIENTRAS SE HACEN LOS SEGUNDOS COLADOS DEL MARCO Y DE LAS GUIAS DE DESLIZAMIENTO, CON LA AYUDA DE LA GRÚA VIAJERA SE COLOCA LA SECCIÓN INFERIOR DE LA COMPUERTA EN EL FOSO ESTANCO DE ARMADO Y CON EL AUXILIO DE GATOS Y TROQUELES APOYADOS EN LAS PAREDES SE FIJA ESTA SECCIÓN PARA RECIBIR LA SEGUNDA.
3. SE COLOCA LA SEGUNDA SECCIÓN Y SE LIGA CON LOS TORNILLOS PREPARADOS PARA TAL EFECTO, SE HACE LA SOLDADURA PERIMETRAL DE LA JUNTA Y SE PULE LA ZONA DE APOYO DE SELLO.
4. SE COLOCAN Y SE FIJAN LAS SECCIONES SIGUIENTES DE ACUERDO AL PASO ANTERIOR HASTA LLEGAR A COLOCAR LA SECCIÓN SUPERIOR.
5. SE VERIFICA LA VÁLVULA DE LLENADO Y SE COLOCAN LOS EMPAQUES DE NEOPRENO PARA SELLO.
6. CON LA GRÚA VIAJERA SE SACA DEL FOSO DE ARMADO, SE LE DA PRO-

TECCIÓN CON PINTURA ANTICORROSIVA, SE COLOCA EN SU POSICIÓN Y SE VERIFICAN LOS APOYOS Y EL SELLO.

COMPUERTAS DE LOS TUNELES DE DESVIO

UNO DE LOS SISTEMAS PARA CONSTRUIR LAS CORTINAS DE UNA PRESA, ES EL DE HACER TÚNELES PARA HACER PASAR EL GASTO DEL RÍO POR ELLOS MIENTRAS ÉSTA SE TERMINA. AL FINALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CORTINA Y LAS DEMÁS OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA OBRA, ES NECESARIO CERRAR EL PASO POR ESTOS TÚNELES PARA EL LLENADO DEL VASO.

EXISTEN VARIOS CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ESTAS COMPUERTAS; UNO DE ELLOS, ES CONSIDERAR QUE DEBEN RESISTIR LA MÁXIMA PRESIÓN CON EL VASO LLENO Y OTRO ES SUPONER QUE ÚNICAMENTE SOPORTARÁN UNA PRESIÓN PARCIAL MIENTRAS SE CUELAN LOS TAPONES DE CONCRETO DEFINITIVOS EN LOS TÚNELES.

LA IMPORTANCIA DE ESTAS ESTRUCTURAS DEPENDERÁ DE LAS CONDICIONES ANTERIORES Y DE LAS DIMENSIONES DE LOS TÚNELES.

SU FABRICACIÓN ES SEMEJANTE A LAS COMPUERTAS DE DESFOGUES O A LAS DE OBRA DE TOMA, CON LA ÚNICA CARACTERÍSTICA PROPIA IMPORTANTE DE QUE SU OPERACIÓN SE EFECTÚA CON MUY POCAS CARGAS O CON PRESIONES IGUALADAS. POR LO TANTO PUEDEN SER DESLIZANTES.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN ES USUALMENTE UN MARCO RIGIDO PARA CADA COMPUERTA CON UN MALACATE O MALACATES SINCRONIZADOS PARA EFECTUAR EL ASCENSO O DESCENSO DE MANERA UNIFORME.

CON EL AUXILIO DE SU PROPIO MARCO DE OPERACIÓN, EL MONTAJE SE EFECTÚA EN LA PARTE SUPERIOR DE MANERA SEMEJANTE AL DE LAS COMPUERTAS DE LA OBRA DE TOMA. EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS TANTO LAS COMPUERTAS COMO LOS MARCOS DE OPERACIÓN SON RECUPERABLES.

COMPUERTAS DE VERTEDORES

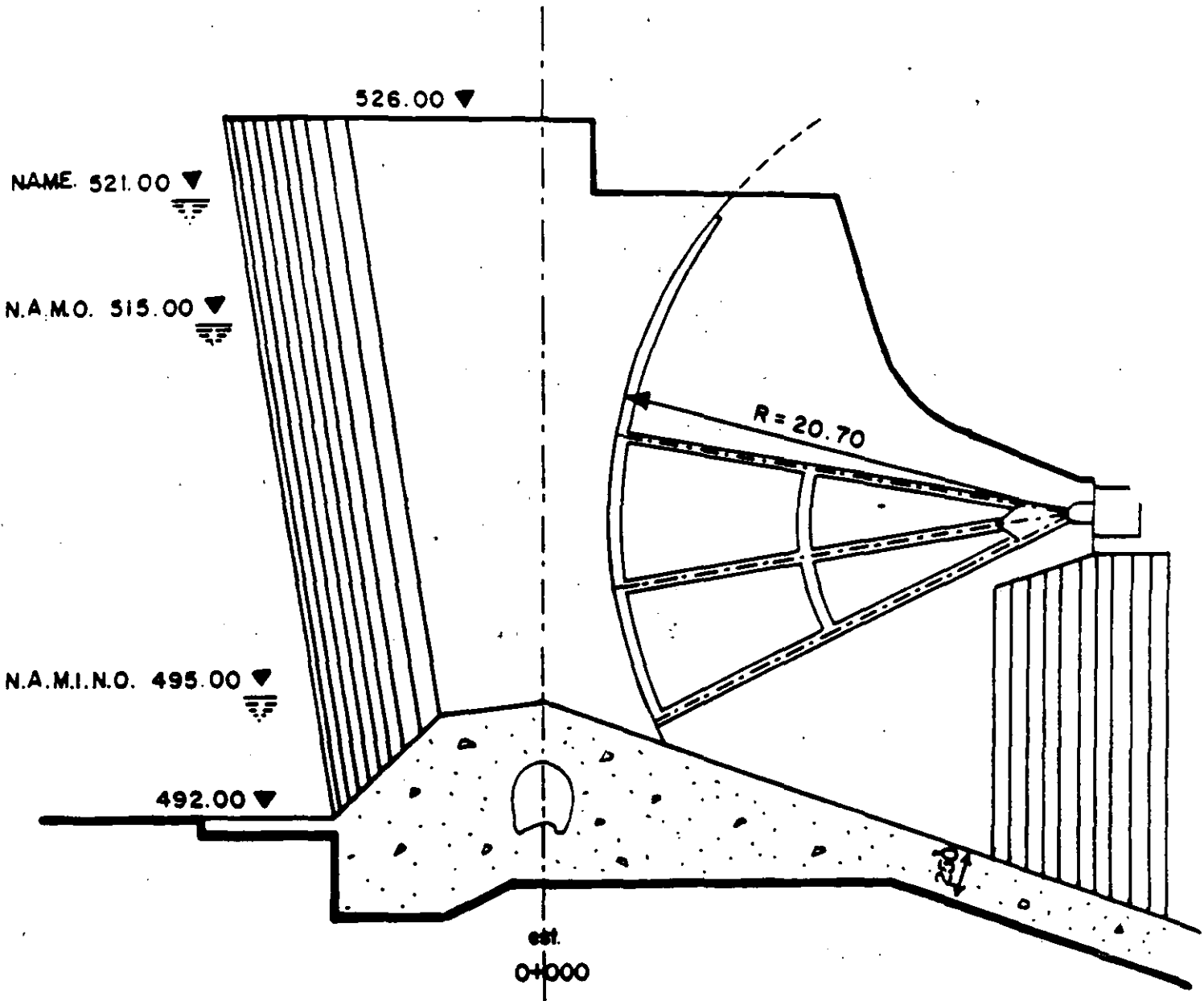
ESTA ESTRUCTURA ES DE CARACTERÍSTICAS DIFERENTES A LAS TRATADAS ANTERIORMENTE, LO MISMO QUE SU FUNCIONAMIENTO. SU FUNCIÓN ES DETENER O CONTROLAR EL PASO DEL AGUA SEGÚN LAS NECESIDADES DE OPERACIÓN O EL VOLÚMEN DE LA AVENIDA A REGULAR. LAS COMPUERTAS DE VERTEDORES SE COMPLEMENTAN CON UNA COMPUERTA AUXILIAR AGUAS ARRIBA DE ELLA PARA REVISIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.

NORMALMENTE SU PANTALLA ES UN SECTOR DE CILINDRO CIRCULAR APOYADO SOBRE VIGAS, LAS CUALES A SU VEZ ESTÁN APOYADAS SOBRE RAYOS QUE LLEGAN AL CENTRO SOBRE UNA CHUMACERA PARA PERMITIR EL GIRO.

FABRICACION

SE CORTAN LAS PLACAS, SE BISELAN LAS PARTES QUE SE VAN A UNIR CON SOLDADURA Y SE FORMAN LAS VIGAS, YA SEAN DE SECCIÓN I O DE CAJÓN, SEGÚN EL DISEÑO. TANTO LAS PLACAS QUE FORMAN LA PANTALLA COMO LAS DE LAS VIGAS QUE LA RECIBEN, SE ROLAN.

VERTEDOR



LAS PLACAS SE SUELDAN Y SE TERMINAN INDEPENDIENTEMENTE CADA UNA DE LAS VIGAS, CUANDO ES NECESARIO POR SUS DIMENSIONES SE PREVENEN EMPALMES ATORNILLADOS; LA IDEA ES QUE EN LA OBRA NO SE HAGAN SOLDADURAS IMPORTANTES. SE SUELDAN LAS VIGAS A LA CHUMACERA DE GIRO, Y A ÉSTAS SE LES SUELDAN LAS VIGAS QUE RECIBEN LA PANTALLA; SE SUELDAN O SE ATORNILLAN LOS REFUERZOS ADICIONALES DE SOPORTE Y CONTRAVENTEIO PARA HACER UNA PRESENTACIÓN GENERAL, SE SUELDA LA PANTALLA A LAS VIGAS PRINCIPALES, SECCIONANDOLA EN LA MISMA FORMA EN QUE ESTAN SECCIONADAS LAS VIGAS PRINCIPALES; ASIMISMO, SE SUELDAN LAS OREJAS PARA EL SOPORTE DE LA COMPUERTA. DESPUÉS SE DESARMA EN LAS SECCIONES PREESTABLECIDAS, SE VERIFICA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON RADIOGRAFIAS O ULTRASONIDO Y CADA SECCIÓN O PARTE DE LA ESTRUCTURA SE SOMETE A RELEVADO DE ESFUERZOS, Y LUEGO SE TERMINA DE MAQUINAR LA CHUMACERA Y EL PIVOTE DE GIRO.

POSTERIORMENTE SE LIMPIA A METAL BLANCO CON CHORRO DE ARENA Y SE APLICA UNA PROTECCIÓN DE PRIMARIO Y PINTURA ANTICORROSIVA

MONTAJE

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL DE LAS PILAS DEL VERTEDOR SE HACEN LOS PRIMEROS COLADOS PARA EL SOPORTE DE LAS CHUMACERAS Y LAS GUIAS. EL MONTAJE LO INICIAMOS CON LA FIJACIÓN SOBRE LOS PRIMEROS COLADOS DEL SOPORTE DE LAS CHUMACERAS Y DE LAS GUIAS DE SECCIÓN CIRCULAR CON SU DOBLE PLACA DE ACERO INOXIDABLE EN DONDE APOYA EL SELLO DE NEOPRENO Y LAS RUEDAS GUIAS LATERALES, ASIMISMO, EL MARCO Y LA GUIA DE LA COMPUERTA AUXILIAR, HACIENDOSE LOS SEGUNDOS COLADOS.

1. SE COLOCAN LAS CHUMACERAS DE GIRO EN SU LUGAR.
2. SE UNEN A LAS CHUMACERAS LOS RAYOS QUE FIJAN LA SECCIÓN INFERIOR DE LA PANTALLA COLOCANDO ENTRE ELLOS LA ESTRUCTURA DE SOPORTE Y CONTRAVENTEADO.
3. SE COLOCA EN POSICIÓN LA PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA Y SE UNE A LOS RAYOS.
4. SE POSICIONAN Y SE FIJAN LOS RAYOS DE LA SIGUIENTE SECCIÓN, ASI COMO LA ESTRUCTURA ADICIONAL DE SOPORTE Y CONTRAVENTEADO.
5. SE COLOCA LA SEGUNDA SECCIÓN DE COMPUERTA SOBRE LA INFERIOR Y SE LIGA A LOS RAYOS. ÉSTA OPERACIÓN SE REPITE TANTAS VECES COMO SECCIONES COMPONGAN LA COMPUERTA.
6. SE EFECTÚAN LAS SOLDADURAS DE SELLO SOBRE LA PANTALLA, SE PULLEN EN LA ZONA DE APOYO DEL SELLO DE NEOPRENO Y SE PROTEGE CON PINTURA ANTICORROSIVA.
7. SE LIGA LA COMPUERTA AL MECANISMO DE OPERACIÓN (MALACATES CON CADENA, MALACATES CON CABLE O SERVOMOTORES.).
8. SE HACEN LAS PRUEBAS DE LEVANTE Y CIERRE Y SE AJUSTAN LAS PEQUEÑAS RUEDAS GUIAS LATERALES.
9. SE COLOCAN LOS SELLOS DE NEOPRENO EN LA PARTE INFERIOR Y A LOS LADOS VERIFICANDO SU POSICIÓN.

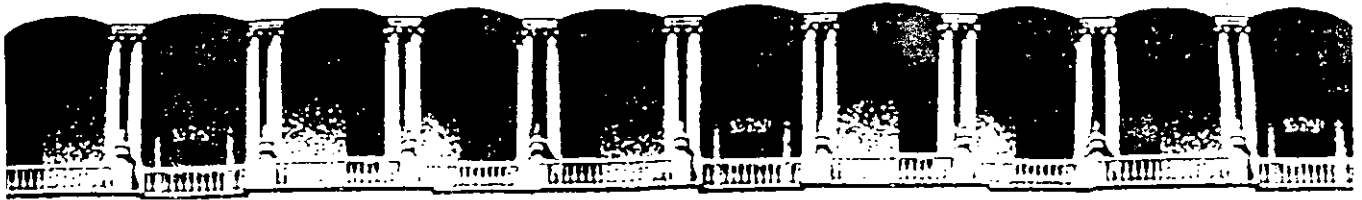
DADA LA IMPORTANCIA QUE ESTA ESTRUCTURA REPRESENTA PARA LA SEGURIDAD DE LA PRESA, ES EL UNICO SISTEMA QUE SE PREVEE PARA OPERARSE CON TRES SISTEMAS:

1. MOTOR DISEÑADO A LEVANTAR A LA VELOCIDAD ESPECIFICADA
2. PEQUEÑO MOTOR AUXILIAR ACOPLABLE CON VELOCIDAD MENOR DE LA ESPECIFICADA
3. CON UNA MANIVELA PARA OPERARSE MANUALMENTE.

COMO SE OBSERVA, SE PUEDE SACRIFICAR LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN, PERO SE GARANTIZA SU FUNCIONAMIENTO. INDEPENDIENTEMENTE DE ESTAS PREVISIONES SE PLANTEAN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS DE ENERGIA ELÉCTRICA PARA LOS MECANISMOS:

1. SU ALIMENTACIÓN Y CONTROL DESDE LA SALA DE TABLEROS Y CONTROL DE LA OBRA.
2. ALIMENTACIÓN DE FUERZA DE UNA LINEA DE APOYO CON SU SUBESTACIÓN INDEPENDIENTE
3. UNA PLANTA DE EMERGENCIA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA Y MANUAL.

NORMALMENTE, SE PREVEE UNA SOLA COMPUERTA AUXILIAR PARA TODO EL SISTEMA DE COMPUERTAS DE SERVICIO DE LOS VERTEDORES YA QUE SU USO ES MUY EVENTUAL. PARA PODER MOVER ESTA COMPUERTA A CADA UNO DE SUS VANOS SE AUXILIA DE UN MARCO MÓVIL CUYA CAPACIDAD ESTA DEFINIDA POR EL SISTEMA DE COMPUERTA. ÉSTA PUEDE HACERSE DE UNA SOLA PIEZA O EN VARIAS SECCIONES INDEPENDIENTES QUE SE LLAMAN AGUJAS.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

**PLANEACION DE UN TALLER PARA ESTRUCTURAS
EN PLANTAS Y EN OBRA**

ING. ARTURO MATA MALACARA

JULIO - 1992

Commentary

ON THE CODE OF STANDARD PRACTICE
FOR STEEL BUILDINGS AND BRIDGES

(Adopted Effective September 1, 1976)

SECTION 1 GENERAL PROVISIONS

1.1 Scope

This Code is not applicable to metal building systems, which are the subject of standards published by the Metal Building Manufacturers Association in their *Metal Building Systems Manual*. AISC has not participated in the development of the MBMA code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

This Code is not applicable to standard steel joists, which are the subject of *Recommended Code of Standard Practice for Steel Joists*, published by the Steel Joist Institute. AISC has not participated in the development of the SJI code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

SECTION 3 PLANS AND SPECIFICATIONS

3.1 Structural Steel

Project specifications vary greatly in complexity and completeness. There is a benefit to the owner if the specifications leave the contractor reasonable latitude in performing his work. However, critical requirements affecting the integrity of the structure or necessary to protect the owner's interest must be covered in the contract documents. The following checklist is included for reference:

- Standard codes and specifications governing structural steelwork
- Material specifications
- Mill test reports
- Welded joint configuration
- Weld procedure qualification
- Bolting specifications
- Special requirements for work of other trades
- Runoff tabs
- Surface preparation and shop painting
- Shop inspection
- Field inspection
- Non-destructive testing, including acceptance criteria
- Special requirements on delivery
- Special erection limitations
- Temporary bracing for non-self-supporting structures
- Special fabrication and erection tolerances for AESS
- Special pay weight provisions

TABLE 1.23.4

MAXIMUM SIZES^a OF FASTENER HOLES, INCHES

Nominal Fastener Diameter (d)	Standard Hole Diameter	Oversized ^b Hole Diameter	Short-Slotted ^b Hole Dimensions	Long-Slotted ^b Hole Dimensions
$\leq \frac{7}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$(d + \frac{1}{16}) \times (d + \frac{1}{4})$	$(d + \frac{1}{16}) \times 2\frac{1}{2}d$
1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16} \times \frac{1}{4}$	$\frac{1}{16} \times 2\frac{1}{2}$
$\geq 1\frac{1}{8}$	$d + \frac{1}{16}$	$d + \frac{1}{16}$	$(d + \frac{1}{16}) \times (d + \frac{1}{8})$	$(d + \frac{1}{16}) \times 2\frac{1}{2}d$

^a Sizes are nominal.
^b Not permitted for riveted connections.

gouges greater than $\frac{1}{16}$ -inch that remain from cutting shall be removed by grinding. All re-entrant corners shall be shaped notch-free to a radius of at least $\frac{1}{2}$ -inch.

1.23.3 Planing of Edges

Planing or finishing of sheared or thermally cut edges of plates or shapes will not be required unless specifically called for on the drawings or included in a stipulated edge preparation for welding.

1.23.4 Riveted and Bolted Construction—Holes

1.23.4.1 The maximum sizes of holes for rivets and bolts shall be as stipulated in Table 1.23.4, except that larger holes, required for tolerance on location of anchor bolts in concrete foundations, may be used in column base details.

1.23.4.2 Standard holes shall be provided in member-to-member connections, unless oversized, short-slotted, or long-slotted holes in bolted connections are approved by the designer. Oversized and slotted holes shall not be used in riveted connections.

If the thickness of the material is not greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $\frac{1}{8}$ -inch, the holes may be punched¹. If the thickness of the material is greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $\frac{1}{8}$ -inch, the holes shall be either drilled from the solid, or sub-punched and reamed. The die for all sub-punched holes, and the drill for all sub-drilled holes, shall be at least $\frac{1}{16}$ -inch smaller than the nominal diameter of the rivet or bolt. Holes in A514 steel plates over $\frac{1}{2}$ -inch thick shall be drilled.

1.23.4.3 Oversized holes may be used in any or all plies of friction-type connections, but they shall not be used in bearing-type connections. Hardened washers shall be installed over oversized holes in an outer ply.

1.23.4.4 Short-slotted holes may be used in any or all plies of friction-type or bearing-type connections. The slots may be used without regard to direction of loading in friction-type connections, but the length shall be normal to the direction of the load in bearing-type connections. Washers shall be installed over short-slotted holes in an outer ply; when high-strength bolts are used, such washers shall be hardened.

within friction-type connections shall be free of oil, paint, lacquer, or other coatings, except as listed in Appendix E.

All A325 and A490 bolts shall be tightened to a bolt tension not less than that given in Table 1.23.5. Tightening shall be done by the turn-of-nut method,* by a direct tension indicator, or by properly calibrated wrenches. Bolts tightened by means of a calibrated wrench shall be installed with a hardened washer under the nut or bolt head, whichever is the element turned in tightening. Hardened washers are not required when bolts are tightened by the turn-of-nut method, except that hardened washers are required under the nut and bolt head when A490 bolts are used to connect material having a specified yield point less than 40 kips per square inch.

1.23.6 Welded Construction

The technique of welding, the workmanship, appearance and quality of welds made, and the methods used in correcting nonconforming work shall be in accordance with "Section 3—Workmanship" and "Section 4—Technique" of the *Structural Welding Code, AWS D1.1-77*, of the American Welding Society.

1.23.7 Compression Joints

Compression joints which depend on contact bearing as part of the splice capacity shall have the bearing surfaces of individual fabricated pieces prepared to a common plane by milling, sawing, or other suitable means.

1.23.8 Dimensional Tolerances

Dimensional tolerances shall be as permitted in the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

SECTION 1.24 SHOP PAINTING

1.24.1 General Requirements

Shop painting and surface preparation shall be in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

Unless otherwise specified, steelwork which will be concealed by interior building finish or will be in contact with concrete need not be painted. Unless specifically excluded, all other steelwork shall be given one coat of shop paint.

1.24.2 Inaccessible Surfaces

Except for contact surfaces, surfaces inaccessible after shop assembly shall be cleaned and painted prior to assembly, in accordance with job specifications.

1.24.3 Contact Surfaces

Paint is permitted unconditionally in bearing-type connections. Except where the design is based on special surface conditions meeting the requirements of Appendix E, shop contact surfaces shall be cleaned prior to assembly in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of

* See Commentary Sect. 1.23.5.

1.25.6 Field Painting

Responsibility for touch-up painting and cleaning, as well as for general painting, shall be allocated in accordance with accepted local practices, and this allocation shall be set forth explicitly in the contract.

SECTION 1.26 QUALITY CONTROL

1.26.1 General

The fabricator shall provide quality control procedures to the extent that he deems necessary to assure that all work is performed in accordance with this Specification. In addition to the fabricator's quality control procedures, material and workmanship at all times may be subject to inspection by qualified inspectors representing the purchaser. If such inspection by representatives of the purchaser will be required, it shall be so stated in the information furnished to the bidders.

1.26.2 Cooperation

As far as possible, all inspection by representatives of the purchaser shall be made at the fabricator's plant. The fabricator shall cooperate with the inspector, permitting access for inspection to all places where work is being done. The purchaser's inspector shall so schedule his work as to provide the minimum interruption to the work of the fabricator.

1.26.3 Rejections

Material or workmanship not in reasonable conformance with the provisions of this Specification may be rejected at any time during the progress of the work. The fabricator shall receive copies of all reports furnished to the purchaser by the inspection agency.

1.26.4 Inspection of Welding

The inspection of welding shall be performed in accordance with the provisions of Section 6 of the *Structural Welding Code*, AWS D1.1-77, of the American Welding Society.

When non-destructive testing is required, the process, extent, technique, and standards of acceptance shall be clearly defined in information furnished to the bidders.

1.26.5 Identification of Steel

The fabricator shall be able to demonstrate by a written procedure and by actual practice a method of material application and identification, visible at least through the 'fit up' operation, of the main stress carrying elements of a shipping piece.

The identification method shall be capable of verifying proper material application as it relates to:

1. Material specification designation
2. Heat number, if required
3. Material test reports for special requirements

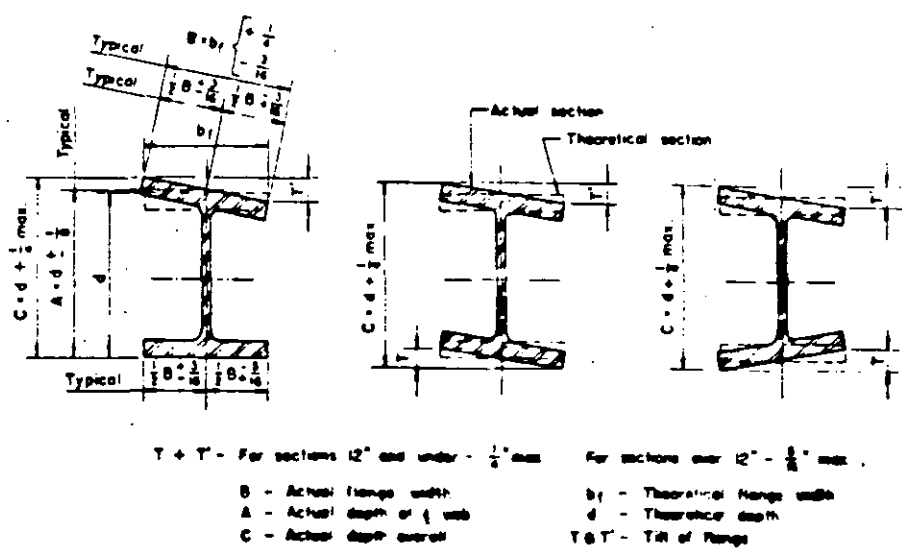


Fig. 1. Mill tolerances on cross section dimensions

SECTION 6 FABRICATION AND DELIVERY

6.4 Dimensional Tolerances

Fabrication tolerances are stipulated in several specification documents, each applicable to a special area of construction. Basic fabrication tolerances are stipulated in Sects. 6.4 and 10 of the Code and Sect. 1.23.8.1 of the AISC Specification. Other specifications and codes frequently incorporated by reference in the contract documents are the AWS *Structural Welding Code* and AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges*.

6.5 Shop Painting

6.5.2, 6.5.3 The selection of a paint system is a design decision involving many factors, including owner's preference, service life of the structure, severity of environmental exposure, the cost of both initial application and future renewals, and the compatibility of the various components comprising the paint system, i.e., surface preparation, prime coat and subsequent coats.

Because inspection of shop painting needs to be concerned with workmanship at each stage of the operation, the fabricator provides notice of the schedule of operations and affords access to the work site to inspectors. Inspection must be coordinated with that schedule in such a way as to avoid delay of the scheduled operations.

Acceptance of the prepared surface must be made prior to application of the prime coat, because the degree of surface preparation cannot be readily verified after painting. Also, time delay between surface preparation and application of

PLANEACION DE UN TALLER PARA ESTRUCTURAS EN PLANTA Y OBRA

I. INTRODUCCION.

ANTES DE ENTRAR A UNA DEFINICION DE CRITERIOS QUE NORMEN LA PLANEACION DE UN TALLER DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS, ES MUY IMPORTANTE TENER UNA IDEA DE LA GRAN CANTIDAD DE TIPOS DE ESTRUCTURAS QUE EXISTEN YA QUE ESTA GRAN DIVERSIDAD INCIDE EN LOS PROCESOS DE FABRICACION, EN LOS ACABADOS, EN LA INSPECCION DE CALIDAD, EN EL TRANSPORTE Y EN EL MONTAJE.

CABE SEÑALAR QUE EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS, LA PARTICIPACION DE LOS PROPIETARIOS, DISEÑADORES Y CALCULISTAS, FABRICANTES, TRANSPORTISTAS, MONTADORES Y CONSTRUCTORES DEBE ESTAR PERFECTAMENTE COORDINADA Y PROGRAMADA PARA EVITAR AL MAXIMO ERRORES Y ATRASOS QUE CON FRECUENCIA SE PRESENTAN EN PROYECTOS ESTRUCTURALES, QUE TAL VEZ POR TRATARSE DE UN PRODUCTO AMPLIAMENTE CONOCIDO NO SE LE DA LA ATENCION DEBIDA.

AUN A RIESGO DE SER REPETITIVO CON OTROS TEMAS DENTRO DE ESTE MISMO CURSO, CONSIDERO DE UTILIDAD ILUSTRAR RAPIDAMENTE ALGUNOS DE LOS DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS, QUE INDEPENDIENTES O COMBINADOS CONFIGURAN UNA CLASIFICACION GENERAL DESDE UN PUNTO DE VISTA DE FABRICACION.

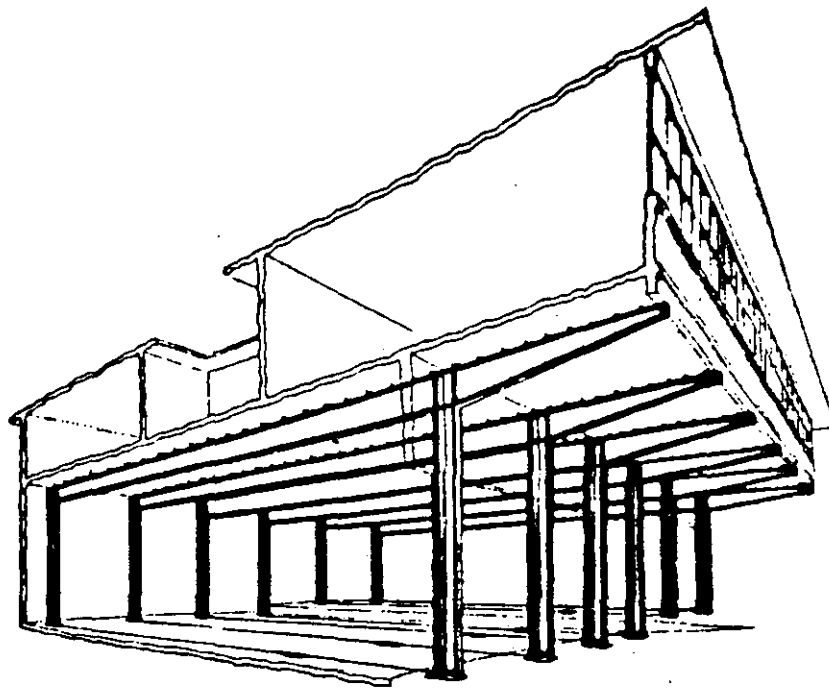
ASI, SE PUEDEN CLASIFICAR COMO

- LIGERAS O PESADAS (POR UNIDAD DE LONGITUD O DE AREA)
- POR SU FUNCION O SERVICIO: EDIFICIOS, PUENTES, NAVES, ALMACENES, TIENDAS, PLATAFORMAS MARINAS, ORNATO, ETC.

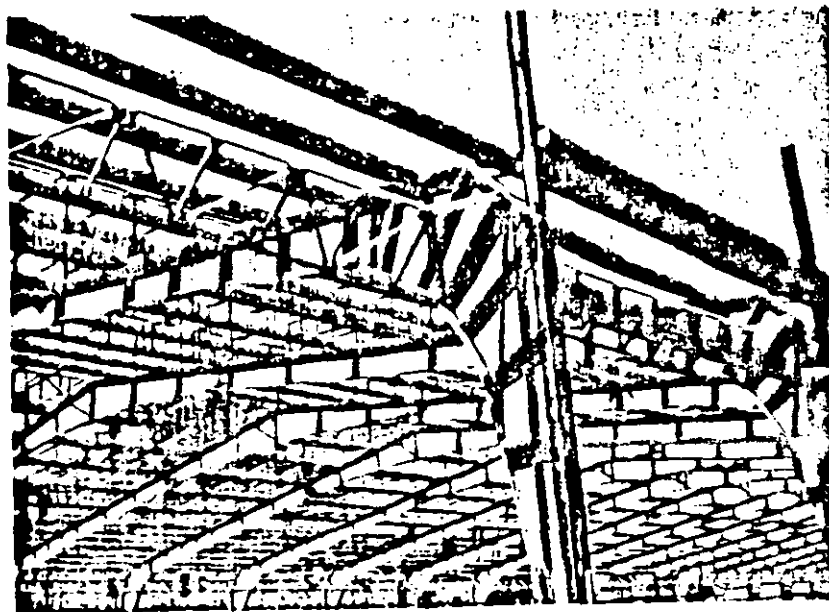
- POR SU UBICACION; INTEMPERIE CON SOL, AIRE, EN MAR, EN AGUA DULCE, EN CLIMAS CALIENTES O FRIOS.
- POR LOS ELEMENTOS QUE LAS INTEGRAN: PERFILES LAMINADOS, TUBULARES, PERFILES FORMADOS DE PLACA, COMBINACIONES DE PERFILES Y PLACA ETC.
- REMACHADAS, ATORNILLADAS , SOLDADAS O COMBINADAS

ESTA CLASIFICACION, INSISTO, SE HA HECHO EN FUNCION DE LA FABRICACION, YA QUE ADEMAS DE LA INCIDENCIA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION POR EL TIPO DE ESTRUCTURA LIGERA O PESADA (NO SE REQUIERE EL MISMO TIPO DE TALLER) TAMBIEN SE INCIDE EN LOS PROCESOS DE INSPECCION DE CONTROL DE CALIDAD QUE PREVIAMENTE SE REFLEJARON EN LOS PROCESOS Y CALIFICACIONES DE SOLDADURA (NO SE REQUIERE EL MISMO TIPO DE SOLDADURA PARA UNA ESTRUCTURA DE ORNATO O DE UN ALMACEN QUE LAS REQUERIDAS PARA UN PUENTE O PARA UNA PLATAFORMA MARINA). POR SU PARTE, LA UBICACION, DESDE LUEGO INCIDE EN EL TIPO DE ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS QUE DEBE LLEVAR LA ESTRUCTURA QUE SERAN DIFERENTES DE UN AMBIENTE TROPICAL MARINO A UN AMBIENTE SECO Y DESERTICO.

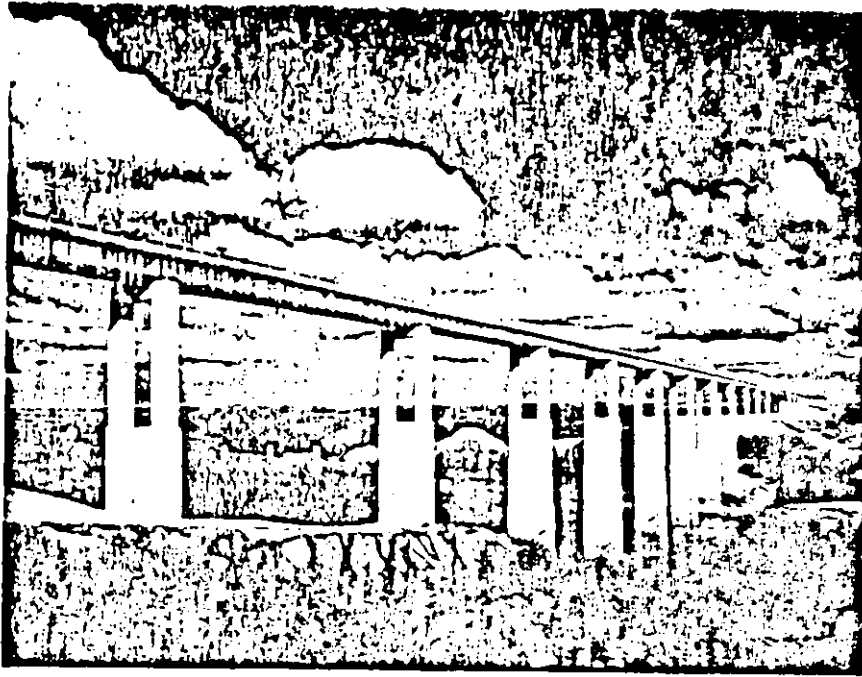
PARA TENER UNA IDEA COMPLETA DE LOS DIVERSOS TIPOS Y USOS DE ESTRUCTURAS, LAS FIGURAS SIGUIENTES NOS ILUSTRAN MEJOR (ACETATOS GRUPO 1).



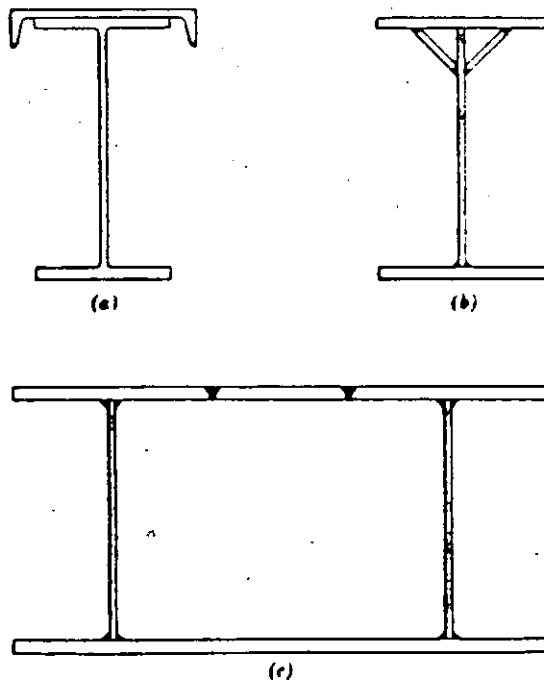
MARCO RIGIDO.



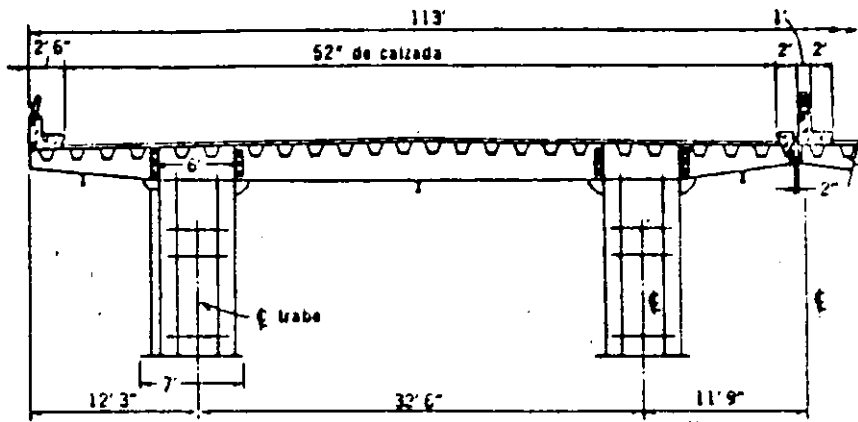
MARCO RIGIDO Y ARMADURAS.



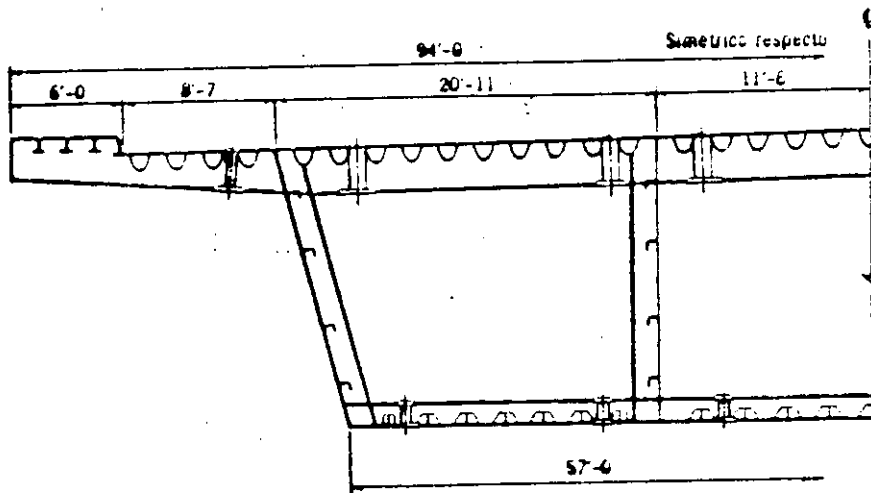
PUENTE DE TRABES DE ALMA LLENA.



SECCIONES DE TRABES ALMA LLENA.

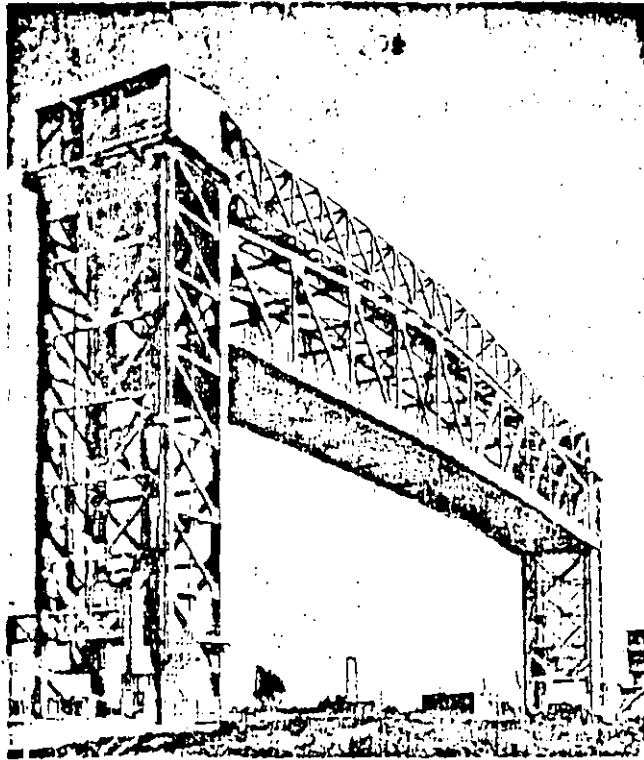


Sección transversal

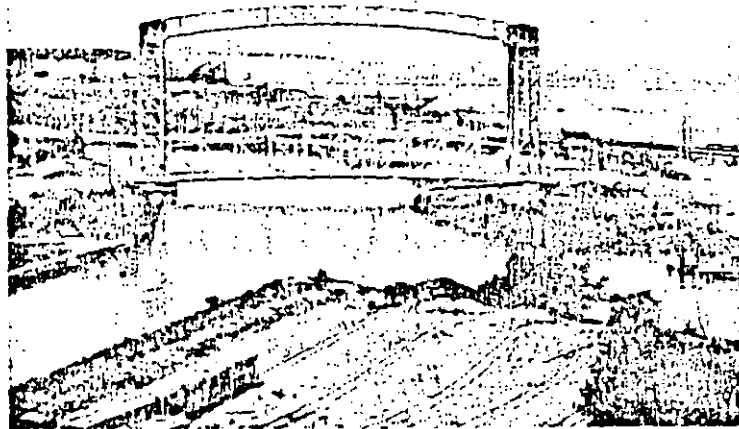


Sección transversal

PUENTE ORTOTROPICO.

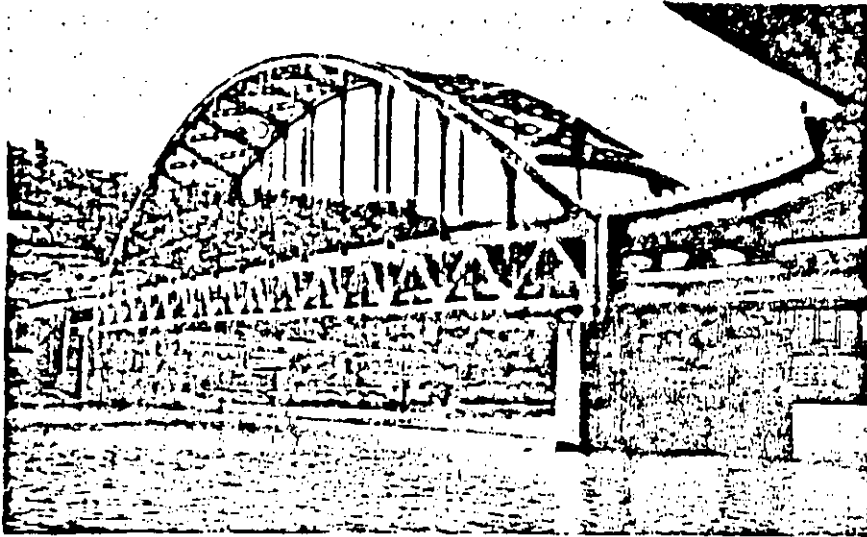


(a)

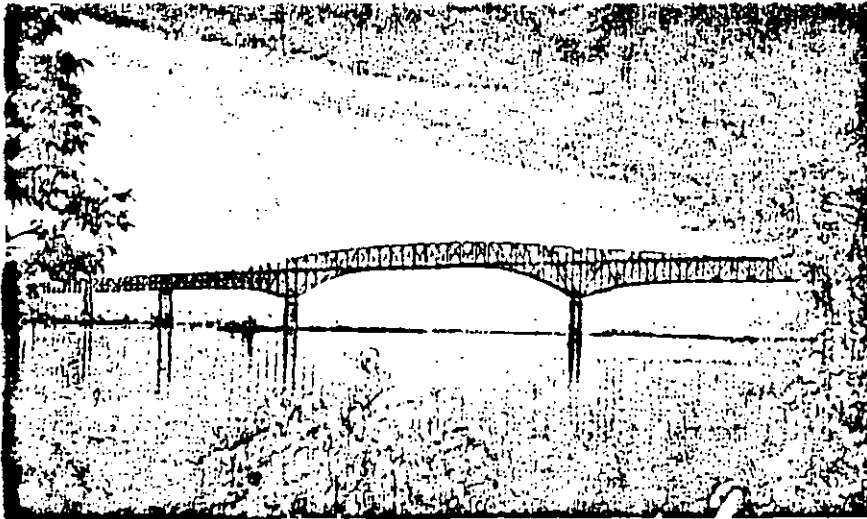


(b)

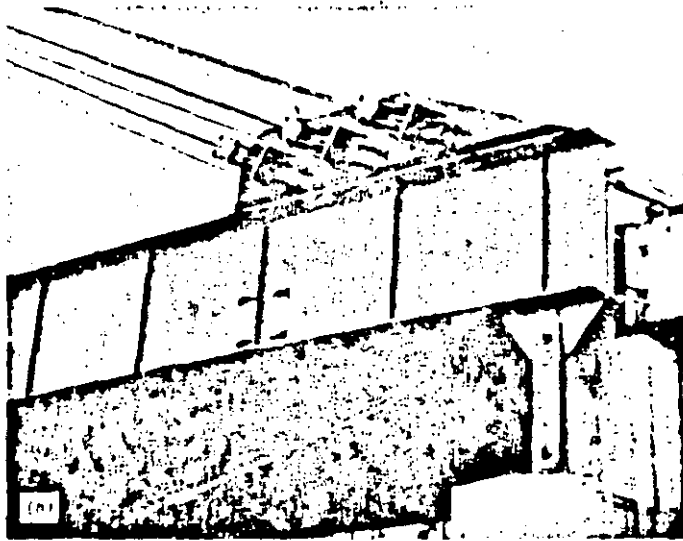
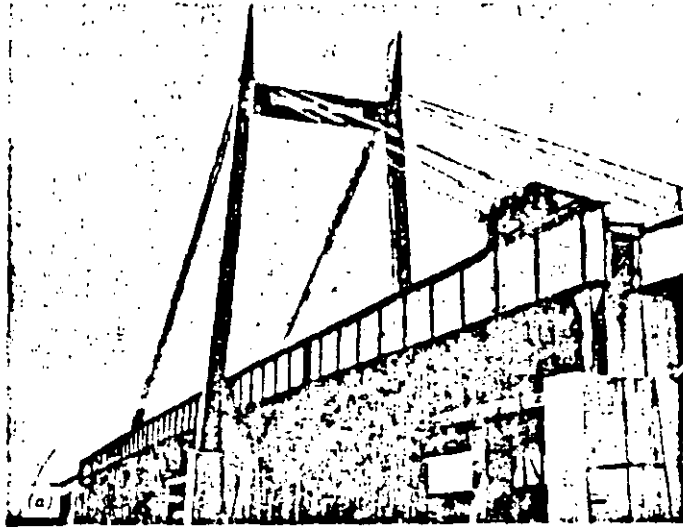
PUENTE DE ARMADURA.



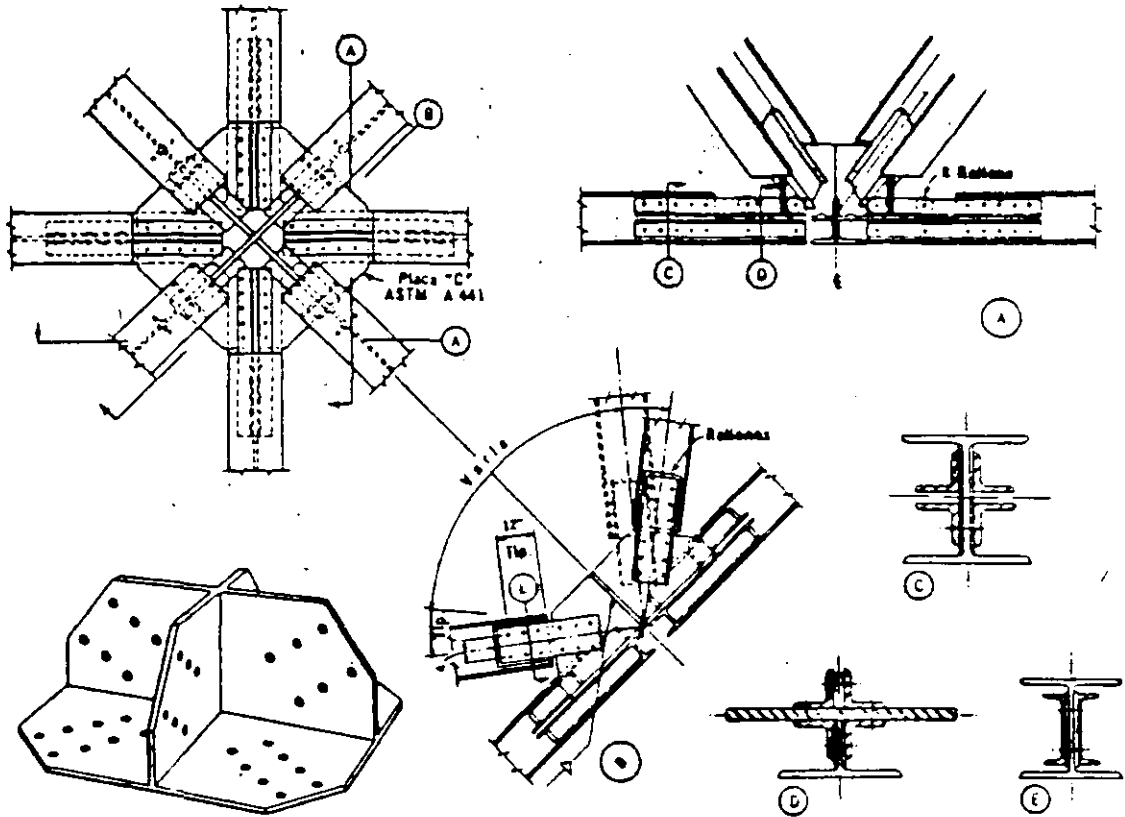
PUENTE DE ARMADURA ATIRANTADA.



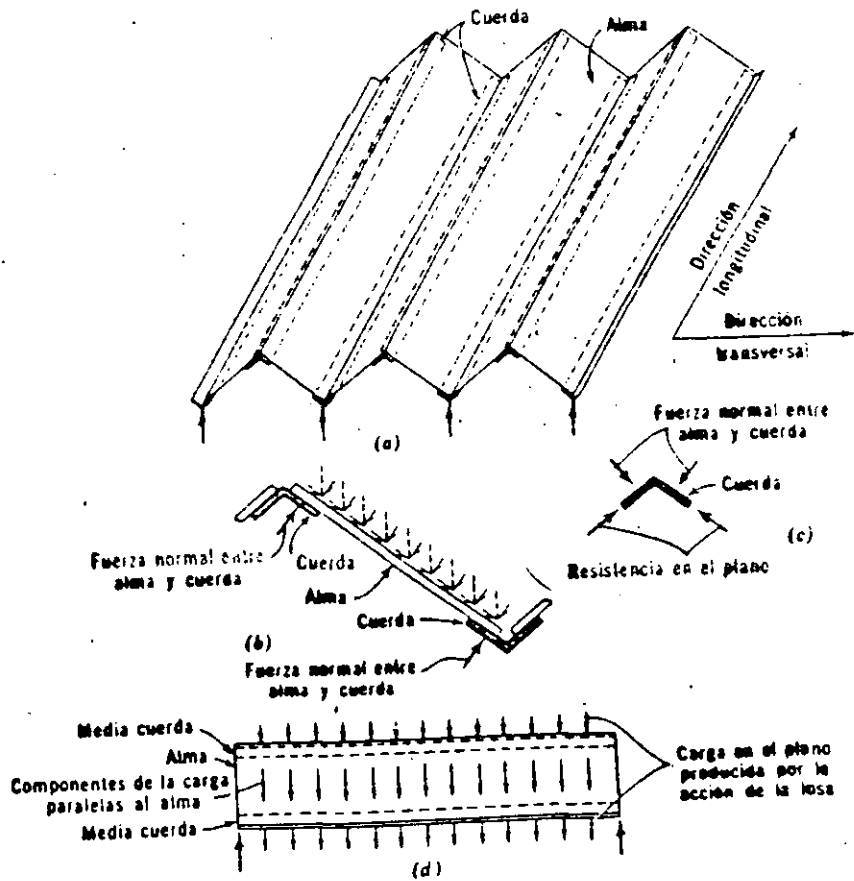
PUENTE DE ARMADURA.



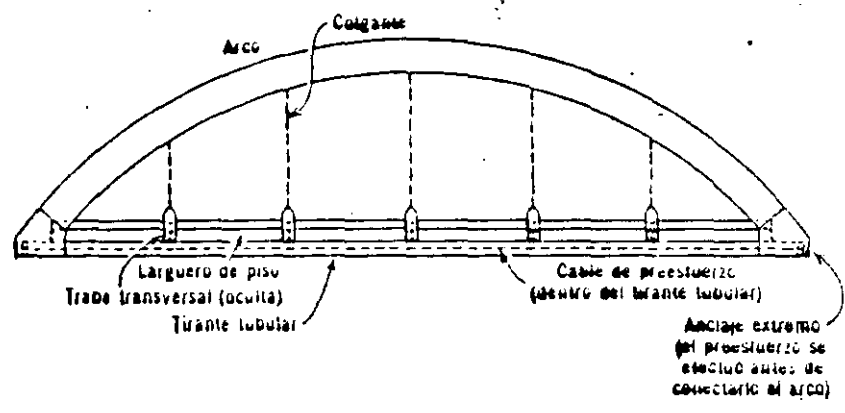
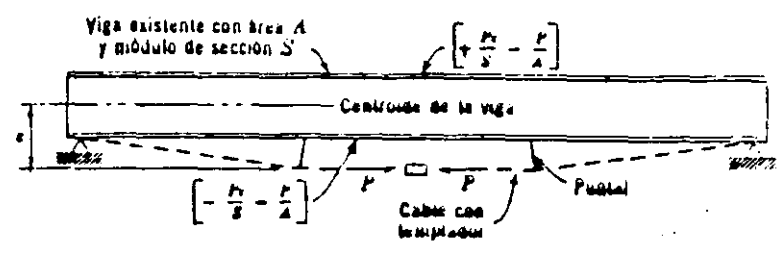
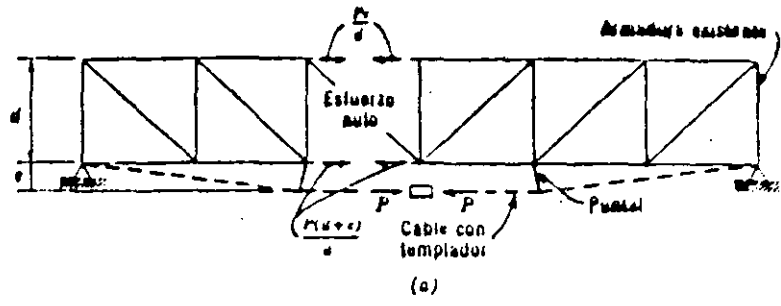
PUENTE COLGANTE CON CABLES.



ESTRUCTURAS ESPECIALES.



ESTRUCTURAS DE CASCARON.



ESTRUCTURAS DE ACERO PREENFORZADO.

II. CRITERIOS GENERALES PARA LA PLANEACION DE UN TALLER.

DADA LA GRAN VARIEDAD DE TIPOS DE ESTRUCTURAS QUE SE NOS PRESENTAN, LO CUAL IMPLICA DIFERENTES CONFIGURACIONES Y EQUIPAMIENTO DE TALLERES, Y PUESTO QUE EN CUALQUIER TALLER UN FACTOR IMPORTANTE ES LA COSTEABILIDAD, ES DECIR EL RENDIMIENTO A LA INVERSION; DEJAREMOS A UN LADO POR EL MOMENTO, LOS CONCEPTOS DE COSTEABILIDAD Y DE MERCADO POTENCIAL PARA TRATAR DE CONFIGURAR UN TALLER QUE EN PRINCIPIO ESTE CAPACITADO PARA FABRICAR TODO TIPO DE ESTRUCTURAS, LA COSTEABILIDAD Y EL MERCADO, COMO USTEDES PODRAN IMAGINARSE, NOS IRAN DELINEANDO, POSTERIORMENTE, LA CONFIGURACION DE TALLERES ADECUADOS PARA FABRICAR CIERTOS TIPOS DE ESTRUCTURAS INCLUYENDO AQUELLOS QUE TEMPORALMENTE PUDIERAN INSTALARSE EN UNA OBRA DETERMINADA.

PARA DEFINIR LAS ACTIVIDADES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN TALLER FABRICANTE DE ESTRUCTURAS, VEAMOS PRIMERO CUALES SON TODOS LOS PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE.

1. DETERMINACION DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

GENERALMENTE LAS ESTABLECEN LOS PROPIETARIOS SOLOS O CON AYUDA DE UNA FIRMA DE INGENIERIA, Y DEBEN CONSIDERAR NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE DICTAN LOS CRITERIOS MINIMOS ACEPTABLES DE PROYECTO. POR EJEMPLO, PARA TODO TIPO DE ESTRUCTURAS LAS NORMAS MAS COMUNMENTE ACEPTADAS SON LAS DEL AISC (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION); PARA PUENTES CARRETERAS Y/O DE FERROCARRILES, LAS NORMAS AASHO (AMERICAN ASOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS) y LAS AREA (AMERICAN RAILWAY ENGINEERING ASSOCIATION). EN EL DISTRITO FEDERAL, EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F.

2. CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

LO REALIZA UNA FIRMA DE INGENIERIA EN BASE A LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO QUE INCLUYEN, COMO REFERENCIA, ALGUNA DE LAS NORMAS YA MENCIONADAS.

EN ESTA FASE, ADEMÁS DE LAS MEMORIAS DE CALCULO SE ELABORAN PLANOS GENERALES, ESPECIFICACIONES DE MATERIALES, REQUERIMIENTOS DE CALIDAD Y OTRAS INSTRUCCIONES COMO LIMPIEZA FINAL Y ACABADOS; PUEDE ESTABLECER TAMBIÉN SECUENCIAS DE MONTAJE QUE MARCARÁN EL PROGRAMA DE FABRICACION.

LOS ESTANDARES UTILIZADOS SON EL **ASTM** (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) Y EN ALGUNOS CASOS LA **ASA** (AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION)

3. INGENIERIA DEL PRODUCTO E INGENIERIA DE TALLER.

SE ELABORA POR UN DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL FABRICANTE, E INCLUYE CON MAYOR PRECISION EL TRASLADAR LOS CONCEPTOS ORIGINALES DE LA ESTRUCTURA MOSTRADOS EN LOS DIBUJOS ARQUITECTONICOS Y EN LOS DIBUJOS DE DISEÑO, A LOS DIBUJOS DE DETALLE; ASÍ COMO LA ACLARACION DE NORMAS, ESTANDARES DE FABRICACION, ACABADOS Y MONTAJE. MAS ESPECIFICAMENTE REALIZA LO SIGUIENTE:

- PREPARA LISTAS DE MATERIALES
- PLANOS DE MONTAJE
- NUMERACION DE DIBUJOS Y SISTEMAS DE MARCAJE NECESARIO PARA TRANSPORTE Y MONTAJE
- HACE DIBUJOS DE DETALLE ESPECIFICANDO SOLDADURAS DE ACUERDO AL AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY) Y

OTROS TRABAJOS COMO BARRENADOS Y BISELADOS DE ACUERDO AL AISC.

- ABUNDA EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO MARCANDO EN LOS DIBUJOS LAS NOTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACION, HACIENDO ENFASIS EN LOS PROCESOS ESPECIALES QUE SE REQUIERAN, COMO TRATAMIENTOS TERMICOS, INSPECCIONES DE CONTROL DE CALIDAD (RADIOGRAFIADO, LIQUIDOS PENETRANTES, ULTRASONIDO, PARTICULAS MAGNETICAS), PRESENTACIONES EN TALLER, MARCAJE DE PIEZAS, LIMPIEZA Y PINTURA.
- ATIENDE Y ACLARA DUDAS CON EL CLIENTE Y CON EL PERSONAL DEL TALLER
- TRAMITA APROBACION DE DIBUJOS
- CALCULA PESOS PARA ESTIMACIONES DE PRECIOS.

4. FABRICACION.

LA REALIZA EL TALLER EN BASE A LA INFORMACION ELABORADA POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA E INCLUYE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES

- ADQUISICION DE MATERIALES
- RECEPCION Y ACEPTACION DE MATERIALES
- HABILITADO QUE CONSISTE EN TRAZAR, CORTAR, ENDEREZAR, DOBLAR Y EN GENERAL PREPARAR LOS MATERIALES.
- ARMADO PARA FORMAR LOS ELEMENTOS COMPUESTOS DE LA ESTRUCTURA.

- MAQUINADO, BARRENADO Y PUNZONADO SI SE REQUIERE
- INSPECCION POR CONTROL DE CALIDAD Y MARCAJE DE PIEZAS.
- LIMPIEZA Y PINTURA SEGUN ESPECIFICACIONES
- EMBARQUE DE PIEZAS EN DIMENSIONES Y PESOS PREVIAMENTE ESTABLECIDOS.

5. TRANSPORTE.

LO LLEVA A CABO UNA EMPRESA ESPECIALIZADA QUIEN SE HA PUESTO DE ACUERDO PREVIAMENTE, CON LA FIRMA DE INGENIERIA, EL FABRICANTE Y EL CONSTRUCTOR O MONTADOR, EN LA RUTA A SEGUIR CONSIDERANDO DIMENSIONES Y PESOS DE LAS PIEZAS ASI COMO LA SECUENCIA DE MONTAJE.

6. MONTAJE Y RECEPCION POR EL CLIENTE.

ES FRECUENTE QUE EL MISMO FABRICANTE SEA TAMBIEN EL MONTADOR DE LA ESTRUCTURA, SIN EMBARGO, PARA EFECTOS DE ESTA PRESENTACION SE CONSIDERARA POR SEPARADO, YA QUE ADEMAS EL TEMA DEL MONTAJE LO VERAN USTEDES MAS ESPECIFICAMENTE EN OTRA SESION. LA RECEPCION ENTONCES LA CONSIDERAREMOS COMO PARTE DEL TRANSPORTE O BIEN COMO RESPONSABILIDAD DEL MONTADOR.

DE LOS SEIS GRANDES PASOS MENCIONADOS, LE CORRESPONDEN AL FABRICANTE EL TRES Y EL CUATRO, SIN QUE ESTO SIGNIFIQUE QUE SE SUSTRAGA DE LOS OTROS PASOS, ES MAS BIEN PARA TRATAR DE CIRCUNSCRIBIR LAS ACTIVIDADES BASICAS DE UN TALLER

DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS.

CON LO HASTA AQUI PRESENTADO, CONSIDERO POSIBLE DEFINIR CUALES DEBEN SER LOS CRITERIOS GENERALES QUE SE DEBEN CON
SIDERAR PARA LA PLANEACION DE UN TALLER FIJO O EN OBRA, ESTOS BIEN PUEDEN SER LOS SIGUIENTES:

- TIPO DE ESTRUCTURA A FABRICAR. PARA NUESTRO CASO SE HA DECIDIDO QUE DEBEMOS PENSAR EN TODAS
- DETERMINACION DE LAS PIEZAS MAS GRANDES Y PESADAS PARA SELECCIONAR DIMENSIONES DE NAVES Y MEDIOS DE MANIOBRA DENTRO DEL TALLER.
- ESPECIFICACION DE LOS PROCESOS DE FABRICACION MAS DELI
CADOS PARA SELECCION DEL EQUIPO Y MAQUINARIA DE PRODUC
CION
- DETERMINACION DE LOS DEPARTAMENTOS QUE DEBE INTEGRAR UN TALLER CON UN PERFIL DE SUS CARACTERISTICAS
- AREAS NECESARIAS EN EL TALLER Y TIPO DE NAVES.
- PERFIL DEL PERSONAL NECESARIO
- EN FUNCION DEL VOLUMEN DE PRODUCCION ESPERADO, DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL TALLER

AUN CUANDO ALGUNOS CONCEPTOS SON DIFICILES DE PRECISAR, SI PODEMOS CONCRETAR QUE UN TALLER DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS DEBE CONTAR CON LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES O DEPARTAMENTOS

VENTAS
INGENIERIA

RELACIONES INDUSTRIALES

COMPRAS

CONTABILIDAD

PRODUCCION

RECEPCION

HABILITADO

ARMADO

SOLDADO

ACABADOS

EMBARQUE

CONTROL DE CALIDAD

MANTENIMIENTO

CONTROL DE PRODUCCION

SE REQUIERE ADEMAS UN LIDER QUE COORDINE TODAS LAS ACTIVIDADES, ES DECIR UNA GERENCIA. DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE LA ORGANIZACION, ALGUNAS ACTIVIDADES PUEDEN JUNTARSE EN UN SOLO DEPARTAMENTO PARA QUE SEA UNA SOLA PERSONA LA QUE CONTROLE VARIOS DEPARTAMENTOS, POR EJEMPLO LA GERENCIA Y VENTAS, PRODUCCION Y COMPRAS, MANTENIMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCION, INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD.

EN CUANTO AL PERSONAL, Y DE ACUERDO CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DESCRITAS, EL TALLER DEBERA CONTAR COMO MINIMO CON EL SIGUIENTE PERSONAL:

GERENCIA

UN TECNICO O INGENIERO ADMINISTRADOR

UNA SECRETARIA

VENTAS

DOS AGENTES TECNICOS

INGENIERIA

UN INGENIERO MECANICO

UN TECNICO DISEÑADOR

TRES DIBUJANTES

RELACIONES INDUSTRIALES	<u>UN</u> TECNICO EN REL. IND. <u>DOS</u> ASISTENTES UNA SECRETARIA
CONTABILIDAD	<u>UN</u> CONTADOR PUBLICO <u>DOS</u> AUXILIARES DE CONTABILIDAD <u>UNA</u> SECRETARIA <u>UN</u> MENSAJERO
COMPRAS	<u>DOS</u> AGENTES COMPRADORES
PRODUCCION	<u>UN</u> INGENIERO MECANICO <u>TRES</u> SUPERVISORES DE PRODUCCION <u>CUATRO</u> OPERADORES DE MAQUINAS <u>OCHO</u> ARMADORES <u>DIEZ Y SEIS</u> SOLDADORES B Y C. <u>VEINTICUATRO</u> OBREROS Y AYUDANTES <u>CUATRO</u> OPERADORES DE SIST. DE LIMPIEZA <u>CUATRO</u> PINTORES <u>TRES</u> MANIOBRISTAS
CONTROL DE CALIDAD	<u>DOS</u> AGENTES TECNICOS
MANTENIMIENTO	<u>UN</u> INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA <u>DOS</u> SUPERVISORES
CONTROL DE PRODUCCION	<u>DOS</u> AGENTES TECNICOS

LO ANTERIOR NOS DA UN TOTAL DE 94 PERSONAS, DE LAS CUALES 67 SON PRODUCTIVAS Y 27 DE ADMINISTRACION Y SERVICIOS. COMO CONFIGURACION PRELIMINAR LA RELACION DE UN ADMINISTRADOR POR MAS DE DOS PRODUCTIVOS NO ES MUY CONVENIENTE YA QUE EN UN TALLER DE ESTRUCTURAS LA RELACION DEBE SER CERCANA O SU PERIOR A TRES POR UNO.

EN ESTE MOMENTO NOS DAMOS CUENTA DE LO IMPORTANTE QUE RE
SULTA EL DEFINIR UN VOLUMEN DE PRODUCCION Y EL TIPO DE -
ESTRUCTURA A FABRICAR, PORQUE DEFINIENDO ESTOS CONCEPTOS
SE PUEDE REDUCIR PERSONAL EN CONTROL DE CALIDAD, INGENIER
IA Y DESDE LUEGO EN PRODUCCION.

POR EL MOMENTO LO DEJAREMOS ASI, PARA CONTINUAR CON LOS
SIGUIENTES TEMAS QUE NOS PERMITIRAN EVALUAR CON MAYOR CO
NOCIMIENTO LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCION.

III. PLANOS DE TALLER Y TECNICAS DE TRAZO Y DIBUJO.

COMO YA SE HA BOSQUEJADO, CORRESPONDE AL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EL INTERPRETAR LAS ESPECIFICACIONES BASICAS DEL DISEÑO Y LOS DIBUJOS GENERALES ARQUITECTONICOS PARA TRADUCIRLAS EN PLANOS DE TALLER EN DONDE SE INDIQUEN CLARAMENTE TODAS LAS MEDIDAS E INSTRUCCIONES PARA QUE EL TALLER PUEDA FABRICAR SIN ERRORES DE INTERPRETACION.

LA ELABORACION DE LOS PLANOS DE TALLER O DIBUJOS DE DETALLE REQUIERE DEL CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES QUE NORMAN LA FABRICACION, DE LOS MATERIALES USADOS Y DE LAS TECNICAS DE CORTE, SOLDADURA, Y MONTAJE; ESTOS DIBUJOS DEBEN INDICAR AL TALLER A TRAVES DE UN LENGUAJE TECNICO, TODA LA INFORMACION NECESARIA PARA LA FABRICACION Y EL MONTAJE.

LA ELABORACION DE ESTOS PLANOS, IMPLICA TAMBIEN EL CONOCIMIENTO Y DOMINIO DE LAS TECNICAS DE TRAZO Y DIBUJO INDUSTRIAL, QUE EN TERMINOS GENERALES REQUIEREN DE LOS CONOCIMIENTOS ELEMENTALES DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRIA COMPLEMENTADOS CON LA SIMBOLOGIA UTILIZADA PARA TORNILLERIA, SOLDADURA, BARRENADO Y MAQUINADOS.

TODA ESTA TECNICA DE DIBUJO SE ENCUENTRA NORMALIZADA CON LA FINALIDAD DE USAR UN LENGUAJE GRAFICO COMUN Y EVITAR OMISIONES. EL MANUAL DE DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA DE JENSEN ES UNA MUY BUENA GUIA Y EN EL CASO DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS EL AISC TAMBIEN INCLUYE NORMAS PARA EL DIBUJO, LLEGANDO A DEFINIR TAMAÑOS DE PLANOS.

CODIGO IMPORTANTE ES EL STRUCTURAL WELDING CODE-STEEL D1.1 DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) YA QUE A PARTIR DE ESTE CODIGO SE ESTABLECEN TODAS LAS INDICACIONES

DE SOLDADURA DESDE LA SIMBOLOGIA, LOS PROCESOS CALIFICADOS DE SOLDADURA COMO ARCO SUMERGIDO, MIG, TIG, TIPOS DE SOLDADURA A TOPE, DE FILETE ETC. HASTA LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIFICACION DE SOLDADORES Y LOS METODOS DE INSPECCION. ESTE CODIGO, REPITO, ES VITAL, YA QUE NORMA MUCHAS DE LAS ACTIVIDADES DURANTE LA FABRICACION.

SE REQUIERE TAMBIEN, EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DE LOS ESTANDARES ASTM QUE COMO TODOS SABEMOS, DESIGNAN LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES A SER USADOS. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DETERMINARAN TAMBIEN LOS PROCESOS DE SOLDADURA QUE DEBAN APLICARSE PARA EVITAR FRACTURAS O BAJAS PENETRACIONES DE LA SOLDADURA.

COMO REFERENCIA, ALGUNOS DE LOS MATERIALES MAS UTILIZADOS SON LOS SIGUIENTES:

ASTM A-36 ACERO VERSATIL, DE BUENA RESISTENCIA, LOS **ASTM A-441** Y **A-572** DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION, O BIEN LOS **ASTM A-242** Y **A-588** DE ALTA RESISTENCIA, BAJA ALEACION Y RESISTENTES A LA CORROSION. EN EL CASO DE LA TORNILLERIA, LA MAS USADA ES LA DE ALTA RESISTENCIA ESPECIFICACION **ASTM-A-325** Y **A-490**.

LOS DIBUJOS DE DETALLE DEBEN INCLUIR, ENTONCES, ESPECIFICACIONES PRECISAS DE MATERIALES, SOLDADURA, PROCESOS DE SOLDADURA, INDICACIONES DE MAQUINADO, BARRENADO, PRUEBAS, INSPECCIONES DE CONTROL DE CALIDAD Y EN OCASIONES PROCESOS DE MANUFACTURA ESPECIALES CON LOS CUALES DEBA TENERSE ESPECIAL CUIDADO.

LOS SIGUIENTES DIBUJOS NOS ILUSTRAN MEJOR EL TIPO DE TRABAJO QUE SE DEBE INCLUIR EN LOS DIBUJOS DE DETALLE (2° GRUPO DE ACETATOS).

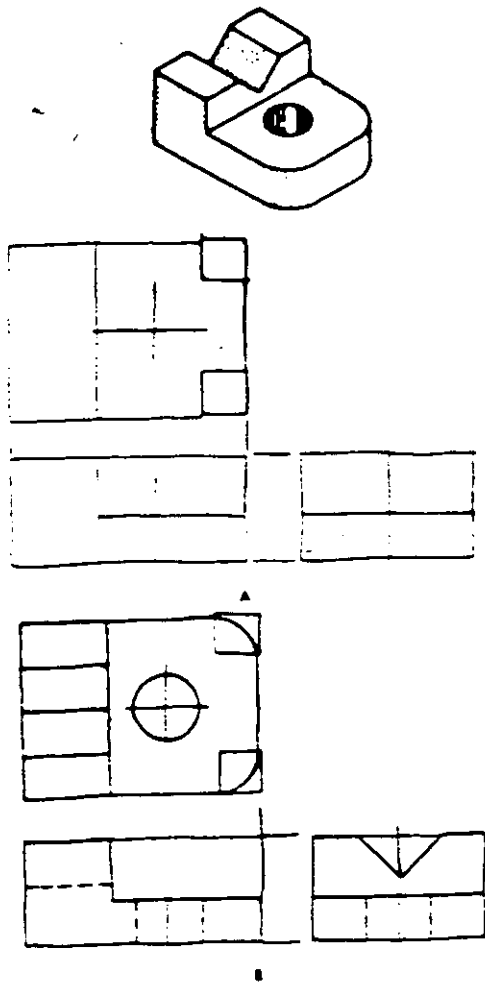
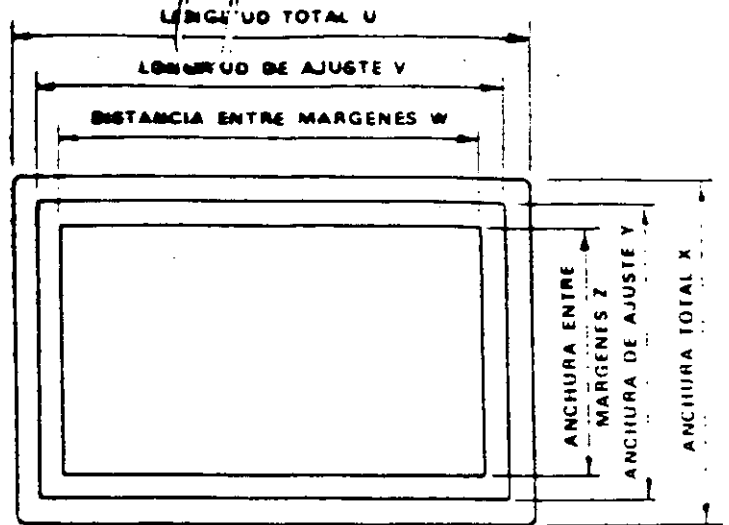


Fig. 2.31 Procedimiento corriente para bosquejar en tres vistas



TAMAÑO DEL DIBUJO	TAMAÑO TOTAL		TAMAÑO DE AJUSTE		BORDE INTERIOR	
	X	U	Y	Y'	Z	W
A	9	12	8½	11	8	10½
B	12	18	11	17	10½	16½
C	18	23	17	22	16¼	21¼
D	24	36	22	34	21	33
E	36	46	34	44	33	43

Fig. 2.32 Tamaño de dibujos normalizados (CSA-878.1-1964)

den hacer a partir de estos datos. En las aulas de dibujo las copias a menudo no se necesitan; de modo que los dibujos usualmente se hacen en papel blanco o amarillo ligero.

PAPELES BOND

Estos son materiales baratos, un poco traslúcidos, empleados en las escuelas y en los trabajos básicos de trazado a causa de su bajo costo. Tienen la adhesividad adecuada para dibujar a lápiz pero a menudo se dificiles de borrar y se disminuye su calidad por la acción del tiempo.

PAPEL VITELA

El papel vitela es más caro, tiene buena adhesividad y es fácil de borrar. Se puede utilizar con lápiz o con tinta.

TELA

La tela se utiliza cuando se requieren dibujos de índole más permanente. Es mejor para dibujos a tinta y tiene buenas cualidades para la reproducción.

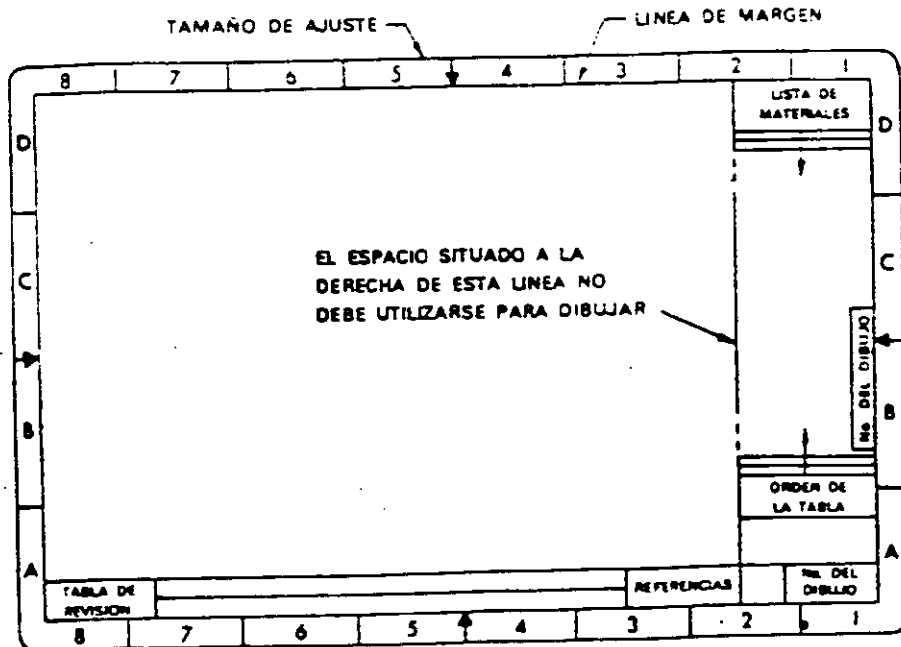
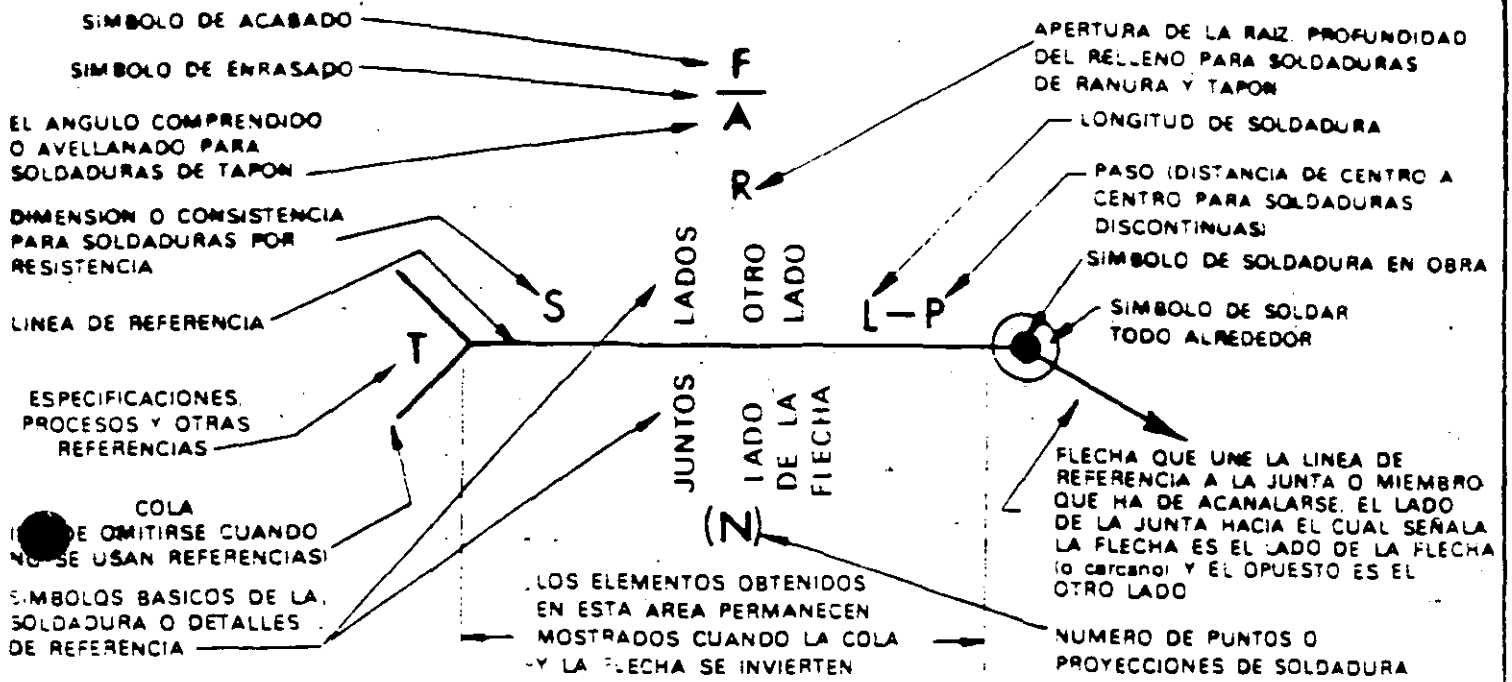


Fig. 2.33 Formato típico de una hoja de dibujo (CSA-878.1-1964)

SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS

CONTORNO		SOLDAR TODO ALREDEDOR	SOLDADURA EN OBRA
PAREJA	CONVEXA		

LOCALIZACION NORMAL DE LOS ELEMENTOS DE UN SIMBOLO DE SOLDADURA



SIMBOLOS BASICOS PARA SOLDADURA DE ARCO Y/O GAS

PLETE	TAPON O RANURA	PUNTO DE ARCO O CORDON DE ARCO	RANURA						ABOCARDADO EN V	BISEL AVOCARDADO	ESPALEAR	FUSION	ACABADO	REBORDE	
			CUADRADO	V	BISELADO	U	TERMINAL	ESQUINA							

NOTA: EL TAMAÑO DEL SIMBOLO DE SOLDADURA, LA LONGITUD Y ESPACIAMIENTO DEBEN LEERSE EN EL ORDEN MENCIONADO DE IZQUIERDA A DERECHA Y A LO LARGO DE LA LINEA DE REFERENCIA. NI LA ORIENTACION DE LA LINEA DE REFERENCIA NI SU LOCALIZACION ALTERAN ESTA REGLA.

LA LINEA PERPENDICULAR DE LOS SIMBOLOS DE SOLDADURA DEBE COLOCARSE A LA IZQUIERDA.

LAS SOLDADURAS DEL LADO DE LA FLECHA Y DEL OTRO LADO SON DEL MISMO TAMAÑO MIENTRAS NO SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.

LOS SIMBOLOS SE APLICARAN EN LOS PUNTOS DE CAMBIO ABRETTOS DE DIRECCION DE LA SOLDADURA A NO SER QUE ESTE ESTE PRECISADO POR EL SIMBOLO "SOLDAR TODO ALREDEDOR" O QUE HAYAN SIDO DIMENSIONADOS EN OTRA FORMA.

ESTOS SIMBOLOS NO DEFINEN IMPLICITAMENTE LAS SOLDADURAS CUANDO SE PRESENTAN MATERIALES DUPLICADOS (TALES COMO TERZOS, ETC.) EN EL LADO LEJANO DE LA PLATINA DE UNION O ALMA (LO CUAL SUCEDE FRECUENTEMENTE EN TRABAJOS DE TIPO ESTRUCTURAL). LA INDUSTRIA HA ADOPTADO ESTA CONVENCION DE TAL MANERA QUE CUANDO DE ACUERDO CON LA LISTA DE MATERIALES SE DESCUBRE LA IDENTIDAD DEL LADO LEJANO Y DEL LADO CERCAÑO, LAS SOLDADURAS MOSTRADAS PARA EL LADO CERCAÑO DEBERAN DUPLICARSE EN EL LADO LEJANO (FIGURA 12.18).

Fig. 12.12 Símbolos de soldadura

CAS MB.	MARCA	PICAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF.	PESO
			FUENTE "UNIVERSIDAD"			
			TRAMO 12-13 EJE A-A'			
			TRABES MCA			
			T-1 Y T-6 (C/U)			
			SECCION DE TRABE			
12			T-1A Y T-6A (LATERAL)			
12			T-1C Y T-6C (LATERAL)			
	1	4	FE 900 x 1" (FATIN SUPERIOR)	12000	SA-36	3600
	2	4	FE 800 x 3/4" (FATIN INFERIOR)	11140	SA-36	5320
	3	8	FE 870 x 5/8" (ALMA)	3700	SA-36	3200
	3A	8	FE 981 x 5/8" (ALMA)	2000	SA-36	1950
3	3B		FE 832 x 5/16" (ALMA)	931	SA-36	400
	3C	8	FE 1876 x 1/2" (ALMA)	2900	SA-36	4530
	3D	8	FE 1876 x 5/16" (ALMA)	5400	SA-36	5040
	4	4	FE 852 x 1" (FATIN INTERMEDIO)	3700	SA-36	2510
	5	56	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	400
	5A	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	602	SA-36	400
	5B	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	620	SA-36	400
	5C	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	637	SA-36	400
	6	4	FE 828 x 7/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	500
	7	24	FE 228 x 3/4" (ATIESADOR)	870	SA-36	700
	8	4	FE 812 x 5/8" (ATIESADOR)	981	SA-36	300
	9	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1561	SA-36	100
	9A	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1590	SA-36	120
	9B	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1619	SA-36	120
	9C	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1653	SA-36	120
	9D	8	FE 127 x 3/4" (ATIESADOR)	1372	SA-36	230
	9E	16	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1684	SA-36	250
	10	8	FE 194 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2001	SA-36	380
	10A	8	FE 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2902	SA-36	410
	10B	8	FE 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	400	SA-36	500
	11	8	FE 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2004	SA-36	670
	11A	8	FE 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2900	SA-36	300
	11B	8	FE 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	500	SA-36	160
	12	16	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	710	SA-36	100
	12A	8	FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	860	SA-36	600
			FE 127 x 3/8" (ATIESADOR)	330	SA-36	600

UNA VEZ TERMINADO EL POS-
TENBADO SOL-
DAR TE DE B (ALMA)

(3B)

860

840

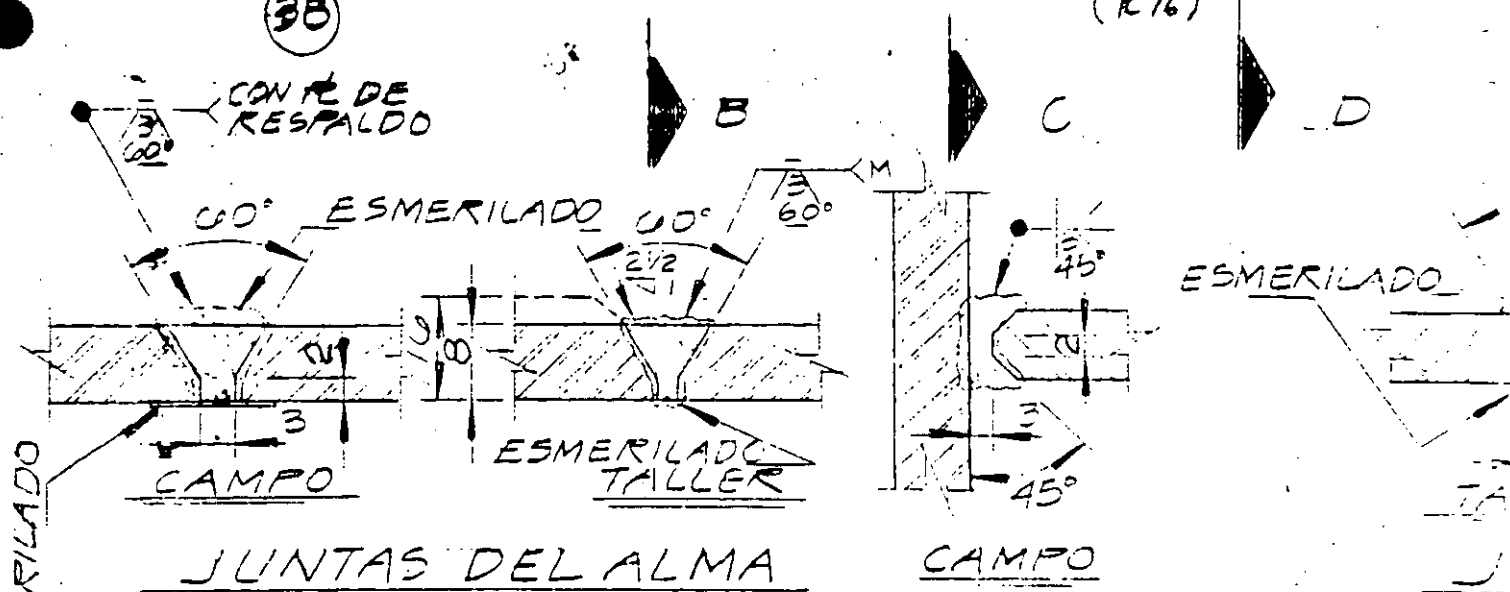
800

300

3700

(R16)

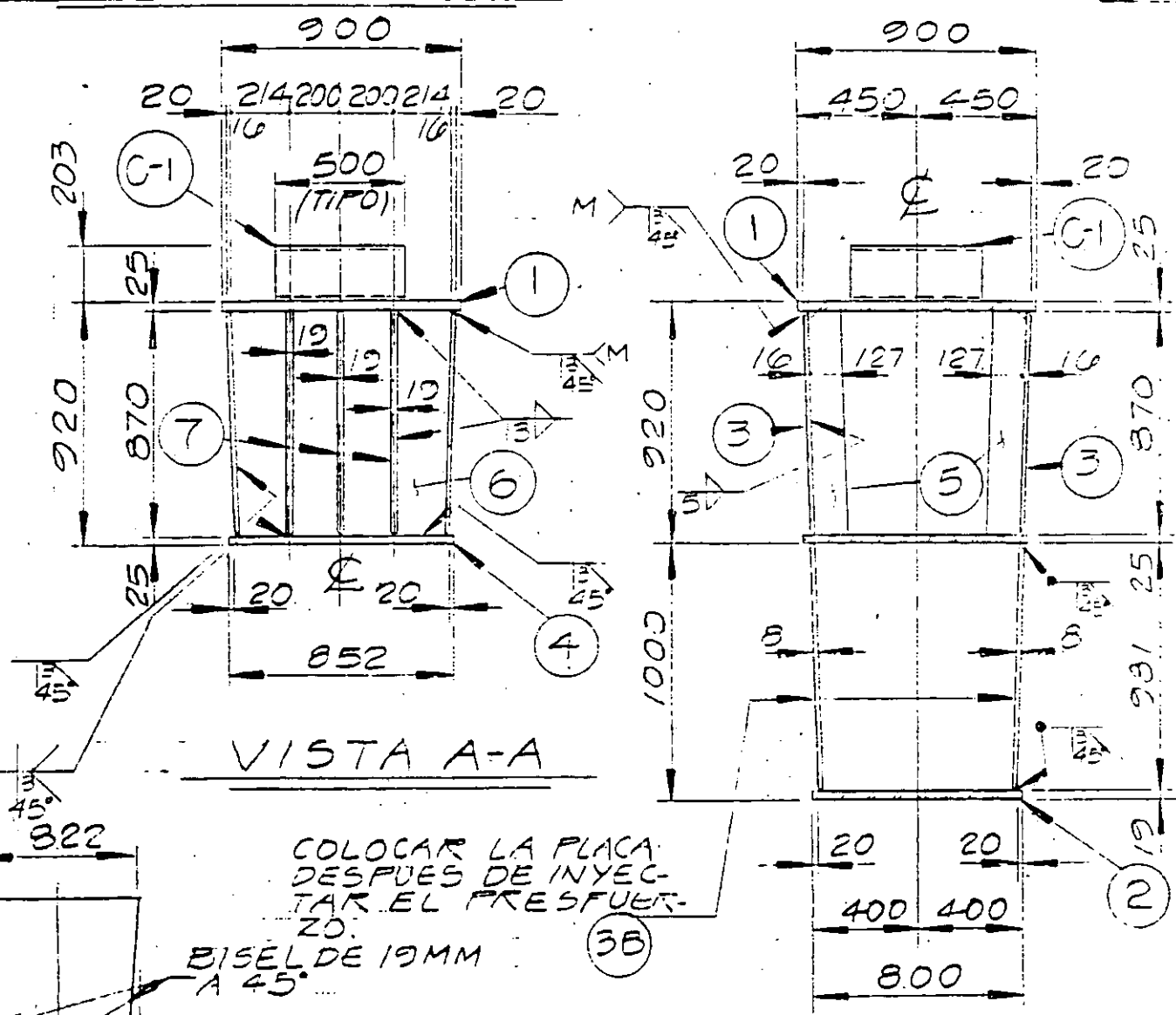
WAL-
FALL



JUNTAS DEL ALMA

CAMPO

ESMERILADO



VISTA A-A

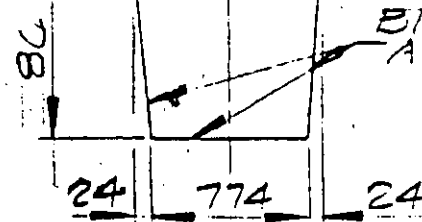
COLOCAR LA PLACA
DESPUES DE INYEC-
TAR EL PRESFUER-
ZO.

BISEL DE 19MM
A 45°

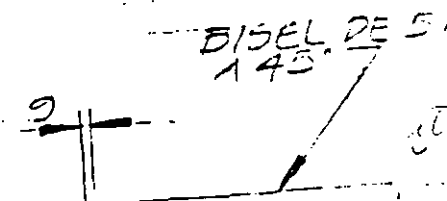
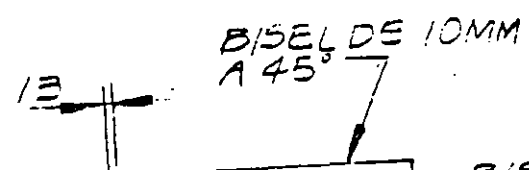
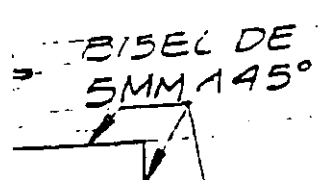
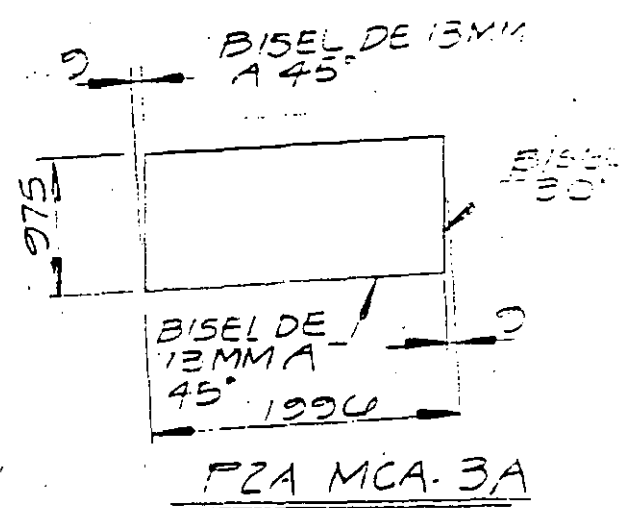
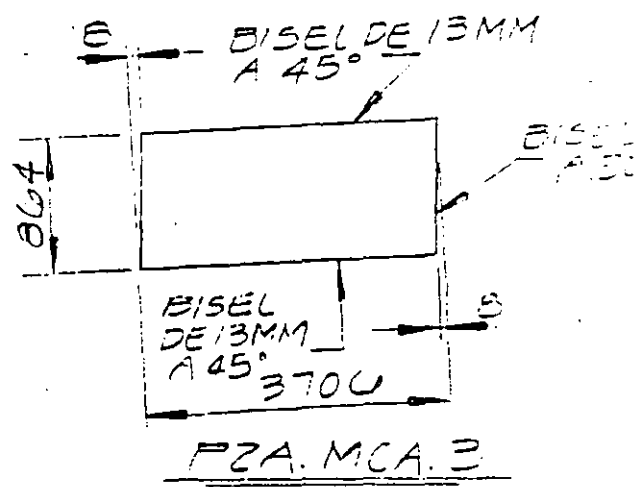
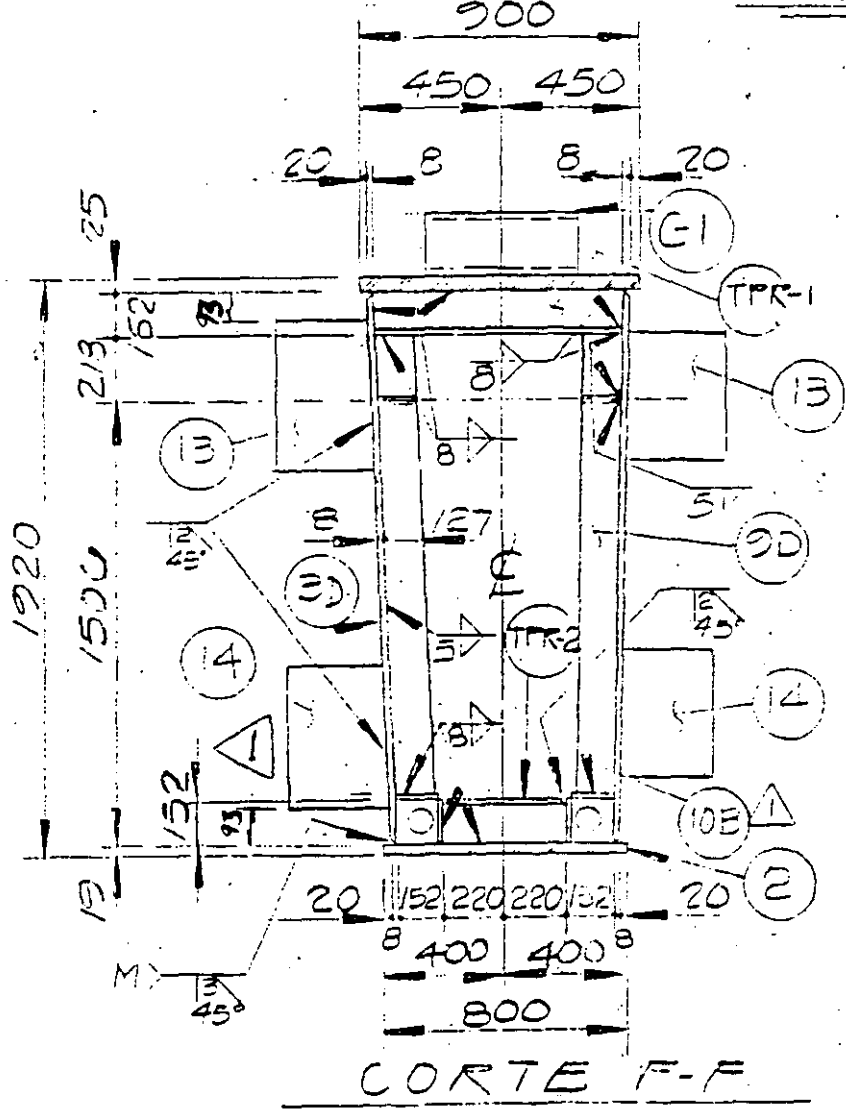
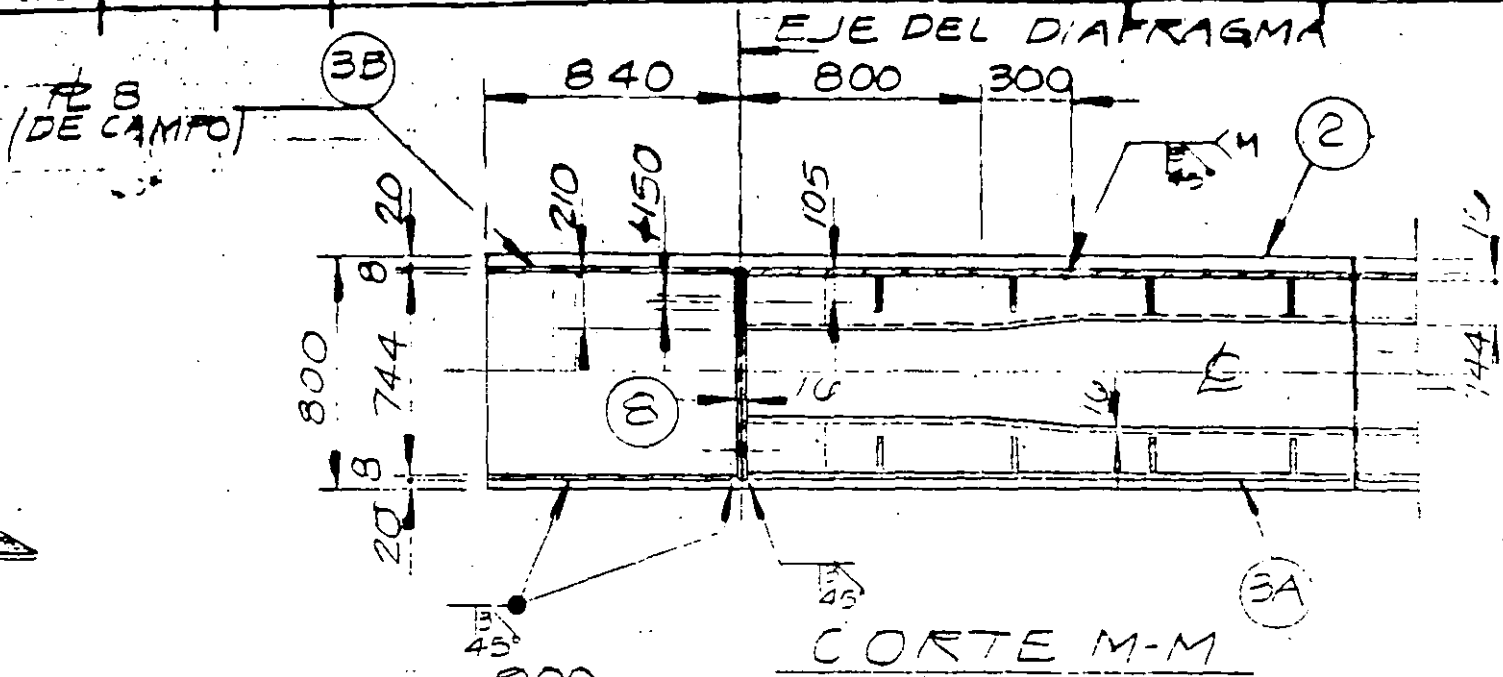
(3B)

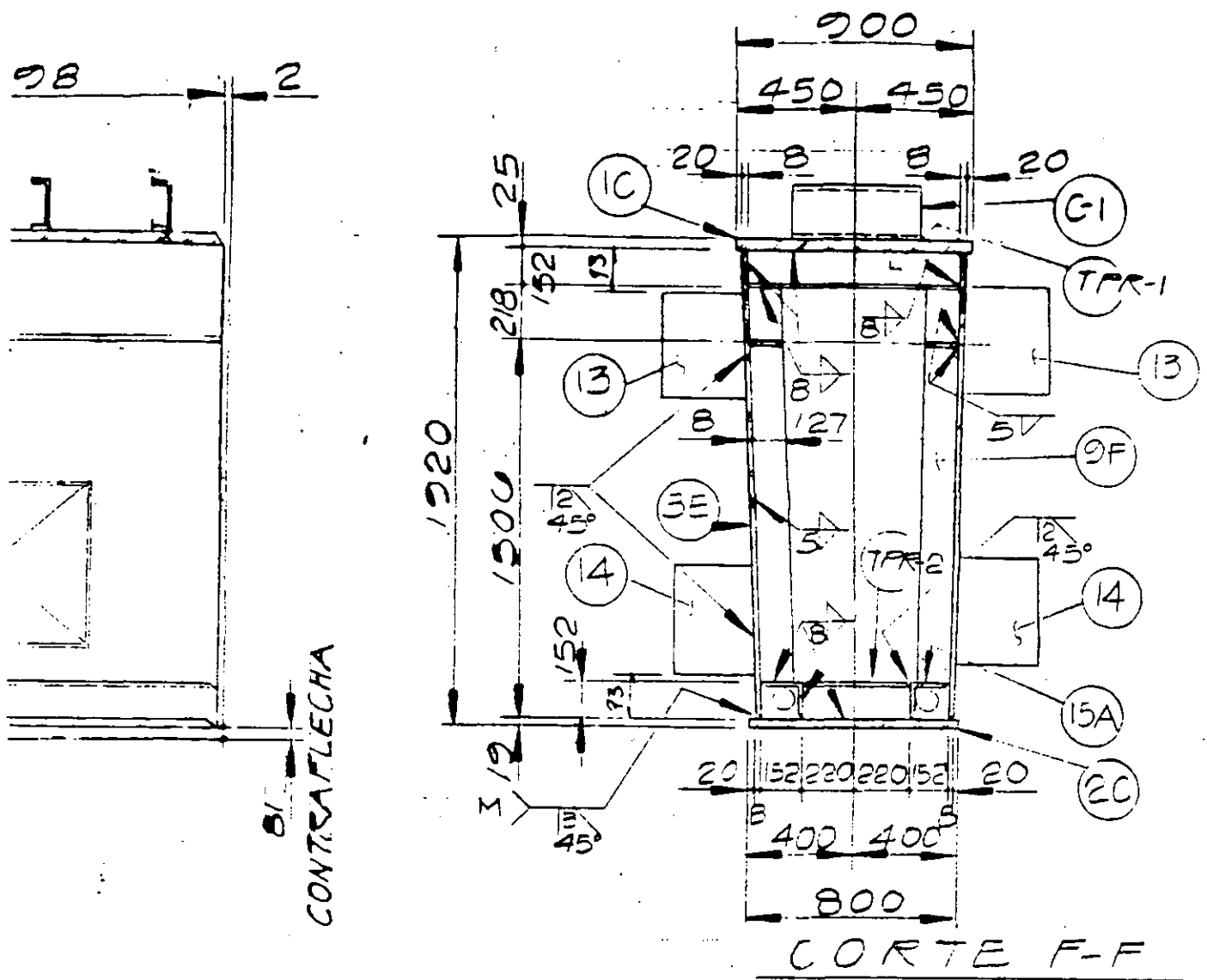
PZA.MCA.C

CORTE B-B



PIEZA EMB	MARCA	PIEZAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF
--------------	-------	------------------	-------------	----------	---------





NOTAS:

- 1.- LAS PLACAS DE LOS PATINES SE SOLDARAN PARA FORMARLOS EN TODA SU LONGITUD DE TALLER ANTES DE SOLDARLOS A LAS ALMAS. CADA PATIN Y CADA ALMA SE INSTALACIONARAN EN SU TOTALIDAD ANTES DE ARMAR LOS TRAMOS DE TALLER DE LAS TUBERIAS.
- 2.- COLOCAR TODA LA SOLDADURA NECESARIA EN CADA TRAMO ANTES DE PINTARLA EN UN CON ANTICORROSIVO EPOXICO CATALIZADO. NO PINTAR LAS ZONAS CORRESPONDIENTES A LA SOLDADURA DE CAMPO / BISELES DE LOS EXTREMOS DE LOS TRAMOS DE TRABAJO.
- 3.- TODAS LAS SOLDADURAS DE TERMINACION SE INSPECCIONARAN POR UN UNICO RAYO X.
- 4.- TODOS LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LA A.W.S.
- 5.- LA FABRICACION SE HARA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ESTRUCTURAS METALICAS N° 78-E-300-III-02-1403E DE 15/06/02.
- 6.- ACERO ESTRUCTURAL A-36.
- 7.- ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERAN E-70 BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO.
- 8.- TRABAJAR ESTE DIBUJO EN CONJUNTO CON LOS DIBS B-1, C-1, DTR-1, DTR-2

13840

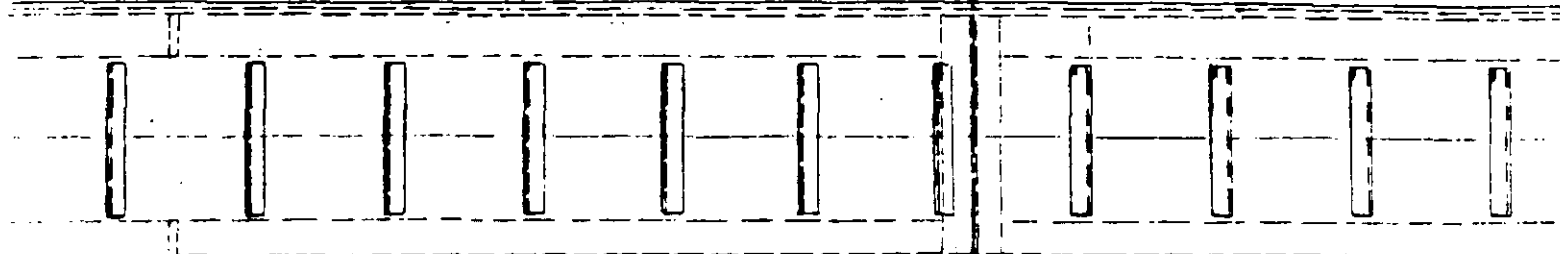
6750 (CONECTORES)

130 130

5220
= DIAFRAGMAS)

≠ ÚNICAMENTE P/
TRAMOS T-2ANT-UA
Y T-2CNT-GC

(13)



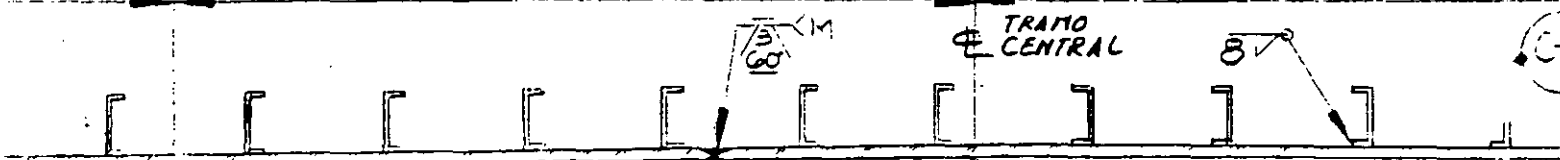
PLANTA
TRAMO CENTRAL T-1BNT-UB)

≠ ÚNICAMENTE P/
TRAMOS T-1ANT-UB
Y T-1CNT-UB

(13)

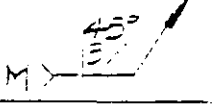
2610

2610



TRAMO CENTRAL

(TPR-1)



8

5

(3E)

(3E) ≠ 8

(TPR-2)

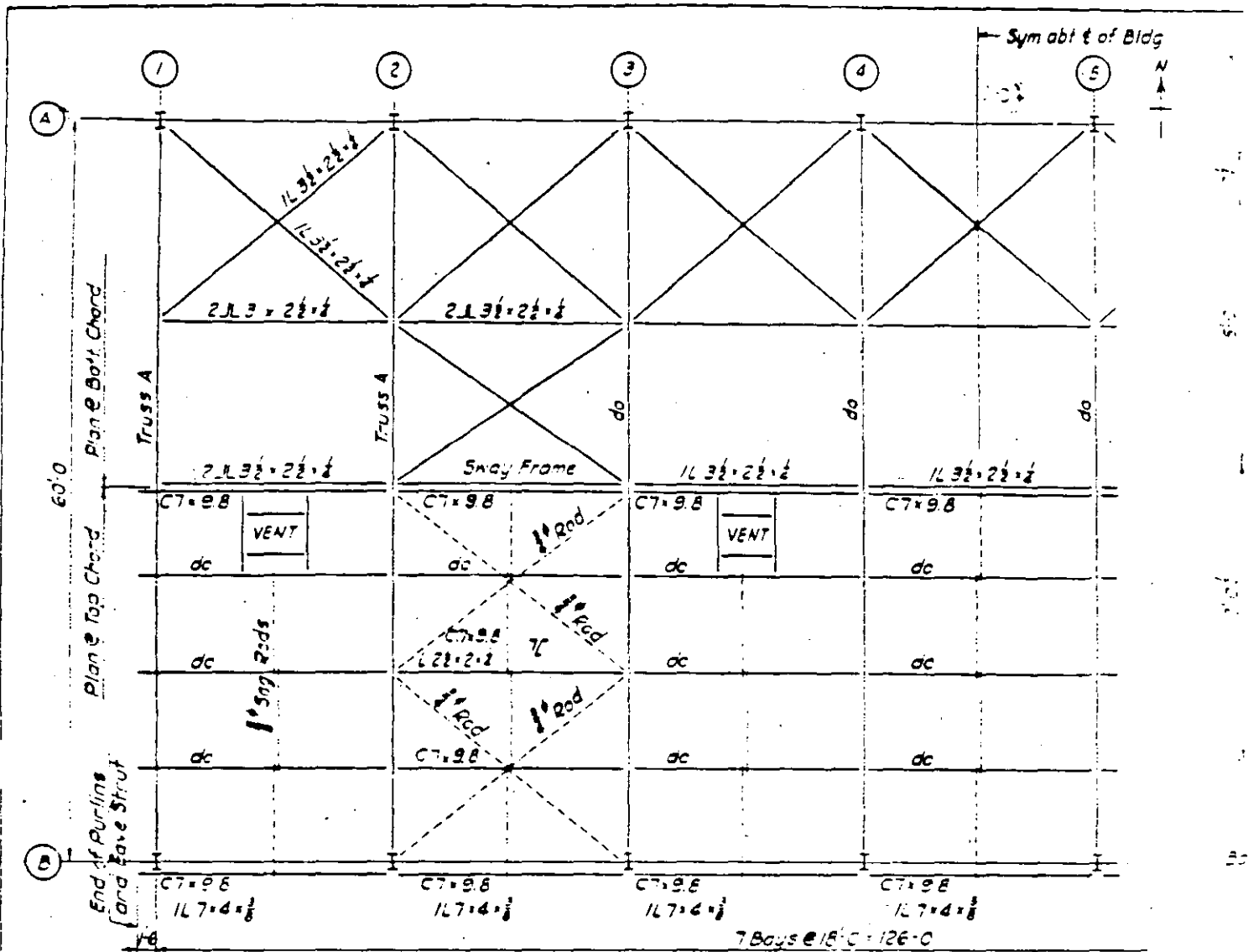
(15A)

(2C)

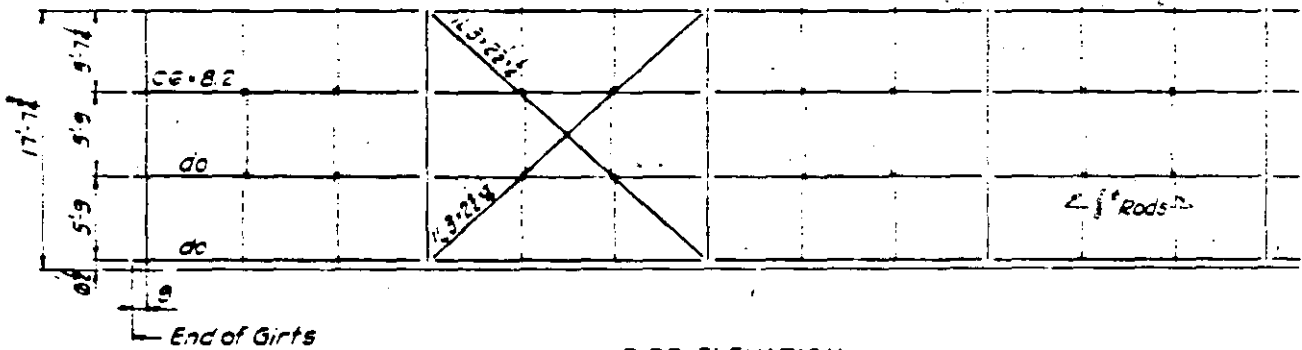
CONTRAFLECHA

160

CORTE S-S



PLAN
Scale 1/4" = 1'-0"



SIDE ELEVATION

IV. FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS.

ANTES DE INICIAR LA FABRICACION ES IMPORTANTE ACLARAR QUE PARA ELEVAR EL CONTROL DE COSTOS SE DEBE ABRIR UNA CUENTA A LA CUAL CARGAR TODAS LAS INCIDENCIAS DEL COSTO, DESDE HORAS DE INGENIERIA, MATERIALES Y MANO DE OBRA. ESTA CUENTA PUEDE SER POR PEDIDO Y POR CLIENTE O POR PARTES IMPORTANTES DE UN PEDIDO QUE PERMITAN POSTERIORMENTE CONTAR CON INFORMACION ESTADISTICA PARA ESTIMACIONES DE DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.

POR EJEMPLO, TRATANDOSE DE UNA ESTRUCTURA INDUSTRIAL INTEGRADA POR ELEMENTOS CLASICOS COMO COLUMNAS, TRABES, ARMADURAS, CONTRAVENTEOS, TIRANTES, ETC. ES MUY CONVENIENTE LLEVAR UNA CUENTA POR CADA TIPO DE ELEMENTO YA QUE LOS PRECIOS POR KILO SERAN DIFERENTES.

LA EXPERIENCIA PRACTICA PUEDE LLEARNOS A ESTABLECER MEZCLAS DE ELEMENTOS QUE PERMITAN DAR UN PRECIO GLOBAL SIN MUCHO RIESGO.

LA INFORMACION GENERADA EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA, QUE CONSISTE EN PLANOS DE DETALLE, LISTAS DE MATERIALES, E INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA FABRICACION, DEBE DISTRIBUIRSE A TODAS LAS AREAS DE LA FABRICA, AUN CUANDO NO TODA LA INFORMACION SE ENTREGA A TODOS LOS DEPARTAMENTOS.

A VENTAS PARA LAS RELACIONES CON EL CLIENTE, CON QUIEN PREVIAMENTE ESTABLECIO UN PROGRAMA DE FABRICACION Y TRANSPORTE DE ACUERDO CON INGENIERIA Y PRODUCCION.

A COMPRAS PARA ADQUISICION DE MATERIALES Y COMPONENTES.

OBVIAMENTE A PRODUCCION QUIEN A SU VEZ REPARTE LA INFORMACION A LAS DIFERENTES SECCIONES DE PRODUCCION.

A CONTROL DE CALIDAD PARA PROGRAMAR LAS INSPECCIONES NECESARIAS QUE VAN DESDE LA REVISION DE LAS ORDENES DE COMPRA HASTA LA INSPECCION FINAL ANTES DE EMBARQUE.

CON LA INFORMACION Y EL MATERIAL EN PLANTA, SE PUEDE INICIAR LA FABRICACION.

CONTINUANDO CON LA CONFIGURACION DE UN TALLER DE ESTRUCTURAS, LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE REQUIERE ES LA SIGUIENTE.

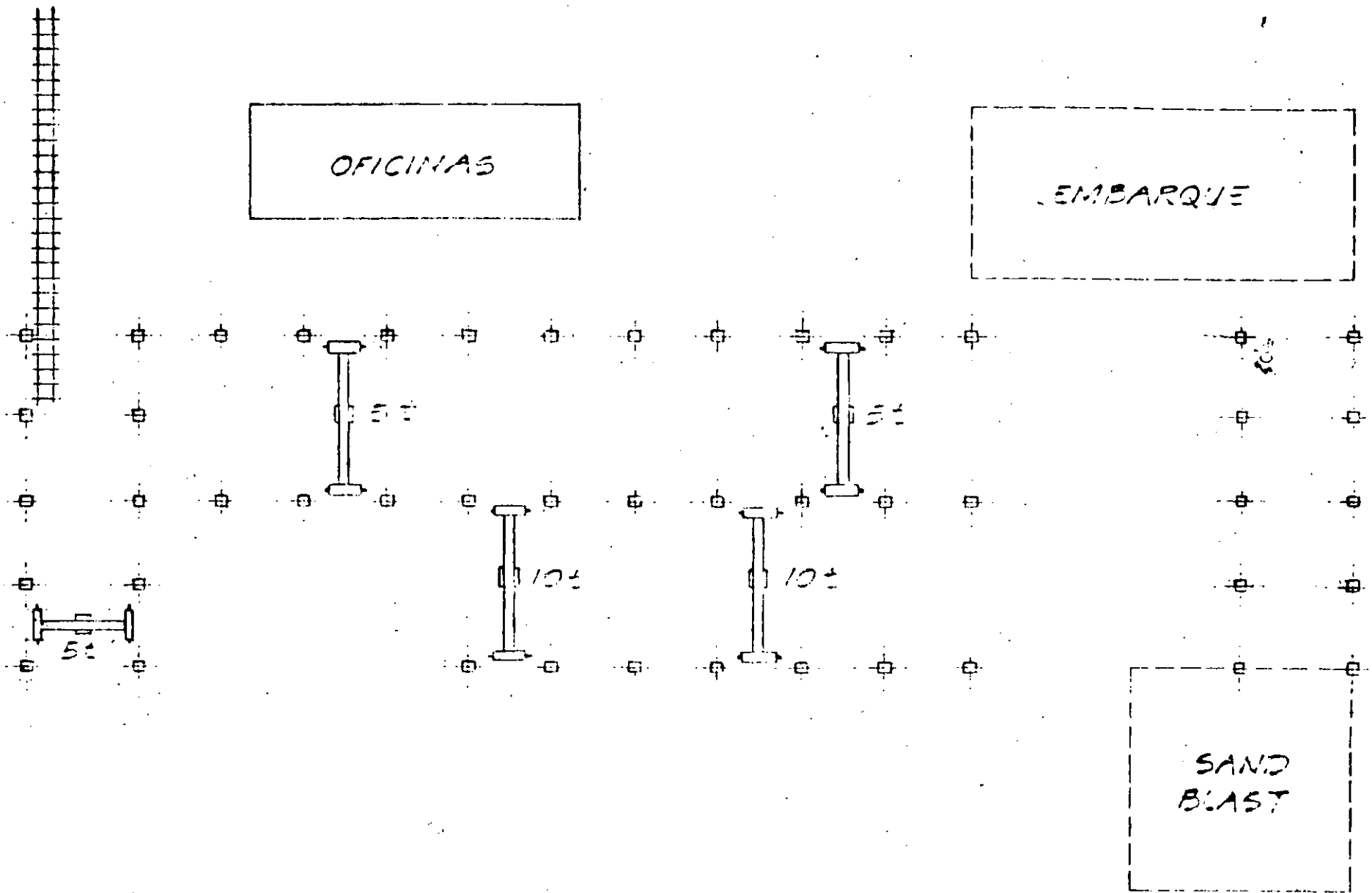
DOS PRENSAS HORIZONTALES PARA ENDEREZADO DE PERFILES
UNA CIZALLA CORTADORA DE PLACA DE HASTA 3/4 DE ESPESOR
UN TALADRO RADIAL DE 120 CM.
DOS TALADROS DE BASE MAGNETICA
UNA PRENSA PUNZONADORA DE 25 x 19MM.
UN TORNO PARALELO ROSCADOR
UNA SIERRA DISCO
UNA PRENSA CORTADORA DE PERFILES
CUATRO EQUIPOS PARA OXICORTE TIPO RATON
CUATRO MULTIFLAMAS
SEIS EQUIPOS PARA OXICORTE MANUAL
CUATRO CABEZALES PARA SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO CON MAQUINA DE SOLDAR DE 600 AMP.
SEIS CABEZALES PARA SOLDADURA SEMI-AUTOMATICA (INNERSHIELD O FLUX-C) DE 600 AMP.
CUATRO EQUIPOS DE TRAZO
CATORCE MAQUINAS DE SOLDAR MANUAL, DE 300 AMP
DIEZ ESMERILES NEUMATICOS
CUATRO EQUIPOS PARA PINTURA
DOS JUEGOS DE APARATOS Y EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD

VEINTE LOTES DE HERRAMIENTAS DIVERSAS COMO ESCAREADORES, MARROS, MARTILLOS, CINCELES, LLAVES, MARCAJE, ETC.

EN LO QUE SE REFIERE A LAS INSTALACIONES FABRILES, ESTAS DEBERAN CONTAR CON UNA SUB-ESTACION DE UNOS 500 KVA, CON TRANSFORMADORES A 110, 220 Y 440 VOLTS, UN COMPRESOR DE AIRE A 100 LIBRAS POR PULGADA CUADRADA DE PRESION Y DESDE LUEGO SERVICIO DE AGUA POTABLE. LAS NAVES DEBERAN CONTAR CON GRUAS PUENTE ELECTRICAS.

CON TODO LO HASTA AQUI COMENTADO, BIEN PODEMOS HACER UN PRIMER ESQUEMA DE UN TALLER DE ESTRUCTURAS, EL CUAL SE ILUSTRAN EN LA SIGUIENTE FIGURA (ACETATO), EN LA QUE SE MUESTRAN LAS DIVERSAS AREAS REQUERIDAS.

SE HAN VERTIDO CONCEPTOS PENSANDO BASICAMENTE EN UN TALLER FIJO A SER INSTALADO DIGAMOS EN UN FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL URBANIZADO Y NO A UN TALLER EN OBRA, QUE PARA EXAGERAR LA PRESENTACION, CONSIDERAREMOS UNA OBRA LEJOS DE LAS ZONAS URBANAS, COMO EL CASO DE UNA HIDROELECTRICA, EN DONDE POSIBLEMENTE NO SE CUENTE NI CON ENERGIA ELECTRICA DURANTE LA CONSTRUCCION. EN CASOS COMO ESTE, EN DONDE SIEMPRE SE PUEDEN UTILIZAR SOLDADORAS ACCIONADAS POR MOTOR DIESEL AL IGUAL QUE LOS COMPRESORES DE AIRE, LA EVALUACION DE LA DECISION DE FABRICAR EN OBRA O NO, SE DEBE BASAR EN LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS, ASI COMO DE LOS MEDIOS DE MANIOBRA DISPONIBLES. AUN CUANDO LAS CONDICIONES SE PRESENTARAN FAVORABLES PARA PRODUCIR ESTRUCTURAS EN OBRA, LO MEJOR, LO MAS RECOMENDABLE ES RECURRIR A UN TALLER ESTABLECIDO POR MUCHOS PEQUEÑOS GRANDES DETALLES QUE PUEDEN HACER MAS COSTOSA LA FABRICACION EN OBRA QUE EN UN TALLER, INCLUYENDO LOS FLETES; DETALLES COMO TOLERANCIAS, ESCUADRAMIENTOS, PARALELISMOS, ENDEREZADOS, LIMPIEZA, ASI COMO LA ORGANIZACION



DISTRIBUCION DE LA PLANTA

57

ADMINISTRATIVA Y DE INGENIERIA CORRESPONDIENTE.

SI POR ALGUNA RAZON PODEROSA SE DECIDIERA FABRICAR EN OBRA, LAS AREAS DESTINADAS A PRODUCCION Y LA ORGANIZACION DEBERA SER MUY SEMEJANTE A LA DE UN TALLER FIJO.

DURANTE EL PROCESO DE FABRICACION, INDUDABLEMENTE QUE LAS SECCIONES MAS INTERESANTES SON LA DE ARMADO Y LA DE SOLDADURA, DESDE LUEGO SIN QUERER DECIR QUE LAS OTRAS NO SEAN IMPORTANTES.

EL ARMADO, QUE DEBE DAR LAS DIMENSIONES FINALES DE LAS PIEZAS DENTRO DE TOLERANCIAS, REQUIERE DE PERSONAL CAPACITADO CON CONOCIMIENTOS DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRIA PARA QUE PUEDA LEER E INTERPRETAR PLANOS Y HACER CALCULOS Y TRAZOS DE ESCUADRAMIENTOS, TRIANGULACIONES PARA LOGRAR LA GEOMETRIA DESEADA. ES DE MUCHA UTILIDAD EL QUE EN SU AREA SE DISPONGA DE MESAS NIVELADAS DE TRABAJO PARA EL ARMADO DE PIEZAS DE TODOS TIPOS; SU TRABAJO TERMINA AL DEJAR LAS PIEZAS RIGIDAMENTE PUNTEADAS CON SOLDADURA Y A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS PARA QUE A CONTINUACION SE REALIZE EL PROCESO DE SOLDADURA.

LA SOLDADURA ES LA PARTE MAS INTERESANTE Y DELICADA DEL PROCESO, TAN ES ASI, QUE EN ESTE CURSO SE LE DEDICA UNA SESION COMPLETA, POR LO QUE TENDRAN OPORTUNIDAD DE PROFUNDIZAR EN EL TEMA. AUN CUANDO SE DUPLIQUEN UN POCO ALGUNOS CAPITULOS, DESEO HACER NOTAR QUE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FABRICACION LO QUE MAS SE CUIDA DURANTE LA SOLDADURA ES EVITAR LAS DEFORMACIONES DE LA PIEZA ESTABLECIENDO UNA BUENA SECUENCIA, SIN DESCUIDAR LA SELECCION DEL ELECTRODO O METAL DE APORTE ADECUADO (QUE ES EL METODO MAS COMUNMENTE USADO EN FABRICACION DE ESTRUCTURAS) ASI COMO LA SELECCION DE AMPERAJE EN LA MAQUINA Y LA CADENCIA A

SEGUIR. COMO YA LO HE MENCIONADO, TODO LO RELACIONADO CON LA SOLDADURA LO VERAN EN LA SIGUIENTE SESION.

EN LO QUE SE REFIERE AL PERSONAL OBRERO, ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE CALIFICACION DE LOS SOLDADORES, LAS CUALES DEBEN HACERSE PERIODICAMENTE Y DE ACUERDO A LAS NORMAS QUE MARCA LA AWS, YA QUE EN UNA BUENA MEDIDA LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DEPENDE DE LA HABILIDAD MANUAL DEL SOLDADOR.

EN EL CASO DE ESTRUCTURAS REMACHADAS O ATORNILLADAS, ESTAS TAMBIEN LLEVAN MUCHAS PARTES SOLDADAS YA QUE EL REMACHE O EL TORNILLO SE COLOCARAN DURANTE EL MONTAJE. PARA LA FABRICACION EN TALLER SE PRESENTA UNA VARIANTE EN EL PROCESO, YA QUE ENTRA ENTONCES EL BARRENADO O PUNZONADO, CUALESQUIERA DE LOS DOS, PERO EN AMBOS CASOS, LOS BARRENOS DEBEN HACERSE CON MUCHA PRECISION TANTO EN DIAMETRO COMO EN LOCALIZACION PARA ASEGURAR SU COINCIDENCIA EN EL CAMPO.

PARA ASEGURAR LO ANTERIOR SE PUEDEN SEGUIR VARIOS METODOS SEGUN SE ACUERDE CON EL CLIENTE PORQUE TODOS INCIDEN DE DIFERENTE MANERA EN EL COSTO DE PRODUCCION. POR EJEMPLO, CON TRAZO UNICAMENTE EN CADA PIEZA RESULTA ARRIESGADO POR LOS DESCALIBRES DE LOS MATERIALES LO QUE HACE QUE NO COINCIDAN LOS BARRENOS; TRAZANDO UNA PIEZA, BARRENANDO, Y CON ELLA COMO PLANTILLA BARRENAR LA PIEZA ADJUNTA SE ASEGURA LA COINCIDENCIA PERO SE PUEDE PERDERLA INTERCAMBIABILIDAD CUANDO SE TIENEN PIEZAS REPETITIVAS, Y PUEDE RESULTAR MAS LENTA LA PRODUCCION Y MAS CARA; BARRENANDO LA MITAD DE LAS PIEZAS EN TALLER Y LA OTRA MITAD EN CAMPO CONTRA PRESENTACION ES OTRA PRACTICA QUE SE SIGUE CUANDO LAS CARACTERISTICAS DEL MONTAJE LO PERMITEN; EL USO DE PLANTILLAS DE BARRENADO ES LO MAS INDICADO, SIN EMBARGO ES CONVENIENTE ANALIZAR CADA CASO YA QUE DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA SERA MAS CONVENIENTE Y COSTEABLE SEGUIR UNA PRACTICA U OTRA. TODAS ESTAS OBSERVACIONES SON VALIDAS PARA

CUANDO SE REQUIERE PUNZONAR LAS CONEXIONES DE LA ESTRUCTURA.

EN AMBOS CASOS ES NECESARIO REBABEAR EL BARRENO PARA DEJAR LAS SUPERFICIES PLANAS, LIBRES DE LOS REBORDES QUE DEJAN LAS BROCAS, Y LOS PUNZONES.

EN LOS ACETATOS SIGUIENTES SE MUESTRAN ALGUNAS DE LAS VARIETADES DE ELEMENTOS DE FIJACION LOS CUALES SON SELECCIONADOS Y ESPECIFICADOS DESDE EL CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

(ACETATOS GRUPO 4)

CONCENTRACION DE PIEZAS POR ORDEN DE TRABAJO.
PARA PLANTA FORD DE HERMOSILLO SON.

O.T. 6493 (EDIFICIO DE ESTAMPADO C/988 TNS.)

76	COLUMNAS C/146 W.P. Y 81 BASES C/12.5 Y 21 MT. LONS.
105	ARMADURAS (24-12 mts.) (2-15 mts) (17-30 mts.) (62-20 mts.)
22	ARMADURA DE COMFLAMBEO x 6 MTS. FORMADAS CON IPR-254x102x22.4 k/m. C. SUP. L° x 4 x 5/16" C. INP. L°2 1/2 x 1/4" DIAG.
34	CONTRAVENTEOS. FORM. C/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
11	CONTRAVENTEOS. FORM c/2 L° 6 x 4 x 5/16" c/PL DE SEPARACION
126	CONTRAVENTEOS. FORM. c/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
503	LARGUEROS DE TECHO IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
172	LARGUEROS DE FACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.
14	LARGUEROS DE FACHADA IPR-356 x 203 x 71.5 k/m.
552	TENSORES RED. 5/8" ∅ c/ROSCA AMBOS LADOS
8	LARGUEROS IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.
1	LARGUERO 2 L° 3 x 3 x 1/4" x 403.5 mts.
5	CONTRAVENTEOS 2 L° 4 x 4 x 1/4"
163	TENSORES RED. 3/8" ∅ C/ROSCA AMBOS LADOS
3	PUERTAS FORM. c/C-12 x 61.9 k/m. y PL 1/4"
16	LARGUEROS IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
18	LARGUEROS IPR-254 x 146 x 37.3 k/m.
66	PUNTALES IPR-152 x 102 x 17.9 k/m.

ESTAMPADO (CONCENTRACION DE W.P.)

IPC	MTS.	K/M	KGS.	TIPC	
371 x 375	21	211	4431	8-I	
360 x 257	540	126	68040	6-I	
400 x 400	157	340	53380	13-II	
356 x 368	569	142	80798	6-I	
435 x 413	189	465	87885	19-II	
416 x 416	97	404	39188	16-II	
387 x 397	164	273	44772	11-II	
368 x 371	462	182	84084	8-I	25-16
354 x 205	173	86	14878	6-I	19-10
359 x 371	18	96	1728	6-I	22-13
356 x 254	42	70	2940	6-I	19-13
	<u>2432</u>		<u>482124</u>		

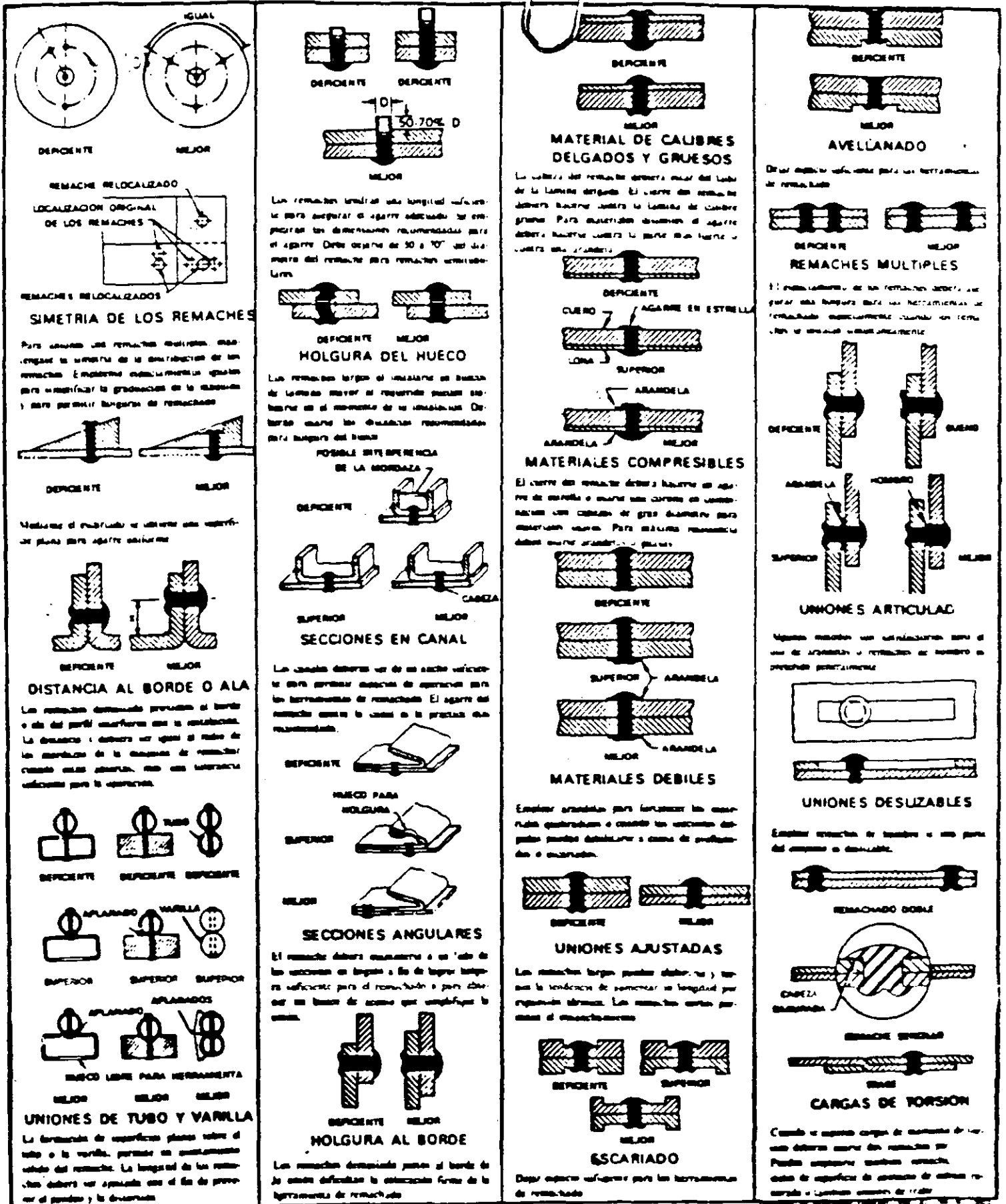


Fig. 11.24 Recomendaciones de diseño para remaches pequeños

























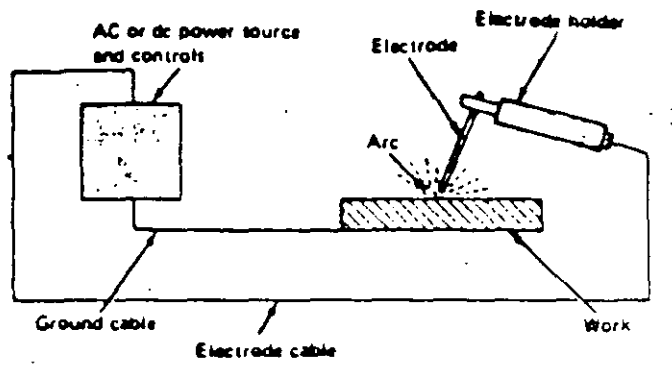
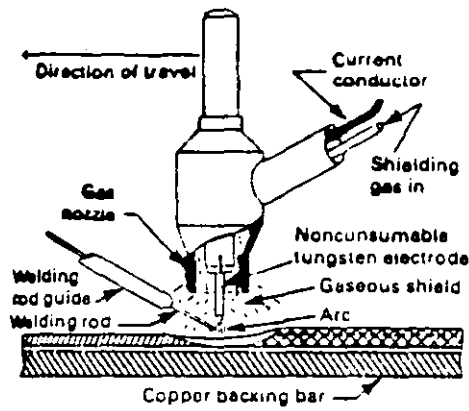
 <p>DE BOLA</p> <p>Utilizada para tornillos especiales, frecuentemente en tornillos de inspeccion.</p>	 <p>SIN CABEZA</p> <p>Utilizada frecuentemente para pernos.</p>	 <p>AVELLANADA REDONDA</p> <p>Utilizada frecuentemente para pernos. Similar a la cabeza plana a 82 grados, con la diferencia de que en esta cabeza para el desbastado.</p>
 <p>DE SUELION</p> <p>Con un borde exterior que elimina el riesgo por estar en trabajos elevados.</p>	 <p>HEXAGONAL</p> <p>Cabeza normalizada para pernos y tornillos de inspeccion.</p>	 <p>REDONDA CON ARANDELA</p> <p>Tiene una superficie integrada para proporcionar superficies de apoyo. Cabeza con bordes de apoyo tan por que las arandelas reducen y agudizan. Se usa frecuentemente para tornillos de inspeccion.</p>
 <p>DE BOTON</p> <p>Utilizada para pernos y tornillos de union. La cabeza de los pernos se hace mas gruesa para el desbastado y los tornillos de union tienen bordes lisos.</p>	 <p>HEXAGONAL CON ARANDELA</p> <p>Igual a la hexagonal, con la diferencia de que tiene una arandela en la base para proteger la superficie de trabajo del dado normalmente por la base.</p>	 <p>CUADRADA (PERNO)</p> <p>Con una amplia superficie de apoyo para apretar con fuerza.</p>
 <p>CILINDRICA RAMURADA</p> <p>De menor diametro que la cabeza redonda, pero con una y una ranura con profundeza.</p>	 <p>OVALADA</p> <p>Similar a la cabeza plana normalizada. Tiene la superficie exterior normalizada para facilitar la apretadura.</p>	 <p>AVELLANADA CUADRADA</p> <p>Utilizada en pernos de arado, los cuales se utilizan en maquinarias agricolas y equipos de construccion pesada.</p>
 <p>PLANA A 82 GRADOS</p> <p>Utilizada cuando se desea una superficie plana. La cabeza avellanada ayuda al centrar.</p>	 <p>OVALADA DESBASTADA</p> <p>Similar a la cabeza ovalada normalizada, con la diferencia de que se ha reducido la profundidad de avellanado.</p>	 <p>CUADRADA (PRISIONEROS)</p> <p>Puede apretarse con un momento de torsion mayor que cualquier otra cabeza de pernos.</p>
 <p>PLANA A 100 GRADOS</p> <p>Mas grande que la de 82 grados. Se utiliza con el mismo desbastado, similitud, etc.</p>	 <p>OVALADA CON DESBASTE INFERIOR</p> <p>Similar a la misma con desbaste inferior. Tiene la superficie exterior normalizada para fines de apretadura.</p>	 <p>CABEZA T</p> <p>Disponible para series. Se utiliza en la industria de maquinas-herramientas. La cabeza T se hace circular en sus partes T de la base de un maquina para fines de union.</p>
 <p>PLANA DESBASTADA</p> <p>Similar a la cabeza plana a 82 grados, con la diferencia de que se ha reducido la profundidad de avellanado.</p>	 <p>Cabeza redonda: ACHATADA</p> <p>Base de gran diametro con los bordes exterior. Mas para obtener una maxima potencia de accionamiento. Los tornillos de cabeza achatada se recomiendan para aplicaciones en lugar de los tornillos de cabeza redonda. Son sustitutos ideales.</p>	 <p>SEGMENTAL</p> <p>Similar a la cabeza redonda, con la diferencia de que es menos profunda y tiene un diametro mayor. Acabado adecuado para arboles aperturas de dia metro grande en chapas ovaladas.</p>
 <p>PLANA CON DESBASTE INFERIOR</p> <p>Cabeza plana a 82 grados normalizada a la que se le ha retirado el borde superior de avellanado para la produccion de tornillos ciegos. Permiten hacer tornillos a no ser necesario desbastar.</p>	 <p>REDONDA</p> <p>Para fines de servicio general, pero se le recomienda para tornillos ciegos.</p>	 <p>DE DOCE PUNTOS</p> <p>Una cabeza con doce bordes utilizada ampliamente en la industria de la aviacion debido a su alto peso con relacion a su resistencia y a su adaptabilidad superior a las llaves hexagonales.</p>

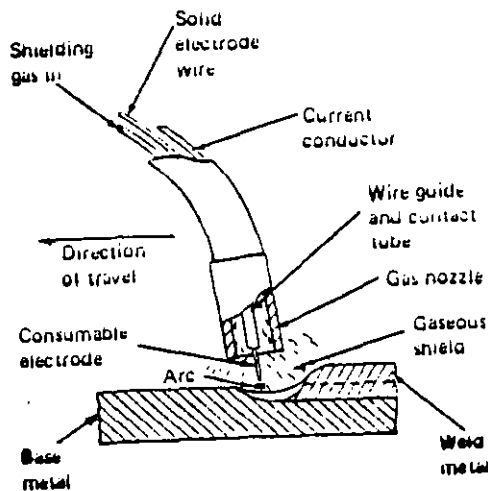
Fig 10 16 Series de cabeza para sujetadores roscados



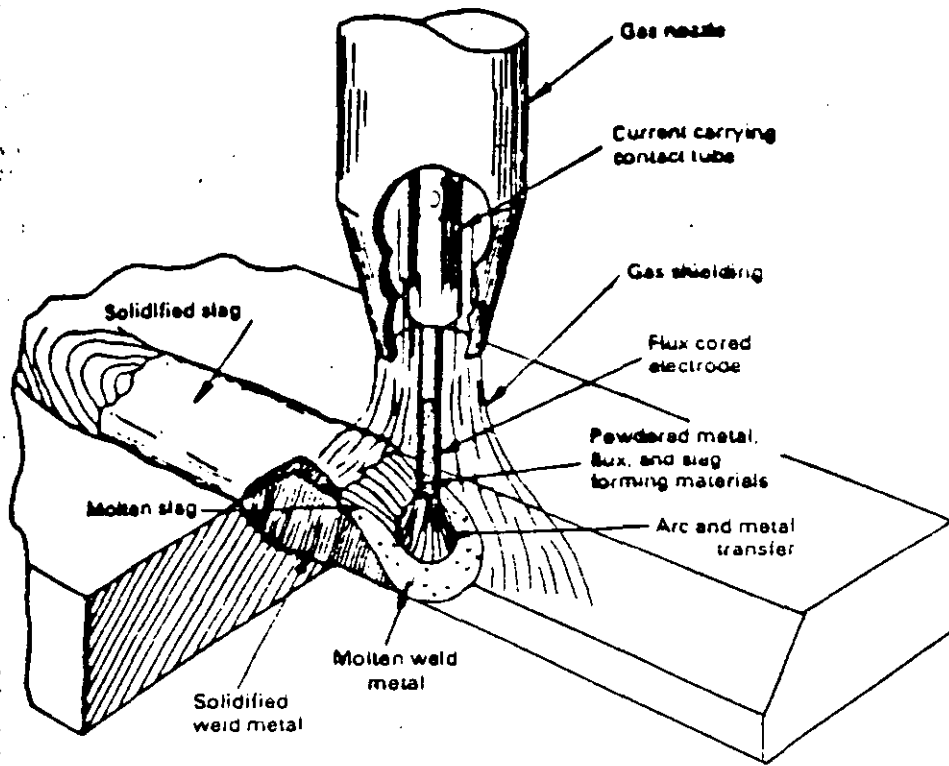
SOLDADURA CON ELECTRODO RECUBIERTO SMAW.



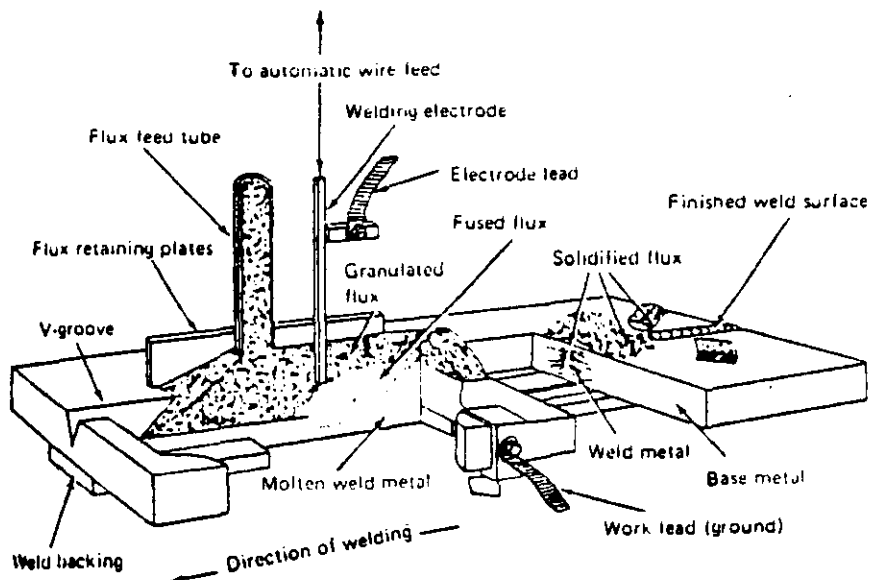
SOLDADURA CON GAS TUNGSTENO TGAW.



SOLDADURA CON PROTECCION DE GAS
GMAN MIC.



SOLDADURA "FLUX CORED" FCAW.



SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO SAW.

V. INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.

AL RECIBIRSE LA INFORMACION DE UN PROYECTO DETERMINADO EN EL AREA DE CONTROL DE CALIDAD, EL PERSONAL DE ESTE DEPARTAMENTO PROCEDE A REVISAR TODAS LAS ESPECIFICACIONES, REQUERIMIENTOS Y PRUEBAS DEL PROYECTO, ESTABLECIENDO UNA RELACION DE ACTIVIDADES A REALIZAR Y LAS FECHAS EN QUE DEBEN EJECUTARSE ESAS ACTIVIDADES, QUE DEBEN SER CONGRUENTES CON EL PROGRAMA GENERAL DE FABRICACION.

ANTES DE REFERIRSE A LAS ACTIVIDADES DE INSPECCION Y VERIFICACION PROPIAMENTE DICHAS, ES IMPORTANTE RESALTAR, QUE COMO RESPONSABILIDADES GENERALES, CONTROL DE CALIDAD DEBE VERIFICAR CON AUXILIO DE MANTENIMIENTO, EL BUEN ESTADO DE TODAS LAS INSTALACIONES DEL TALLER COMO SON:

VOLTAJES DE LLEGADA A LAS MAQUINAS
PRESION DEL AIRE DE TRABAJO
GOOMETRIA CORRECTA DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTA,
ESCUADRAMIENTOS, PARALELISMOS, CONCENTRICIDADES.
VERIFICACION Y EN SU CASO CALIBRACION PERIODICA
DE LOS APARATOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION, TANTO
LOS USADOS EN EL TALLER COMO LOS DEL PROPIO DEPARTAMENTO,
COMO SON NIVELES OPTICOS, TEODOLITOS, PIES
DE REY, MICROMETROS, FLEXOMETROS, APARATOS DE ULTRASONIDO
DE PARTICULAS MAGNETICAS, ETC.

LO REFERENTE AL CONTROL DE CALIDAD, Y ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS, SON ASPECTOS DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL FABRICANTE Y EL CLIENTE FINAL Y SE DEBEN ACORDAR Y DEFINIR DESDE LA ELABORACION DE LAS ESPECIFICACIONES BASICAS DEL PROYECTO, YA QUE LAS MEMORIAS DE CALCULO SE VEN AFECTADAS POR

LOS FACTORES DE SERVICIO Y DE SEGURIDAD QUE POR NORMAS DEBEN CONSIDERARSE, Y ESOS FACTORES A SU VEZ ESTARAN EN FUNCION DEL TIPO DE SOLDADURAS, UNIONES O JUNTAS PRE-SELECCIONADAS Y DE LOS NIVELES DE INSPECCION.

OCURRE CON FRECUENCIA QUE LAS NORMAS DE INSPECCION NO SE ESPECIFICAN EN EL PROYECTO O EN EL CONTRATO CORRESPONDIENTE ORIGINANDOSE CON ESTO MUCHOS PROBLEMAS DE CRITERIOS DE ACEPTACION. POR CONSIGUIENTE, ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER COMO REFERENCIA, LOS CRITERIOS DE INSPECCION A SEGUIR, REFERIDOS SIEMPRE A ALGUNA NORMA RECONOCIDA.

EN ESTRUCTURAS METALICAS EN GENERAL, LAS INSPECCIONES QUE DEBE REALIZAR POR SISTEMA, UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD SON LAS SIGUIENTES

- REVISAR QUE LAS ORDENES DE COMPRA DE MATERIALES INCLUYAN LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD, QUE SON ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL Y LAS CERTIFICACIONES DE COLADA Y DE INSPECCION POR PARTE DEL PROVEEDOR.
- RECEPCION DE LOS MATERIALES, VERIFICANDO DIMENSIONES Y CERTIFICADOS; CUANDO SEA NECESARIO ULTRASONAR PLACAS DE MAS DE TRES CUARTOS O DE UNA PULGADA DE ESPESOR, ESTO PUEDE SUBCONTRATARSE O HACERSE POR EL PROPIO TALLER, O BIEN POR EL PROVEEDOR.
- DURANTE EL PROCESO DE FABRICACION VERIFICA EN EL HABILITADO Y EN EL ARMADO TODAS LAS MEDIDAS Y GEOMETRIA DE LAS PIEZAS, INCLUYENDO LAS PREPARACIONES PARA SOLDADURA O LOS TRAZOS PARA BARRENADO.
- LA SOLDADURA, ES SIN LUGAR A DUDAS, EL PROCESO MAS DELICADO Y QUE REQUIERE DE MAYORES NIVELES DE INSPECCION Y

DE CONOCIMIENTOS POR PARTE DEL INSPECTOR. COMO YA SE HA MENCIONADO, LOS REQUERIMIENTOS DE INSPECCION DE SOLDADURAS DEBEN ESTABLECERSE DESDE LA REALIZACION DEL PROYECTO YA QUE DE ESTO DEPENDE EL ESTABLECER, POR PARTE DEL TALLER, LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA QUE DEBEN SEGUIRSE; ESTOS PROCEDIMIENTOS DEBEN SER CALIFICADOS Y ACEPTADOS POR CONTROL DE CALIDAD.

UNA VEZ APLICADA LA SOLDADURA, LOS PROCEDIMIENTOS QUE SE SIGUEN, DE ACUERDO AL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SON BASICAMENTE:

- INSPECCION VISUAL
- LIQUIDOS PENETRANTES
- PARTICULAS MAGNETICAS
- ULTRASONIDO
- RADIOGRAFIADO

CON LA INSPECCION VISUAL SE DETECTAN ASPECTOS SUPERFICIALES DE LA SOLDADURA, COMO SON CONTINUIDAD DEL CORDON, RECHUPES, ESCACES Y O EXCESO DE MATERIAL DE APORTE, TAMAÑO DE LA CORONA, ESCORIA SUPERFICIAL, POROS SUPERFICIALES Y EN GENERAL GEOMETRIA DEL CORDON Y ASPECTO EN GENERAL. ALGUNOS DE ESTOS DEFECTOS SUPERFICIALES PUEDEN REFLEJAR ALGUN POSIBLE PROBLEMA INTERNO.

LOS LIQUIDOS PENETRANTES AYUDAN A DETECTAR PROBLEMAS SUPERFICIALES QUE NORMALMENTE EL OJO HUMANO NO ALCANZA A CAPTAR COMO SON FRACTURAS, MICROFISURAS POROS Y CONCENTRACIONES DE POROS. SE REQUIERE UN LIQUIDO COLORANTE, UN REVELADOR Y UN REMOVEDOR.

LA INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS DETECTA EL MISMO TIPO DE DEFECTOS QUE LOS LIQUIDOS PENETRANTES, CON LA VENTAJA QUE LOS PUEDE DETECTAR SUPERFICIAL Y SUB-SUPERFICIALMENTE HASTA 5MM DE PROFUNDIDAD. SE REQUIERE

DE UN APARATO CONOCIDO COMO MAGNETOSCOPIO QUE ENTRE DOS ELECTRODOS, GENERA UN CAMPO MAGNETICO. SOBRE LA SOLDADURA Y EN ESE CAMPO MAGNETICO SE COLOCA POLVO METALICO, CUALQUIER DEFECTO DE LA SOLDADURA SE REFLEJA EN LA DISCONTINUIDAD DEL POLVO ADHERIDO.

PARA MAYOR PRECISION EN LA INSPECCION DE UNA SOLDADURA SE PUEDE RECURRIR AL ULTRASONIDO QUE CONSISTE EN UN APARATO MAS SOFISTICADO QUE EMITE A TRAVES DE DOS PALPADORES UNA ONDA SONORA QUE ATRAVIESA AL ELEMENTO QUE SE ESTA INSPECCIONANDO, EL RECORRIDO DE LA ONDA SE REGISTRA EN UNA PANTALLA A UNA ESCALA PRESELECCIONADA EN FUNCION DEL ESPESOR DE LA PIEZA; CUALQUIER DEFECTO QUE INTERRUMPA LA ONDA SONORA SE REFLEJA EN LA PANTALLA PUDIENDOSE DETERMINAR LOCALIZACION, TAMAÑO Y TIPO DE FALLA. CON EL ULTRASONIDO SE PUEDEN DETECTAR TODA CLASE DE DEFECTOS INTERNOS, COMO SON FRACTURAS, POROSIDADES, INCLUSIONES DE ESCORIA, Y FALTA DE PENETRACION, QUE SON LOS DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LAS SOLDADURAS.

EL OTRO PROCESO DE INSPECCION, EL RADIOGRAFIADO, ES EL PROCESO MAS CARO Y MAS SOFISTICADO, YA QUE SE REQUIERE, ADEMAS DE APARATOS CAROS, PERSONAL CALIFICADO Y ESPECIALIZADO, DE AUTORIZACIONES Y CONTROLES POR PARTE DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR POR EL PROBLEMA DE LAS RADIACIONES QUE SE GENERAN. LOS DEFECTOS QUE SE DETECTAN SON LOS MISMOS QUE EN EL CASO ANTERIOR CON LA VENTAJA DE QUE SE PUEDEN ANALIZAR DE CONJUNTO TRAMOS LARGOS DEL CORDON DE SOLDADURA. LOS APARATOS Y/O FUENTES QUE SE UTILIZAN, SON LOS RAYOS X, EL IRIDIO Y EL COBALTO. SE REQUIERE TAMBIEN DE UN CUARTO PARA REVELADO Y UNA PANTALLA LECTORA DE PLACAS.

EN EL CASO DE ULTRASONIDO Y DEL RADIOGRAFIADO, QUEDAN

EVIDENCIAS DE LA INSPECCION ADEMAS DE LOS REPORTES DE INSPECCION QUE ELABORA CONTROL DE CALIDAD, COMO DOCUMENTOS DE SOPORTE DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.

LA APLICACION DE ALGUNO DE LOS PROCESOS DE INSPECCION DEPENDERA NO UNICAMENTE DE LO ESPECIFICADO EN EL CONTRATO, TAMBIEN DEPENDERA DEL TIPO DE CORDON DE SOLDADURA, DE SU UBICACION EN LA ESTRUCTURA QUE FISICAMENTE PERMITA UN PROCESO U OTRO.

INDEPENDIENTEMENTE DEL PROCESO DE INSPECCION QUE SE ESPECIFIQUE ES MUY IMPORTANTE HACER ENFASIS EN QUE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCION DEBEN INTERPRETARSE POR LOS INSPECTORES Y LOS QUE ACEPTARAN EL TRABAJO JUGANDO UN PAPEL MUY IMPORTANTE EL CRITERIO Y LA EXPERIENCIA DE AMBAS PARTES. PRECISAMENTE, PARA NORMAR ESOS CRITERIOS, SE ESTABLECIERON LAS NORMAS O ESTANDARES Y EN ESTE CASO LAS QUE MAS SE UTILIZAN SON LAS DEL **AWS**, D1.1 PARTE 6 QUE INDICAN CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD O RECHAZO PARA CADA UNO DE LOS PROCESOS DE INSPECCION.

CUANDO ES NECESARIO HACER UNA REPARACION EN LA SOLDADURA, EL PROCESO DE REPARACION PASO POR PASO DEBE ESTABLECERSE Y CALIFICARSE TAMBIEN POR CONTROL DE CALIDAD PASANDO LA REPARACION POR LA INSPECCION QUE SE HAYA DETERMINADO.

AUN CUANDO ESTAS INSPECCIONES SON DE USO COMUN EN EL TALLER DURANTE FABRICACION, TAMBIEN SON APLICABLES EN EL CAMPO DURANTE EL MONTAJE. EN MUCHAS OCASIONES SE ESPECIFICAN SOLDADURAS O BARRENADOS EN CAMPO QUE NECESARIAMENTE DEBEN PASAR POR ALGUN PROCESO DE INSPECCION QUE NADA IMPIDE SEAN LOS MISMOS PROCESOS QUE SE HAYAN SEGUIDO EN EL TALLER.

- LA PARTE FINAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL TALLER LO CONSTITUYE LA VERIFICACION DIMENSIONAL Y GEOMETRICA DE LAS PIEZAS. ASI COMO EL CONSTATAR EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA DE LIMPIEZA CUANDO ASI SE ESPECIFIQUE Y LA COMPROBACION DE LA ADHERENCIA Y EL ESPESOR DE LOS RECUBRI-
MIENTOS PROTECTORES DE LAS PIEZAS.

- PARA UNA MAYOR SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DEBE INSPEC-
CIONARSE EL ESTIBADO DE LAS PIEZAS EN EL MEDIO DE TRANS
PORTE QUE SE HAYA SELECCIONADO.

VI. PARTES PARA MONTAJE EN OBRA.

SE HA MENCIONADO QUE PARA LA FABRICACION DE UNA ESTRUCTURA DEBE EXISTIR UNA COORDINACION ENTRE TODOS LOS PARTICIPANTES. LA FABRICACION EN TALLER REPRESENTA UN BUEN PORCENTAJE DEL TRABAJO, EL MONTAJE EN LA OBRA ES OTRO PORCENTAJE IMPORTANTE SIENDO EN OCASIONES AUN MAYOR QUE LA FABRICACION EN EL TALLER.

ESTO INDICA QUE EN TODOS LOS PROYECTOS DE ESTRUCTURAS AMBOS PROCESOS DEBEN ESTUDIARSE CUIDADOSAMENTE PARA DEFINIR CLARAMENTE HASTA DONDE DEBE LLEGAR EL TRABAJO DE TALLER, DONDE SE INICIA EL MONTAJE, Y DONDE PUEDE HABER TRASLAPES QUE SEAN POSIBLE FUENTE DE CONFLICTOS O DE INDEFINICIONES

EL PROCESO DE MONTAJE PODRA REQUERIR DE CIERTOS TRABAJOS QUE DEBAN HACERSE EN EL TALLER, COMO PREPARACIONES DE PARTES, TRAZOS, PRE-BARRENADOS, PUNTEADOS DE SOLDADURA PARA TERMINARLAS EN EL CAMPO, ETC.

DE HECHO, EN TODOS LOS PROYECTOS, EL TALLER SE ENCARGA DE LA FABRICACION DE LAS PARTES Y EL CONSTRUCTOR DEL MONTAJE, QUE COMO YA SE HA MENCIONADO ES UNA ACTIVIDAD RELEVANTE DENTRO DEL PROYECTO, TANTO QUE HA MEREcido UN CAPITULO POR SEPARADO EN ESTE CURSO.

REALMENTE Y PARA EFECTOS PRACTICOS, LA FABRICACION DE PARTES PARA MONTAJE EN OBRA, SE ENTIENDE COMO UNA FABRICACION PARCIAL EN TALLER, EN MAYOR O MENOR GRADO Y ES ASI COMO REALMENTE SE PROCEDE EN TODOS LOS PROYECTOS; ES DECIR, NO ES POSIBLE FABRICAR TODO UN EDIFICIO ARMADO EN TALLER Y DESPUES TRANSPORTARLO COMPLETO.

VII. PROTECCION ANTICORROSIVA Y CATODICA.

INDUDABLEMENTE QUE CUALQUIER PROPIETARIO, DESEA QUE SUS PROPIEDADES LE DUREN EL MAXIMO DE TIEMPO POSIBLE; ESTE ARGUMENTO ES VALIDO TAMBIEN PARA LAS ESTRUCTURAS METALICAS.

POR RAZONES NATURALES EL ACERO DURA MUCHOS AÑOS EN BUENAS CONDICIONES DE SERVICIO; UN BUEN CALCULO, BUENOS Y ACEDUADOS RECUBRIMIENTOS PROTECTORES Y UN BUEN MANTENIMIENTO HARAN QUE DURE AUN MAS DE LO ESPERADO INICIALMENTE AL HACER LOS ESTUDIOS DE COSTEABILIDAD DE LA INVERSION.

EL ENEMIGO A VENCER ES LA CORROSION, QUE ES LA QUE FINALMENTE DETERMINA LA VIDA DEL ACERO Y NO ASI LAS PROPIEDADES CONTRA LA FATIGA QUE POSEE EL MATERIAL, QUE EN TERMINOS GENERALES LE PERMITEN UN MAYOR NUMERO DE AÑOS DE VIDA, PORQUE ADEMAS, DURANTE EL DISEÑO SE DEBE CHECAR EL NUMERO DE CICLOS DE CARGA A QUE SE VE SOMETIDA LA ESTRUCTURA CUANDO ESTA VA A ESTAR SOMETIDA A CARGAS CICLICAS REPETITIVAS, CUANDO LA ESTRUCTURA ES COMPLETAMENTE ESTATICA EL CALCULO POR FATIGA RESULTA PRACTICAMENTE DESPRECIABLE.

COMO USTEDES SABEN, EL ACERO SE OXIDA POR EFECTOS DE LA COMBINACION DEL OXIGENO CON EL FIERRO DEL ACERO, QUE FORMAN EL OXIDO DE FIERRO. ESTOS DOS ELEMENTOS SON MUY AFINES ENTRE SI, DE TAL MANERA QUE PARA QUE LA REACCION SE LLEVE A CABO NO REQUIEREN DE NINGUN CATALIZADOR NI DE ENERGIA ADICIONAL.

ALGUIEN HA DEFINIDO A LA CORROSION COMO EL PROCESO QUE VUELVE A LOS ELEMENTOS A SUS ORIGENES NATURALES.

ASI PUES, EL FIERRO, QUE ES EL ELEMENTO PRINCIPAL DEL ACERO,

TIENDE A REGRESAR AL OXIDO DE FIERRO O A LAS SALES FERROSAS.

OTRO AMBIENTE CORROSIVO SE ORIGINA CON LA EXISTENCIA EN EL AMBIENTE DE OXIDOS DE AZUFRE (GENERADO POR HORNOS INDUSTRIALES) QUE AL COMBINARSE CON LA HUMEDAD DEL AMBIENTE GENERAN ACIDO SULFURICO QUE DESTRUYE LAS PROTECCIONES Y ATACA AL ACERO FORMANDO SULFATOS FERROSOS.

EN LOS AMBIENTES MARINOS EN DONDE ADEMAS DE LA HUMEDAD SE PRESENTAN CLORUROS DE SODIO QUE ARRASTRA EL AIRE, FUNCIONAN COMO ELECTROLITO LAS SALES CON LA HUMEDAD Y PENETRAN CUALQUIER PORO O DEFECTO QUE SE HAYA DEJADO EN LA PROTECCION, LLEGANDO HASTA EL ACERO INICIANDO LA CORROSION.

EN EL CASO DE ESTRUCTURAS METALICAS SUMERGIDAS EN AGUA DE MAR, EL PROCESO DE CORROSION ES MAS SEVERO PORQUE LAS SALES EXISTENTES EN EL AGUA HACEN QUE ESTA SEA MAS CONDUCTORA GENERANDO UN MEDIO ADECUADO PARA LA CORROSION GALVANICA QUE CONSISTE EN EL DESPRENDIMIENTO DE IONES DE FIERRO DEL ACERO PROVOCADOS POR LA ALTA CONDUCTIVIDAD DEL AGUA (PAR GALVANICO ENTRE EL AGUA Y EL ACERO) QUE ADEMAS FUNCIONA COMO ELECTROLITO. LOS IONES DE FIERRO SE COMBINAN CON EL OXIGENO DEL AIRE INICIANDOSE LA CORROSION GENERALMENTE EN LA LINEA DE UNION DEL AGUA CON EL AIRE.

SE TRATA ENTONCES DE EVITAR QUE EL ACERO POR SU ESTRUCTURA INESTABLE, PERMITA QUE EL FIERRO QUE CONTIENE SE PONGA EN CONTACTO CON AQUELLOS ELEMENTOS CON LOS CUALES PUEDE COMBINARSE FACILMENTE.

EN EL CASO DE CORROSIONES POR OXIDACION AMBIENTAL EXISTEN MUCHOS MEDIOS PARA LA PROTECCION DEL ACERO, QUE COMO YA SE HA COMENTADO CUALQUIER PROTECCION QUE SE APLIQUE DEBE SER

PARTICULARMENTE CUIDADOSA. ESTAS PROTECCIONES VAN DESDE LOS PRIMARIOS ANTICORROSIVOS QUE SE APLICAN DESPUES DE UNA BUENA LIMPIEZA, HASTA LOS ESMALTES EPOXICOS Y ALQUIDALICOS DE LOS CUALES SE MUESTRA UNA LISTA DE ELLOS EN EL ACETATO SIGUIENTE, LA SELECCION DE LOS RECUBRIMIENTOS ES MUY VARIABLE Y DEPENDIENTE DE TODOS LOS CONCEPTOS QUE YA SE HAN MENCIONADO.

EN AMBIENTES CORROSIVOS MAS SEVEROS COMO LOS PROVOCADOS POR EL OXIDO DE AZUFRE QUE ACABA CON CUALQUIER ESMALTE, SE DEBE RECURRIR A PROTECCIONES GALVANOPLASTICA, COMO GALVANIZADOS, (INORGANICO DE ZINC O GALVANIZADO EN CALIENTE) CROMADOS U OTRA PROTECCION ELECTROLITICA.

LOS PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION ANTICORROSIVA, AL IGUAL QUE MUCHAS OTRAS ESPECIALIZACIONES, HAN SIDO AMPLIAMENTE ESTUDIADAS Y EN MUCHOS CASOS YA SE PUEDEN CONSIDERAR DOMINADAS, SIN QUE ESTO QUIERA DECIR QUE YA NO VAN A SEGUIR EVOLUCIONANDO. LAS PROTECCIONES CATODICAS AUN CUANDO SU FINALIDAD SEA TAMBIEN LA ANTICORROSION, ES OTRA ESPECIALIDAD QUE INVOLUCRA OTRAS DISCIPLINAS; A LA FECHA LOS MAYORES ESTUDIOS QUE SE REFIEREN A LA PROTECCION CATODICA ESTAN REFERIDOS AL AGUA DE MAR Y A CIERTOS ELEMENTOS.

EN TERMINOS GENERALES EL PRINCIPIO DE LA PROTECCION CATODICA SE BASA EN LAS PROPIEDADES GALVANICAS DE LOS ELEMENTOS ES DECIR EN SU ELECTROPOSITIVIDAD RELATIVA QUE SE TRADUCE EN SU FACILIDAD DE IONIZACION TAMBIEN RELATIVA EN UN MEDIO ELECTROLITICO.

ESTO QUIERE DECIR, QUE EN EL CASO DEL AGUA DE MAR QUE ES UN MEDIO ELECTROLITICO POR LAS SALES QUE CONTIENE ANTE DOS METALES DE ELECTROPOSITIVIDAD DIFERENTE, EL ELECTROLITO,

POR EL PAR GALVANICO QUE SE CREA ENTRE EL AGUA Y EL ELEMENTO MAS IONIZABLE, HACE QUE SE DESPRENDAN LOS IONES DE ESTE ULTIMO SIN AFECTAR AL OTRO METAL, CONSTITUYENDO LO QUE SE CONOCE COMO ANODOS DE SACRIFICIO PORQUE SUS CARACTERISTICAS DE ALTA IONIZACION HACEN QUE SE CONSUMA CON EL TIEMPO TENIENDO QUE REPONERSE PERIODICAMENTE PERO PROTEGIENDO A LA ESTRUCTURA.

PUESTO QUE EN ESTE AMBIENTE LAS POSIBILIDADES DE CORROSION SON MUY ALTAS, TODA LA ESTRUCTURA, ADEMAS DE LOS ANODOS DE SACRIFICIO DEBEN RECUBRIRSE DE PREFERENCIA CON UN INORGANICO DE ZINC COMO PRIMARIO Y UN RECUBRIMIENTO AHULADO (PINTURA APOXICA).

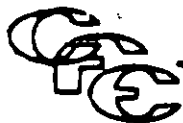
EN LOS ACETATOS SE MUESTRAN VALORES RELATIVOS DE ELECTROPOSITIVIDADES DE ALGUNOS MATERIALES.

(ACETATOS GRUPO 5).

EQUIVALENCIAS ESPECIFICACIONES PEMEX VS PRODUCTOS AMERCOAT.

<u>PEMEX 1974.</u>	<u>DOBRE.</u>	<u>AMERCOAT.</u>
RP-1-74	Primario de Minio Alquidálico.	* MMP-24.
RP-2-74	Primario de Cromato de Zinc.	* AM-38.
RP-3-74 Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Postcurado.	D-3 Polvo.
RP-3-74 Líquido.		D-3 Líquido.
RP-3-74 Sol. Curadora.		D-3 Sol. Curadora.
RP-4-74 Tipo "A" Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Autocurante B.A.	D-4 Polvo.
RP-4-74 Tipo "A" Líquido.		D-4 Líquido.
RP-4-74 Tipo "B" Polvo.	Inorgánico de Zinc 100%-Autocurante B.S.	D-9 Polvo.
RP-4-74 Tipo "B" Líquido.		D-9 Líquido.
RP-5-74 Tipo "A".	Alquitrán de Hulla Epóxico - Poliamina.	AM-78.
RP-5-74 Tipo "B".	Alquitrán de Hulla Epóxico - Poliamina.	* AMSA E-507.
RP-6-74.	Primario Epóxico Catalizado.	* AM-71.
RP-7-74 Primario.	Primario Vinil Epóxico Modificado.	* AM-187.
RP-7-74 Enlace Rojo.		* AM-86E.
RP-7-74 Enlace Gris.		* AM-86E.
RP-8-74.	Primario Epóxico Catalizado p/Turbosina.	* AM-71.
RA-20-74.	Esmalte Alquidálico Brillante.	* AM-52.
RA-21-74.	Acabado Epóxico Catalizado.	* AM-72.
RA-22-74.	Acabado Vinílico de Altos Sólidos.	* AM-99.
RA-23-74.	Acabado Epóxico Catalizado p/Turbosina.	AM-66.
RA-24-74.	Acabado Fenólico de Aluminio.	-----
RA-25-74.	Acabado Vinil-Acrílico.	* AM-35.
RA-26-74.	Acabado Epóxico Catalizado de Altos Sólidos.	AM-66.
RE-30-74 Tipo "A".	Recubrimiento para altas Temperaturas.	MMS-12.
RE-30-74 Tipo "B".	Recubrimiento para altas Temperaturas.	* AM-878.
RE-31-74 Tipo "A".	Recubrimiento Antivegetativo.	-----
RE-31-74 Tipo "B".	Recubrimiento Antivegetativo.	* AM-235.
RE-32-74.	Recubrimiento Epóxico p/zona de mareas.	AM-1761.
RE-33-74.	Recubrimiento Alquidálico p/Tambores.	-----
RE-34-77.	Recubrimiento Epóxico p/interior de gasoducto.	* AMSA E-431.

NOTA: 1 * Similar.
 2 Contratiempo e defectos que no tienen asterisco.



RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Carlos Alberto Lara Zúñiga

I RESUMEN

Se da una clasificación de las pinturas, recubrimientos y revestimientos, se describe de manera general la composición de los recubrimientos y se da una clasificación de los mismos en función del tipo de secado y por su composición química también se habla de que al presentarse la necesidad de recubrimientos se debe seleccionar un sistema de recubrimientos anticorrosivos, el cual consiste de la preparación de superficie, primario, intermedio o enlace y acabado. Se describe cada uno de los componentes del sistema y se habla un poco acerca de la aplicación de los recubrimientos.

Finalmente se dan los pasos necesarios para calcular la cantidad de recubrimientos, dando un ejemplo para facilitar la simulación.

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos más utilizados para el control de la corrosión, es la aplicación de recubrimientos sobre la superficie que se requiere proteger.

Muchas veces se confunde a las pinturas con los recubrimientos y éstas a su vez con los revestimientos. Al ver a una pintura envasada, no podemos saber si es una pintura, un recubrimiento o un revestimiento, ya que no está en función de la presentación, sino del espesor al cual se va a aplicar. Así tenemos la siguiente clasificación.

Pinturas	Espesor menor de 50 micrómetros
Recubrimientos	Espesor entre 50 y 1000 μ
Revestimientos	Espesor mayor de 1000 μ

Las pinturas se utilizan para tintes estéticos, y por tal motivo no es importante la preparación de la superficie ni el espesor, pero sí el color.

Los recubrimientos y revestimientos se usan para dar protección anticorrosiva principalmente al acero, y por consiguiente es importante la preparación de la superficie, los espesores, el número de capas y tipo de recubrimientos.

2 COMPARACION DE LOS RECUBRIMIENTOS

Un recubrimiento consta de dos componentes fundamentales: el vehículo y el pigmento.

El vehículo es la parte líquida del recubrimiento y éste a su vez está formado por la resina, aditivos y solventes.

El pigmento es la parte sólida finamente molida del recubrimiento y se puede dividir en pigmentos coloridos, pigmentos inertes y reforzantes.

La parte que queda del recubrimiento después de su secado son la resina con sus aditivos y el pigmento perdiéndose por evaporación del solvente.

De esto se deriva que un recubrimiento que tenga 60% de sólidos en volumen indica que el 40% del volumen es solvente y el 60% del volumen lo ocupa la resina y el pigmento.

3 CLASIFICACION DE LOS RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos los podemos clasificar en función del tipo de secado o de su composición química.

Dentro de la clasificación por tipo de secado tenemos a los esmaltes, lacas, catalizados y de horno. La tabla 1 da las características de esta clasificación.

CLASIFICACION DEL RECUBRIMIENTO	TIPO DE SECADO	EJEMPLOS
ESMALTES	Evaporación del solvente y auto oxidación del vehículo	Alquidáticos
LACAS	Evaporación del solvente	Vinílicos, Hules, Clorados, Acrílicos
CATALIZADOS	Reacción química y evaporación del solvente	Epóxicos, Poliuretanos, Inorgánicos de Zinc
HORNEO	Polimerización por acción del calor y evaporación del solvente	Silicón, Fenólicos

TABLA 1 CLASIFICACION DE LOS RECUBRIMIENTOS POR EL TIPO DE SECADO.

En la clasificación de recubrimientos por su composición química se dividen en orgánicos, inorgánicos y metálicos. La tabla 2 muestra esta clasificación.



CATEGORÍA DE RECURRIMIENTOS	IDENTIFICACION	EJEMPLOS
PRIMARIOS	ORGANICOS	ACEITES ALQUILAR DE LINDA MOLÉCULA
	INORGANICOS	ALUMINADOS FOSFATOS BORATOS CROMATOS SILICATOS POLIURETANOS POLIESTERES
INTERMEDIOS	DE ZINC ANODO-PROTECTOR	BASE SOLVENTE BASE ACUOSA
	DE ZINC OSCURA DE	BASE ACUOSA DE LOS COMPONENTES
	DE ZINC CON FIBRA ORGANICA	DE COMPONENTES DE COMPONENTES
ACABADOS	ALUMINADO	ESTRUC CROMO CROMO NIOXIDO
	DE SERRIFICIO (PROTECCION QUIMICA)	ZINC ALUMINIO CROMIO

TABLA 2 CLASIFICACION DE RECURRIMIENTOS POR SU COMPOSICION QUIMICA.

4 SISTEMA DE RECURRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Al presentarse la necesidad de recubrimientos, se debe seleccionar un "sistema de recubrimientos anticorrosivos", y debe consistir de lo siguiente:

- Preparación de superficie
- Primario
- Intermedio o enlace (cuando se requiera) y
- Acabado

La tabla 11 de la especificación CFE D8500-01, Guía para la selección y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, da las recomendaciones de sistemas sobre la base de las condiciones de exposición.

4.1 Preparación de superficie

La vida de los recubrimientos anticorrosivos depende principalmente de la preparación que tenga la superficie inmediatamente antes de su aplicación. Es mejor aplicar un mal recubrimiento sobre una preparación de superficie excelente que aplicar el mejor recubrimiento sobre una superficie no preparada.

Desde la etapa de fabricación las superficies metálicas adquieren sustancias contaminantes, las cuales debilitan la adherencia de los recubrimientos y reduce su vida útil por lo que es necesario removerlos antes de aplicar los recubrimientos.

El grado de preparación requerido es función del tipo de recubrimiento seleccionado, de las condiciones origi-

nales de la superficie, de las facilidades en el sitio y de los costos involucrados. En la mayoría de los casos el costo más alto de un sistema de recubrimientos es la preparación de la superficie.

La adherencia del primario sobre la superficie, es mecánica, de ahí que la rugosidad o el perfil de anclaje que tenga la superficie es muy importante. El perfil de anclaje debe ser mayor en profundidad de 25 a 63 um, que el espesor seco del primario por aplicar o bien un tercio del espesor seco del sistema completo.

4.2 Primario

El primario es la capa de recubrimiento que se aplica sobre la superficie preparada y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Buena adherencia a la superficie
- Proporcionar adherencia a la siguiente capa
- Retardar la velocidad de corrosión y
- Resistencia al ambiente

4.3 Intermedio

En una capa de enlace entre el primario y el acabado, que no siempre es necesario y depende de las siguientes propiedades:

- Espesor adecuado al sistema
- Adherencia entre el primario y el acabado
- Proporcionar mayor resistencia al ambiente

4.4. Acabado

Es la capa que está directamente en contacto con el ambiente y pueden dar algunas de las siguientes características:

- Apariencia agradable
- Antiderrapantes
- Antivegetativa
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la temperatura
- Resistencia a la intemperie y
- Resistencia química

4.5 Aplicación

La aplicación de un sistema de recubrimientos anticorrosivos es terminar la fabricación de las pinturas, ya que lo que se compara es un líquido, y lo que se necesita es una capa delgada sólida que proteja a la estructura metálica aislándola del ambiente. A igual que se lleva el

60

cantidad de la fabricación del líquido, se debe tener el control de calidad de la aplicación del mismo, para lograr el éxito en cuanto a protección anticorrosiva.

5. CALCULO DE LA CANTIDAD DE RECURRIMIENTO

el dato que debemos tener es el área de la superficie por recubrir. Posteriormente, seleccionar el tipo de recubrimientos anticorrosivos, en función del ambiente que estará sujeta la estructura a proteger y el tipo de pintura que se aplicará. La aplicación de los recubrimientos para calcular la cantidad de recubrimiento, se supone los datos:

El área total es de 1400 m², el primario es el vinílico (CFE-P5) y el acabado es el vinílico (CFE-A5), siglas según la especificación CFE D8500-02 "Recubrimientos anticorrosivos". Estos recubrimientos se aplicarán por aspersion.

Por la misma especificación CFE D8500-02, podemos obtener además datos que requerimos, y los resumimos en la tabla 3.

	PRIMARIO (CFE-P5)	ACABADO (CFE-A5)
ESPESOR HUMEDO POR CAPA	25 μ m	63 a 75 μ m
SOLIDOS EN VOLUMEN	11.1%	28.2%
ESPESOR HUMEDO POR CAPA	226 μ m	223 a 264 μ m
RENDIMIENTO TEORICO A 25 μ m DE ESPESOR	4.4 m ² /dm ³	11.1 a 13.2 m ² /dm ³

TABLA 3 DATOS PROPORCIONADOS EN LA ESPECIFICACION D8500-02 PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE RECURRIMIENTOS.

De la tabla 3, el espesor húmedo se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{100 \cdot S}{\% \text{ de sólidos en volumen}} \dots \dots (1)$$

donde:
 H = espesor húmedo en μ m
 S = espesor seco en μ m

El rendimiento teórico se calcula partiendo de que un

litro de recubrimiento de 100% sólidos en volumen (sin solventes) puede recubrir 40m² a 25 μ m de espesor

Para conocer el rendimiento teórico de un recubrimiento a 25 μ m, simplemente multiplicamos 40 por 4 % de sólidos en volumen, así tenemos para el primario

$$\text{Rendimiento teórico} = 40 \times 0.111 = 4.4 \text{ m}^2/\text{dm}^3 \text{ a } 25 \mu\text{m}$$

Con el rendimiento teórico es fácil calcular la cantidad de recubrimientos:

Para el primario

$$\begin{aligned} \text{Recubrimiento necesario} &= \frac{1400 \text{ m}^2}{4.4 \text{ m}^2/\text{dm}^3} \times \frac{50 \mu\text{m}}{25 \mu\text{m}} \\ \text{Teórico} &= 636.4 \text{ litros} \end{aligned}$$

donde 50 μ m es el espesor seco recomendado (2 capas a 25 μ m)

Para el acabado

$$\text{Recubrimiento necesario} = \frac{1400 \text{ m}^2}{11.1 \text{ m}^2/\text{dm}^3} \times \frac{75 \mu\text{m}}{25 \mu\text{m}}$$

$$= 378.4 \text{ litros}$$

donde 75 μ m es el espesor seco recomendado del acabado.

Para calcular el recubrimiento necesario práctico, debemos considerar las normas, que varían en función del método de aplicación, del tipo de superficie, de la velocidad del viento y de la habilidad del aplicador.

Para el caso de aplicación por aspersion con aire, las mermas se toman por lo general de un 20% al 30%. Tratando de ser conservadores, consideraremos para nuestro ejemplo mermas del 25%, por lo que la cantidad de recubrimiento práctico quedará:

$$\begin{aligned} \text{Primario} &= 636.4 \times 1.25 = 795.9 \text{ litros} \\ \text{Acabado} &= 378.4 \times 1.25 = 473.0 \text{ litros} \end{aligned}$$

Para hacer el pedido, necesitamos conocer el número de cubetas de 18 litros necesarias, por lo que nos queda:

$$\text{Primario} = \frac{795.5 \text{ L}}{18 \text{ L/cubeta}} = 44.2 \quad \underline{45 \text{ cubetas}}$$

$$\text{Acabado} = \frac{473 \text{ L}}{18 \text{ L/cubeta}} = 26.3 \quad \underline{27 \text{ cubetas}}$$

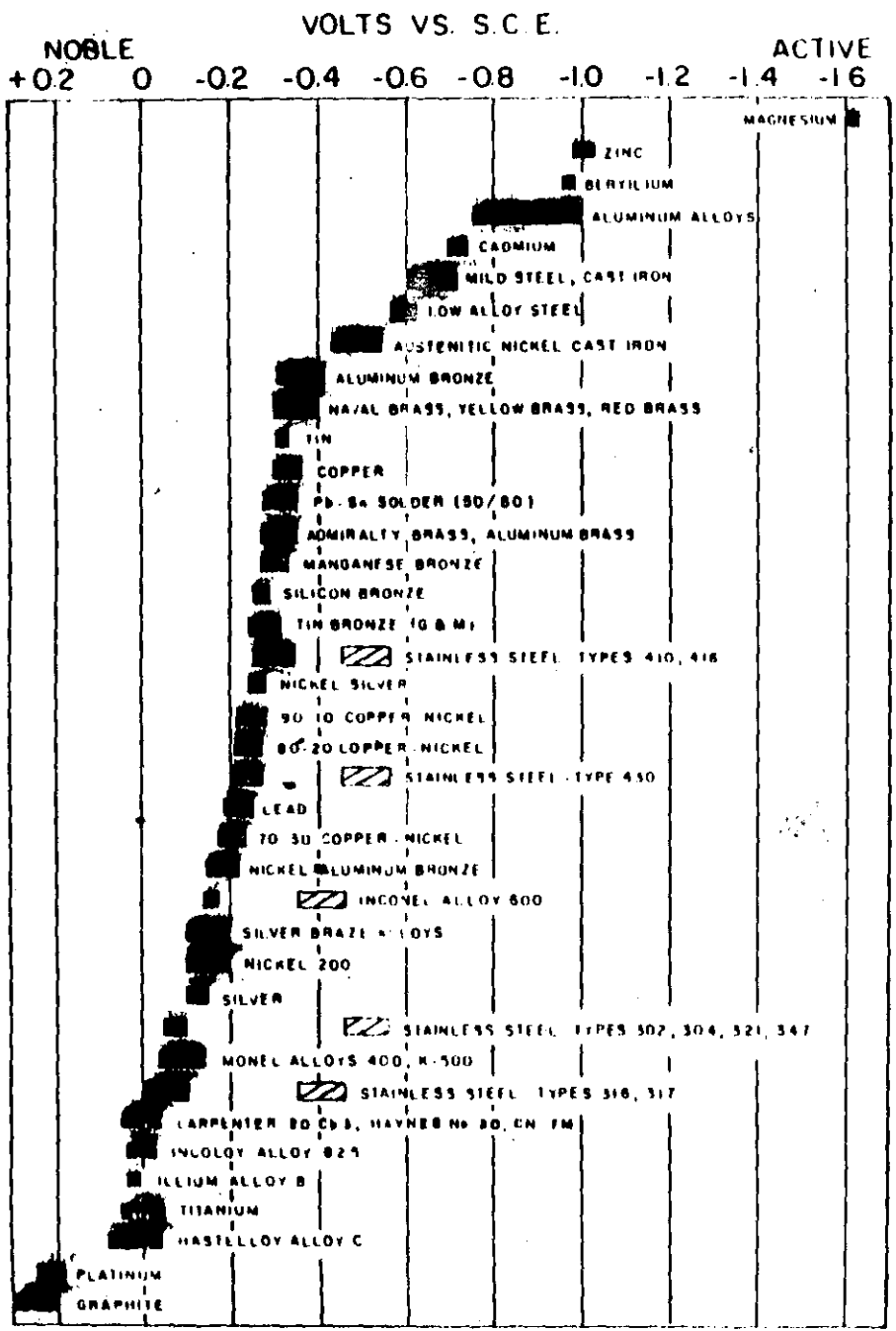


Figure 8-10. Corrosion potentials of various materials in flowing seawater (2.5-4 m/sec) at temperatures in the range 10-26°C. The hatched symbols indicate potentials exhibited by stainless steels in neldic water such as exists in crevices.

presence of crevices the stainless steel may exhibit less noble E_{corr} values due to oxygen depletion within the crevice. Under these conditions the less noble E_{corr} values should be used in considering the possibility of occurrence of galvanic corrosion.

A very important factor in determining the extent of attack by galvanic corrosion is the ratio of the areas of the anodic and cathodic materials. An unfavorable area ratio is one which comprises a large cathode and a small anode. Since for a given current flow in a galvanic cell the current density is greater on a small electrode than on a larger one, a small anode will have a greater current density and hence a greater corrosion rate than a large anode. For example, mild steel fasteners (small anodes) should not be used to assemble stainless steel plates (large cathodes).

For listings of materials which are galvanically compatible with stainless steels in fastener applications and in pump and valve trim applications in seawater the reader should refer to the publication by Tutbill and Schillmoller (12), and for a more detailed review of the fundamental understanding of galvanic corrosion, the publication by Fryer (13) should be consulted.

Galvanic corrosion has also been known to cause problems in acid environments. For example stainless steel pickling tanks have been known to corrode when in contact with more active metals being pickled. In terms of the parameters described in Figure 9-1, coupling the stainless steel to a more active metal can move its corrosion potential from $E_{corr,1}$ (passive) to $E_{corr,2}$ (active) with a resultant increase in corrosion rate. Hydrogen embrittlement of high strength stainless steel fasteners when contact with more active metals can be another manifestation of galvanic corrosion.

8-3 EROSION-CORROSION

Erosion corrosion has been defined by Fontana and Greene (14) as the acceleration of attack caused by a rapidly flowing corrosive environment containing solid particles capable of causing erosion or wear. Mildly corrosive environments, even in the presence of solid particles (e.g., seawater containing sand), generally cause little erosion-corrosion on stainless steels. However, in corrosive environments, such as sulfuric acid, the effect of velocity alone can significantly increase corrosion rate (see Chapter 9). Attack in corrosive environments in the presence of solid particles exhibits a highly directional pattern and is found in elbows, bends or T-joints in piping, and propeller blades and pumps.

Since a corrosion effect is superimposed on a mechanical erosion process, resistance to this form of attack is determined by a balance of properties that enhance resistance to corrosion (e.g., alloying with nickel,

TABLE 8-2. DEGREE OF CORROSION AT BIMETALLIC CONTACTS IN AQUEOUS ENVIRONMENTS

Metal Considered	Contact Metal						
	Gold, Platinum, Rhodium, Silver	Monel(1), Inconel(2), Nickel-Molybdenum Alloys	Cupronickels, Silver Solder, Aluminum-Bronzes, Tin-Bronzes, Gunmetals	Copper, Brasses, "Nickel Silvers"	Nickel	Lead, Tin, and Soft Solders	Steel and Cast Iron
Stainless steels:							
Type 304	A	A	A	A	A	A	A
Type 431	C	A or C(s)	A or C(s)	A or C(s)	A	A	A
Type 410	C	C	C	C	B or C	A	A

Metal Considered	Contact Metal								
	Cadmium	Zinc	Magnesium and Magnesium Alloys (Chromated)	Stainless Steel:			Chromium	Titanium	Aluminum and Aluminum Alloys
				Type 304	Type 431	Type 410			
Stainless steels:									
Type 304	A	A	A	—	A	—	A	A	A
Type 431	A	A	A	A	—	A	A	C	A
Type 410	A	A	A	C	C	—	C	C	A

A = The corrosion of the "metal considered" is not increased by the "contact metal."
 B = The corrosion of the "metal considered" may be slightly increased by the "contact metal."
 C = The corrosion of the "metal considered" may be markedly increased by the "contact metal." (Acceleration is not occur only when the metal becomes wet by moisture containing an electrolyte, for example, salt, acid, or combustion product. In ships, acceleration may be expected to occur under in-board conditions, since salinity and condensation are frequently present. Under less severe conditions the acceleration may be slight or negligible.)
 s = Serious acceleration of corrosion of type 431 stainless steel in contact with copper or nickel alloys may occur at crevices where the oxygen supply is low.
 — = No data available.
 1 = Monel alloy 400.
 2 = Inconel alloy 600.

VIII. TRANSPORTE DE LAS ESTRUCTURAS.

A PESAR DE TRATARSE UN PROCESO SENCILLO, BIEN DOMINADO EN MEXICO, NO DEJA DE TENER SU IMPORTANCIA Y DESDE LUEGO DEBE CUIDARSE Y VIGILARSE PARA NO DAÑAR A LAS PIEZAS NI A SU RECUBRIMIENTO, SOBRE TODO DURANTE LAS MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA.

EL TRANSPORTE DEBE PLANEARSE DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE MONTAJE Y A LAS LIMITACIONES DE PUENTES TUNELES Y OTROS OBSTACULOS QUE PUDIERAN PRESENTARSE EN LA RUTA SELECCIONADA.

LAS LIMITACIONES EN EL TRANSPORTE PUEDEN INCIDIR EN LOS PROCESOS DE FABRICACION Y DE MONTAJE POR EL TAMAÑO Y PESO DE LAS PIEZAS, INCREMENTANDO EL TRABAJO DURANTE EL MONTAJE AUN CUANDO LO MAS DESEABLE ES FABRICAR LO MAS QUE SE PUEDA EN EL TALLER POR LAS COMODIDADES Y RECURSOS CON QUE SE CUENTA EN ESTE EVITANDO AL MAXIMO TRABAJOS EN EL CAMPO PARA FACILIDAD EN EL MONTAJE.

SIN EMBARGO, NO SIEMPRE ES POSIBLE Y ES NECESARIO ESTUDIAR Y ACORDAR PREVIAMENTE TODO LO RELACIONADO CON EL TRANSPORTE.

IX. CONCLUSIONES

ANTE TODO LO COMENTADO, CONSIDERO DE UTILIDAD LLEGAR A CONCLUSIONES QUE NOS PERMITAN REALMENTE TENER UNA IDEA ACERCA DE LOS CRITERIOS QUE SE DEBEN SEGUIR EN LA PLANEACION DE UN TALLER PARA FABRICAR ESTRUCTURAS METALICAS, LAS CUALES BIEN PUEDEN SER LAS SIGUIENTES:

1. ESTABLECER EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO TODO LO RELACIONADO A NORMAS, ESTANDARES Y CODIGOS DE FABRICACION, DE PRUEBAS, ACABADOS Y DE INSPECCION DE LA FABRICACION.
2. CONTAR EN EL TALLER CON LOS SIGUIENTES CODIGOS Y LIBROS COMO MINIMO.

CODIGO DEL **AISC**

MANUAL DE DIBUJO

ESTANDARES **ASTM**

CODIGOS DE SOLDADURA ESTRUCTURAL DEL **AWS**

MANUAL DE INSPECCIONES NO DESTRUCTIVAS DEL **ASNT**

3. DEFINIR CON LA MAYOR PRECISION POSIBLE EL TIPO DE ESTRUCTURAS QUE SE DESEA FABRICAR YA QUE DE ESTO DEPENDE DEFINITIVAMENTE LA SELECCION DE MAQUINARIA Y LA CONFIGURACION DEL TALLER.
4. EVITAR LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS EN OBRA PORQUE SEGURAMENTE NUNCA SE CUMPLIRA CON LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD, A MENOS QUE SE CONSTRUYA REALMENTE UN VERDADERO TALLER.
5. DAR A LAS ESTRUCTURAS METALICAS EL VALOR REAL QUE DEBEN TENER CON TODOS LOS NIVELES DE ESPECIFICACIONES

AQUI MENCIONADAS, YA QUE ME TEMO DE QUE POR EL HECHO DE IN-
CLUIR EN ESTE CURSO LA IDEA DE "FABRICAR EN OBRA" SE SIGUEN
CONSIDERANDO COMO UN PRODUCTO SIN MUCHA IMPORTANCIA.

PRESENTACION DE LA PELICULA.

BIBLIOGRAFIA.

MANUAL DEL AISC EDICION 1986

ESTRUCTURAL WELDING CODE-STEEL ANSI/AWS D1.1-86

DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA (MANUAL) JENSEN, EDITORIAL
MC - GRAW HILL

DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO BRESLER Y LIN. EDITORIAL
LIMASA, 1978

REVISTA TECNOLAB No. 12 PROTECCION ANTICORROSIVA C.F.E.
DIC. 1986.

CODIGOS DE LA ASTM

MANUALES DE LA ASNT

STRUCTURAL ENGINEERING HANDBOOK, GAYLORD AND GAYLORD
MC GRAW - HILL BOOK Co. 1979

BASICS OF STRUCTURAL STEEL DESIGN, SAMUEL MARCUS,
PRENTICE - HALL 1981

SAFETY REQUIREMENTS FOR SHOPS FABRICATING STRUCTURAL STEEL
(ANSI Z229.1 - 1982) AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
1982

GUIDE TO DESIGN CRITERIA FOR BOLTED AND RIVETED JOINTS
FISHER AND STRUICK JOHN WILEY AND SONS 1974

STEEL FABRICATION SAFETY MANUAL (F502) AMERICAN SOCIETY OF
STEEL CONSTRUCTION 1981

STRUCTURAL STEEL SHOP INSPECTOR TRAINING GUIDE (F504)
AMERICAN SOCIETY OF STEEL CONSTRUCTION - 1985.

QUALITY CRITERIA AND INSPECTION STANDARDS (S323)
AMERICAN SOCIETY OF STEEL CONSTRUCTION - 1980.

CORROSION OF STAINLESS STEEL A. - JOHN SEDRIKS
JOHN WILEY AND SONS.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

PLANEACION DE UN TALLER

ING. ARTURO MATA MALACARA

JULIO - 1992

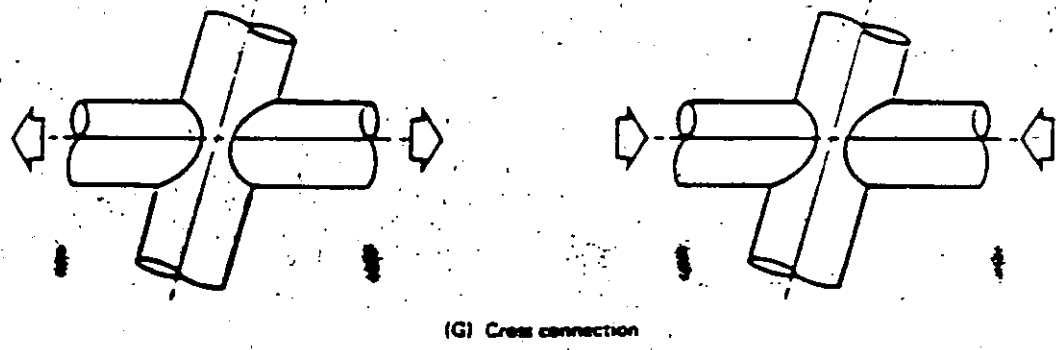
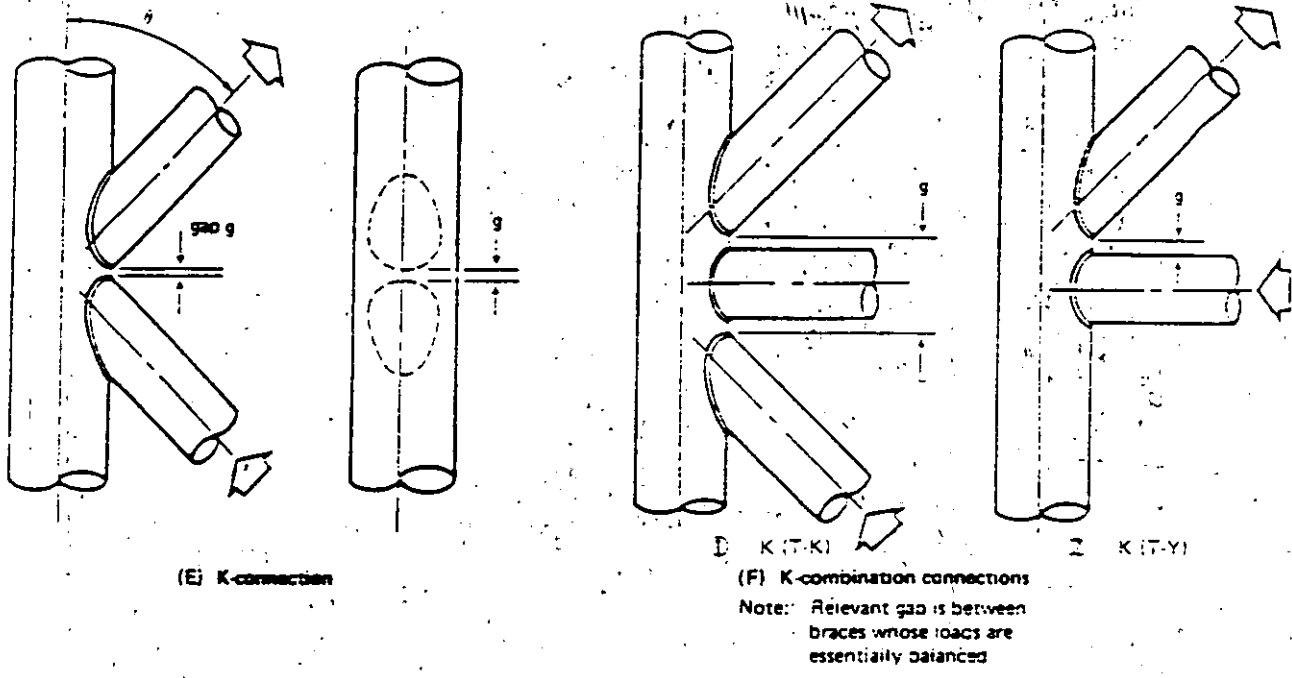
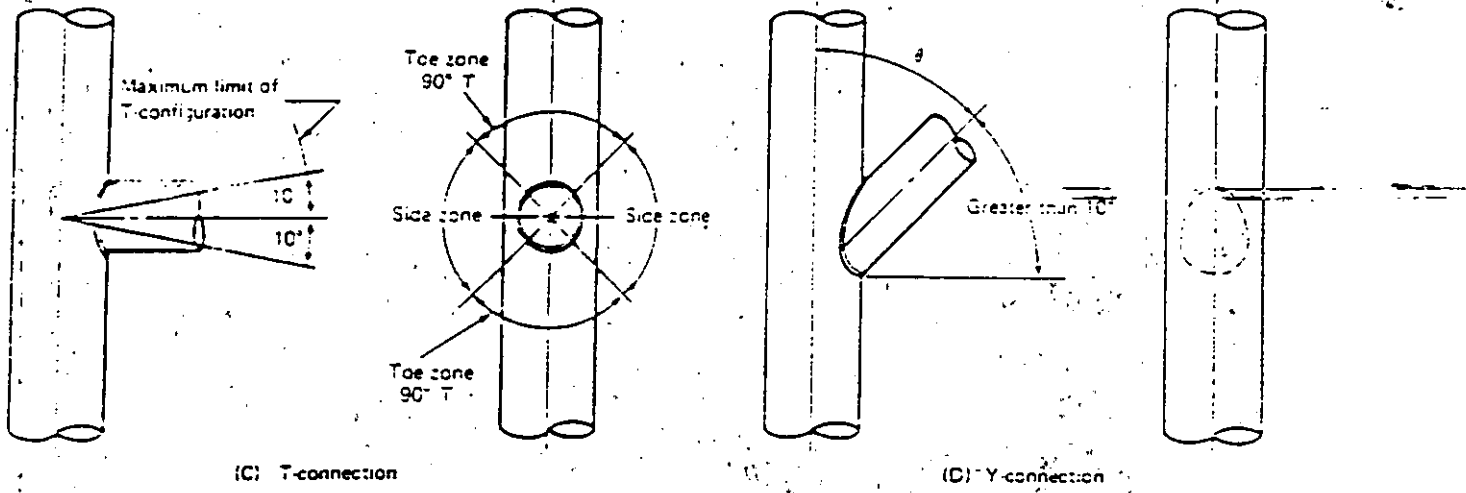
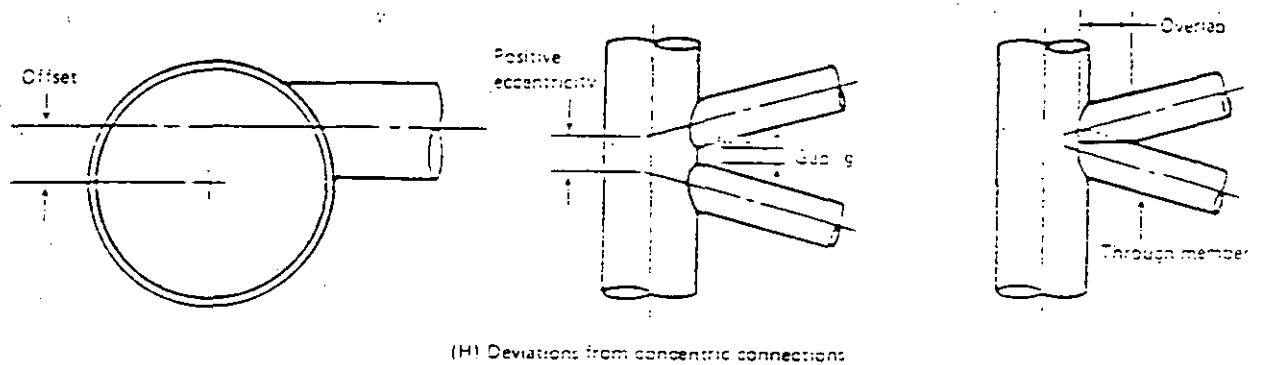
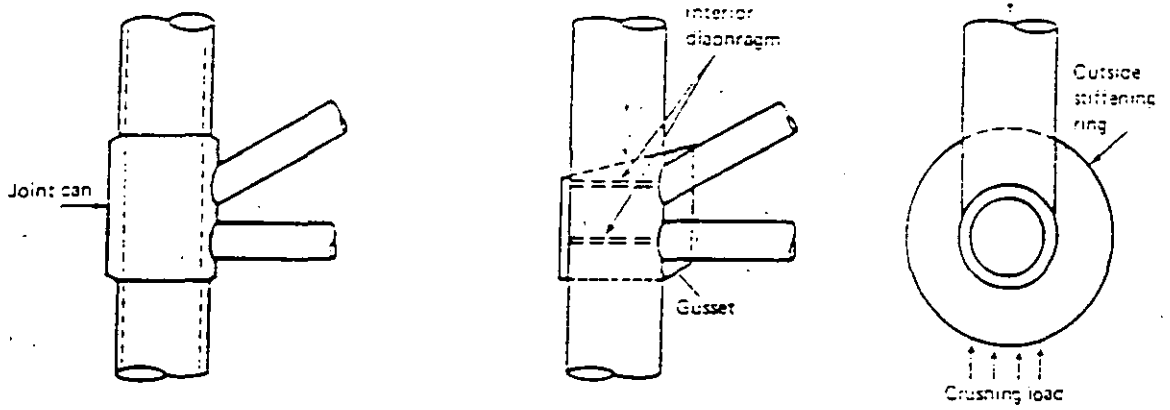


Fig. 10.1.2 (continued)—Parts of a tubular connection

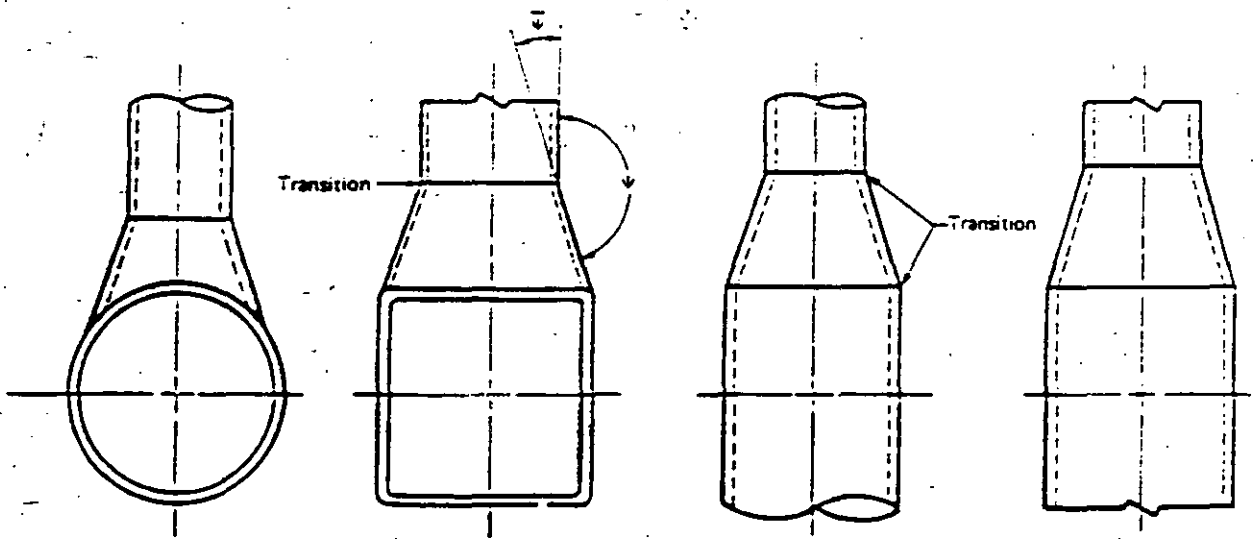


(H) Deviations from concentric connections



(I) Simple tubular connection

(J) Examples of complex reinforced connections



(K) Flared connections and transitions

Fig. 10.1.2 (continued)—Parts of a tubular connection

Specification
for the
Design,
Fabrication
and Erection
of
Structural
Steel for
Buildings

Effective November 1, 1978

with Commentary



AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

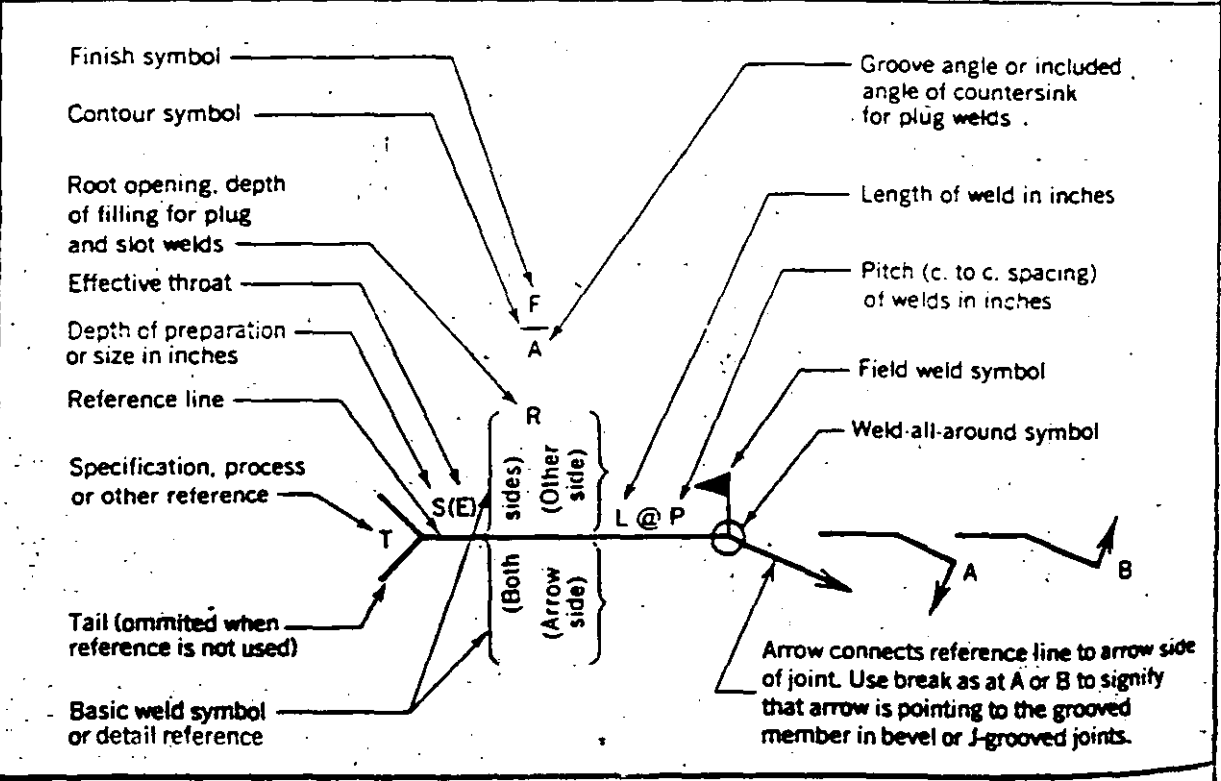
WELDED JOINTS

Standard symbols

BASIC WELD SYMBOLS									
BACK	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

SUPPLEMENTARY WELD SYMBOLS						
BACKING	SPACER	WELD ALL AROUND	FIELD WELD	CONTOUR		For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4-79
				FLUSH	CONVEX	

STANDARD LOCATION OF ELEMENTS OF A WELDING SYMBOL



Note:

Size, weld symbol, length of weld and spacing must read in that order from left to right along the reference line. Neither orientation of reference line nor location of the arrow alter this rule.

The perpendicular leg of Δ , V , U , J weld symbols must be at left.

Arrow and Other Side welds are of the same size unless otherwise shown. Dimensions of fillet welds must be shown on both the Arrow Side and the Other Side Symbol.

The point of the field weld symbol must point toward the tail.

Symbols apply between abrupt changes in direction of welding unless governed by the "all around" symbol or otherwise dimensioned.

These symbols do not explicitly provide for the case that frequently occurs in structural work, where duplicate material (such as stiffeners) occurs on the far side of a web or gusset plate. The fabricating industry has adopted this convention: that when the billing of the detail material discloses the existence of a member on the far side as well as on the near side, the welding shown for the near side shall be duplicated on the far side.

PREQUALIFIED WELDED JOINTS

Complete penetration groove welds

Double V groove weld (3) in mm (B)		Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation			Tolerances		Permitted welding positions	Gas shielding for (FCAW)	Notes
Welding process	Joint designation			T ₁	T ₂	Root opening	Root face	Groove angle			
MAW	B-U3a	U, preferably 5/8 or thicker	-	R = 1/4 f = 0 to 1/8 a = 30°	f = 0 to 1/8	a = 45°	+1/16, -0	+1/16, -0	All	-	C, M
		Stagger = 1/2 R + D	-	R = 3/8 f = 0 to 1/8 a = 30°	f = 0 to 1/8	a = 30°	+1/16, -0	+1/16, -0	F, OH	-	C, M
		Stagger = 1/2 R + D	-	R = 1/2 f = 0 to 1/8 a = 20°	f = 0 to 1/8	a = 20°	+1/16, -0	+1/16, -0	F, OH	-	C, M
SAW	B-U3a-S	U Stagger = 1/4 + R	-	R = 5/8 f = 0 to 1/4 a = 20°	f = 0 to 1/4	a = 20°	+1/16, -0	+1/16, -0	F	-	M

Double V groove weld (3) in mm (D)		Base metal thickness (U = unlimited)		Groove preparation			Tolerances		Permitted welding positions	Gas shielding for (FCAW)	Notes
Welding process	Joint designation			T ₁	T ₂	Root opening	Root face	Groove angle			
MAW	B-U3b	U, preferably 5/8 or larger	-	R = 0 to 1/8 f = 0 to 1/8 a = β = 60°	f = 0 to 1/8	a = β = 60°	+1/16, -0	+1/16, -0	All	Not required	A, C, M
							+1/16, -0	+1/16, -0	All	Not required	A, C, M
							+1/16, -0	+1/16, -0	All	Not required	A, C, M
SAW	B-U3b-S	1-1/8 min	-	R = 1/8 f = 0 a = β = 60°	f = 0	a = β = 60°	+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, P, X
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, P, X
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, P, X
SAW	B-L3-S	1-1/2 max	-	R = 0 f = 1/4 max a = β = 60°	f = 0 to 1/4	a = β = 60°	+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, K
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, K
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, K
SAW	B-U3c-S	U	-	R = 0 f = 1/4 max a = β = 60°	f = 0 to 1/4	a = β = 60°	+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, C
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, C
							+1/16, -0	+1/16, -0	Flat	-	M, C

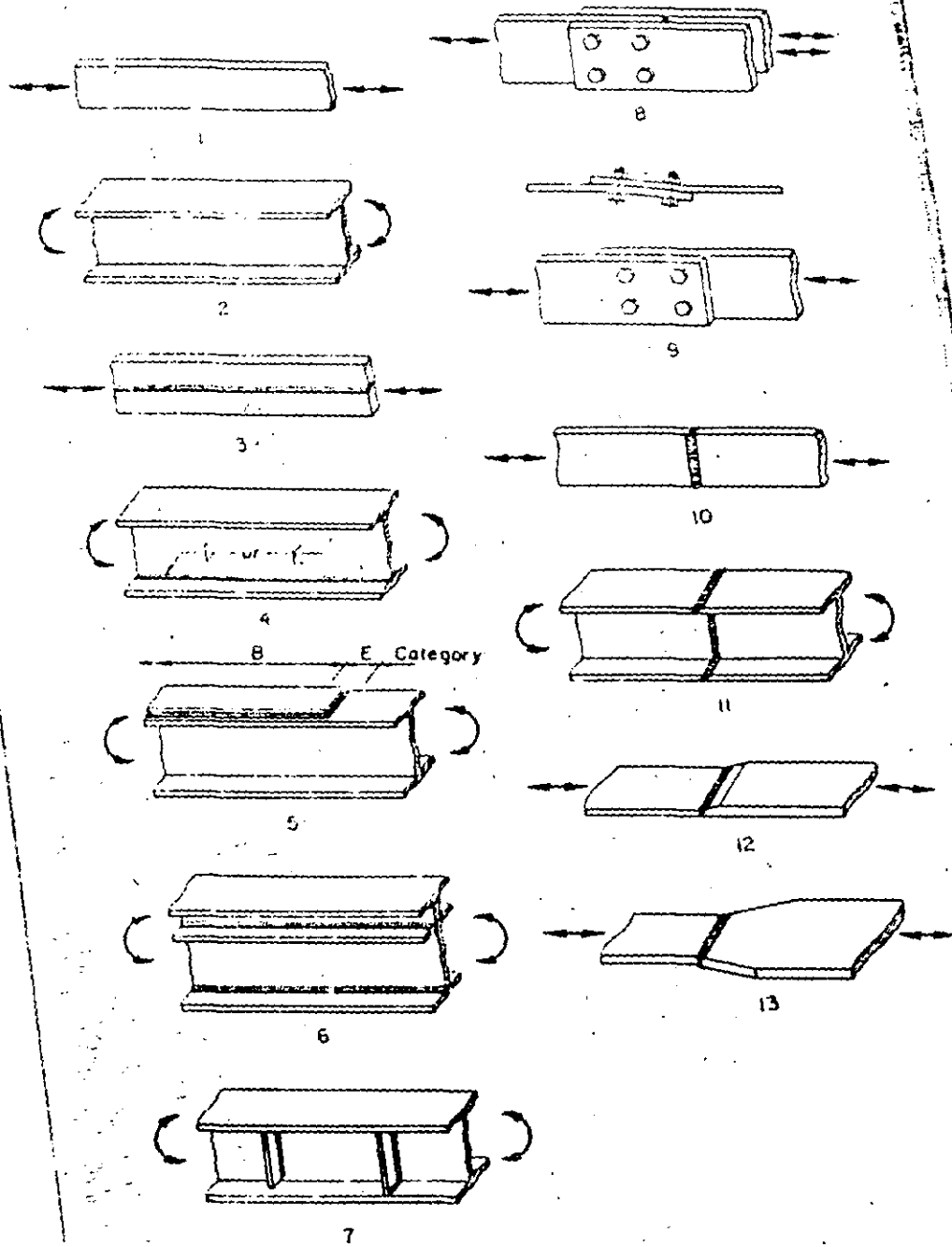


Fig. B1. Illustrative examples

Commentary

ON THE CODE OF STANDARD PRACTICE
FOR STEEL BUILDINGS AND BRIDGES

(Adopted Effective September 1, 1976)

SECTION 1 GENERAL PROVISIONS

1.1 Scope

This Code is not applicable to metal building systems, which are the subject of standards published by the Metal Building Manufacturers Association in their *Metal Building Systems Manual*. AISC has not participated in the development of the MBMA code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

This Code is not applicable to standard steel joists, which are the subject of *Recommended Code of Standard Practice for Steel Joists*, published by the Steel Joist Institute. AISC has not participated in the development of the SJI code and, therefore, takes no position and is not responsible for any of its provisions.

SECTION 3 PLANS AND SPECIFICATIONS

3.1 Structural Steel

Project specifications vary greatly in complexity and completeness. There is a benefit to the owner if the specifications leave the contractor reasonable latitude in performing his work. However, critical requirements affecting the integrity of the structure or necessary to protect the owner's interest must be covered in the contract documents. The following checklist is included for reference:

- Standard codes and specifications governing structural steelwork
- Material specifications
- Mill test reports
- Welded joint configuration
- Weld procedure qualification
- Bolting specifications
- Special requirements for work of other trades
- Runoff tabs
- Surface preparation and shop painting
- Shop inspection
- Field inspection
- Non-destructive testing, including acceptance criteria
- Special requirements on delivery
- Special erection limitations
- Temporary bracing for non-self-supporting structures
- Special fabrication and erection tolerances for AESS
- Special pay weight provisions



TABLE 1.23.4
MAXIMUM SIZES^a OF FASTENER HOLES, INCHES

Nominal Fastener Diameter (d)	Standard Hole Diameter	Oversized ^b Hole Diameter	Short-Slotted ^b Hole Dimensions	Long-Slotted ^b Hole Dimensions
≥ 1/8	$d + 1/16$	$d + 3/16$	$(d + 1/16) \times (d + 1/16)$	$(d + 1/16) \times 2\frac{1}{2}d$
1	$d + 1/16$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{16} \times 2\frac{1}{2}$
≥ 1 1/8	$d + 1/16$	$d + 3/16$	$(d + 1/16) \times (d + 3/16)$	$(d + 1/16) \times 2\frac{1}{2}d$

^a Sizes are nominal.
^b Not permitted for riveted connections.

gouges, greater than $3/16$ -inch that remain from cutting shall be removed by grinding. All re-entrant corners shall be shaped notch-free to a radius of at least $1/2$ -inch.

1.23.3 Planing of Edges

Planing or finishing of sheared or thermally cut edges of plates or shapes will not be required unless specifically called for on the drawings or included in a stipulated edge preparation for welding.

1.23.4 Riveted and Bolted Construction—Holes

1.23.4.1 The maximum sizes of holes for rivets and bolts shall be as stipulated in Table 1.23.4, except that larger holes, required for tolerance on location of anchor bolts in concrete foundations, may be used in column base details.

1.23.4.2 Standard holes shall be provided in member-to-member connections, unless oversized, short-slotted, or long-slotted holes in bolted connections are approved by the designer. Oversized and slotted holes shall not be used in riveted connections.

If the thickness of the material is not greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $1/8$ -inch, the holes may be punched. If the thickness of the material is greater than the nominal diameter of the rivet or bolt plus $1/8$ -inch, the holes shall be either drilled from the solid, or sub-punched and reamed. The die for all sub-punched holes, and the drill for all sub-drilled holes, shall be at least $1/16$ -inch smaller than the nominal diameter of the rivet or bolt. Holes in A514 steel plates over $1/2$ -inch thick shall be drilled.

1.23.4.3 Oversized holes may be used in any or all plies of friction-type connections, but they shall not be used in bearing-type connections. Hardened washers shall be installed over oversized holes in an outer ply.

1.23.4.4 Short-slotted holes may be used in any or all plies of friction-type or bearing-type connections. The slots may be used without regard to direction of loading in friction-type connections, but the length shall be normal to the direction of the load in bearing-type connections. Washers shall be installed over short-slotted holes in an outer ply; when high-strength bolts are used, such washers shall be hardened.

within friction-type connections shall be free of oil, paint, lacquer, or other coatings, except as listed in Appendix E.

All A325 and A490 bolts shall be tightened to a bolt tension not less than that given in Table 1.23.5. Tightening shall be done by the turn-of-nut method,* by a direct tension indicator, or by properly calibrated wrenches. Bolts tightened by means of a calibrated wrench shall be installed with a hardened washer under the nut or bolt head, whichever is the element turned in tightening. Hardened washers are not required when bolts are tightened by the turn-of-nut method, except that hardened washers are required under the nut and bolt head when A490 bolts are used to connect material having a specified yield point less than 40 kips per square inch.

1.23.6 Welded Construction

The technique of welding, the workmanship, appearance and quality of welds made, and the methods used in correcting nonconforming work shall be in accordance with "Section 3—Workmanship" and "Section 4—Technique" of the *Structural Welding Code*, AWS D1.1-77, of the American Welding Society.

1.23.7 Compression Joints

Compression joints which depend on contact bearing as part of the splice capacity shall have the bearing surfaces of individual fabricated pieces prepared to a common plane by milling, sawing, or other suitable means.

1.23.8 Dimensional Tolerances

Dimensional tolerances shall be as permitted in the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

SECTION 1.24 SHOP PAINTING

1.24.1 General Requirements

Shop painting and surface preparation shall be in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of the American Institute of Steel Construction.

Unless otherwise specified, steelwork which will be concealed by interior building finish or will be in contact with concrete need not be painted. Unless specifically excluded, all other steelwork shall be given one coat of shop paint.

1.24.2 Inaccessible Surfaces

Except for contact surfaces, surfaces inaccessible after shop assembly shall be cleaned and painted prior to assembly, in accordance with job specifications.

1.24.3 Contact Surfaces

Paint is permitted unconditionally in bearing-type connections. Except where the design is based on special surface conditions meeting the requirements of Appendix E, shop contact surfaces shall be cleaned prior to assembly in accordance with the provisions of the *Code of Standard Practice*, latest edition, of

* See Commentary Sect. 1.23.5.

1.25.6 Field Painting

Responsibility for touch-up painting and cleaning, as well as for general painting, shall be allocated in accordance with accepted local practices, and this allocation shall be set forth explicitly in the contract.

SECTION 1.26 QUALITY CONTROL

1.26.1 General

The fabricator shall provide quality control procedures to the extent that he deems necessary to assure that all work is performed in accordance with this Specification. In addition to the fabricator's quality control procedures, material and workmanship at all times may be subject to inspection by qualified inspectors representing the purchaser. If such inspection by representatives of the purchaser will be required, it shall be so stated in the information furnished to the bidders.

1.26.2 Cooperation

As far as possible, all inspection by representatives of the purchaser shall be made at the fabricator's plant. The fabricator shall cooperate with the inspector, permitting access for inspection to all places where work is being done. The purchaser's inspector shall so schedule his work as to provide the minimum interruption to the work of the fabricator.

1.26.3 Rejections

Material or workmanship not in reasonable conformance with the provisions of this Specification may be rejected at any time during the progress of the work. The fabricator shall receive copies of all reports furnished to the purchaser by the inspection agency.

1.26.4 Inspection of Welding

The inspection of welding shall be performed in accordance with the provisions of Section 6 of the *Structural Welding Code*, AWS D1.1-77, of the American Welding Society.

When non-destructive testing is required, the process, extent, technique, and standards of acceptance shall be clearly defined in information furnished to the bidders.

1.26.5 Identification of Steel

The fabricator shall be able to demonstrate by a written procedure and by actual practice a method of material application and identification, visible at least through the 'fit up' operation, of the main stress carrying elements of a shipping piece.

The identification method shall be capable of verifying proper material application as it relates to:

1. Material specification designation
2. Heat number, if required
3. Material test reports for special requirements

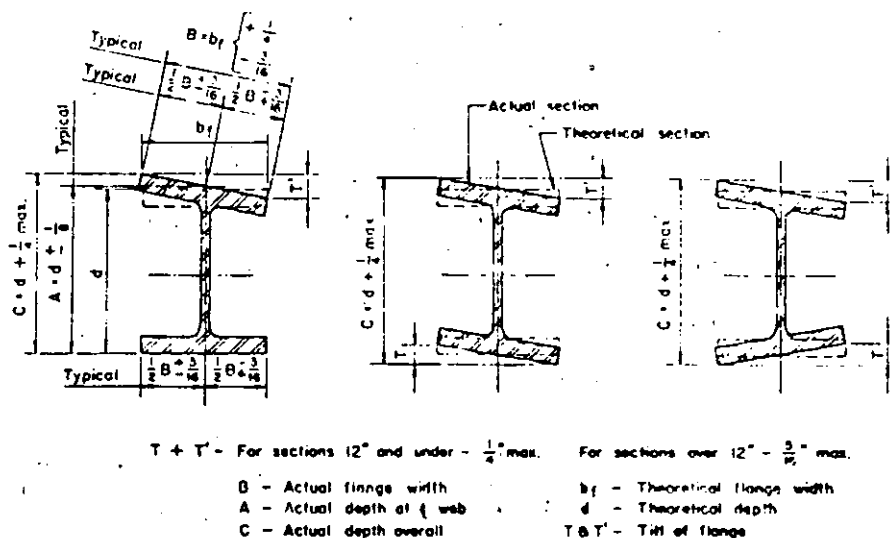


Fig. 1. Mill tolerances on cross section dimensions

SECTION 6 FABRICATION AND DELIVERY

6.4 Dimensional Tolerances

Fabrication tolerances are stipulated in several specification documents, each applicable to a special area of construction. Basic fabrication tolerances are stipulated in Sects. 6.4 and 10 of the Code and Sect. 1.23.8.1 of the AISC Specification. Other specifications and codes frequently incorporated by reference in the contract documents are the AWS *Structural Welding Code* and AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges*.

6.5 Shop Painting

6.5.2, 6.5.3 The selection of a paint system is a design decision involving many factors, including owner's preference, service life of the structure, severity of environmental exposure, the cost of both initial application and future renewals, and the compatibility of the various components comprising the paint system, i.e., surface preparation, prime coat and subsequent coats.

Because inspection of shop painting needs to be concerned with workmanship at each stage of the operation, the fabricator provides notice of the schedule of operations and affords access to the work site to inspectors. Inspection must be coordinated with that schedule in such a way as to avoid delay of the scheduled operations.

Acceptance of the prepared surface must be made prior to application of the prime coat, because the degree of surface preparation cannot be readily verified after painting. Also, time delay between surface preparation and application of

ARTIST
 2007

The nomenclature of groove welds is given in Fig. 6-4. The terms refer to the preparation of material and the relationship of abutting parts, as well as to the welds themselves. Figure 6-5 shows typical examples of *partial penetration groove welds*. Figure 6-6 shows typical examples of *complete penetration groove welds*. Rein-

forcing fillets, shown in Fig. 6-6, are usually specified only when design requirements dictate their use. The proportions and dimensions of groove welds which may be used without prequalification are shown in Manual Part 4 and in the applicable AWS Codes and Specifications. It should be noted that the submerged-

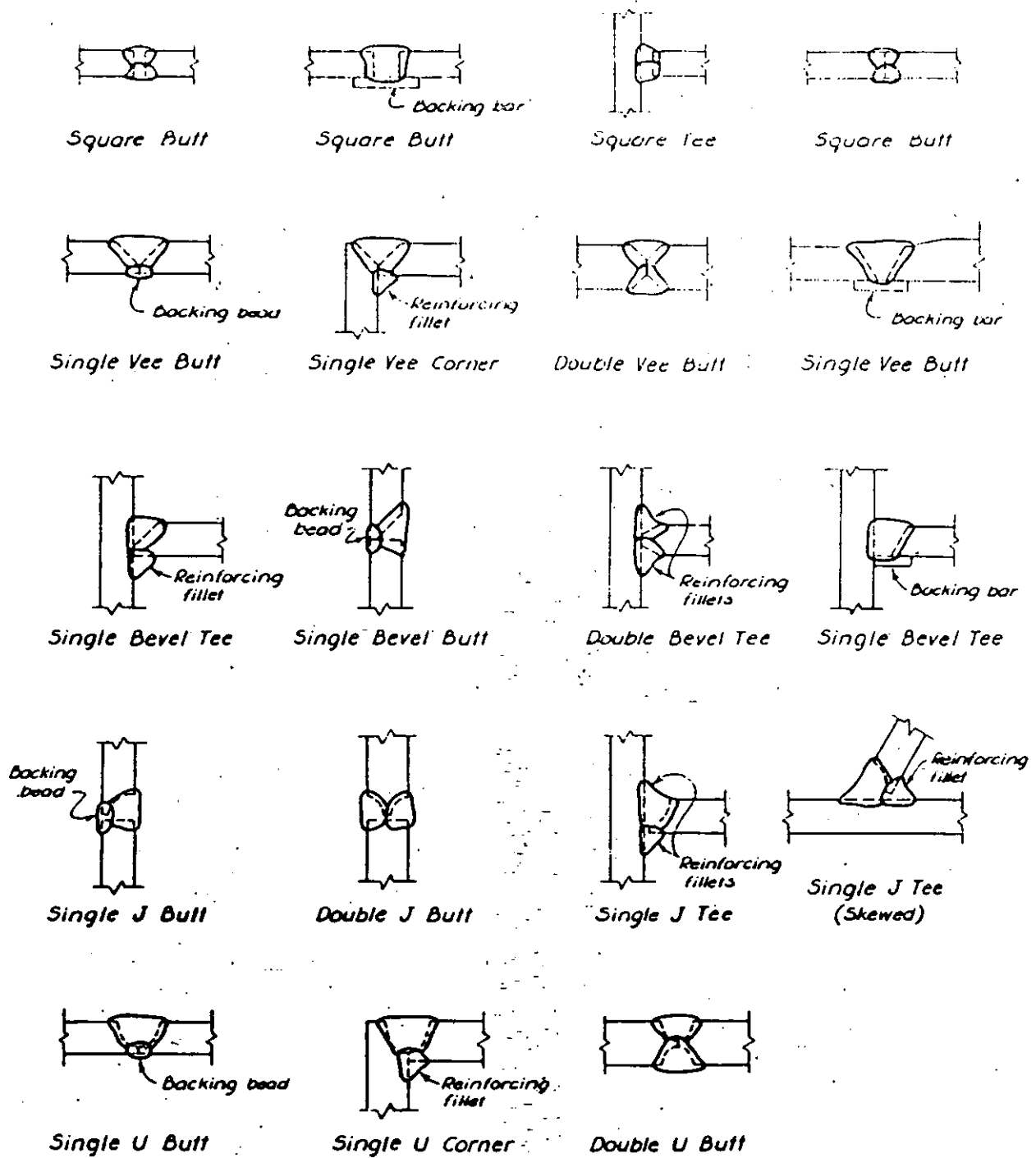


Fig. 6-6. Complete penetration groove welds

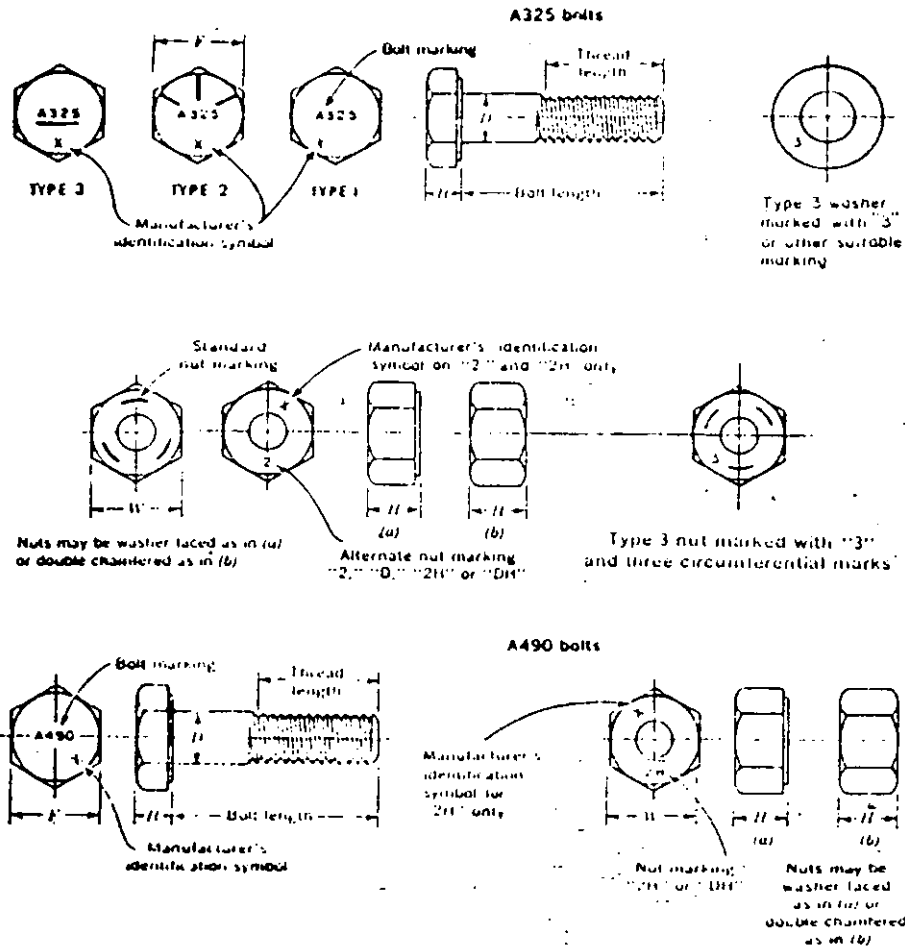


Fig. 1

Type 1 bolts, at the option of the manufacturer, may be marked with three radial lines 120 degrees apart. Type 2 bolts shall be marked with three radial lines 60 degrees apart. Type 3 bolts shall have the "A325" underlined and the manufacturer may add other distinguishing marks indicating that the bolt is of a weathering type. Bolts manufactured to ASTM A490 are marked with the legend "A490" and the manufacturer's symbol. Heavy hex nuts for A325 bolts are identified on at least one face by the manufacturer's mark and the number "2" or "2H", by three equally spaced circumferential lines, or by the legend "D" or "DH". Heavy hex nuts for A325 Type 3 bolts shall be marked on one face with three circumferential marks and the numeral "3", in addition to any other distinguishing marks the manufacturer may elect to use. Heavy hex nuts for use on A490 bolts are identified with the legend "2H" and the manufacturer's mark or by the legend "DH". Washers for A325 Type 3 bolts shall be marked on one face near the outer edge with the numeral "3", or other distinguishing marks indicating that the washer is of a weathering type. The marking on bearing surfaces of nuts and washers shall be depressed.

AVAILABILITY OF SHAPES, PLATES AND BARS ACCORDING TO
ASTM STRUCTURAL STEEL SPECIFICATIONS

TABLE 1

Steel Type	ASTM Designation	F _y Minimum Yield Stress (ksi)	F _u Tensile Stress ^a (ksi)	Shapes					Plates and Bars										
				Group per ASTM A6					To 1/2" Incl.	Over 1/2" to 3/4" Incl.	Over 3/4" to 1 1/4" Incl.	Over 1 1/4" to 1 1/2" Incl.	Over 1 1/2" to 2" Incl.	Over 2" to 2 1/2" Incl.	Over 2 1/2" to 4" Incl.	Over 4" to 5" Incl.	Over 5" to 6" Incl.	Over 6" to 8" Incl.	Over 8"
				1	2	3	4	5											
Carbon	A36	32	58-80																
		36	58-80 ^c																
	A529	42	60-85																
High-Strength Low-Alloy	A441	40	60																
		42	63																
		46	67																
		50	70																
	A572-Grades	42	42	60															
		50	50	65															
		60	60	75															
		65	65	80															
Corrosion-Resistant High-Strength Low-Alloy	A242	42	63																
		46	67																
		50	70																
	A588	42	63																
		46	67																
		50	70																
Quenched & Tempered Alloy	A514 ^d	90	100-130																
		100	110-130																

^a Minimum unless a range is shown.
^b Includes bar-size shapes.
^c For shapes over 426 lbs./ft., minimum of 58 ksi only applies.
^d Plates only.
 ■ Available.
 □ Not available.

The basic weld positions are shown in Fig. 6-9.

- (1) **Flat:** The face of the weld is approximately horizontal and welding is performed from above the joint.
- (2) **Horizontal:** The axis of the weld is horizontal. For groove welds the face of the weld is approxi-

mately vertical; for fillet welds the face is usually at 45 degrees to the horizontal and vertical surfaces.

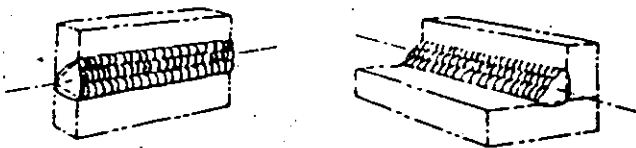
- (3) **Vertical:** The axis of the weld is approximately vertical.
- (4) **Overhead:** Welding is performed from the underside of the joint.

Groove Welds

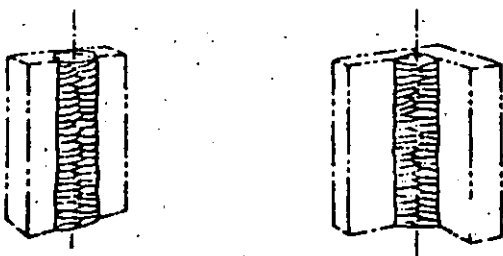
Fillet Welds



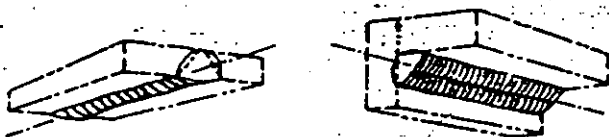
(1) FLAT POSITION



(2) HORIZONTAL POSITION



(3) VERTICAL POSITION



(4) OVERHEAD POSITION

Figure 6-9

The AWS specifications and codes prescribe limits of angular deviation from true horizontal or vertical planes for each of these weld positions.

The flat position is preferred in all types of welding because weld metal can be deposited faster and more easily. For example, a $\frac{3}{16}$ -in. manual fillet weld may require $1\frac{1}{2}$ times as long to deposit in the horizontal position as in the flat position, and vertical and overhead welds may take 3 times as long as the same weld made in the flat position. It should also be noted that submerged-arc welds are generally restricted to the flat position, although they can be made in the horizontal position with special equipment.

Where vertical welding is unavoidable, particularly in heavy material, or where distortion must be controlled, the electroslag process and the electrogas method of welding have, in many applications, proved to be both practical and economical.

In the shop, the work is usually positioned to permit flat or horizontal welding. This is done either by turning the work over (as when joining flat plates with welds on both sides) or by welding positioners which tilt the work to a suitable position for flat or horizontal welding.

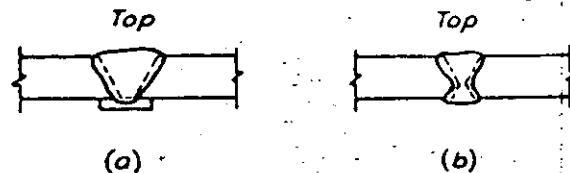


Figure 6-10

Field welding seldom permits positioning and vertical and overhead welds often cannot be avoided. However, careful planning in the drafting room can minimize the need for such welds by arranging field welded joints for flat or horizontal welding wherever possible. Figure 6-10a illustrates the placement of a single-vee groove weld with the face upward and a backing bar underneath to eliminate overhead welding. Figure 6-10b shows a double-vee groove weld with an unsymmetrical profile, the smaller groove being placed on the bottom to reduce the amount of work in the overhead position.

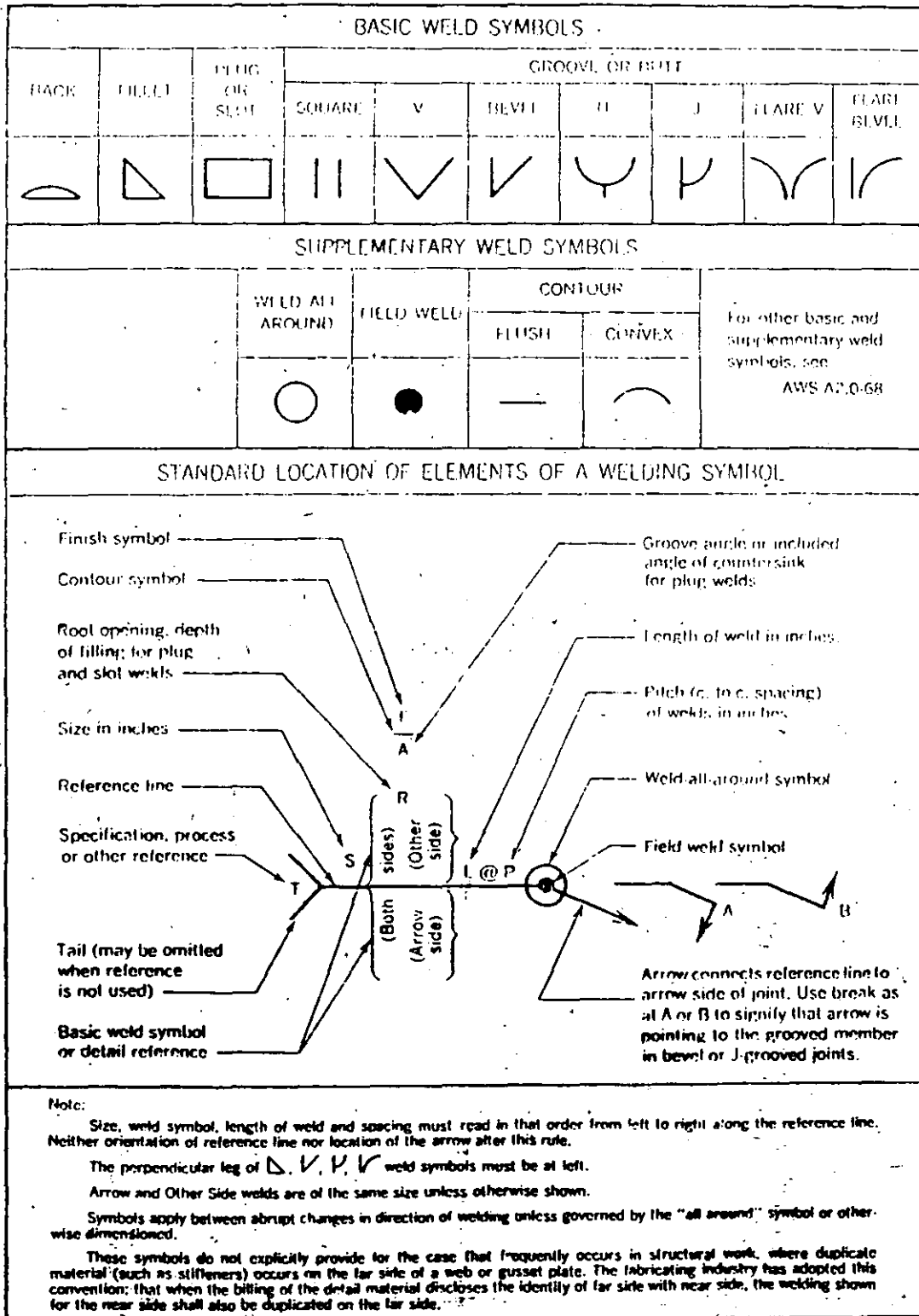


Fig. 6-11. Standard symbols for welded joints

31

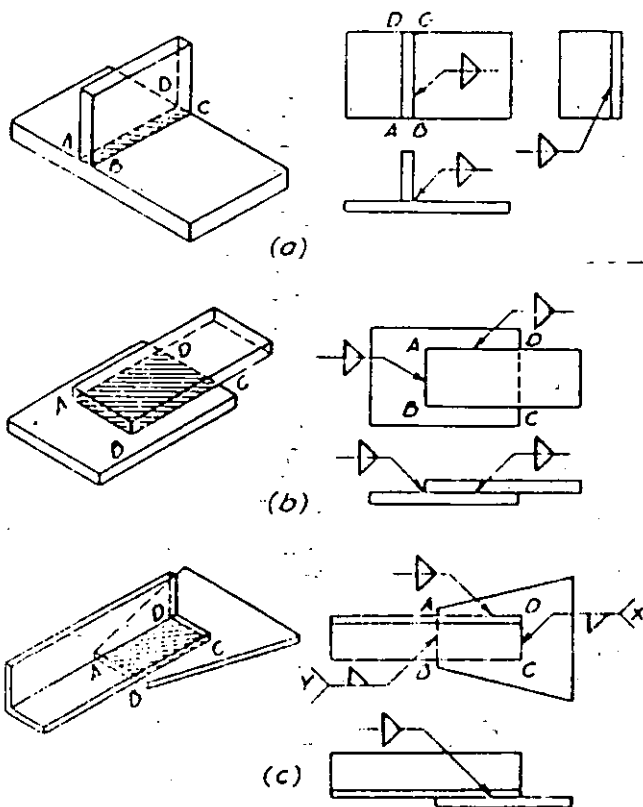


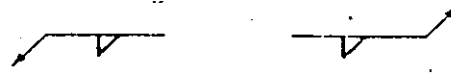
Fig. 6-14. Fillet weld joints

boundaries of a joint, in the corner formed by the parts connected, the symbol arrow is drawn pointing to and touching one or more of the boundary lines of the joint. When the boundary to be welded appears as a point in a particular view, the arrow is directed toward this point.

When fillet welds are required on opposite sides of a joint, as is often the case, a single welding symbol is sufficient. The basic weld symbol is drawn as two right triangles on a common base, one triangle on each side of the reference line. Thus, the welding symbols shown in plan, elevation, and end view in Fig. 6-14a each indicate that a fillet weld is required along both boundaries AD and BC of joint ABCD. In each case the arrow of the welding symbol points to only one of these two boundaries. BC is referred to as the arrow-side of the joint; AD is designated as the other-side.

Note that the term "other-side" is used to denote the other side of the joint, not the far side of the assembly. In the lapped plates shown in Fig. 6-14b, side DC, opposite the arrow side AB, does appear to be on the far side of the assembly. However, it is in the plane of the joint and must be welded in accordance with the other-side symbol.

A single triangle drawn below the reference line, thus,



indicates that a fillet weld is required on the arrow-side of the joint (see weld X pointing to boundary CD in Fig. 6-14c). A single triangle drawn above the reference line

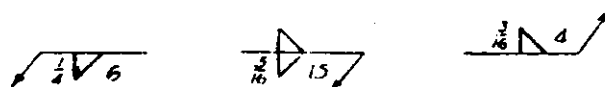


indicates a fillet weld on the side of the joint opposite from the arrow-side. In Fig. 6-14c, the arrow for weld Y points to boundary AB, but the location of the triangle requires a weld along CD. Thus, welds X and Y are really the same weld. This duplication of welding symbols throughout Fig. 6-14 is for illustrative purposes only. On a shop drawing only one of these symbols would be shown.

Observe that reference lines, and any information placed on them, are arranged to read like other notes on a drawing: from left to right if the reference line is horizontal, and from bottom to top if it is placed vertically on the sheet. Reference lines are usually placed in horizontal or vertical positions, although some drafting rooms follow the practice of placing them parallel or perpendicular to the members as positioned on the sheet.

The arrow may be located at the right or left end of the reference line, and may point upward or downward from it. The arrow is drawn at an angle of about 45 degrees to the reference line, except when some other arrangement is necessary to avoid crowding a portion of the drawing. The arrowhead should never be placed on the reference line or on a continuous extension of the reference line. Some angular break should always be employed.

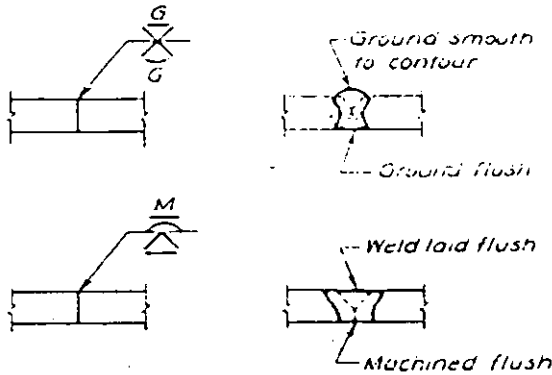
Weld dimensions are placed on the welding symbol with the weld size to the left of the basic weld symbol or device, and the weld length to the right of it:



Weld dimensions are placed on the same side of the reference line as the device. When a device is required on both sides of the reference line and the weld size and length are identical for the arrow- and other-side of the joint, it is unnecessary to repeat dimensional data above and below the reference line; the location is optional.

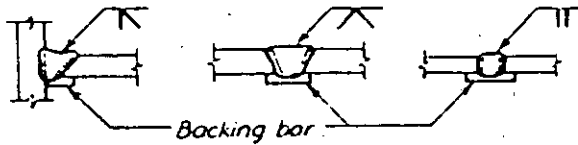
32

Two supplementary weld symbols applicable to groove welds are the flush and convex contour symbols. These are used when the as-welded shape of the weld face is to be modified:



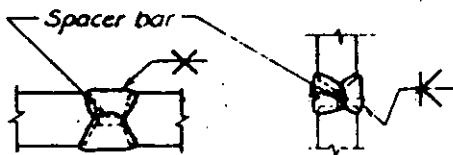
The letters shown will generally be the fabricator's standard designations for types of finish. Where the flush or convex symbol carries no finish designation, it is understood that no finishing operation is required.

If full penetration groove welds are required, and welding can be done from one side of the joint only, backing bars must be provided:



Backing bars are thoroughly penetrated by the weld and are usually left in place after welding is completed. Shop and erection plans should be noted for their removal only if specifications require it to be done.

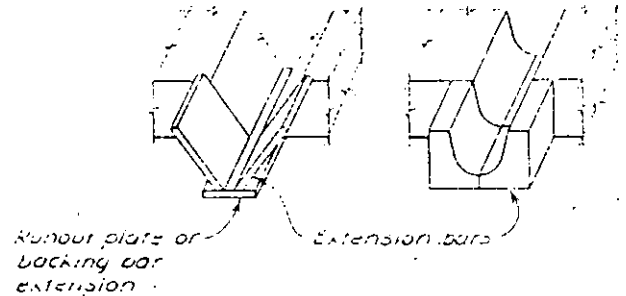
Spacer bars are used on certain double-vee and double-bevel welds, particularly if the weld is in thick material and it is desired to use the minimum permissible bevel or vee angle:



In such welds the root must be gouged out completely, including the spacer bar, before the second side of the groove is welded.

It should be noted that the welding symbols give no indication of the backing or spacer bar requirements; therefore, unless this is covered by reference to AWS prequalified joints or fabricators' standards, it will be necessary to provide sketches of the weld profile.

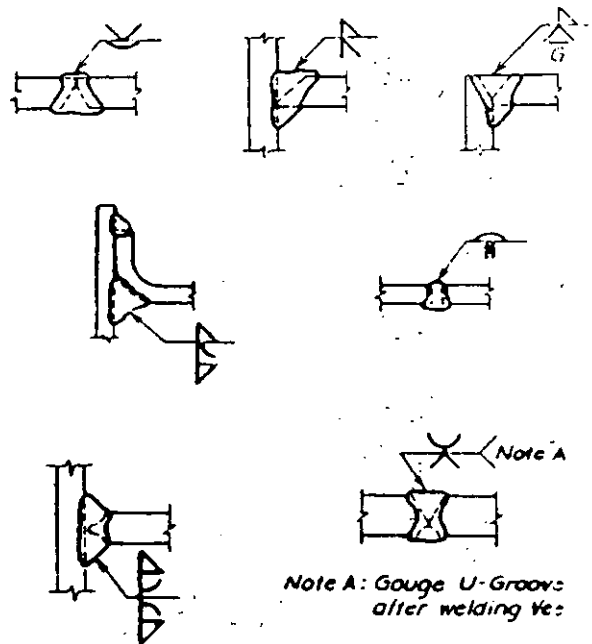
To develop the full length of groove welds, and hence the full throat areas, extension bars are used to provide a continuation of the groove beyond the edges of the pieces being joined. If backing or spacer bars are part of the joint detail, they, too, should be extended as shown below:



The angle or contour of the extension bars must coincide with that of the groove. After welding is completed, the extension bars and contained weld runout are cut flush with the edges of the joint components. For shallow grooves, the joint ends are usually built-up on the runout plates, eliminating the need for extension bars.

Whether or not it is necessary for the draftsman to detail backing, spacer, and extension bars for shop use will depend on the fabricator's plant practice. However, when these items are needed for field welding, they must be detailed and furnished to the erector.

Groove weld symbols may be combined with each other, with a backing weld symbol, with fillet weld symbols, and with supplementary weld face contour symbols, to produce a variety of weld configurations:



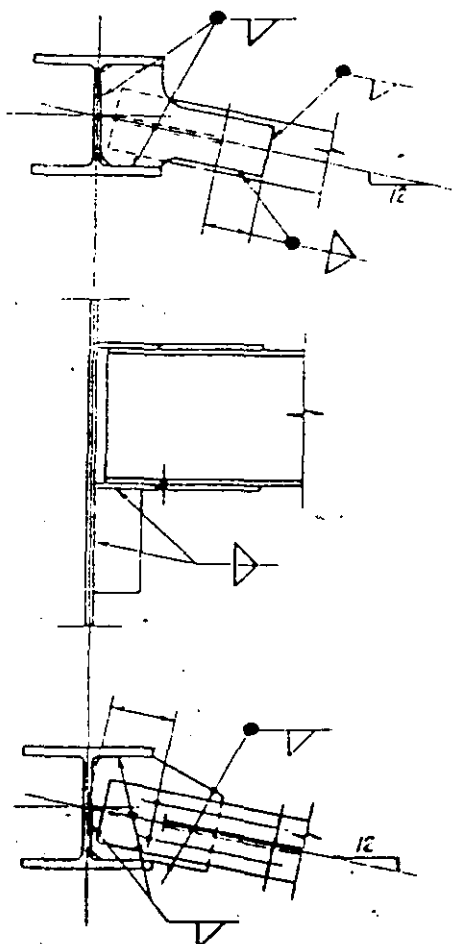
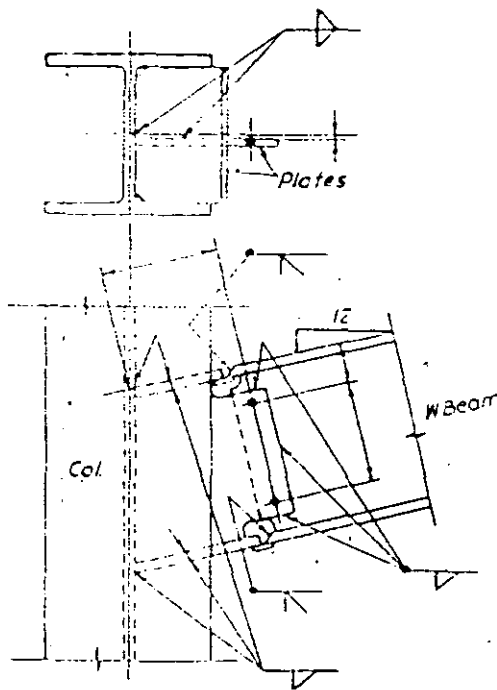


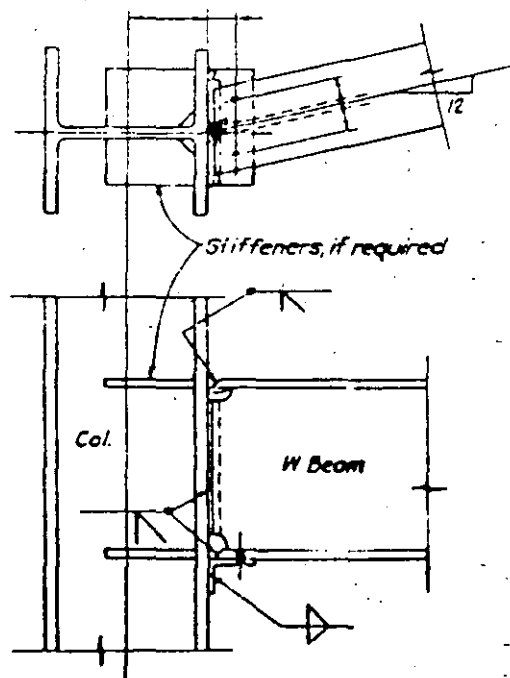
Figure 10-19

Moment connections for skewed and sloping beams in all-welded construction can be made as shown in Figs. 10-19 and 10-20. Figure 10-19 shows a skewed beam using plate moment connections, the top plate being welded after the beam is erected. The shop welded bottom moment plate also serves as the top plate of a seated connection that is designed for the end beam shear.

Moment connections are also made by cutting the beam ends to the proper bevel, and welding them direct to the supports as shown in Fig. 10-20. Figure 10-20a shows a sloping beam framing to a built-up stub extending from the column web. Figure 10-20b shows a skewed beam welded direct to a column flange with the erection seat serving as a weld backing bar.



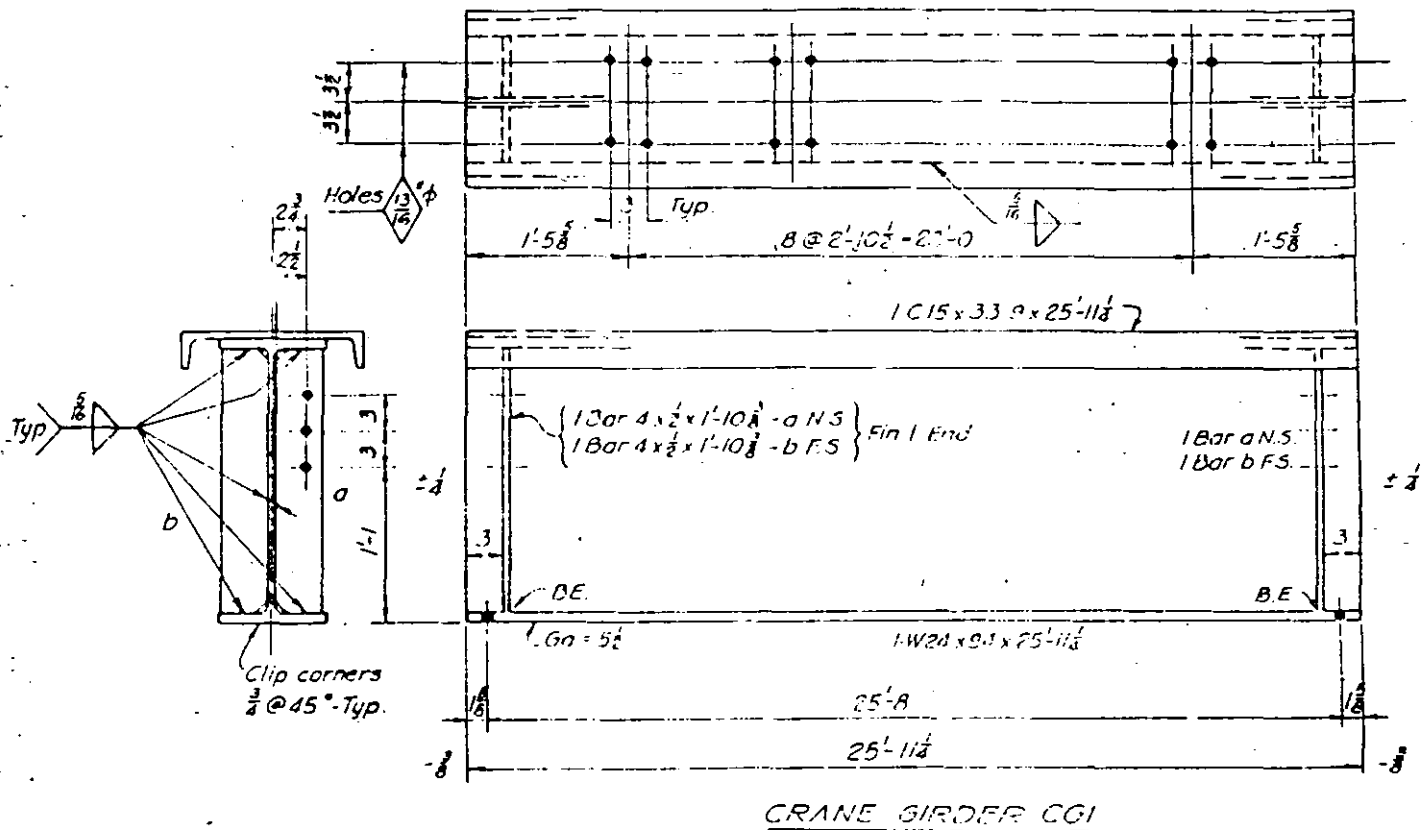
(a)



(b)

Figure 10-20

35



CRANE GIRDER CGI

- General Notes:
- Specs: AISC - Latest edition
 - Mat'l: ASTM A36
 - Welds: E70XX or F7XEXX
 - Holes: $\frac{5}{16}$ " ϕ , unless noted.
 - Paint: As per Spec.
 - All holes are for high strength bolts.
 - No paint within 5" of holes for these bolts.
 - DE Denotes bearing end.

Figure 12-55

thrust of the crane. A $\frac{5}{16}$ -in. weld, the minimum permitted by Specification Sect. 1.17.5, is ample. Note that the shop is given the choice of E70XX (manual shielded metal-arc) or F7XEXX (submerged-arc) welding for the girder. Shops equipped with submerged-arc welders would probably realize economy in the automatic or semi-automatic welding of the long runs required to attach the channel to the beam.

Figures 12-56a and 12-56b show two frequently used methods of attaching crane girders to columns. Flexible plates or wide gages on connection angles are provided to reduce the effect of girder end rotation on the fasteners.

When lateral crane loads are heavier than a horizontal channel can handle, more stiffness can be provided by connecting the top flange to a separate longitudinal member which functions as a horizontal girder. The web of this girder may be made of lacing bars or angles to form a lattice girder, or a plate may be used which will serve also as an inspection or access walkway. The cross section of such a girder is shown in Fig. 12-56b. Note that the horizontal plate is interrupted at the column center and there is no direct connection between the tops of the abutting crane girders. As indicated in Fig. 12-56b, heavy crane loads frequently require built-up girders for greater strength.

36

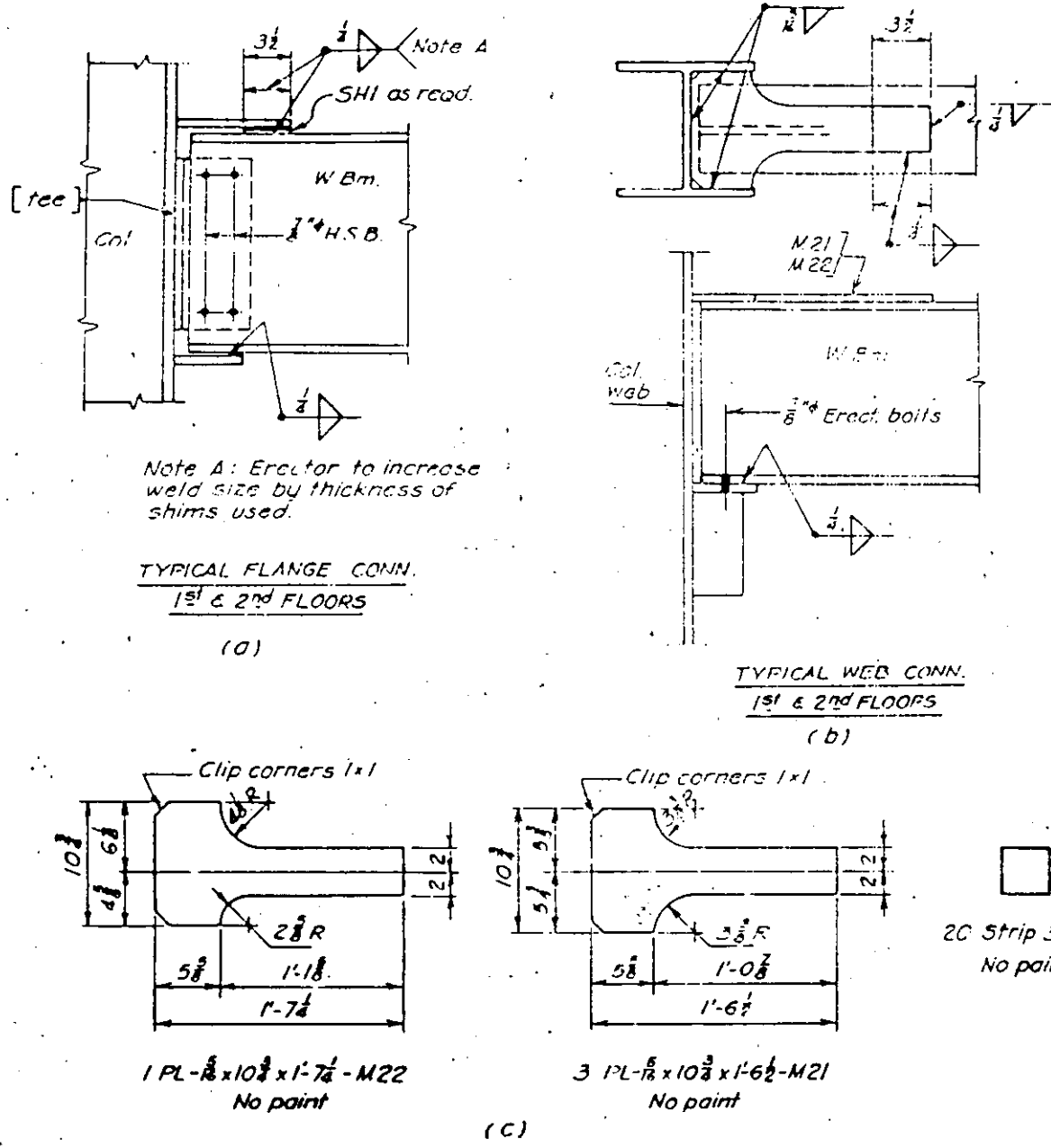


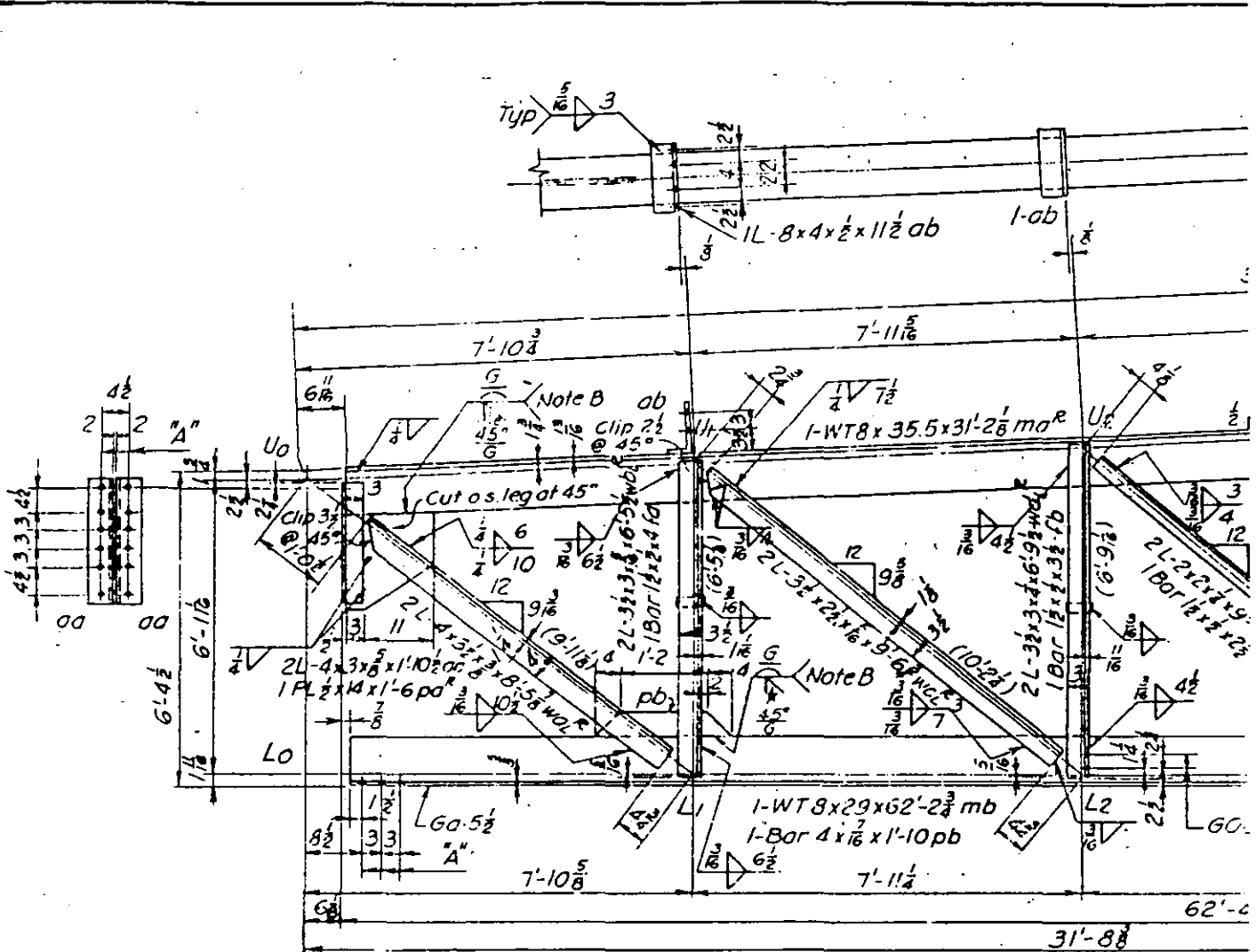
Figure 11-27

principal difference lies in the presentation of connection details. Since the original design required wind-braced framing for the first two floors, with simple framing in the floors above, the welded connections were designed accordingly.

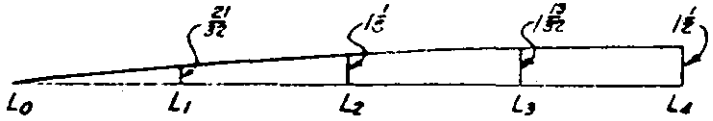
Wind connections on the flanges of column D4(0-2) are made with plates, shop welded to the column and field welded to the beams. Sufficient plate cross-sectional area and fillet welds are used to provide

moment resistance at least equal to that of the two $\frac{3}{8}$ -in. diameter A325 bolts specified in the design. To achieve this "semi-rigid" effect, these connections are designed in accordance with the procedure outlined under "Moment Connections-Welded" in Manual Part 4. Although the flanges and webs of these beams could have been welded directly to the column, with less connection material, this would have resulted in a fixed end condition not desired in this structure.

37



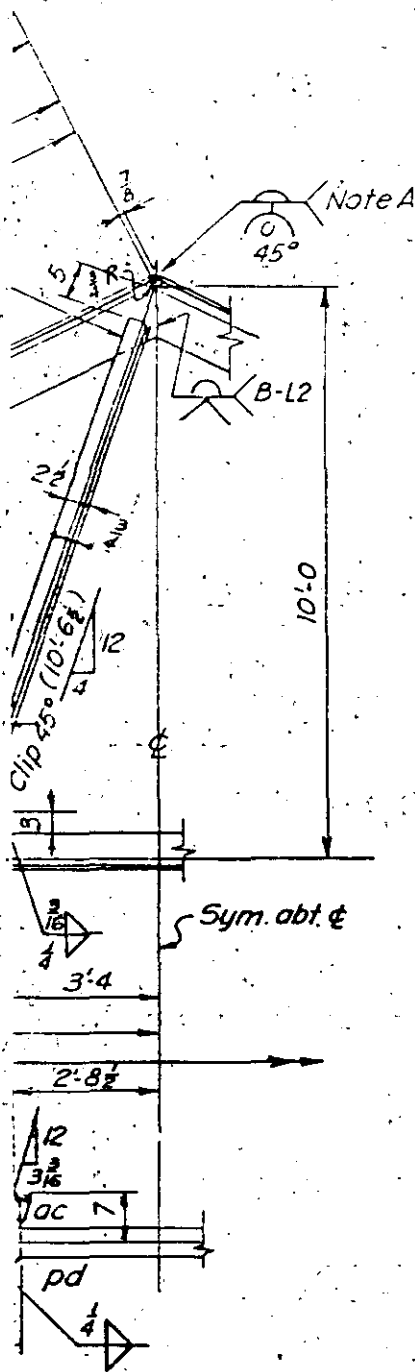
TRUSS 105 T6
Lifting wt. = 3 Tons



CAMBER DIAGRAM

Camber has been figured in truss dimensions.

38



BILL OF MATERIAL

Line	SHOP BILL					Weight	MILL ORDER			
	No.	Shape	Length Fl. In.	Actual mark	Remarks		No.	Weight	Length Fl. In.	Item
1		ONE TRUSS JOINT								
2	2	WT 8x20	21.10	mb				22.0		
3	1	WFOx35	40.10	mb						
4	2	L 2x2	4	3.92	wo					
5	2	L 2x2	4	7.11	wo					
6	4	L 3x3	7.6	11.0	wo					
7	2	L 2x2	4	9.11	wo					
8	4	Bar 2	8	11	pd					
9	12	L 4x3	3	11	au					
10	4	L 6x4	3	4	ab					
11	2	Bar 12		42	fu					
12	2	Bar 3	4	1	pb					
13	2	PL 2x10	10	10	pc					
14	2	PL 2x12	1	4	pd					
15	6	L 3x3	3	4	ac					
16										
17										

Gen. Notes:
 Spec.: AISC latest edition
 Matl.: ASTM A36
 Holes: $\frac{15}{16}$ " diam.
 Welding: E 70XX
 Paint: One coat SSPC Paint 13-64 (Brown)
 No paint on shop contact surfaces.

Note A: Gouge single U groove after fitting.
 Note B: Grind welds only in way of fitting angles.
 No lumber.

TITLE BLOCK

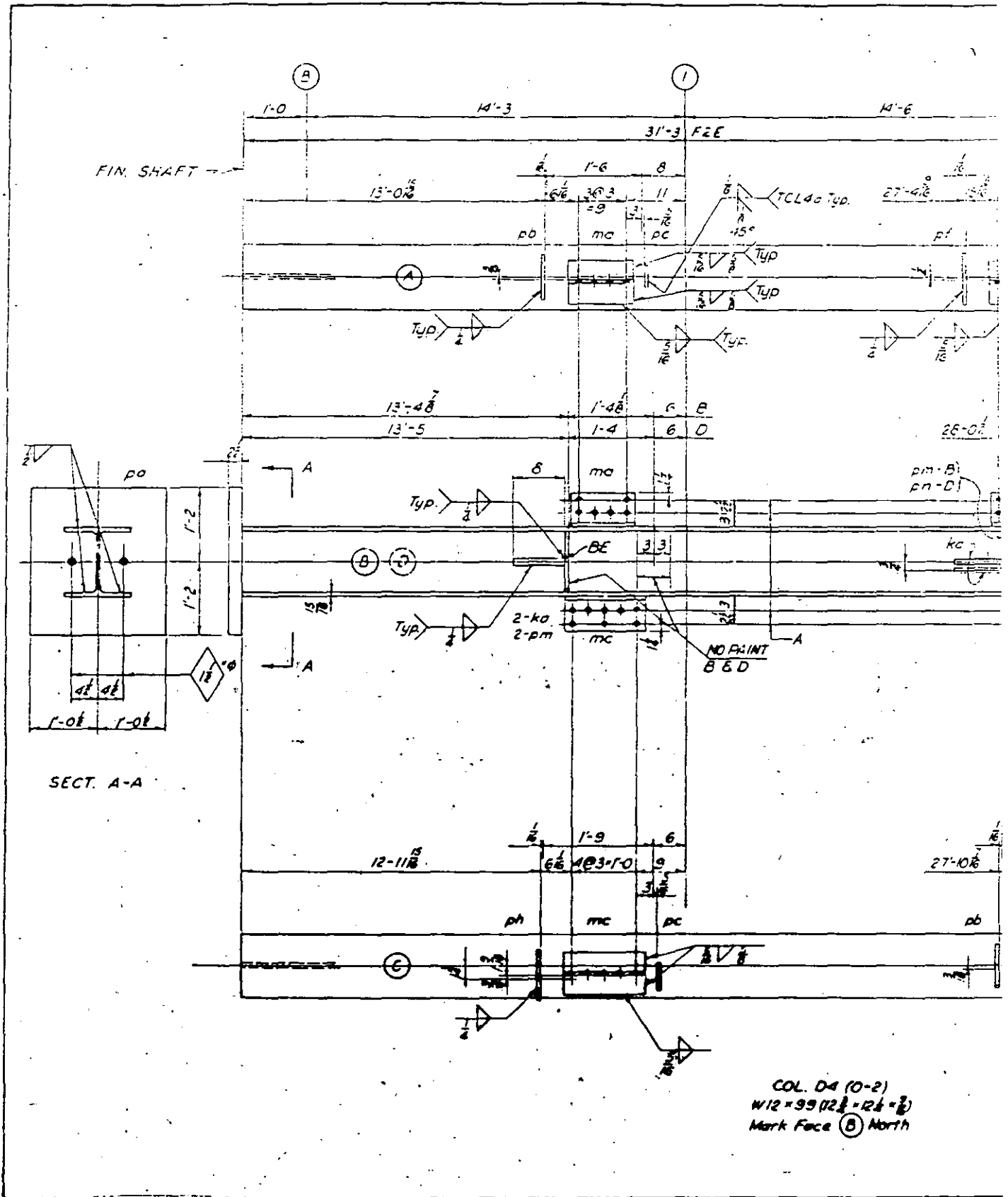


Figure 11-24

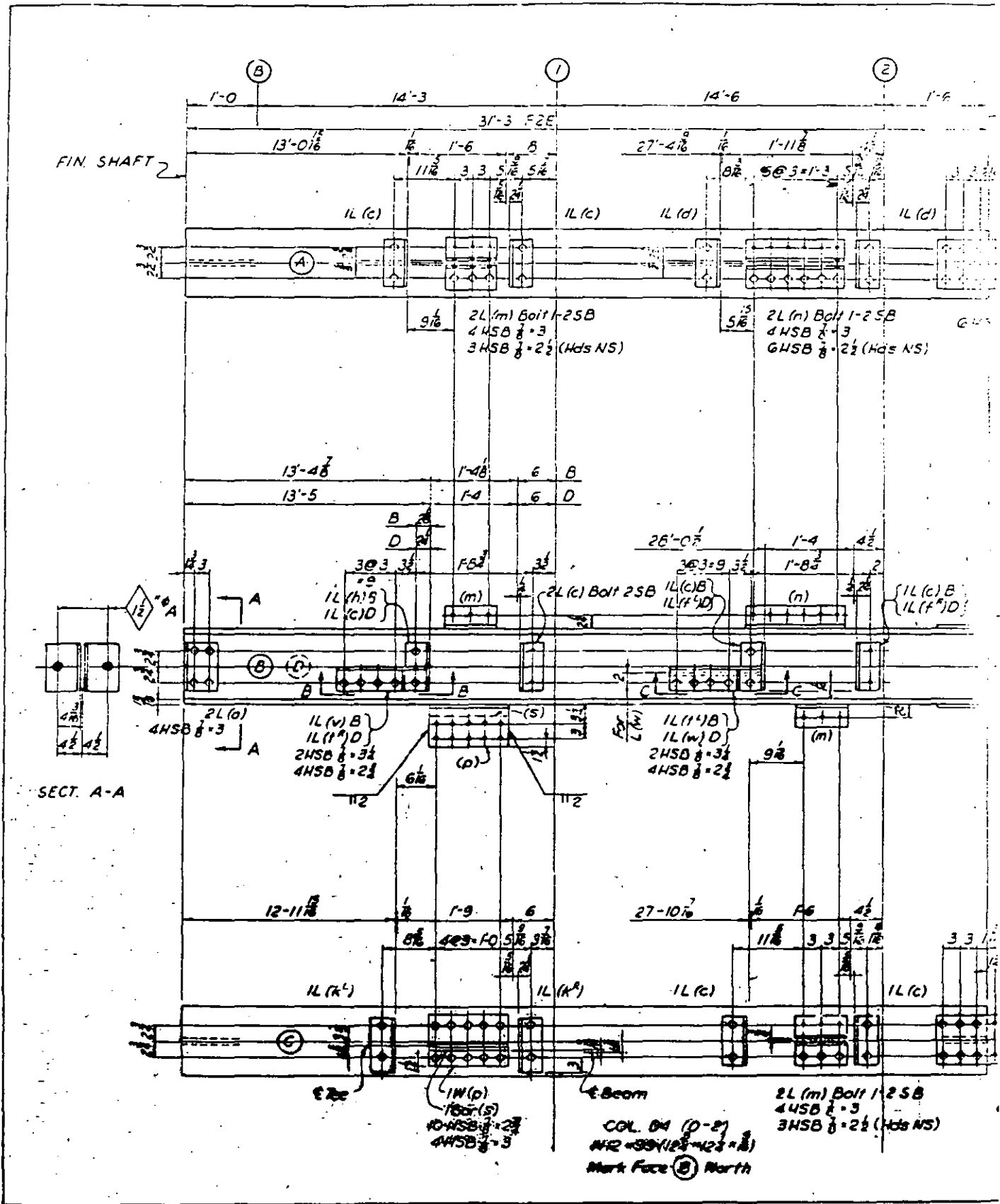
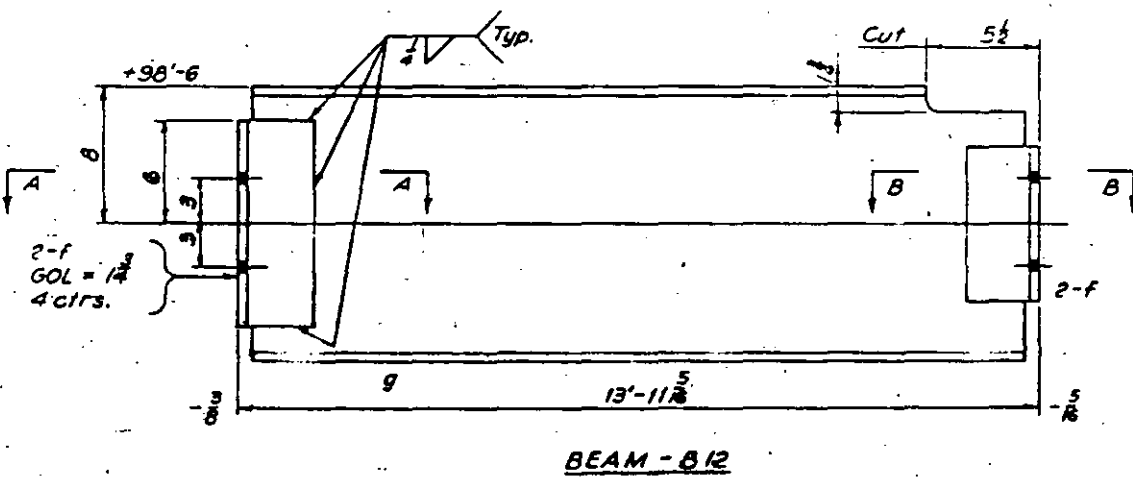
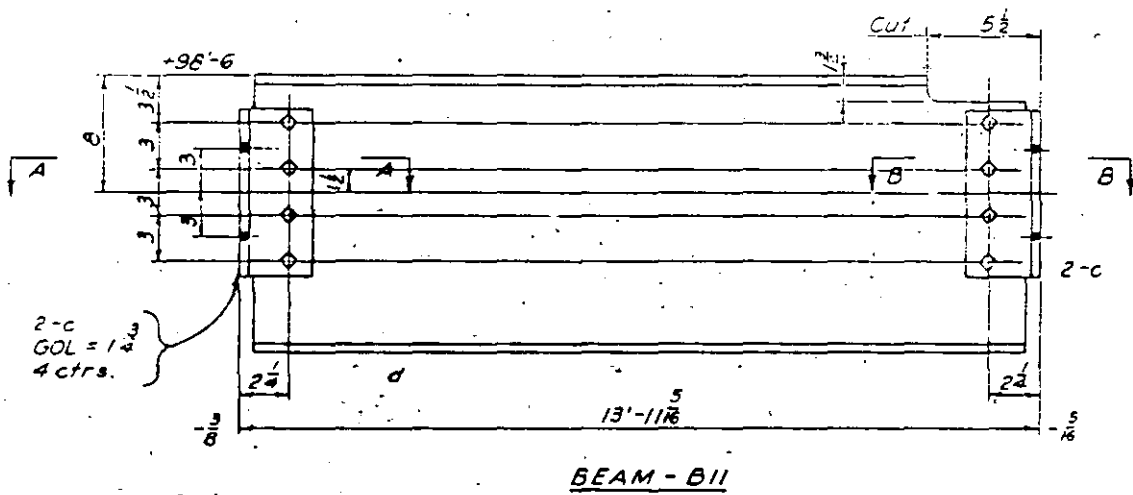
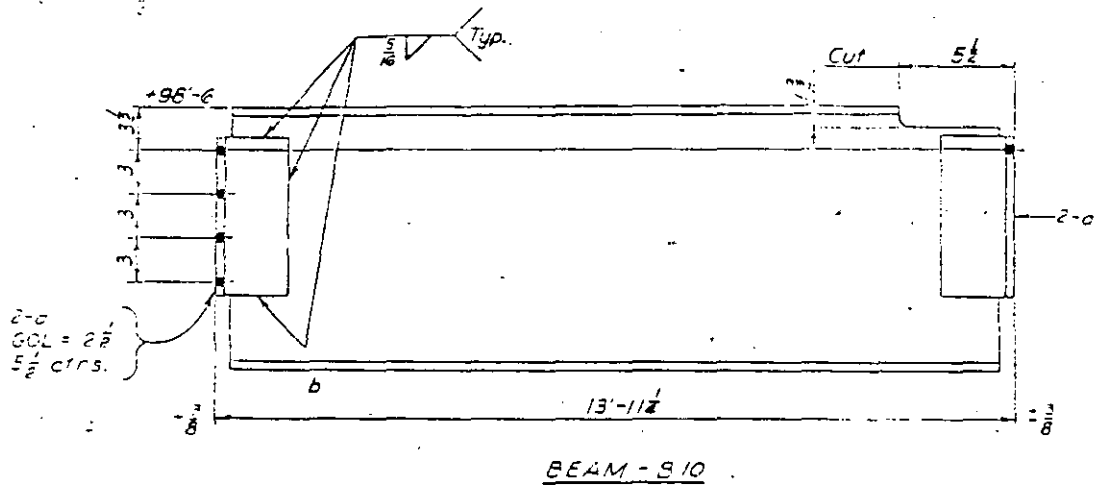


Figure 11-21



Note 2
No p
full leng
top of l

SE

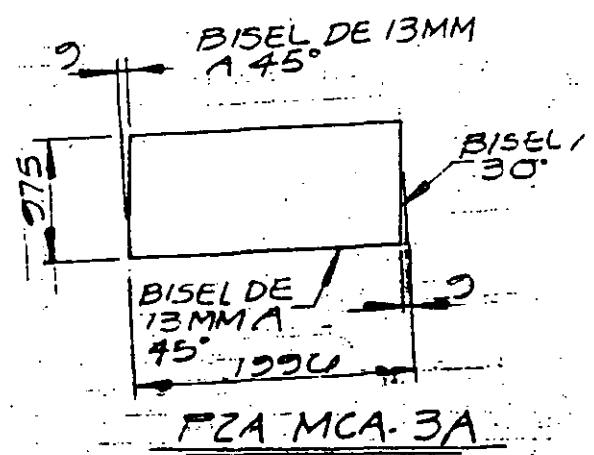
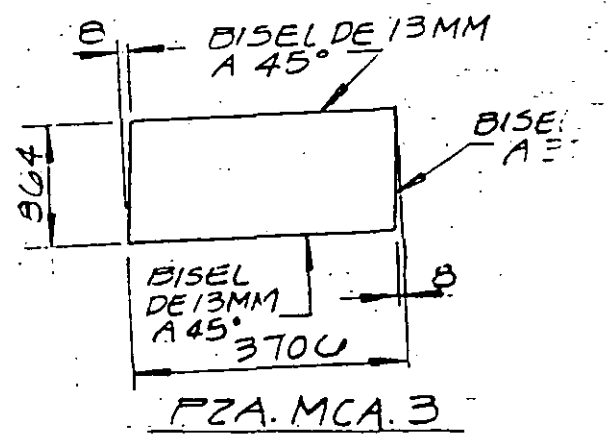
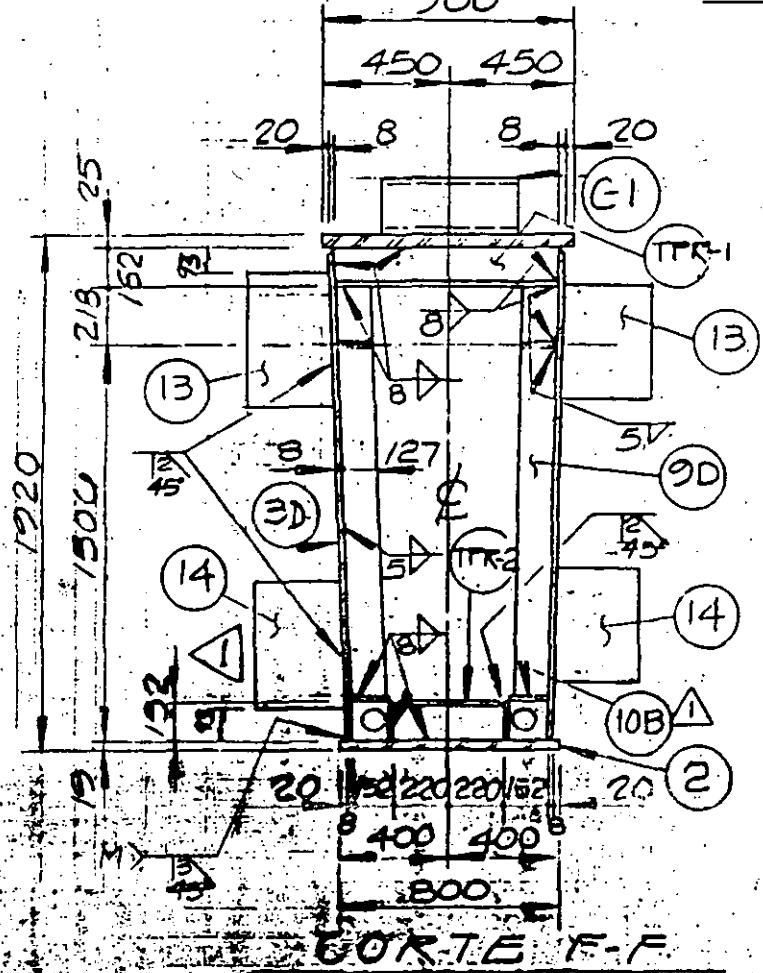
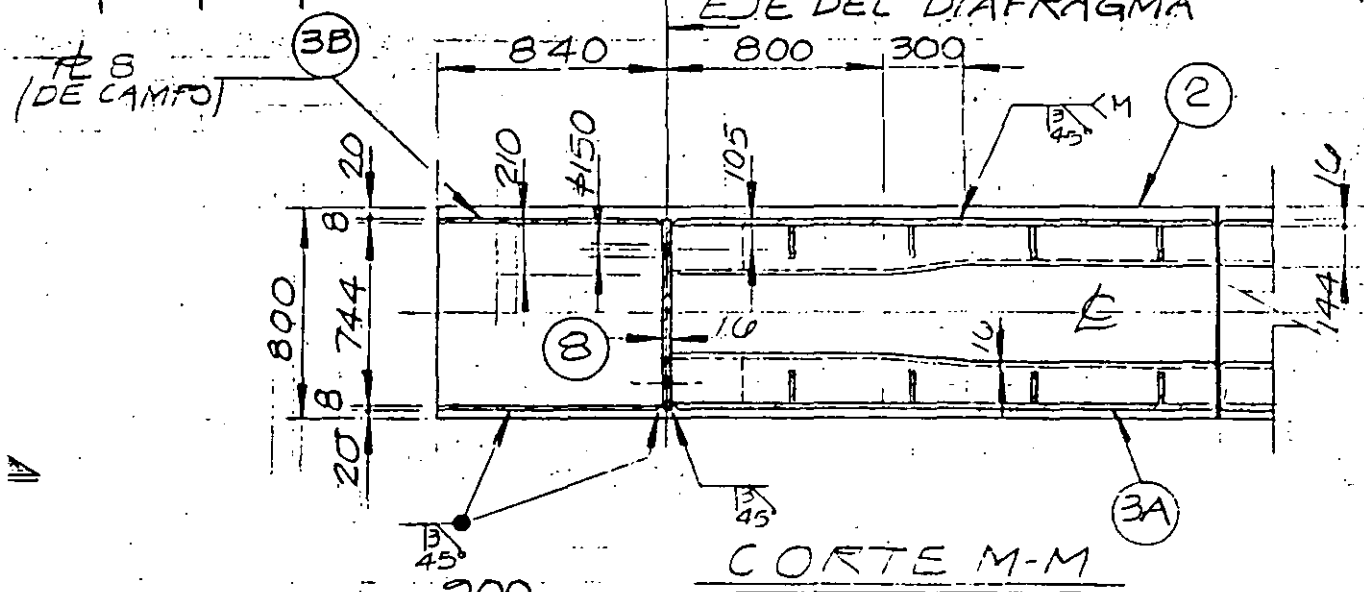
SE

Shop No
Spec
matl
Shop
Oper
Pain
Weld

Figure 8-6

13

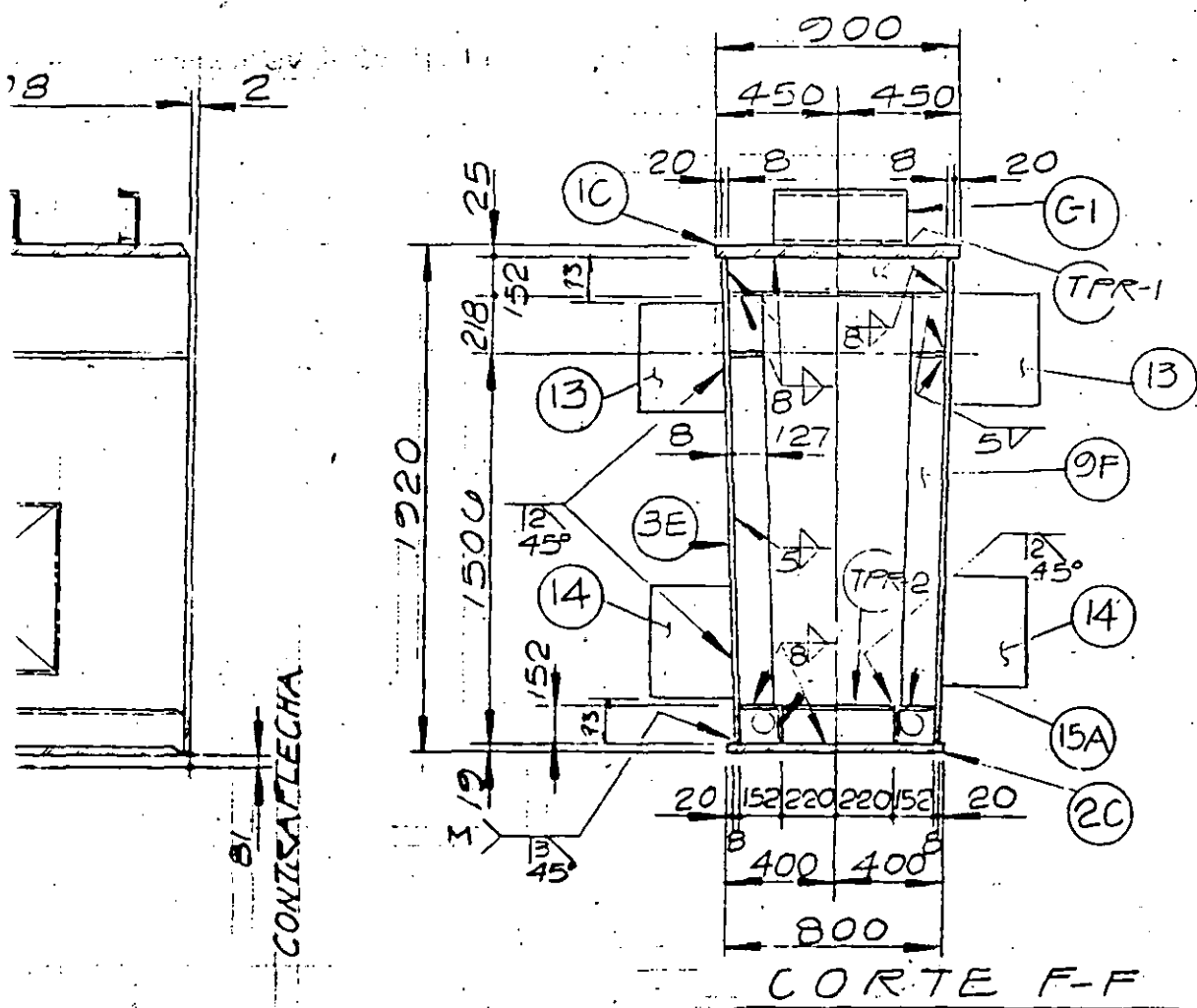
PIEZAS EMB.	MARCA	PIEZAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIE
-------------	-------	---------------	-------------	----------	---------



BISEL DE 5MM A 45°

BISEL DE 10MM

BISEL DE 5MM A 45°



CONTRALECHA

NOTAS:

- 1.- LAS PLACAS DE LOS PATINES SE SOLDARÁN PARA FORMARLOS EN TODA SU LONGITUD DE TALLER ANTES DE SOLDARLOS ALAS ALMAS. CADA PATIN Y CADA ALMA SE INSPECCIONARÁN EN SU TOTALIDAD ANTES DE FORMAR LOS TRAMOS DE TALLER DE LAS TRABES.
- 2.- COLOCAR TODA LA SOLDADURA NECESARIA EN CADA TRAMO ANTES DE PINTARLA EN TALLER CON ANTICORROSIVO EPOXICO CATALIZADO. NO PINTAR LAS ZONAS CORRESPONDIENTES A LA SOLDADURA DE CAMPO (BISELES DE LOS EXTREMOS DE LOS TRAMOS DE TRABES).
- 3.- TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACION SE INSPECCIONARÁN POR MEDIO DE RAJOS.
- 4.- TODOS LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA SERÁN DE ACUERDO A LA A.W.S.
- 5.- LA FABRICACION SE HARA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ESTRUCTURAS METALICAS N° 78-E-300. II-02-1403E DE 15/11/00.
- 6.- ACERO ESTRUCTURAL A-36.
- 7.- ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERAN E-70 BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO.
- 8.- TRABAJAR ESTE DIBUJO EN CONJUNTO CON LOS DIBS B-1, G-1, DTR-1, DTR-3.

13840

6750 (CONECTORES)

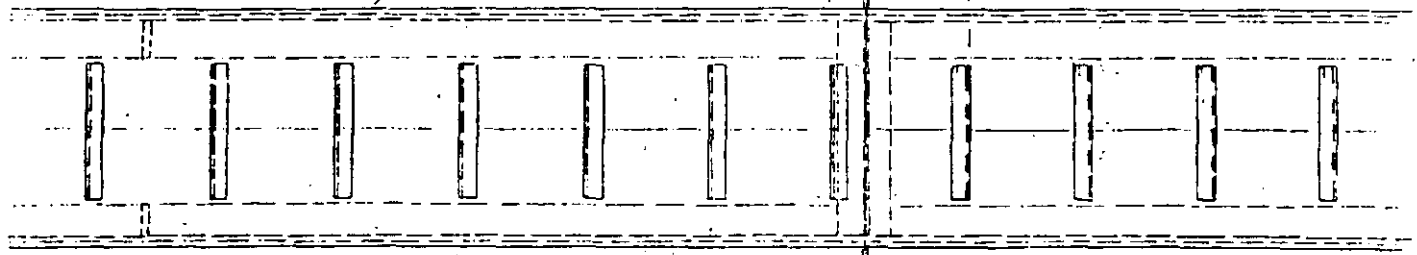
130 130

5220
DIAFRAGMAS)

(EJE

Ø UNICAMENTE P/
TRAMOS T-2ANT-UA
Y T-2CNT-GC

13



Ø UNICAMENTE P/
TRAMOS T-1ANT-7
Y T-1CNT

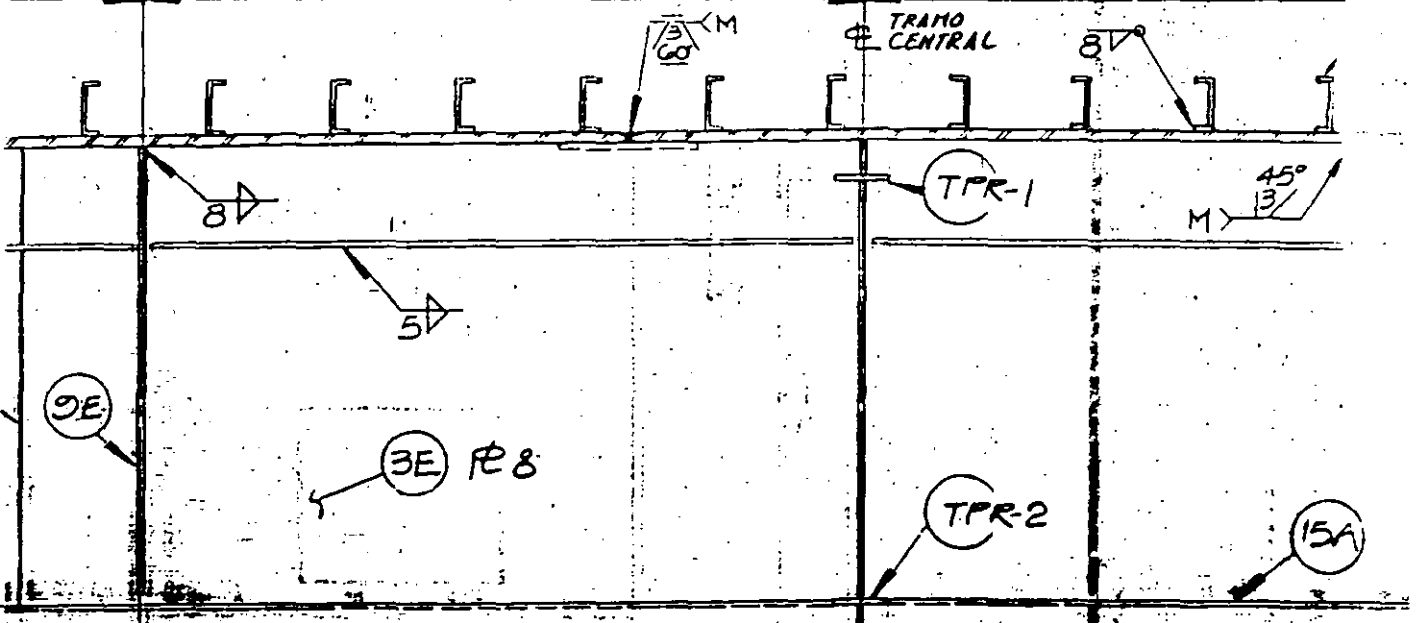
13

PLANTA
TRAMO CENTRAL T-1BNT-UB)

F

2010

2010



TRAMO CENTRAL

TPR-1

45°
13/

9E

3E Ø 8

TPR-2

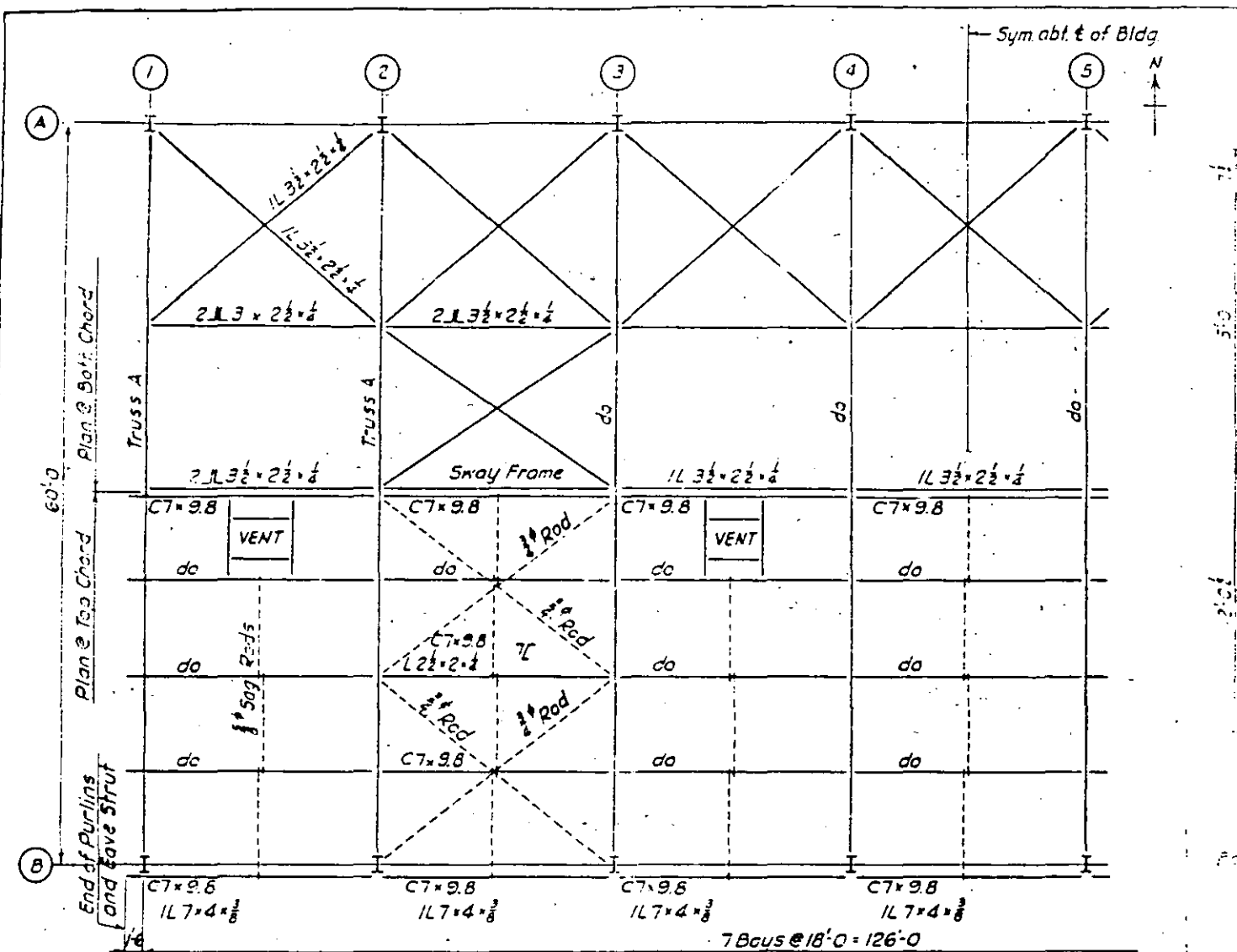
15A

20

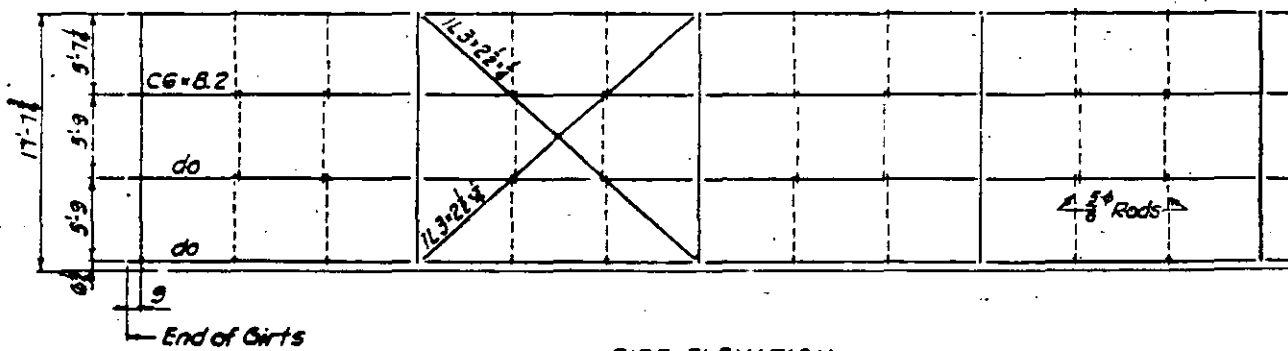
CONTRAFLUJO

VER
DE
MAS
DIB

CORTES S-S



PLAN
Scale 1/8" = 1'-0"



SIDE ELEVATION

CONCENTRACION DE PIEZAS POR ORDEN DE TRABAJO
PARA PLANTA FORD DE HERMOSILLO SON.

O.T. 6493 (EDIFICIO DE ESTAMPADO C/988 TNS.)

- 76 COLUMNAS C/146 W.F. Y 81 BASES C/12.5 Y 21 MT. LONG.
 105 ARMADURAS (24-12 mts.) (2-15 mts) (17-30 mts.) (62-20 mts.)
 22 ARMADURA DE COMFLAMBEO x 6 MTS.
 FORMADAS CON IPR-254x102x22.4 k/m. C. SUP.
 L° x 4 x 5/16" C. INF.
 L°2 1/2 x 1/4" DIAG.
 34 CONTRAVENTEOS. FORM. C/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
 11 CONTRAVENTEOS. FORM. c/2 L° 6 x 4 x 5/16" c/PL DE SEPARACION
 126 CONTRAVENTEOS. FORM. c/2 L° 4 x 4 x 1/4" c/PL DE SEPARACION
 503 LARGUEROS DE TECHO IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
 172 LARGUEROS DE FACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.
 14 LARGUEROS DE FACHADA IPR-256 x 203 x 71.5 k/m.
 552 TENSORES RED. 5/8" Ø c/ROSCA AMBOS LADOS
 8 LARGUEROS IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.
 1 LARGUERO 2 L° 3 x 3 x 1/4" x 403.5 mts.
 5 CONTRAVENTEOS 2 L° 4 x 4 x 1/4"
 163 TENSORES RED. 3/8" Ø C/ROSCA AMBOS LADOS
 3 PUERTAS FORM. c/C-12 x 61.9 k/m. y PL 1/4"
 16 LARGUEROS IPR-254 x 102 x 22.4 k/m.
 18 LARGUEROS IPR-254 x 146 x 37.3 k/m.
 66 PUNTALES IPR-152 x 102 x 17.9 k/m.

ESTAMPADO (CONCENTRACION DE W.F.)

IPC	MTS.	K/M.	KGS.	TIPC
371 x 375	21	211	4431	8-I
360 x 257	540	126	68040	6-I
400 x 400	157	340	53380	13-II
356 x 368	569	142	80798	6-I
435 x 413	189	465	87885	19-II
416 x 416	97	404	39188	16-II
387 x 397	164	273	44772	11-II
368 x 371	462	182	84084	8-I
354 x 205	173	86	14878	6-I
359 x 371	18	96	1728	6-I
356 x 254	42	70	2940	6-I
	<u>2432</u>		<u>482124</u>	

CAS AB.	MARCA	PIEZAS ENSAM.	DESCRIPCION	LONGITUD	ESPECIF.	PESO
			FUENTE "UNIVERSIDAD"			
			TRAMO 12-13. EJE A-A'			
			TRABES MCA			
			T-1 Y T-6 (1 C/U)			
			SECCION DE TRABE			
2			T-1A Y T-6A (LATERAL)			
2			T-1C Y T-6C (LATERAL)			
	1	4	Æ 900 x 1" (PATIN SUPERIOR)	12000	SA-36	8605
	2	4	Æ 800 x 3/4" (PATIN INFERIOR)	11140	SA-36	5325
	3	8	Æ 870 x 5/8" (ALMA)	3700	SA-36	3206
	3A	8	Æ 981 x 5/8" (ALMA)	2000	SA-36	1954
	3B		Æ 832 x 5/16" (ALMA)	981	SA-36	406
	3C	8	Æ 1876 x 1/2" (ALMA)	2900	SA-36	4334
	3D	8	Æ 1876 x 5/16" (ALMA)	5400	SA-36	5044
	4	4	Æ 552 x 1" (PATIN INTERMEDIO)	3700	SA-36	2512
	5	56	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	462
	5A	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	602	SA-36	46
	5B	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	620	SA-36	47
	5C	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	637	SA-36	48
	6	4	Æ 828 x 7/8" (ATIESADOR)	870	SA-36	502
	7	24	Æ 228 x 3/4" (ATIESADOR)	870	SA-36	711
	8	4	Æ 812 x 5/8" (ATIESADOR)	981	SA-36	397
	9	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1561	SA-36	118
	9A	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1590	SA-36	121
	9B	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1619	SA-36	123
	9C	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1653	SA-36	125
	9D	8	Æ 127 x 3/4" (ATIESADOR)	1572	SA-36	235
	9E	16	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	1684	SA-36	256
	10	8	Æ 194 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2007	SA-36	387
	10A	8	Æ 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2902	SA-36	410
	10B	8	Æ 144 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	400	SA-36	57
	11	8	Æ 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2004	SA-36	679
	11A	8	Æ 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	2900	SA-36	982
	11B	8	Æ 340 x 5/8" (P/CAJON DEL CABLE)	500	SA-36	109
	12	16	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	710	SA-36	708
	12A	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	800	SA-36	705
	12B	8	Æ 127 x 3/8" (ATIESADOR)	330	SA-36	29

C.T. 6497 (EDIFICIOS DE CARROCERIAS C/836 TNS.)

300 ARMADURAS DE 15 x 3 Mts. ARM. C/2 L° 3 x 5/16" C. SUP.
 2 L° 3 x 5/16" C. INF.
 L° 2 x 1/4 MONT.
 L3 x 1/4 DIAG.

152 ARREGLOS D' PL. BASE

160 COLUMNAS FORM. (117 c/WP) 43 c/IPR)

101 PUNTALES FORM. 2 L° 6 x 4 x 5/16"

55 PUNTALES FORM. 2 L° 4 x 4 x 1/4"

3 PUNTALES FORM 2 L° 2 x 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4"

159 PUNTALES TOTAL.

82 CONTRAVENTEOS L° 3 x 3 x 1/4"

8 MCOS. P/PERSIANA FORM. C/8 MT-10 x 10.17 k/m y PL 1/4"

14 VIGAS TIPO V-1 IPR-457 x 222 x 114.7 k/m.

8 VIGAS TIPO V-2 IPR-305 x 165 x 46.2 k/m.

2 MONO-FIEL FORM. C/CPS-305 x 75 x 30.8 k/m y IPR-457 x 222 x 95.4 k/m.

8 SWAY-FRAME FORM. C/2 L° 6 x 4 x 5/16 + 2 L° 2 1/2 x 1/4" (DIAG).

46 LARGUEROS DE PACHADA 12 MT-10 x 13.74 k/m.

16 LARGUEROS DE PACHADA 8 MT-10 x 10.17 k/m.

196 TENSORES RED, 5/8" ø c/ROSCA.

690 MTS. L° DE REMATE L° 3 x 3 x 1/4"

7.5 VIG. DE PACHADA FORM. C/IPR-365 x 171 x 50.7 k/m y L° 4 x 3 x 1/4"

IPC	MTS	K/M	KGS	TIPO	F A
308 x 305	381	96.56	36789	5-I	16-10
305 x 254	300	83.63	25080	5-I	16-10
311 x 305	351	118.33	11569	6-I	19-20
341 x 315	45	205.16	9171	10-I	32-20
315 x 308	31	119.63	3697	6-I	19-
318 x 308	21	141.47	2914	8-I	22-
323 x 309	41	157.09	6472	8-I	-
323 x 313	45	181.37	8107	10-I	29-

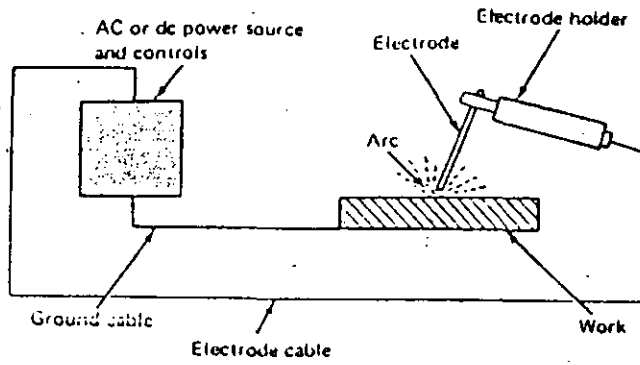
1214

133800

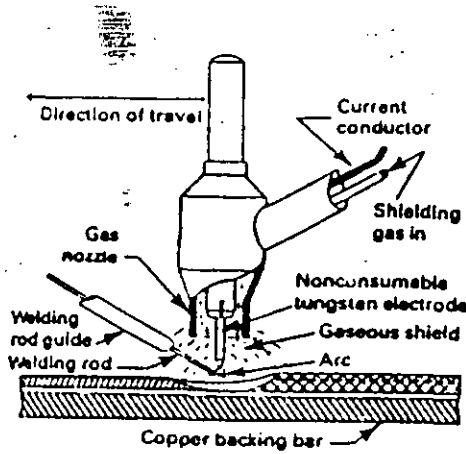
IPR-305x165x46.2 k/m. 179.7 mts. 8302

IPR-305x203x59.6 k/m. 108.2 mts. 6449

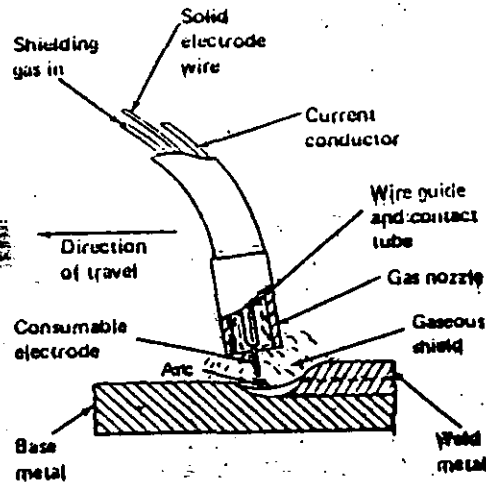
IPR-305x203x31.5 k/m. 31.5 mts. 2347



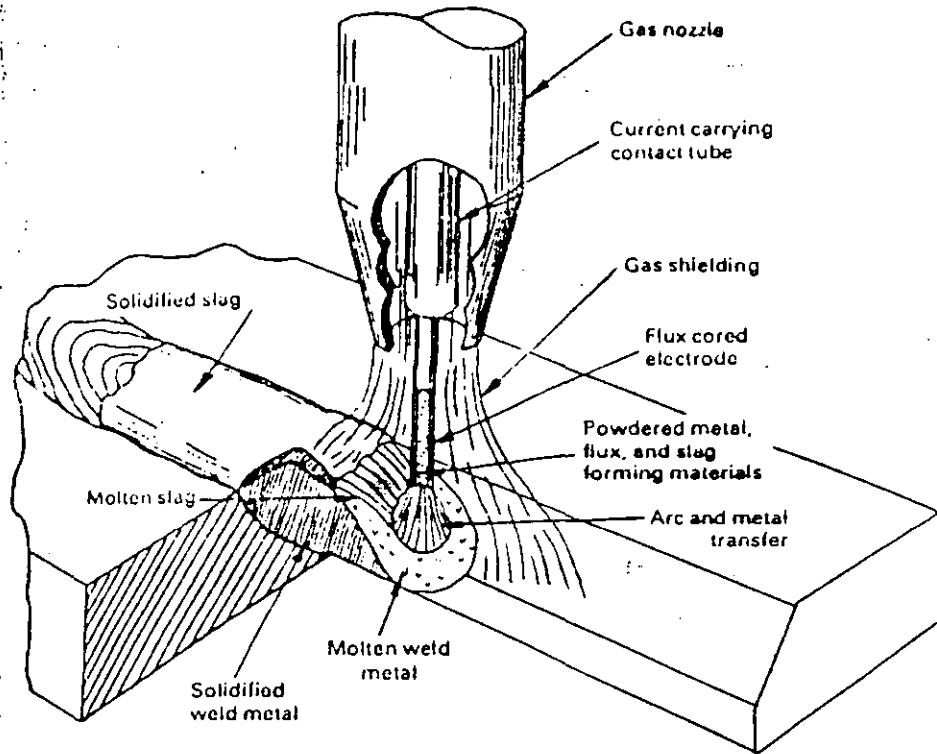
SOLDADURA CON ELECTRODO RECUBIERTO SMAW.



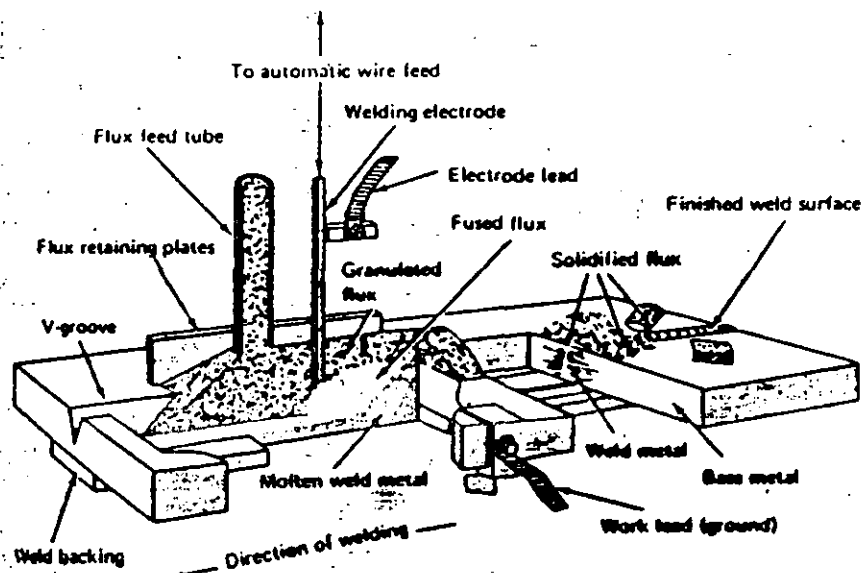
SOLDADURA CON GAS TUNGSTENO TGAW.



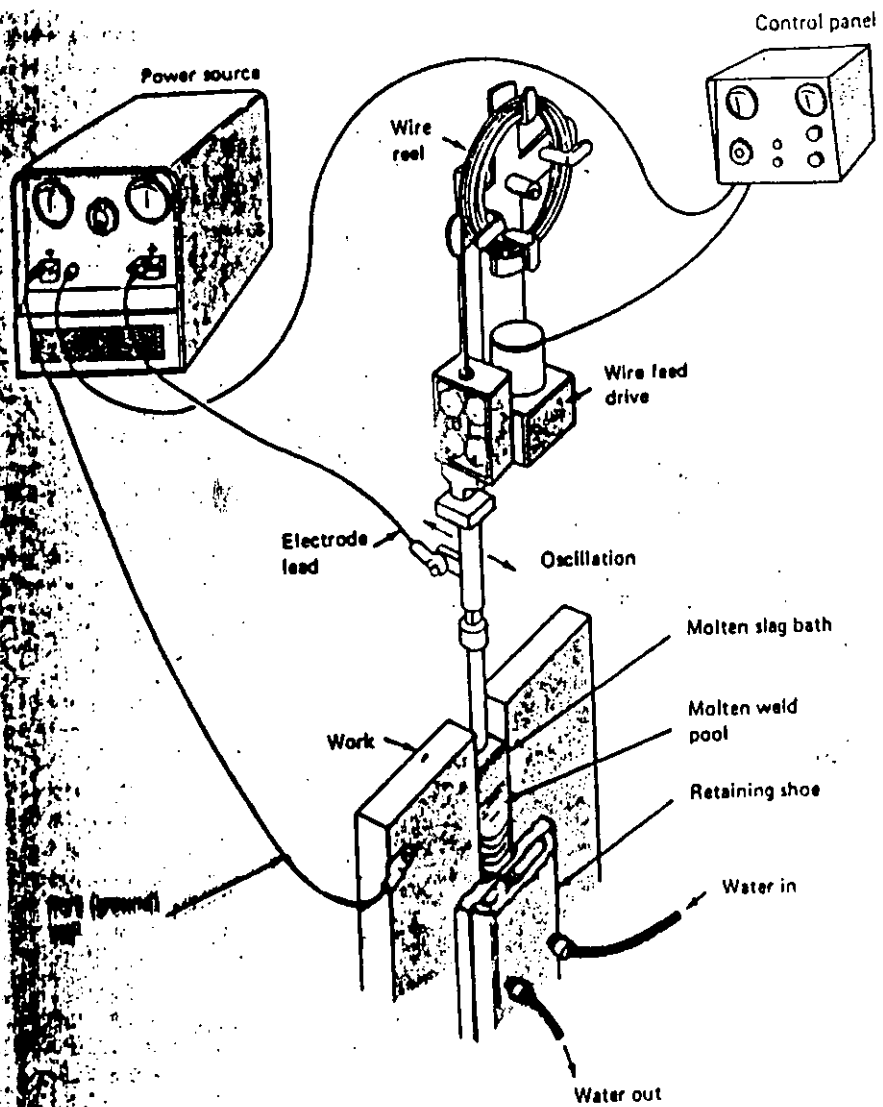
SOLDADURA CON PROTECCION DE GAS
GMAW MIG.



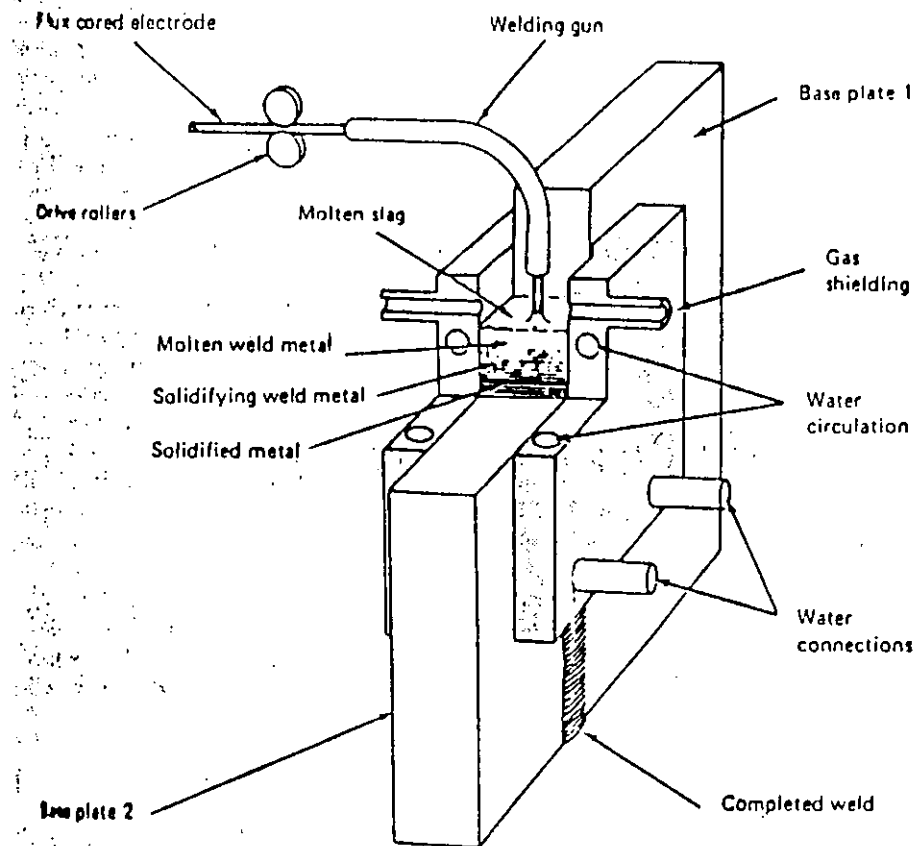
SOLDADURA "FLUX CORED" FCAW.



SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO SAW.

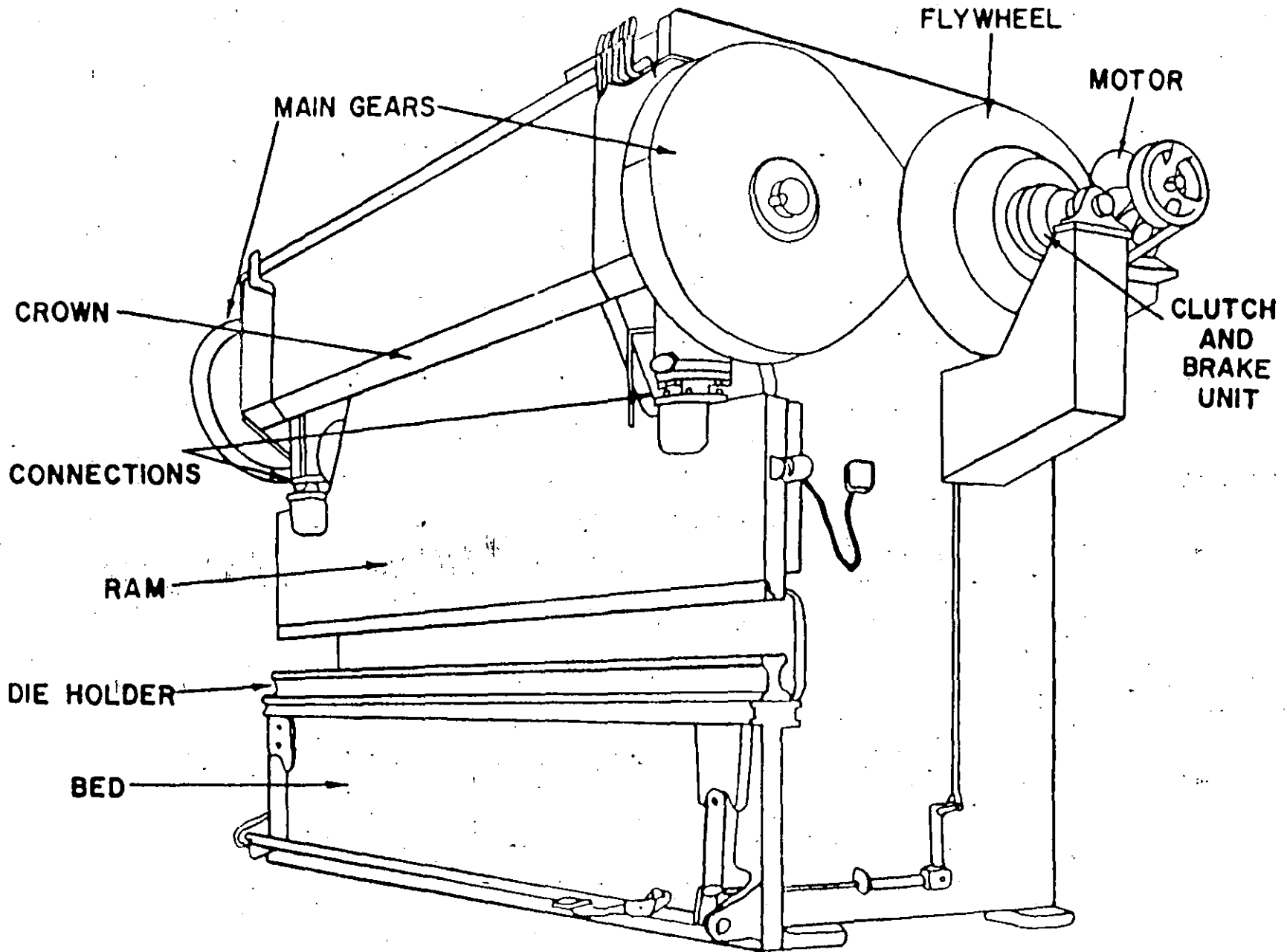


SOLDADURA ELECTROSLAG ESW.

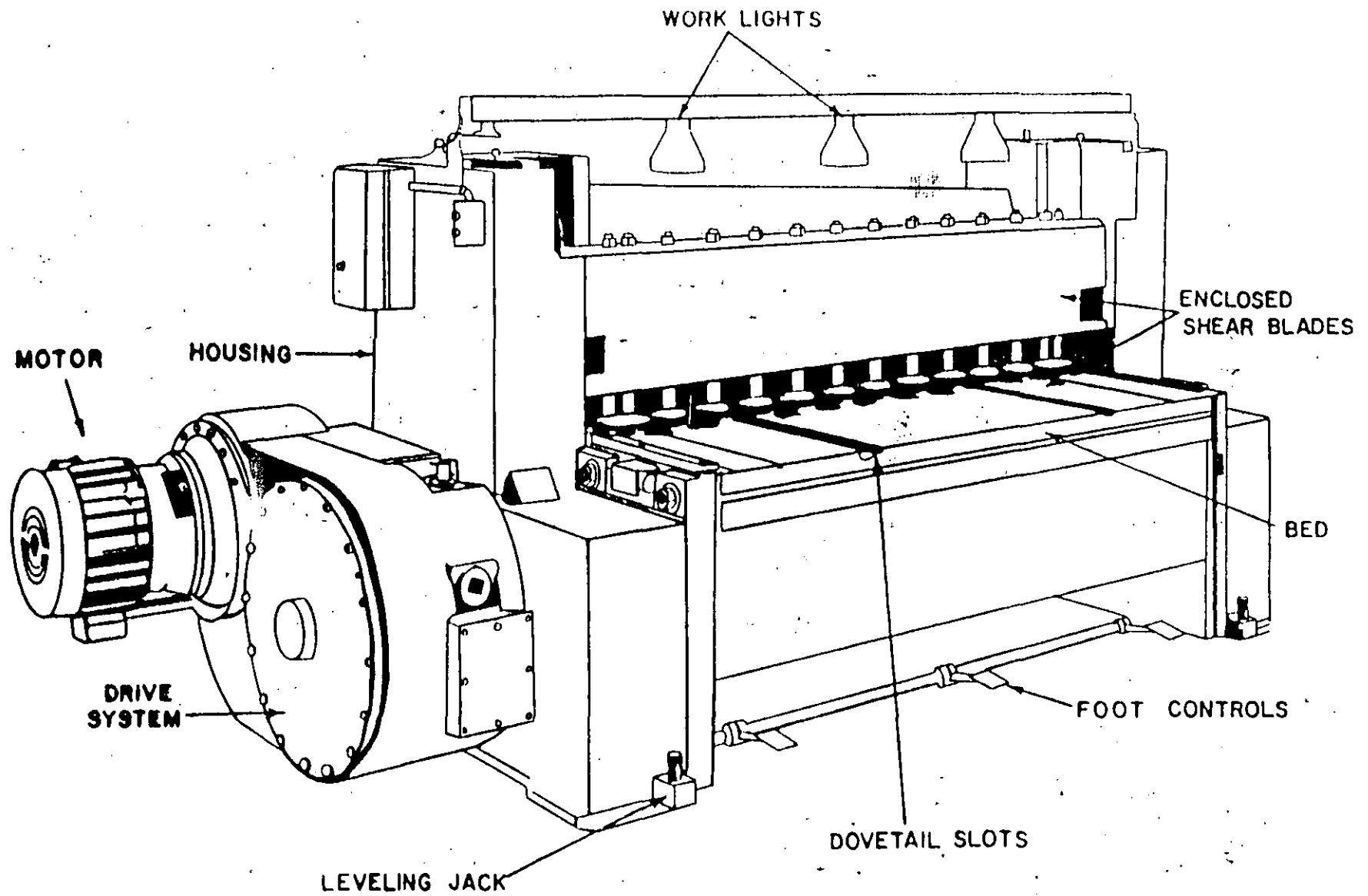


SOLDADURA ELECTROGAS GMAW-EG.

57



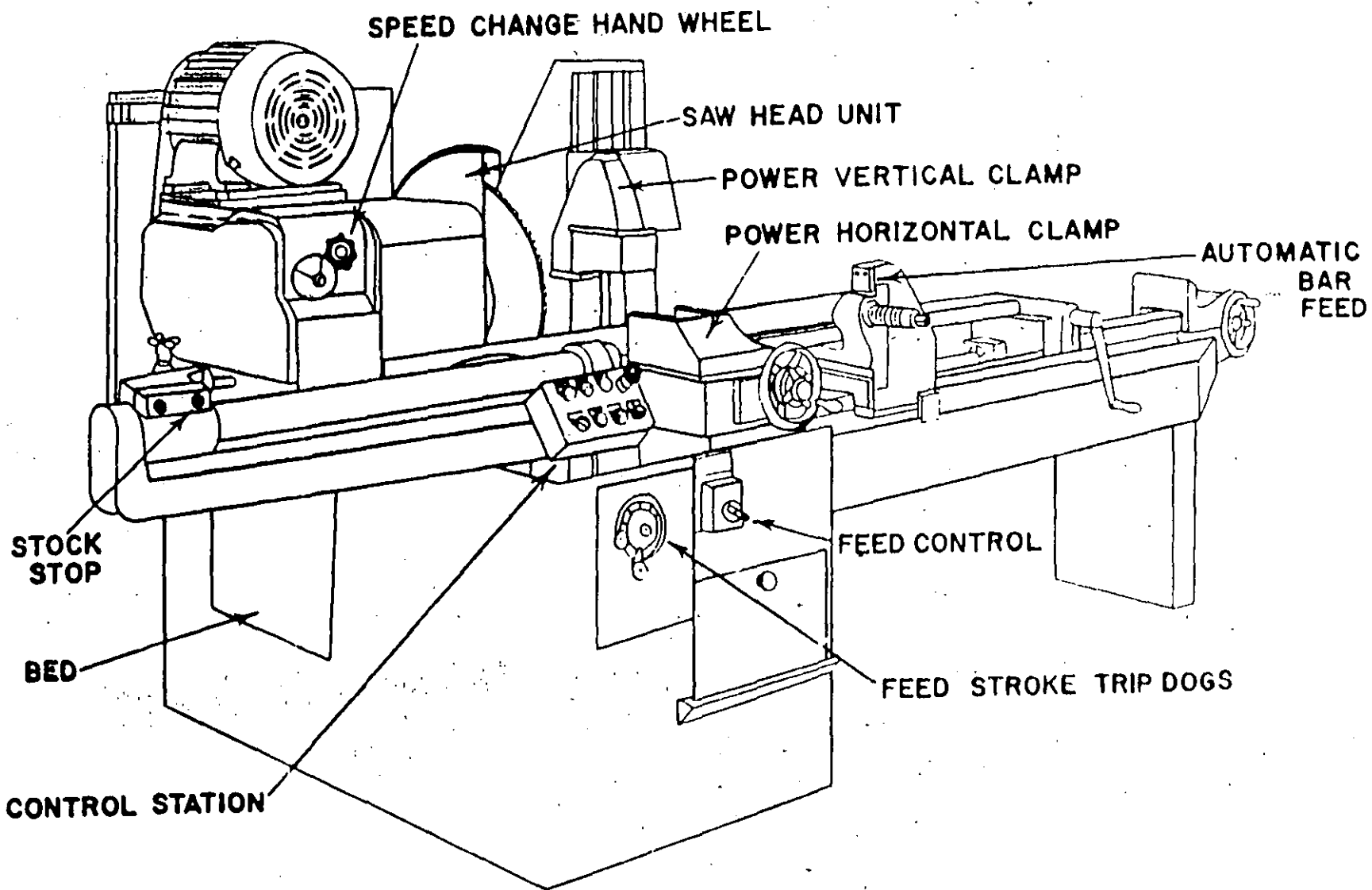
55



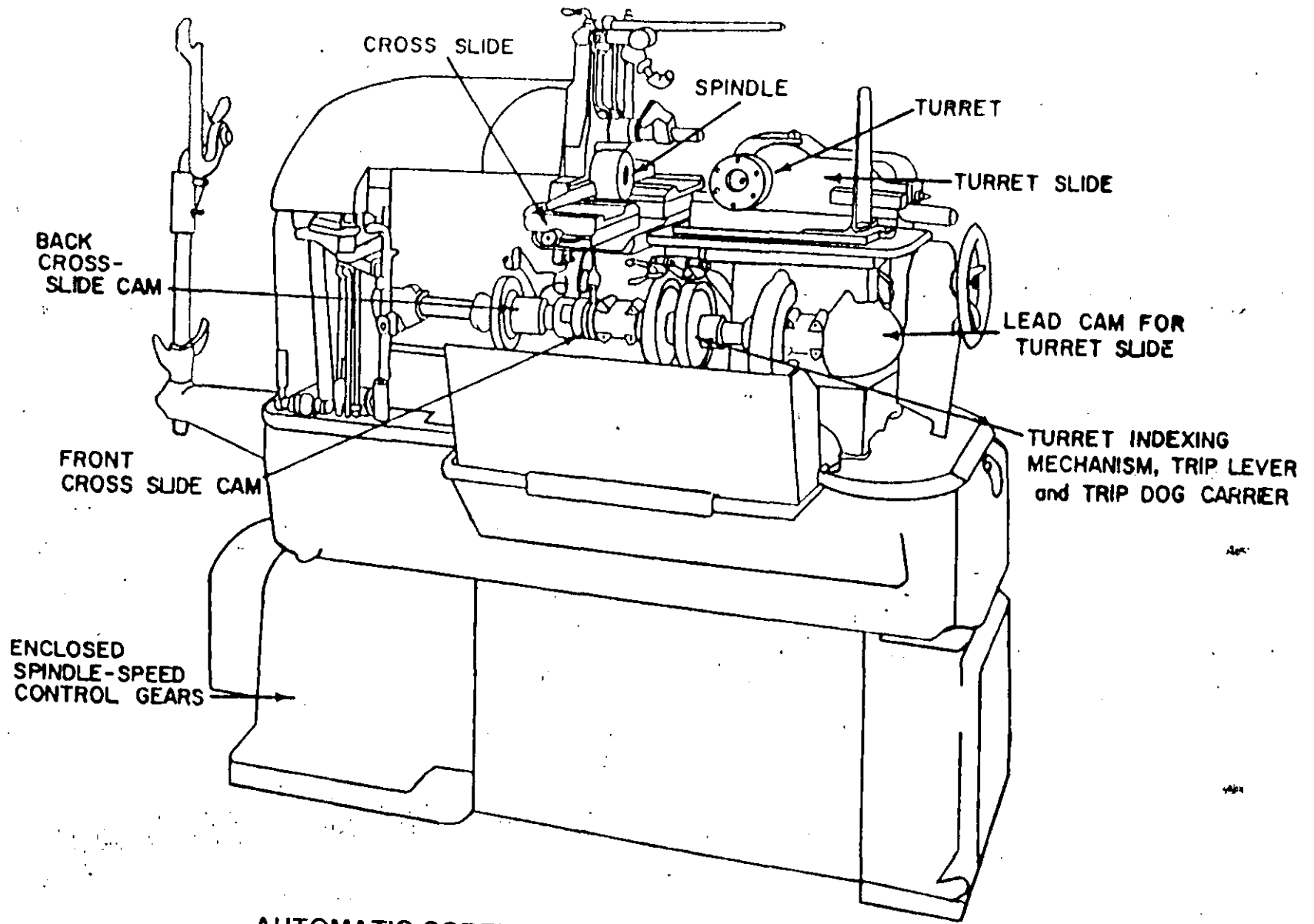
UNDERDRIVE POWER SHEAR

4

56



GENERAL PURPOSE CIRCULAR COLD SAWING MACHINE

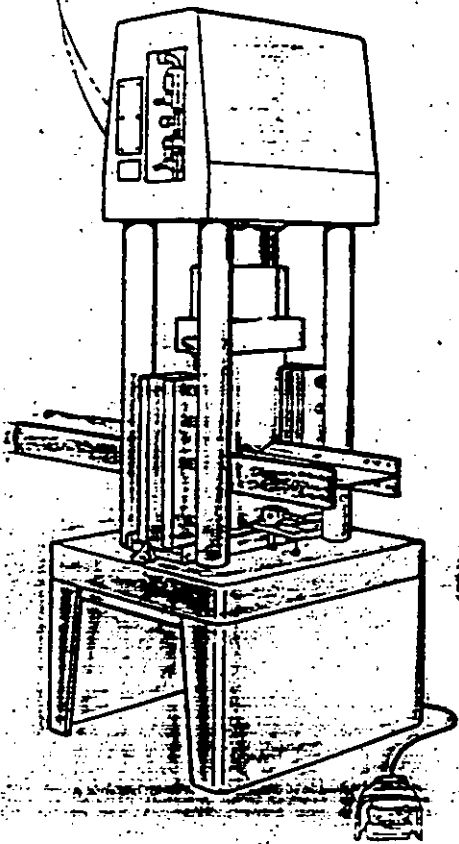
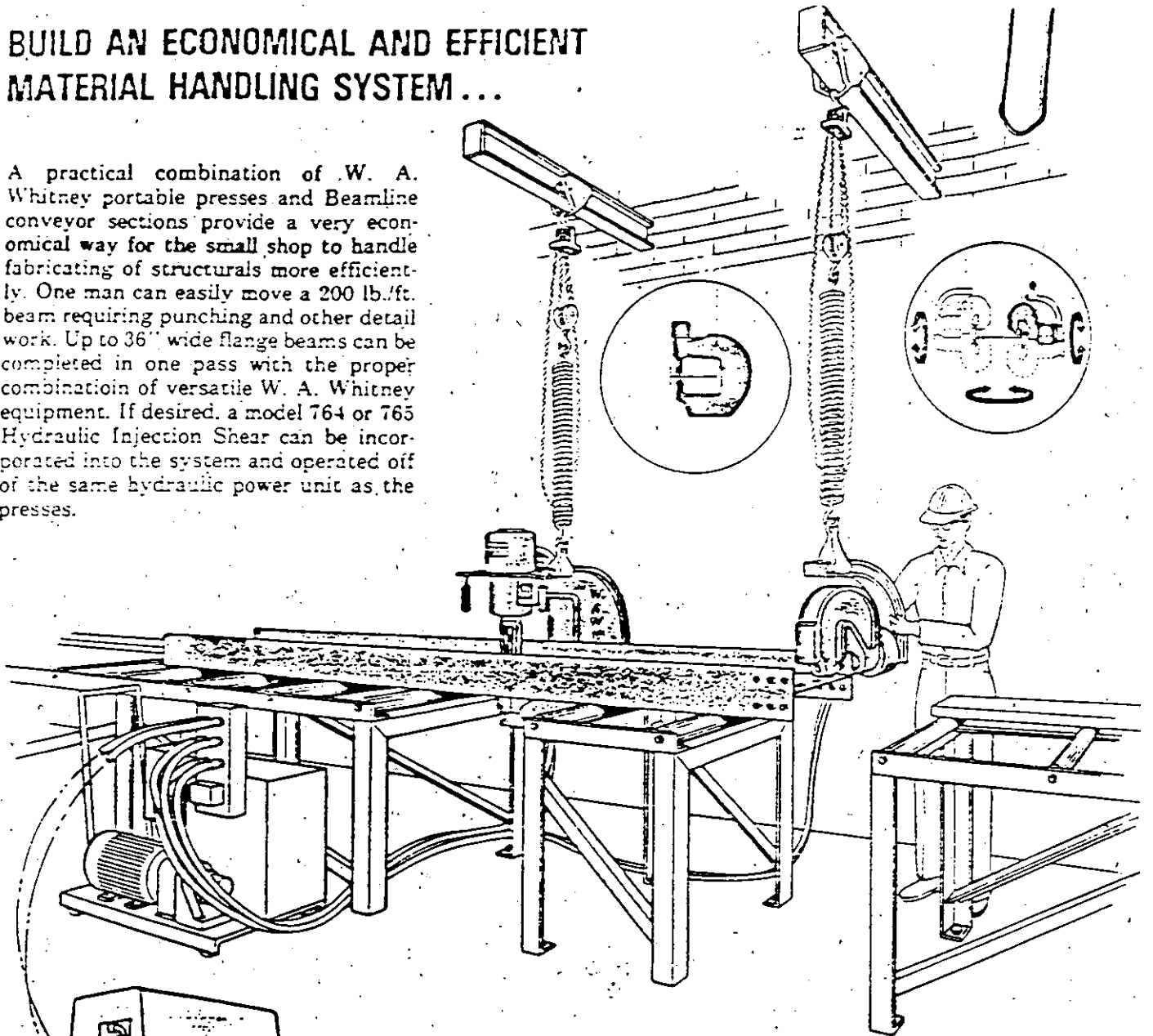


AUTOMATIC SCREW MACHINE PRINCIPAL PARTS DIAGRAM

58

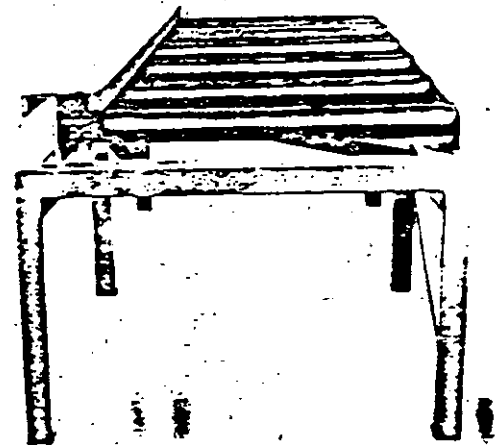
BUILD AN ECONOMICAL AND EFFICIENT MATERIAL HANDLING SYSTEM...

A practical combination of W. A. Whitney portable presses and Beamline conveyor sections provide a very economical way for the small shop to handle fabricating of structurals more efficiently. One man can easily move a 200 lb./ft. beam requiring punching and other detail work. Up to 36" wide flange beams can be completed in one pass with the proper combination of versatile W. A. Whitney equipment. If desired, a model 764 or 765 Hydraulic Injection Shear can be incorporated into the system and operated off of the same hydraulic power unit as the presses.

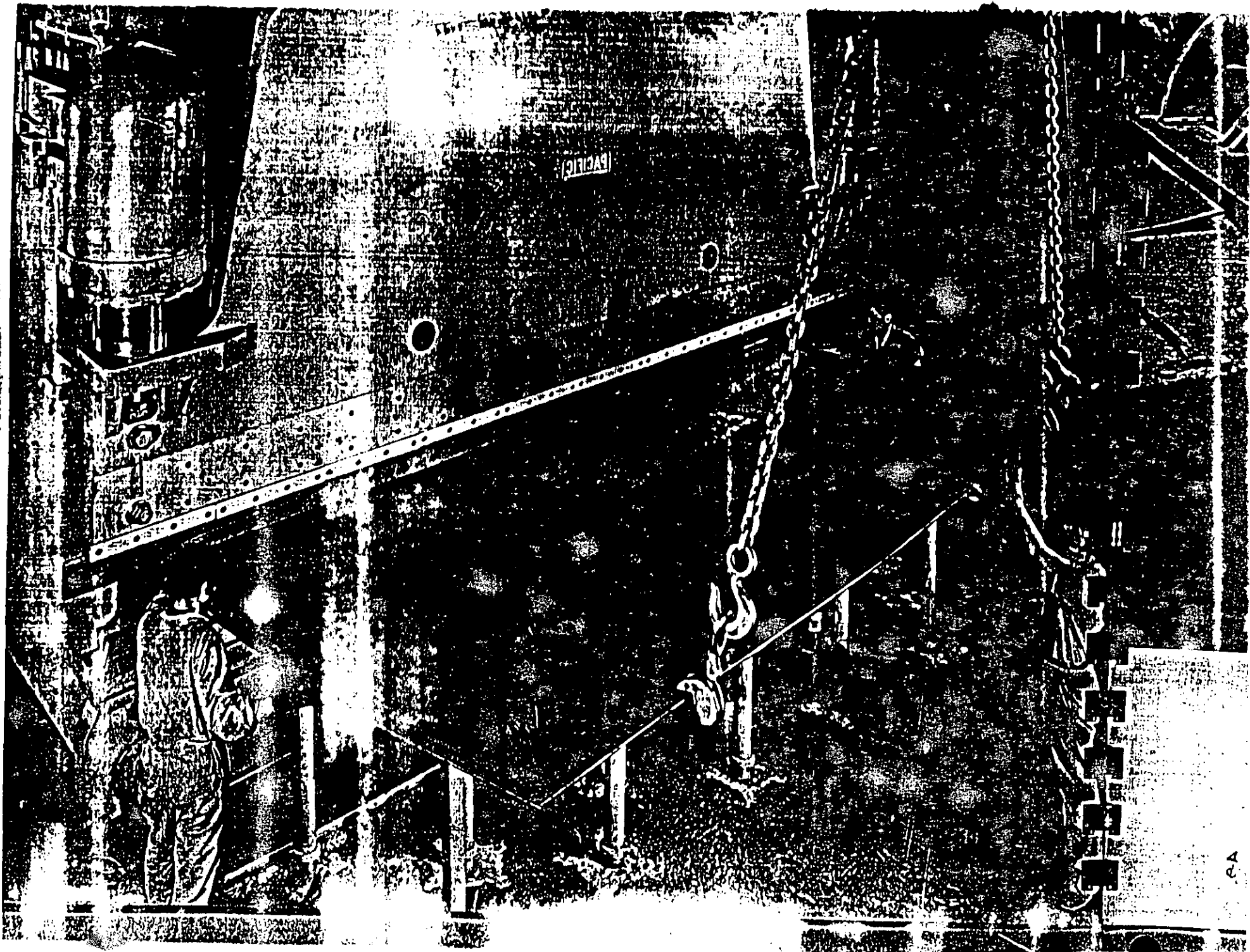


CONVEYORS

Three lengths of conveyor sections are available. Their normal working height is 38 1/2". All conveyors have back rails and roller sprockets which permit drive chains and connectors to be added if a powered conveyor system is desired. Complete information on conveyors and material handling methods can be found in our current "Automation Systems" catalog, available on request.



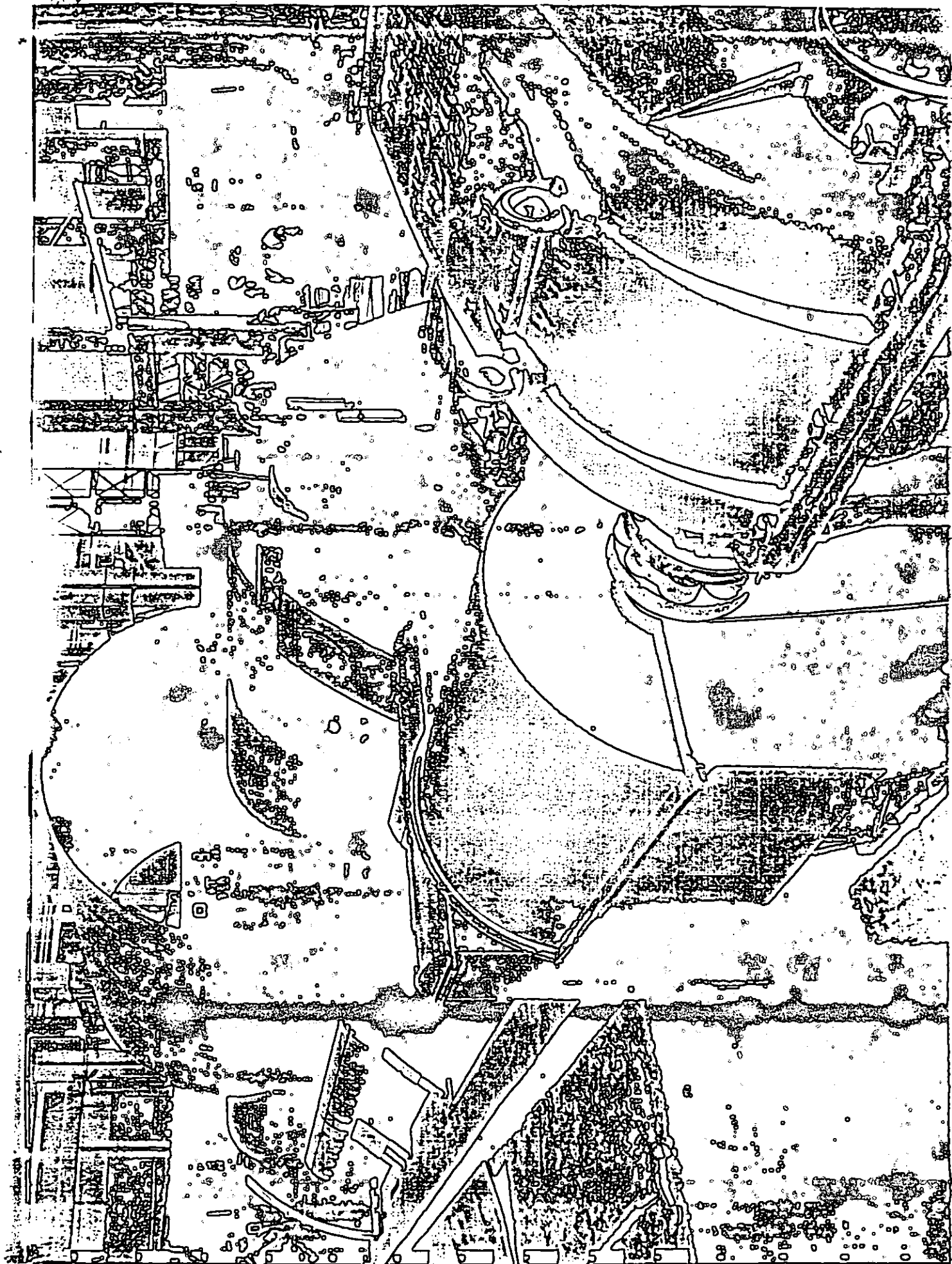
CONVEYOR LENGTH (Feet)	PART NO.
2 1/2	736-XXX
5	736-21
10	736-22

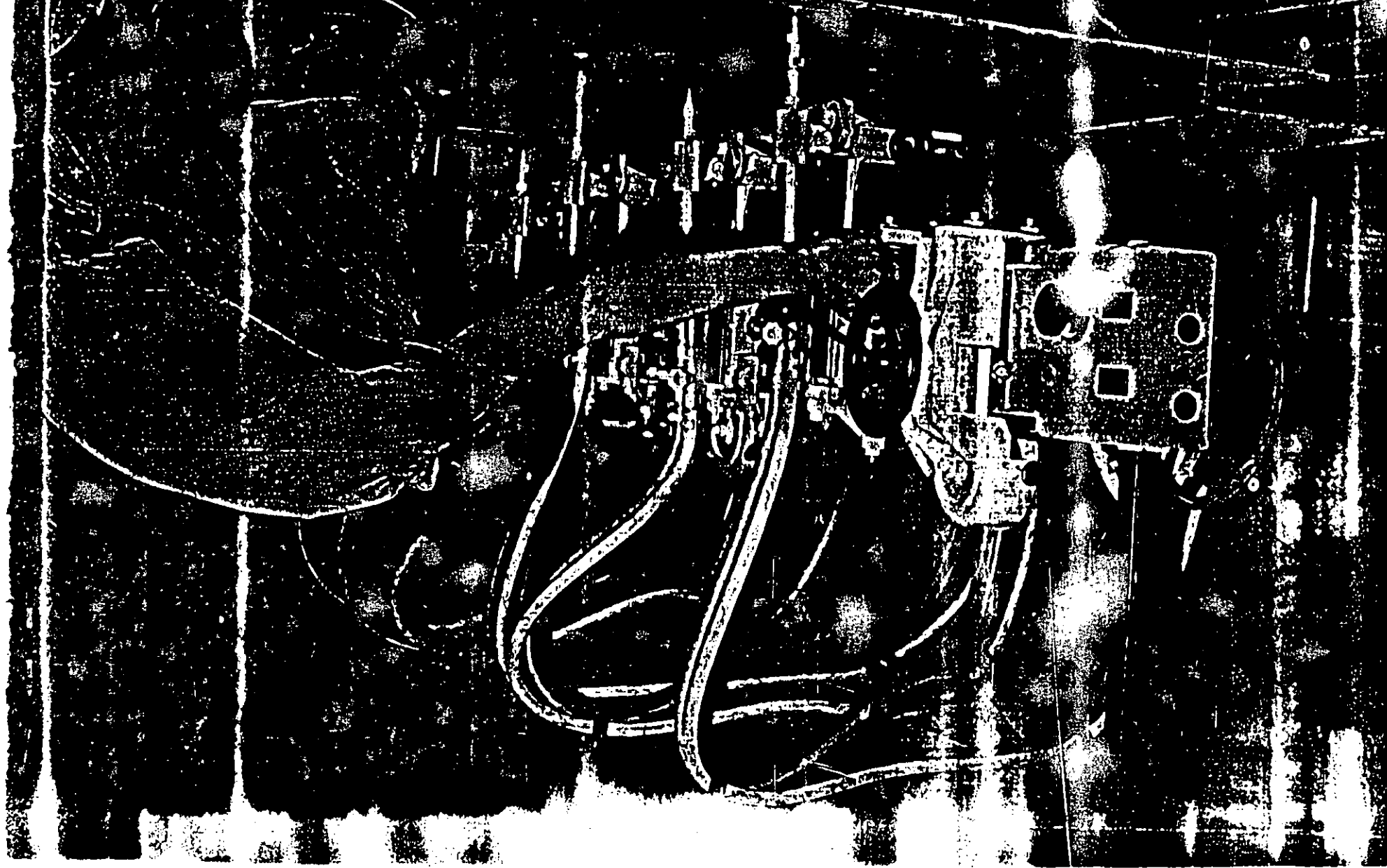


PACIFIC

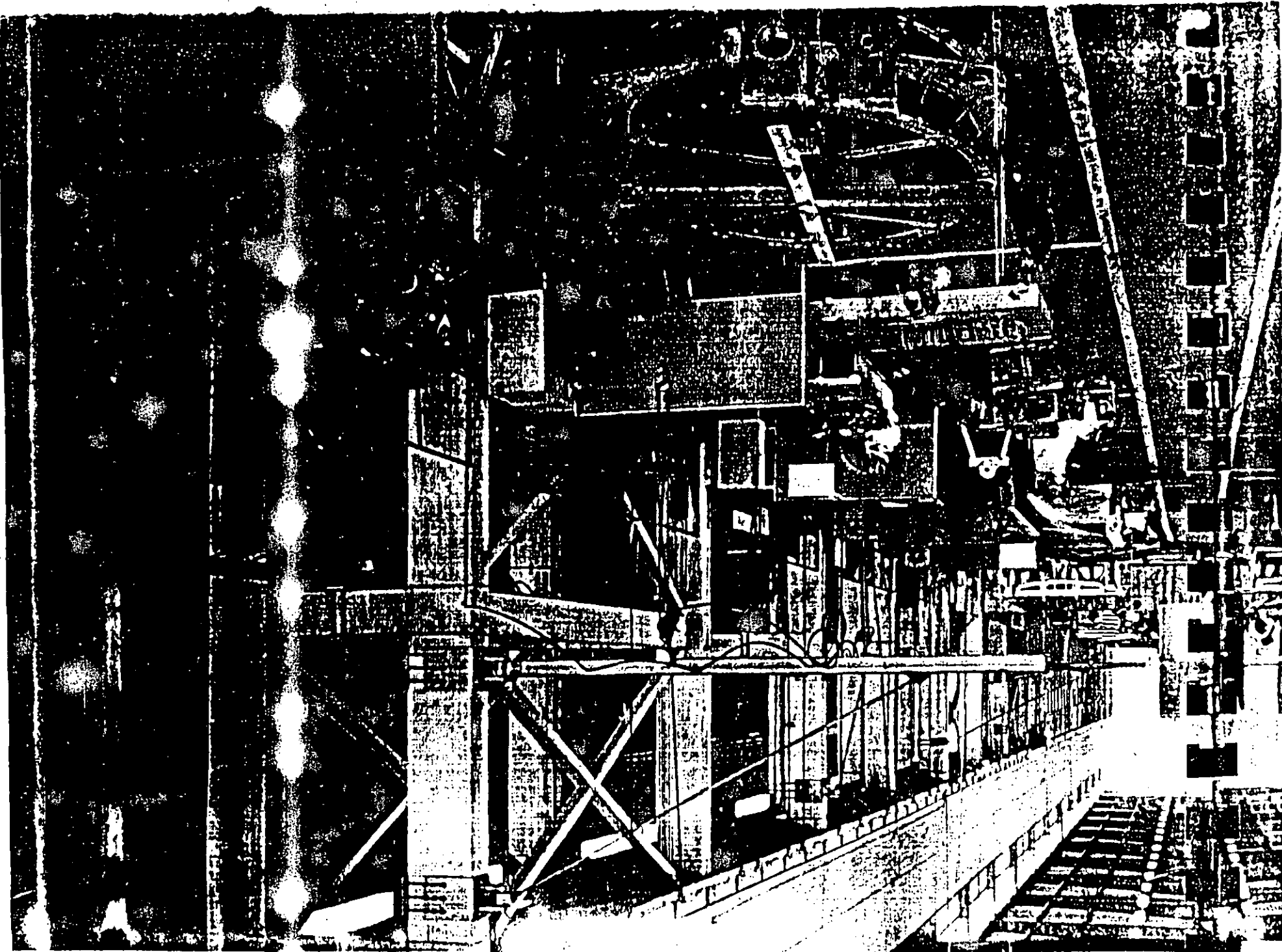
CA

09

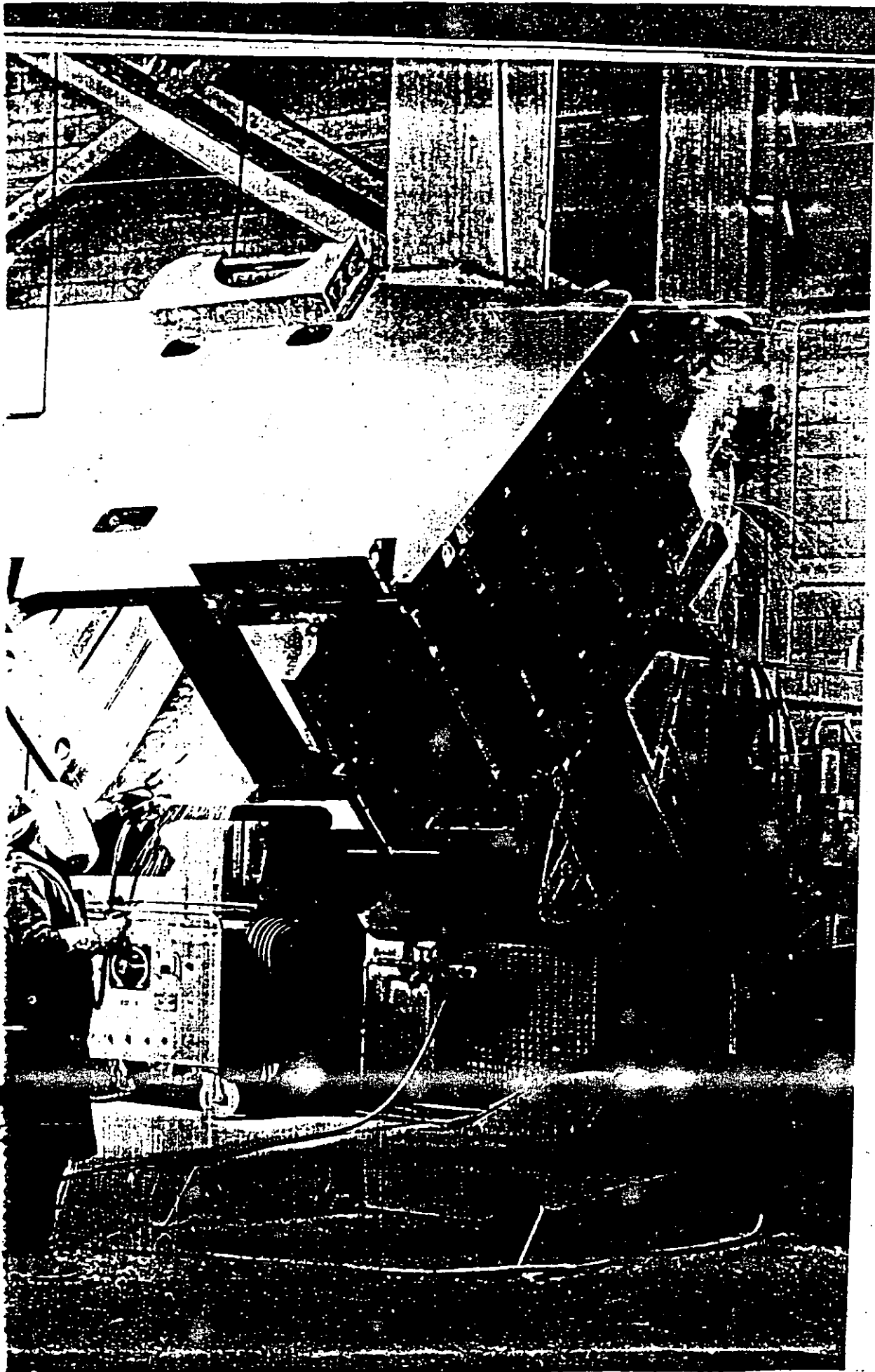


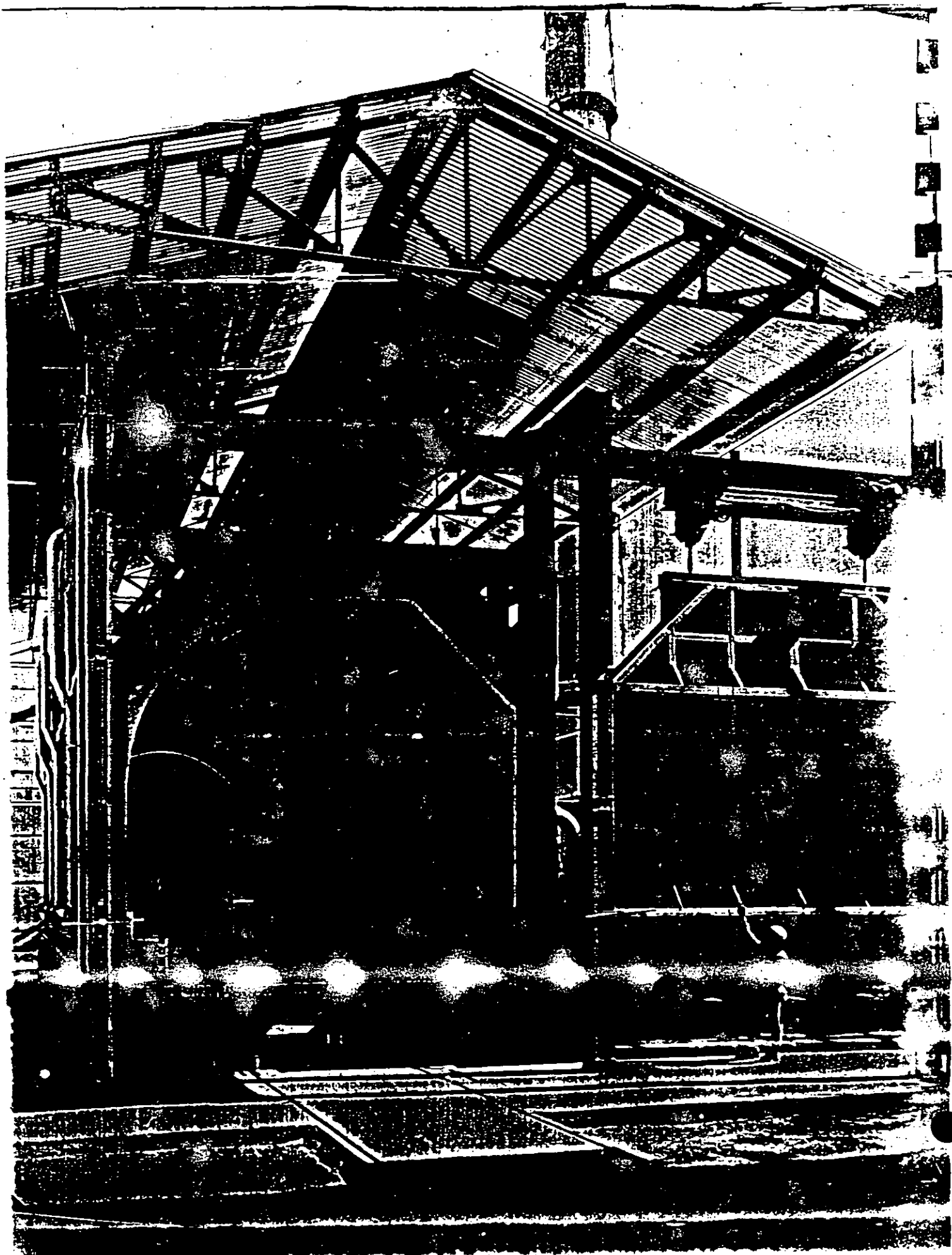


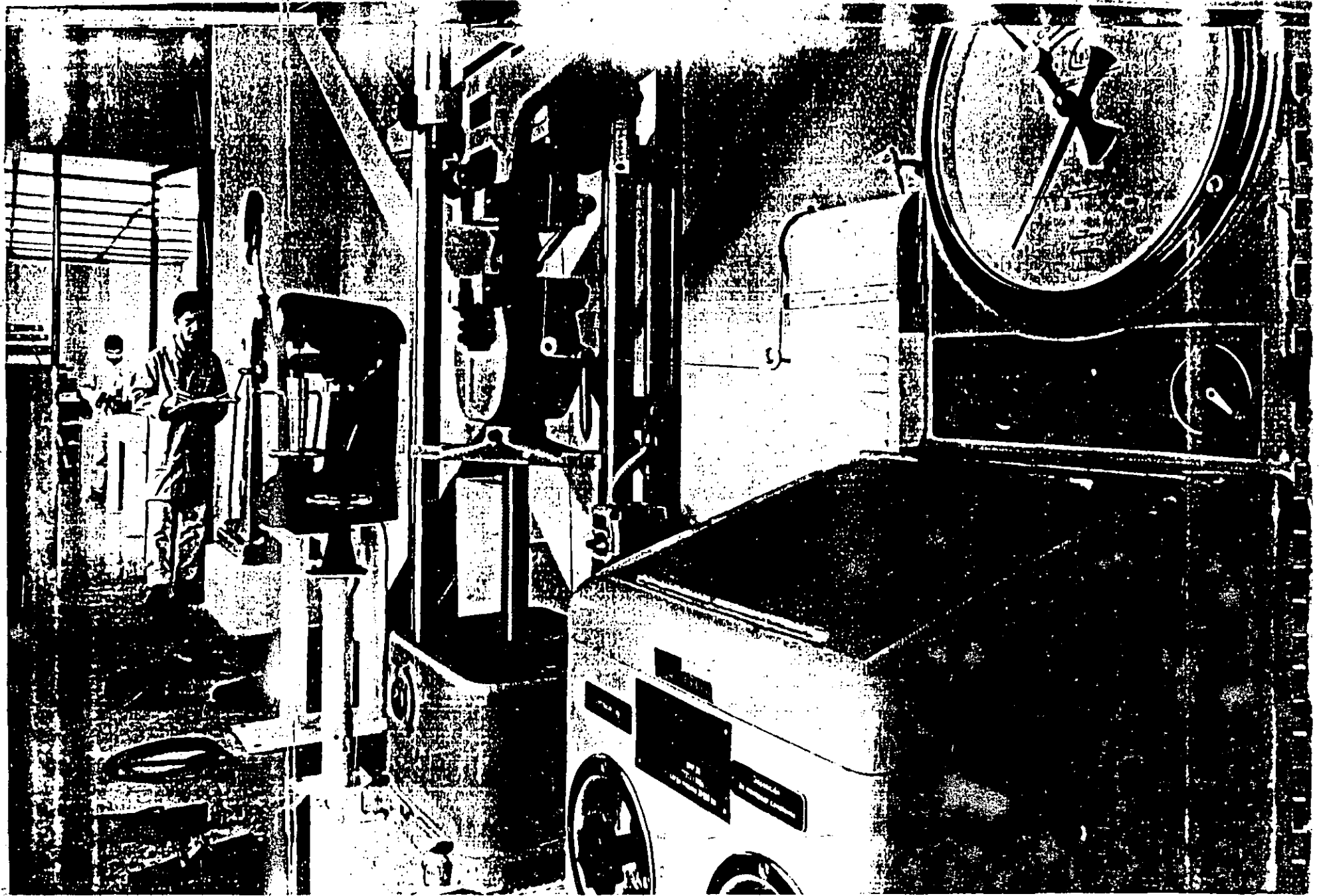




4-64









RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Carlos Alberto Lara Zúñiga

RESUMEN

En este artículo se describen las pinturas, recubrimientos anticorrosivos y revestimientos. De una manera general la composición de los recubrimientos se da una clasificación de los recubrimientos por su modo de secado y por su composición química. Se habla de la importancia de que al presentarse la necesidad de recubrimientos se debe seleccionar un sistema de recubrimientos anticorrosivos, el cual consiste de la preparación de la superficie, primario, intermedio o enlace y acabado. Se describe cada uno de los componentes del sistema y se habla un poco acerca de la aplicación de los recubrimientos.

Se muestran los pasos necesarios para calcular la cantidad de recubrimientos, dando un ejemplo para facilitar la comprensión.

INTRODUCCION

Los métodos más utilizados para el control de la contaminación de recubrimientos sobre la superficie es pintar o revestir.

A muchas veces se confunde a las pinturas con los recubrimientos y éstas a su vez con los revestimientos. Al ver una pintura envasada, no podemos saber si es una pintura, un recubrimiento o un revestimiento, ya que no está en función de la presentación, sino del espesor al cual se va a aplicar. Así tenemos la siguiente clasificación.

Pinturas	Espesor menor de 50 micrómetros
Recubrimientos	Espesor entre 50 y 1000 μ
Revestimientos	Espesor mayor de 1000 μ

Las pinturas se utilizan para fines estéticos, y por tal motivo no es importante la preparación de la superficie ni el espesor, pero sí el color.

Los recubrimientos y revestimientos se usan para dar protección anticorrosiva principalmente al acero, y por consiguiente es importante la preparación de la superficie, los espesores, el número de capas y tipo de recubrimientos.

2. COMPARACION DE LOS RECUBRIMIENTOS

Un recubrimiento consta de dos componentes fundamentales: el vehículo y el pigmento.

El vehículo es la parte líquida del recubrimiento y éste a su vez está formado por la resina, aditivos y solventes.

El pigmento es la parte sólida finamente molida del recubrimiento y se puede dividir en pigmentos coloridos, pigmentos inertes y reforzantes.

La parte que queda del recubrimiento después de su secado son la resina con sus aditivos y el pigmento permaneciendo por evaporación del solvente.

De esto se deriva que un recubrimiento que tenga 40% de sólidos en volumen, indica que el 40% del volumen es solvente y el 60% del volumen lo ocupa la resina y el pigmento.

3. CLASIFICACION DE LOS RECUBRIMIENTOS

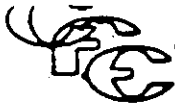
Los recubrimientos los podemos clasificar en función del tipo de secado o de su composición química.

Dentro de la clasificación por tipo de secado tenemos a los esmaltes, lacas, catalizados y de horno. La tabla 1 da las características de esta clasificación.

CLASIFICACION DEL RECUBRIMIENTO	TIPO DE SECADO	EJEMPLOS
ESMALTES	Evaporación del solvente y auto oxidación del vehículo	Alquidílicos
LACAS	Evaporación del solvente	Vinílicos, Hules, Clorados, Acrílicos
CATALIZADOS	Reacción química y evaporación del solvente	Epóxicos, Poliuretanos, Inorgánicos de Zinc
HORNADO	Polimerización por acción del calor y evaporación del solvente	Silicón, Fenólicos

TABLA 1. CLASIFICACION DE LOS RECUBRIMIENTOS POR EL TIPO DE SECADO.

En la clasificación de recubrimientos por su composición química se dividen en orgánicos, inorgánicos y metálicos. La tabla 2 muestra esta clasificación.



CLASIFICACIÓN DE LOS RECURRIMIENTOS	RECOMENDACIONES	EJEMPLOS
ORGANICOS	ORGANICOS	ACEITES ALQUITRAN DE HULLA ASTRUCOS
	ORGANICOS	ALQUIDALICOS EPOXICOS FENOLICOS ACRILICOS POLIURETANOS POLIESTERES POLIESTERES
INORGANICOS	DE ZINC AUTOQUERENTE	BASE SOLVENTE BASE ACUOSA
	DE ZINC FOSFATA DE	BASE ACUOSA CON POLIURETANO
	DE ZINC CON FOSFATO ORGANICO	CON POLIURETANO CON POLIURETANO
METALICOS	ACABADO	ESTADO COBRE CROMO NIOBLIO
	DE INERTICION O DE PROTECCION CATHODICA	ZINC ALUMINIO CADMIO

TABLA 2. CLASIFICACION DE RECURRIMIENTOS POR SU COMPOSICION QUIMICA.

4 SISTEMA DE RECURRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Al presentarse la necesidad de recubrimientos, se debe seleccionar un sistema de recubrimientos anticorrosivos y debe consistir de lo siguiente:

- Preparación de superficie
- Primario
- Intermedio o enlace (cuando se requiera)
- Acabado

La tabla 11 de la especificación CFE D8500-01, Guía para la selección y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, da las recomendaciones de sistemas sobre la base de las condiciones de exposición.

4.1 Preparación de Superficie

La vida de los recubrimientos anticorrosivos depende principalmente de la preparación que tenga la superficie inmediatamente antes de su aplicación. Es mejor aplicar un mal recubrimiento sobre una preparación de superficie excelente que aplicar el mejor recubrimiento sobre una superficie no preparada.

Desde la etapa de fabricación las superficies metálicas adquieren sustancias contaminantes, las cuales afectan la adherencia de los recubrimientos y reducen su vida. Por lo que es necesario removerlos antes de aplicar los recubrimientos.

El grado de preparación requerido es función del tipo de recubrimiento seleccionado, de las condiciones orga-

nales de la superficie, de las facilidades en el sitio y de los costos involucrados. En la mayoría de los casos, el costo más alto de un sistema de recubrimientos es la preparación de la superficie.

La adherencia del primario sobre la superficie, es mecánica, de ahí que la rugosidad o el perfil de anclaje que tenga la superficie es muy importante. El perfil de anclaje debe ser menor en profundidad de 25 a 63 μm , que el espesor seco del primario por aplicar o bien un tercio del espesor seco del sistema completo.

4.2 Primario

El primario es la capa de recubrimiento que se aplica sobre la superficie preparada y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Buena adherencia a la superficie
- Proporcionar adherencia a la siguiente capa
- Retardar la velocidad de corrosión
- Resistencia al ambiente

4.3 Intermedio

Es una capa de recubrimiento que no siempre es necesaria y que depende de las condiciones:

- Espesor adecuado al sistema
- Adherencia entre el primario y el acabado
- Proporcionar mayor resistencia al ambiente

4.4 Acabado

Es la capa que está directamente en contacto con el ambiente y puede dar algunas características características:

- Adherencia al primario
- Antiostruente
- Antivegetativa
- Resistencia a abrasión
- Resistencia a la intemperie
- Resistencia a la intemperie
- Resistencia química

4.5 Aplicación

La aplicación de un sistema de recubrimientos anticorrosivos comienza con la fabricación de las pinturas, ya que lo que se requiere es un líquido y lo que se necesita es una capa de recubrimiento que proteja a la estructura metálica al estar en contacto con el ambiente. A la hora de aplicar

... de la fabricación del líquido, la densidad y la calidad de la aplicación del mismo para el uso en cuanto a protección anticorrosiva.

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE RECUBRIMIENTO

... debemos tener en cuenta...
Posteriormente, seleccionar el tipo de pintos anticorrosivos, en función del sustrato a estructurar a proteger y el tipo de aplicación de los mismos.

... 1400 m², el primario es el vinílico...
El acabado es el vinílico...
... según la especificación...
... anticorrosivos... Estos...
... por aspersión.

... según CFE D8500-02, podemos...
... los datos que se requerirán, y los resumimos

	PRIMARIO	ACABADO
ESPESOR SECO	50 μm	75 μm
ESPESOR HÚMEDO	125 μm	223 a 266 μm
RENDIMIENTO	11.1 m ² /dm ³	11.1 a 11.2 m ² /dm ³

Tabla 3. DATOS PROPORCIONADOS EN LA ESPECIFICACIÓN D8500-02 PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE RECUBRIMIENTOS.

De la tabla 3, el espesor húmedo se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{100 \cdot S}{V \text{ de sólidos en volumen}} \dots \dots (1)$$

onde:
H = espesor húmedo en μm
S = espesor seco en μm

El rendimiento teórico se calcula partiendo de que un

litro de recubrimiento tiene 100% sólidos en volumen (sin solventes) puede recubrir 40m² a 25 μm de espesor.

Para conocer el rendimiento teórico de un recubrimiento a 25μm, simplemente multiplicamos 40 por 4 % de sólidos en volumen, así tenemos para el primario:

$$\text{Rendimiento teórico} = 40 \times 0.11 = 4.4 \text{ m}^2/\text{dm}^3 \text{ a } 25 \mu\text{m}$$

Con el rendimiento teórico es fácil calcular la cantidad de recubrimientos.

Para el primario:

$$\begin{aligned} \text{Recubrimiento necesario} &= \frac{1400 \text{ m}^2}{4.4 \text{ m}^2/\text{dm}^3} \times \frac{50 \mu\text{m}}{25 \mu\text{m}} \\ &= 636.4 \text{ litros} \end{aligned}$$

donde 50μm es el espesor seco recomendado (2 capas de 25μm)

Para el acabado:

$$\begin{aligned} \text{Recubrimiento necesario} &= \frac{1400 \text{ m}^2}{11.1 \text{ m}^2/\text{dm}^3} \times \frac{75 \mu\text{m}}{25 \mu\text{m}} \\ &= 378.4 \text{ litros} \end{aligned}$$

donde 75 μm es el espesor seco recomendado del acabado.

Para calcular el recubrimiento necesario práctico, debemos considerar las normas, que varían en función del método de aplicación, del tipo de superficie, de la velocidad del viento y de la habilidad del aplicador.

Para el caso de aplicación por aspersión con aire, las mermas se toman por lo general de un 20% al 30%, Tratando de ser conservadores, consideraremos para nuestro ejemplo mermas del 25%, por lo que la cantidad de recubrimiento práctico quedará:

$$\begin{aligned} \text{Primario} &= 636.4 \times 1.25 = 795.9 \text{ litros} \\ \text{Acabado} &= 378.4 \times 1.25 = 473.0 \text{ litros} \end{aligned}$$

Para hacer el pedido, necesitamos conocer el número de cubetas de 18 litros necesarias, por lo que nos queda:

$$\text{Primario} = \frac{795.5 \text{ L}}{18 \text{ L/cubeta}} = 44.2 \underline{\underline{45 \text{ cubetas}}}$$

$$\text{Acabado} = \frac{473.0 \text{ L}}{18 \text{ L/cubeta}} = 26.3 \underline{\underline{27 \text{ cubetas}}}$$

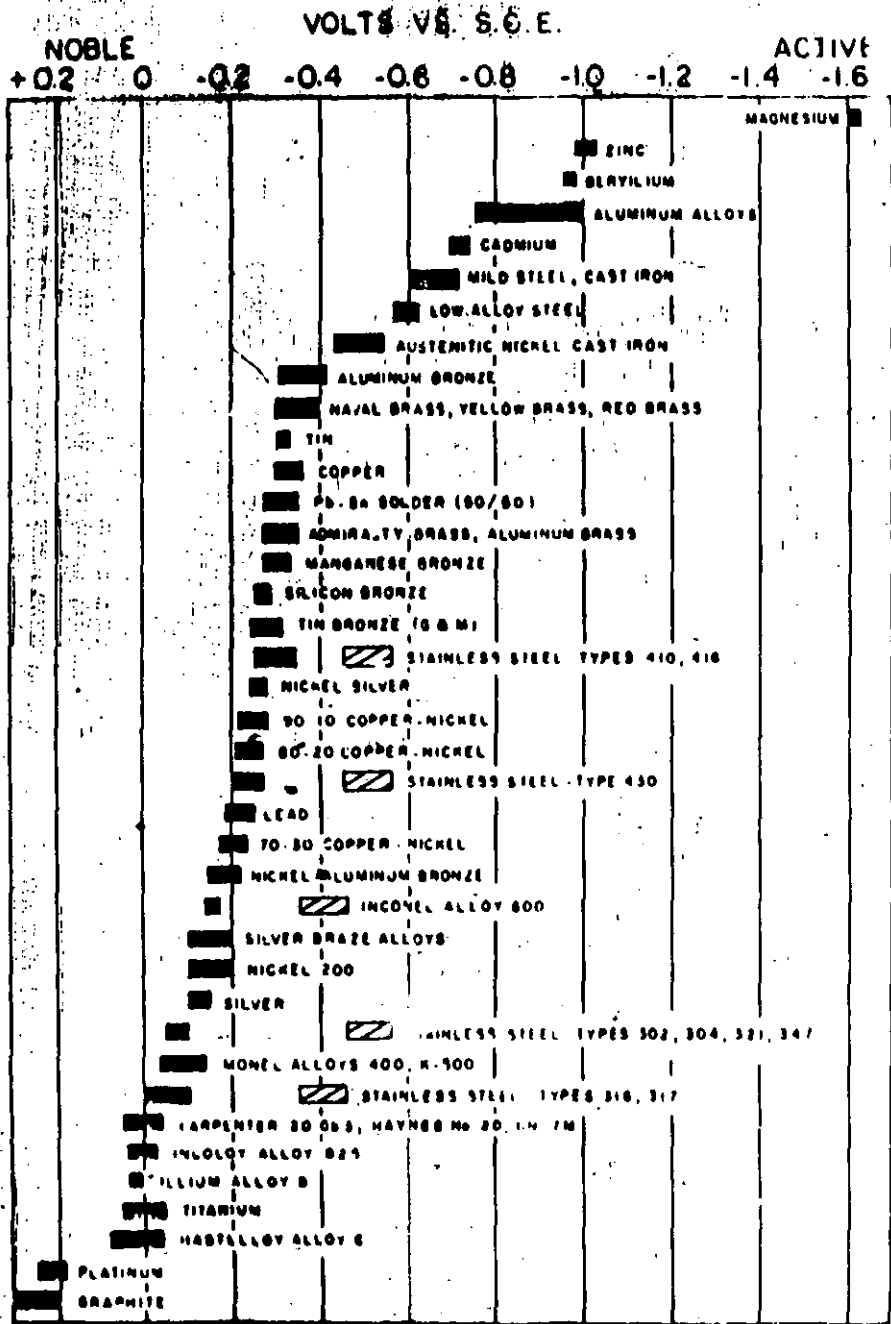


Figure 8-10. Corrosion potentials of various materials in flowing seawater (2.5-4 m. per second) at temperatures in the range 10-20°C. The hatched symbols indicate potentials exhibited by stainless steels in acidic water such as exists in crevices.

EROSION-CORROSION

presence of crevices, the tanks selected may exhibit less noble E_{corr} values due to oxygen depletion within the crevice. Under these conditions the less noble E_{corr} values should be used in considering the possibility of occurrence of galvanic corrosion.

A very important factor in determining the extent of attack by galvanic corrosion is the ratio of the areas of the anodic and cathodic materials. An unfavorable area ratio is one which comprises a large cathode and a small anode. Since for a given current flow in a galvanic cell the current density is greater on a small electrode than on a larger one, a small anode will have a greater current density and hence a greater corrosion rate than a large anode. For example, mild steel fasteners (small anodes) should not be used to assemble stainless steel plates (large cathodes).

For listings of materials which are galvanically compatible with stainless steels in fastener applications and in pump and valve trim applications in seawater the reader should refer to the publication by Tuthill and Schillmoller (12), and for a more detailed review of the fundamental understanding of galvanic corrosion, the publication by Pryor (13) should be consulted.

Galvanic corrosion has also been known to cause problems in acid environments. For example stainless steel pickling tanks have been known to corrode when in contact with more active metals being pickled. In terms of the parameters described in Figure 9-1, coupling the stainless steel to a more active metal can move its corrosion potential from E_{corr1} (passive) to E_{corr2} (active) with a resultant increase in corrosion rate. Hydrogen embrittlement of high strength stainless steel fasteners when in contact with more active metals can be another manifestation of galvanic corrosion.

8-3 EROSION-CORROSION

Erosion-corrosion has been defined by Fontana and Greene (14) as the acceleration of attack caused by a rapidly flowing corrodent sometimes containing solid particles capable of causing erosion or wear. Mildly corrosive environments, even in the presence of solid particles (e.g., seawater containing sand), generally cause little erosion-corrosion on stainless steels. However, in corrosive environments, such as sulfuric acid, the effect of velocity alone can significantly increase corrosion rate (see Chapter 9). Attack in corrosive environments in the presence of solid particles exhibits a highly directional pattern and is found in elbows, bends or T joints in piping, and propeller blades and pumps.

Since a corrosion effect is superimposed on a mechanical erosion process, resistance to this form of attack is determined by a balance of properties that enhance resistance to corrosion (e.g., alloying with nickel,

TABLE 8-2. DEGREE OF CORROSION AT BIMETALLIC CONTACTS IN AQUEOUS ENVIRONMENTS

Metal Considered	Contact Metal						
	Gold. Platinum. Rhodium. Silver	Monel(1). Inconel(2). Nickel- Molybdenum Alloys	Cupronickels. Silver Solder. Aluminum- Bronzes. Tin-Bronzes. Gunmetals	Copper. Brasses. "Nickel Silvers"	Nickel	Lead, Tin, and Soft Solders	Steel and Cast Iron
Stainless steel:							
Type 304	A	A	A	A	A	A	A
Type 431	C	A or C(s)	A or C(s)	A or C(s)	A	A	A
Type 410	C	C	C	C	B or C	A	A

Metal Considered	Contact Metal								
	Cadmium	Zinc	Magnesium and Magnesium Alloys (Chromate)	Stainless Steel:			Chromium	Titanium	Aluminum and Aluminum Alloys
				Type 304	Type 431	Type 410			
Stainless steel:									
Type 304	A	A	A	—	A	A	A	A	A
Type 431	A	A	A	A	—	A	A	A	A
Type 410	A	A	A	C	C	—	C	C	A

- A = The corrosion of the "metal considered" is not increased by the "contact metal."
- B = The corrosion of the "metal considered" may be slightly increased by the "contact metal."
- C = The corrosion of the "metal considered" may be markedly increased by the "contact metal." (Acceleration of corrosion occurs only when the metal becomes wet by moisture containing an electrolyte, for example, salt, acid, or combustion product. In ships, acceleration may be expected to occur under in-board conditions, since salinity and condensation are frequent. Under less severe conditions the acceleration may be slight or negligible.)
- s = Serious acceleration of corrosion of type 431 stainless steel in contact with copper or nickel alloys may occur at crevices where the oxygen supply is low.
- o = No data available.
- 1 = Monel alloy 400.
- 2 = Inconel alloy 600.

74



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

LINEAS DE TRANSMISION

ING. SERGIO RAMIREZ OTERO

JULIO - 1992

CONTENIDO DE LA PONENCIA

1. OBJETIVOS Y CARACTERISTICAS DE UNA LINEA DE TRANSMISION. pag. 2
2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE UNA LINEA DE TRANSMISION. pag. 5
3. ACTIVIDADES PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCION DE UNA LINEA DE TRANSMISION. pag. 12
4. UTILIZACION OPTIMA DE LA MANO DE OBRA EN UNA LINEA DE TRANSMISION. pag. 25
5. COMENTARIOS pag. 27

OBJETIVOS Y CARACTERISTICAS DE UNA LINEA DE TRANSMISION.

El objeto de una línea de transmisión es transportar la energía eléctrica desde la fuente de producción hasta los lugares de consumo y está constituida fundamentalmente por una serie de estructuras y cables de gran conductibilidad eléctrica, de cobre ó aluminio.

Para la transmisión de electricidad, de corriente alterna, a -- grandes distancias existen 3, 6, 9 etc. conductores; o sea un conductor por fase y como la corriente a transmitir generalmente es trifásica, el número de conductores es múltiplo de tres. En ciertos casos cada fase está formada por dos o más conductores en paralelo.

Los conductores de las fases deben estar aislados entre si y también aislados de la tierra a fin de evitar descargas eléctricas o -- pérdidas de corriente, por lo tanto, los conductores deben estar soportados o construídos en forma tal de llenar esas condiciones.

Para distancias cortas la transmisión puede hacerse por medio de conductores recubiertos de un poderoso aislamiento, a base de hule, y enterrados directamente en zanjas o ductos. Este tipo de transmisión es extraordinariamente costoso, por lo que para transmisiones largas, los conductores se soportan en estructuras o postes que pueden ser metálicos fig. 1 , de concreto o madera. Los conductores se colocan a una separación entre si y a una distancia de la tierra, apropiadas para que el aire sirva como aislamiento y se elimine cualquier posibilidad de descarga eléctrica; naturalmente el conductor debe quedar también a una distancia adecuada de la estructura que le sirva de soporte y para ello se suspende, se ancla de una "cadena de aisladores" que generalmente son de porcelana o vidrio con longitud y aislamiento que evite descargas entre el conductor y la estructura soporte.

En una línea de transmisión el espaciamiento de las torres es muy variable, hay claros muy cortos de 150 o 200 metros, otros -- mucho más largos, más de 1,000 metros; hay quiebres o inflexiones en la línea para acomodarse a la topografía del terreno o para salvar obstáculos; y hay ocasiones en que el trazo es una tangente muy larga de 20 o más kilómetros.

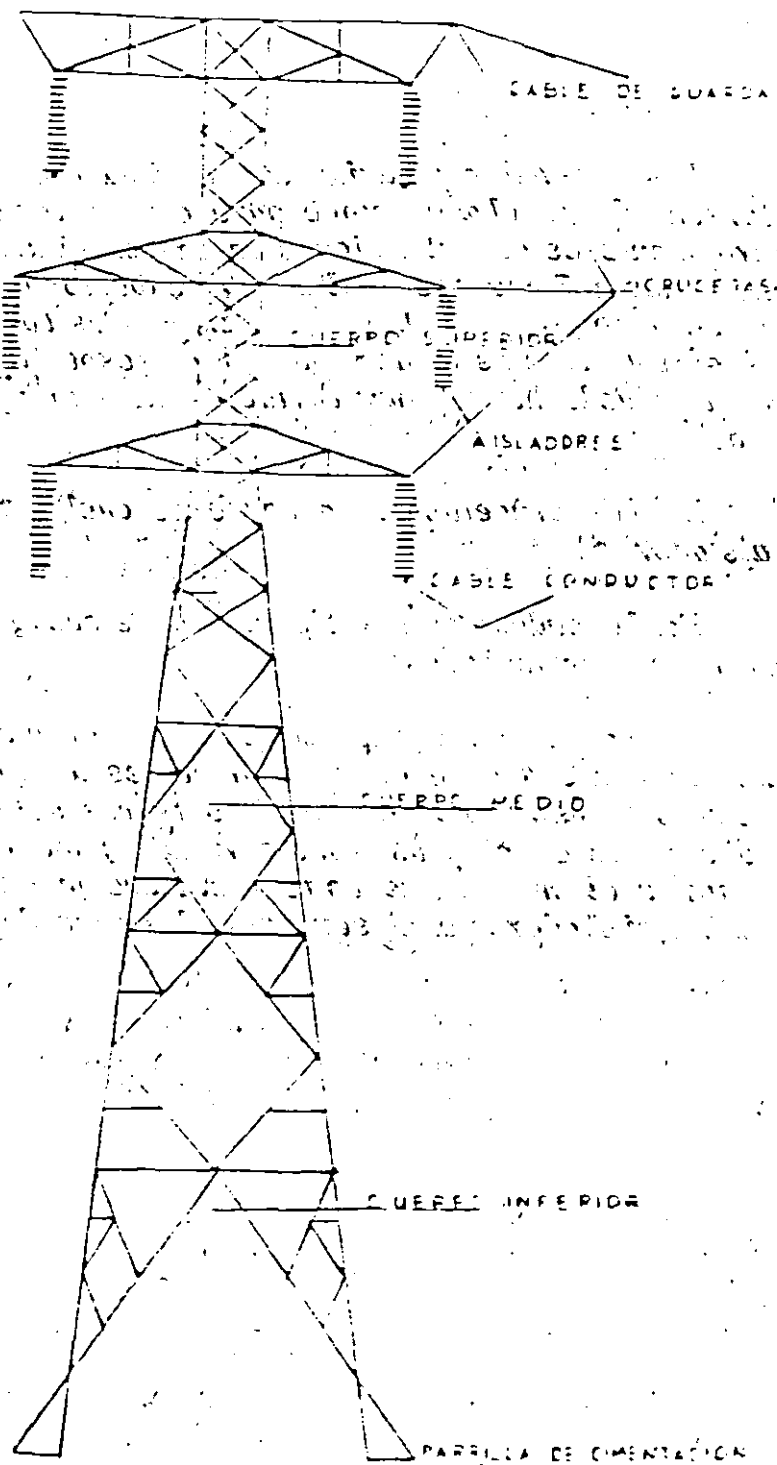


Fig. 1

Por otra parte, a un voltaje mayor, las cadenas de aisladores son más largas y más costosas; la separación de los conductores debe ser mayor conforme el voltaje aumenta lo que requiere crucetas más largas y torres más pesadas y costosas, por este concepto.

Además, es obvio que la electricidad no puede emplearse en los usos frecuentes ni generarse comercialmente, como los usados en la transmisión a tan altos voltajes. El voltaje de generación es del orden de 6 a 13.8 k.v. en cambio el de transmisión en las líneas es del orden de 115 a 400 k.v.

Para cambiar el voltaje de generación al de transmisión y, en el punto de utilización, de este voltaje de transmisión al de distribución, se emplean un conjunto de artefactos (transformadores, interruptores, apartarayos etc.), que debidamente proyectados se denominan sub-estación de elevación y sub-estación de reducción. Las sub-estaciones son más costosas entre mayor es el voltaje de la línea de transmisión.

Por lo anterior se desprende que el cálculo económico de una línea de transmisión debe incluir, no únicamente la propia línea sino también el costo de las sub-estaciones elevadora y reductora.

En términos generales para una determinada cantidad de energía eléctrica por transmitir, el costo de la línea de transmisión se reduce, en cambio el de la sub-estaciones aumenta y naturalmente hay una solución que, en conjunto, es la que resulta más económica.

Existe otro factor sumamente importante en el cálculo económico de una línea de transmisión y que es el correspondiente a los gastos de operación y a las pérdidas de energía eléctrica. En efecto, como ejemplo, se podría construir una línea de transmisión muy económica con soportes digamos de postes de madera sin tratar, cuya vida fuese muy corta; en este caso la inversión inicial se reduce pero los gastos de conservación y de reposición de los postes que se pudren rápidamente serían muy altos, anulando la aparente y mal entendida economía de reducción en el costo inicial.

Podría construirse una línea económica usando conductores muy delgados pero ocasionando pérdidas eléctricas muy grandes, que se convierten en calor y que se disipan en la atmósfera; digamos, en forma exagerada para que comprenda el ejemplo, si las pérdidas son: de un 30 o 40%, hubo una economía muy mal entendida en el costo de los conductores, pues se está desperdiciando un 30 o 40% de toda la inversión que se hizo en las plantas generadoras, ya que esta proporción de energía se disipó en forma de calor y no produjo ningún ingreso económico ni utilidad.

En forma enumerativa se han indicado algunos de los diversos factores que influyen en el cálculo económico de una línea de transmisión. El resultado adecuado debiera ser aquel en el que la inversión inicial más los gastos de operación y pérdidas capitalizados al interés usual del mercado, tengan un valor mínimo.

Es indudable, que para llegar a una solución precisa, habría necesidad de hacer un gran número de presupuestos lo que a su vez significa un gran número de proyectos de la línea y sub-estaciones lo cual, en la práctica, es sumamente laborioso y en ocasiones imposible de lograr; pero si se pue-

de hacer tres o cuatro presupuestos y proyectos con diferentes voltajes cercanos al que posiblemente sea el económico y de entre ellos elegir el mejor con lo que se tendrá la solución más económica dentro de los fines prácticos; en ella intervendrá, en forma muy decisiva, el precio a que se vende la energía eléctrica y por lo tanto el valor que debe asignarse a las pérdidas eléctricas que no producen ingreso alguno.

Con respecto a los factores eléctricos se podría mencionar lo siguiente. La potencia Kilowatts es proporcional al voltaje multiplicado por la intensidad de la corriente y las pérdidas de una línea de transmisión son proporcionales a la resistencia del conductor y al cuadrado de la intensidad de la corriente.

La resistencia es a su vez, proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su área.

Si se aumenta el voltaje, la intensidad disminuirá; las pérdidas eléctricas disminuirán como el cuadrado de la intensidad -- por lo tanto, para igualdad de pérdidas, el área del conductor y su costo se reducirán al aumentar el voltaje.

Hay otros factores que influyen en el cálculo eléctrico, como son la capacitancia, que es una especie de resistencia al paso de corrientes alternas; la regulación que es la variación en porcentaje del voltaje en el punto de recepción con las variaciones de la potencia transmitida; el efecto corona que hace aumentar grandemente las pérdidas eléctricas porque el conductor desprende efluvios (luminosos a la vista) cuando su diámetro es menor que el requerido para el voltaje usado y para la altitud de la línea y -- existen otros varios factores que hay que tomar en cuenta.

El cálculo técnico y económico de la línea requiere en -- proyecto técnicamente correcto y encontrar el voltaje para el que el valor de las pérdidas capitalizadas más el costo de la línea y sub-estaciones que son función de dicho voltaje de transmisión tengan un valor mínimo. - En estos cálculos se encuentran el diámetro económico del conductor, cuyo costo es una importante proporción del costo total de la línea.

Con respecto a los factores estructurales se menciona lo siguiente: una torre debe resistir, con el adecuado coeficiente de seguridad, los esfuerzos máximos a que pueda estar sujeta. Se hacen diferentes hipótesis, base para el proyecto de una torre, y también dependiendo del tipo de ésta.

Así por ejemplo, en las torres de suspensión, frecuentemente se considera que puede haber dos conductores y un cable de guarda rotos de un lado de la torre; en cambio en las de remate se supone que pueden estar rotos de un lado la totalidad de los conductores y cables.

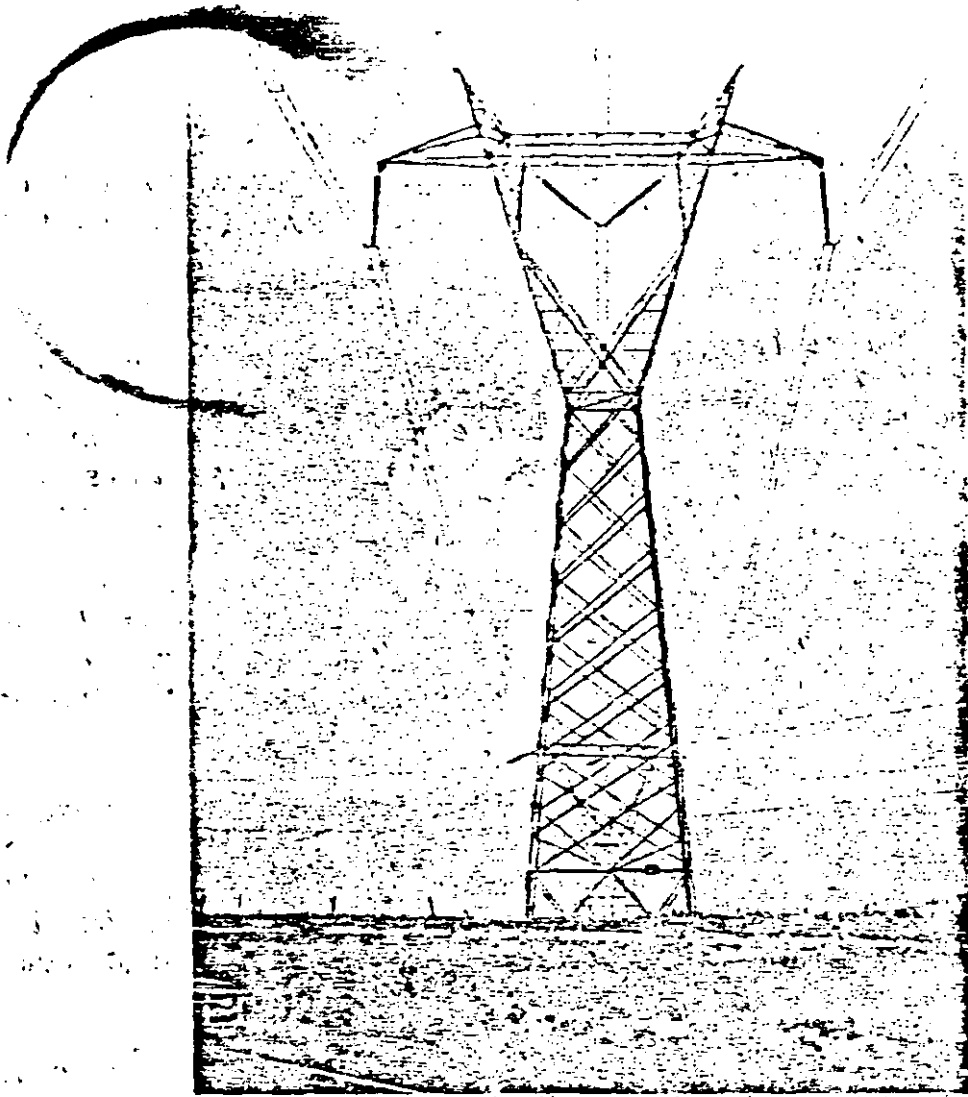
Los factores principales que intervienen en el diseño de una torre son:

- a).- Peso propio de las torres, conductores y accesorios.
- b).- Presión del viento sobre las torres, conductores y accesorios.
- c).- Tensión de los conductores y cables de guarda.

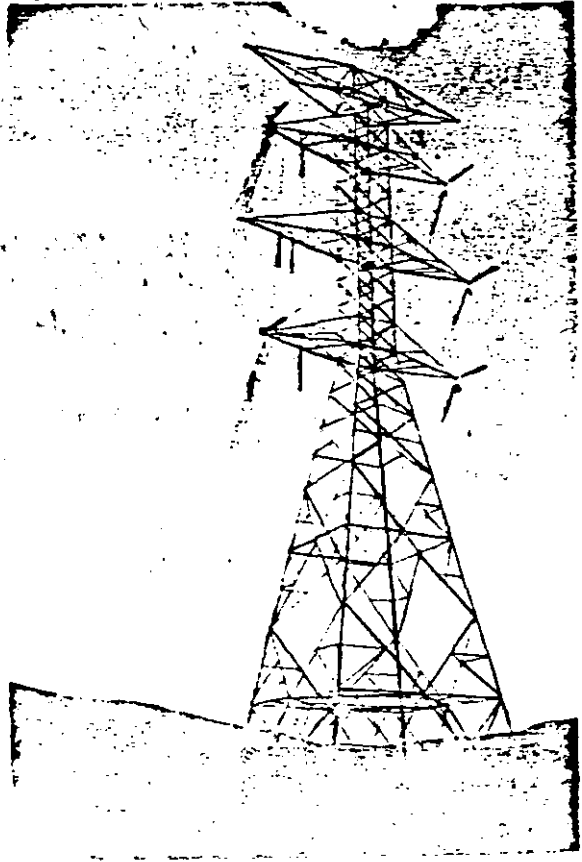
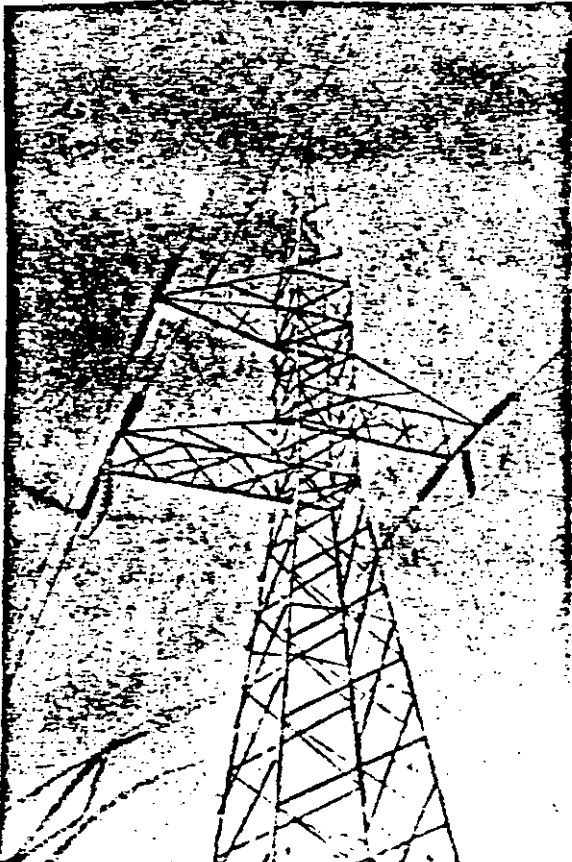
Ya conocido el tipo de torre y cables, se procede a fijar sobre el perfil topográfico de la localización de la línea que previamente se deben levantar y dibujar las torres en tal forma que el peso total de ellas sea el menor posible. Así por ejemplo en un terreno plano, si se usan torres más altas, podrán colocarse a distancia mayor que si son más bajas; pero en cambio las torres más altas son de mayor peso, habiendo una combinación que resulte la más económica.

La posición y altura de las torres están ligadas estrechamente a la tensión y flechas del conductor más bajo para ello habrá que considerar lo siguiente:

Cuando un hilo flexible y pesado, con un peso constante por unidad de longitud se suspende en dos soportes espaciados a una longitud dada (L) toma la forma de una curva denominada catenaria. La ecuación analítica y la resolución de problemas relativos a ésta - -



TORRE SUSPENSION FIG. 2



ACTIVIDADES PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCION DE UNA LINEA DE TRANSMISION

LOCALIZACION DE MOJONERAS

Esta actividad es la colocación de las mojoneras directamente sobre el terreno de acuerdo al proyecto. Las mojoneras son unos pequeños monumentos de sección trapezoidas que se entierran en el punto donde se va a colocar la torre, las distancias y posiciones de las estructuras estan indicadas en los planos -- por lo que el procedimiento es medir generalmente a base de estadía las distancias los desniveles y angulos para así colocar cada mojonera en su punto correspondiente.

fig. 4

CAMINOS DE ACCESO

Los caminos de acceso son los que hay que construir para poder llegar a todos los puntos de la línea que se requiere para realizar las múltiples actividades que posteriormente se mencionan.

Los caminos de acceso generalmente se hacen con Bulldozers y se procura dentro de lo posible hacer un camino a lo largo de la línea cuando el terreno lo permita y accesos a diferentes puntos de ese camino partiendo de los caminos existentes. Generalmente el camino consiste en desmontar el terreno y hacer pequeñas obras de protección como vados, colocar tubería en los arroyos, cunetas y revestimiento cuando sea necesario.

fig. 5

BRECHA

La brecha se hace en forma similar al camino con el empleo de Bulldozers pero con la diferencia que el desmonte no tiene que ser tan profundo como en el caso de el camino, las especificaciones indican que no deben existir arbustos de más de cierta altura generalmente 50 cm. y el ancho varía según el voltaje de la línea de 15 a 30 m.

fig. 6

el material como se muestra en la fig. 8 , ó bien utilizando pequeñas retro excavadoras fig. 8 .

Para material II, como el tepetate, el procedimiento es aflojando el material a pico y pala ó con pequeñas cantidades de explosivos para luego extraerlo en forma similar a la indicada para Material I.

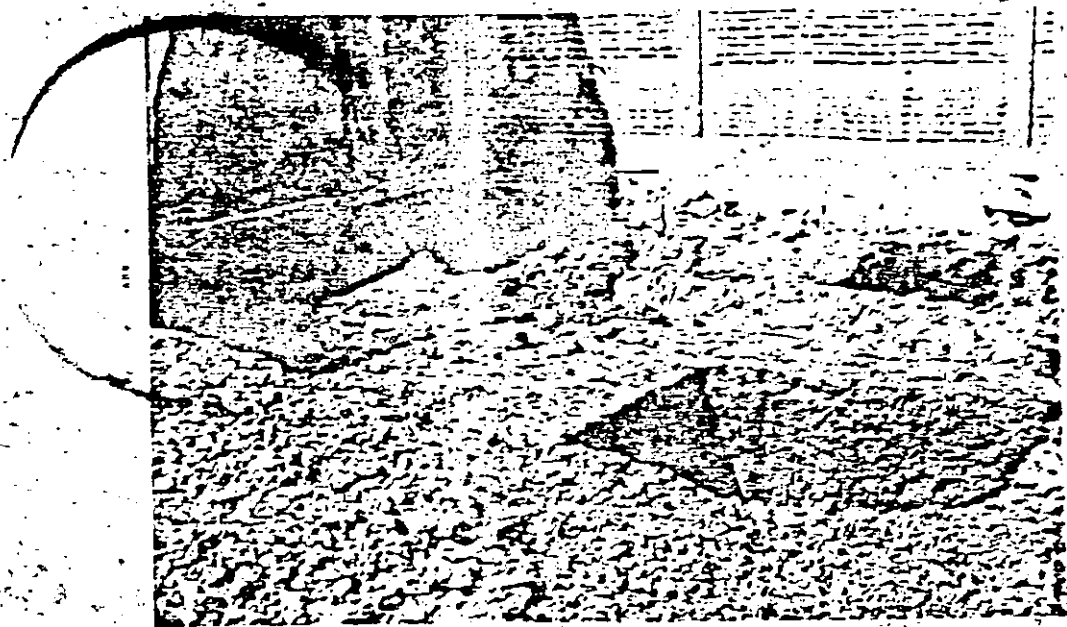
Ya para Material III como la roca, hay necesidad de hacer uso de explosivos en forma intensiva: con el empleo de una compradora se hacen los barrenos fig. 9 , se introducen los cartuchos de dinamita, se hace la explosión en seguida se extrae el material con trabajadores, o retro excavadoras generalmente hay que repetir el ciclo 2, 4 y hasta 5 veces en una misma excavación debido a la presión que es necesaria que lleven las excavaciones.

ARMADO DE CUERPO INFERIOR

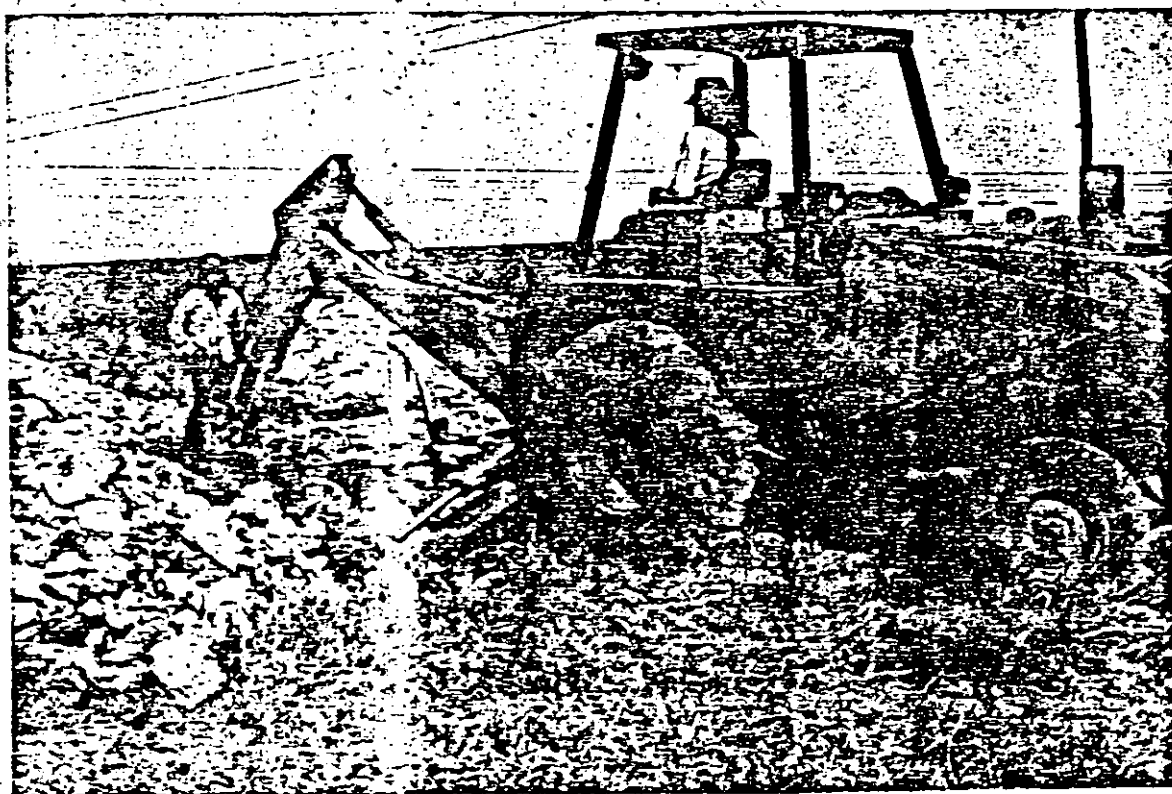
Una vez terminada las excavaciones de una torre se puede entrar al armado de los cuerpos inferiores de las estructuras, comenzando por "parrilla" la cual se arma en el suelo, de acuerdo con los planos que proporciona el fabricante y se coloca el ángulo del esquinero del cuerpo inferior en seguida por medio de una pluma fija o con un camión equipado con ella, se levanta del suelo y se introduce en la excavación. Introducidos en la excavación los cuatro esquineros, se procede al armado de todo el cuerpo inferior uniendo los ángulos del cuerpo de acuerdo con los planos, fig. 10

NIVELADO ALINEAMIENTO Y ESCUADRAMIENTO DEL CUERPO INFERIOR

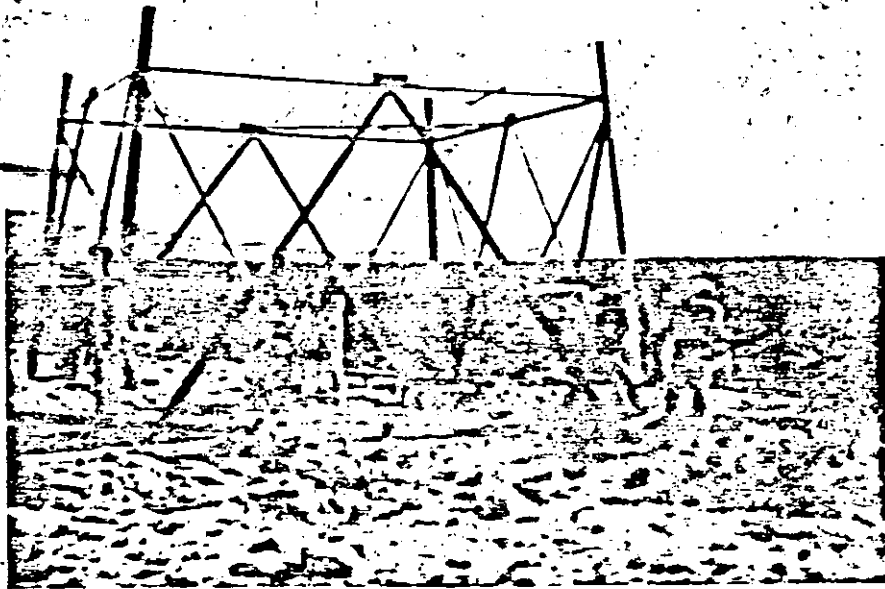
Después del armado del cuerpo inferior este queda generalmente desnivelado ó sea que los niveles de las diferentes patas del



LOCALIZACION DE EXCAVACIONES PARA LAS CIMENTACIONES
FIG. 7



EXCAVACION FIG. 8



NIVELADO ALINEAMIENTO Y ESCUADRAMIENTO DEL CUERPO
INFERIOR
FIG. 11



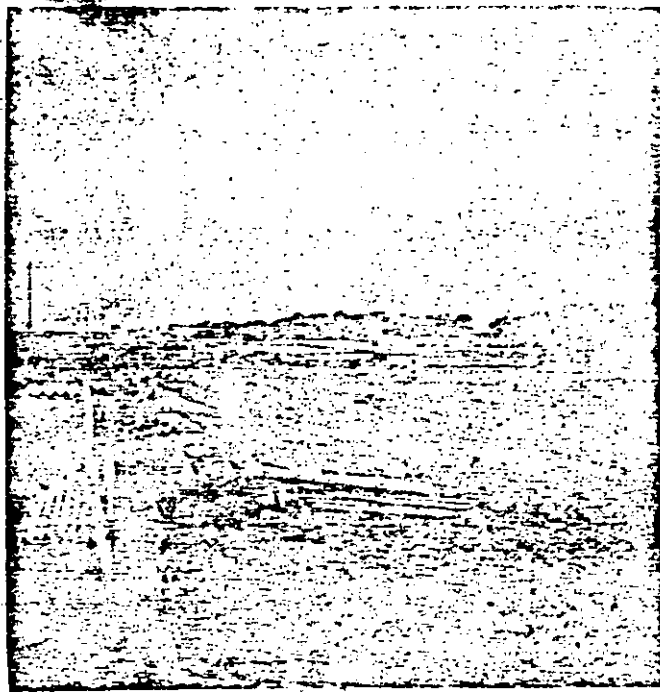
RELLENO Y APISONADO DE EXCAVACIONES FIG. 12

cuerpo no quedan a su nivel, desalineadas ó se que no queda en línea con el alineamiento de la línea de transmisión y descuadrado ó sea que las 2 distancias de la diagonal de las patas no coinciden. La actividad de nivelado, alineamiento y escuadrado es para la corrección de todo lo anterior. El procedimiento que se sigue es el siguiente: para nivelar

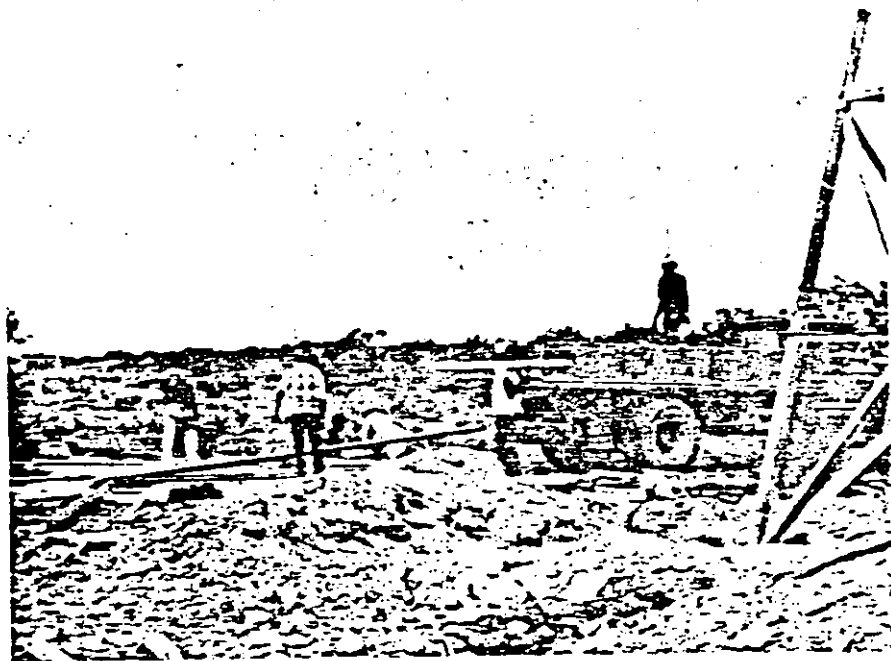
Se hacen coincidir los ceros, se centra y nivela el tránsito en la mojonea, se alinea conforme al alineamiento de la línea a la bisectriz del ángulo en caso de torres de deflexión, se comprueba el alineamiento dando vuelta de campana y se gira 45° debiéndose ver, uno de los esquineros del cuerpo inferior que previamente se ha levantado ligeramente suspendiéndolo de una viga atravesada -- sobre la excavación. Sobre el esquinero, a la altura de la visual del anteojó estando éste nivelado, se coloca una señal; se mide la distancia que hay del cerramiento a la señal, y se mide esta misma distancia en los tres restantes esquineros trazando en ellos una delgada marca; enseguida el tránsito se gira 90° , si la visual del hilo horizontal no coincide con la marca en el esquinero, quiere decir que no están a la misma altura las dos señas, por lo que habrá que levantar el segundo esquinero hasta que quede al mismo nivel del primero y una vez logrado eso, y para que quede en esa posición, habrá que suspender el segundo esquinero y rellenar abajo de la parrilla con algún material duro; el mismo procedimiento se sigue con los otros dos esquineros y habrá que ir checando si no se desnivelan los otros esquineros durante todas las maniobras.

Ahora, ya nivelado el cuerpo inferior hay que centrarlo y encuadrarlo.

Para ello, previamente se calcula, basándose en las medidas de los planos que proporcionan los fabricantes de las torres, la distancia que debe haber del centro de la torre al centro del esquinero a una altura prefijada en él. Esta distancia varía con el tipo de las torres y con el largo de las extensiones de las patas. La tabla No. 10, es un ejemplo que muestra el cálculo de las distancias citadas.



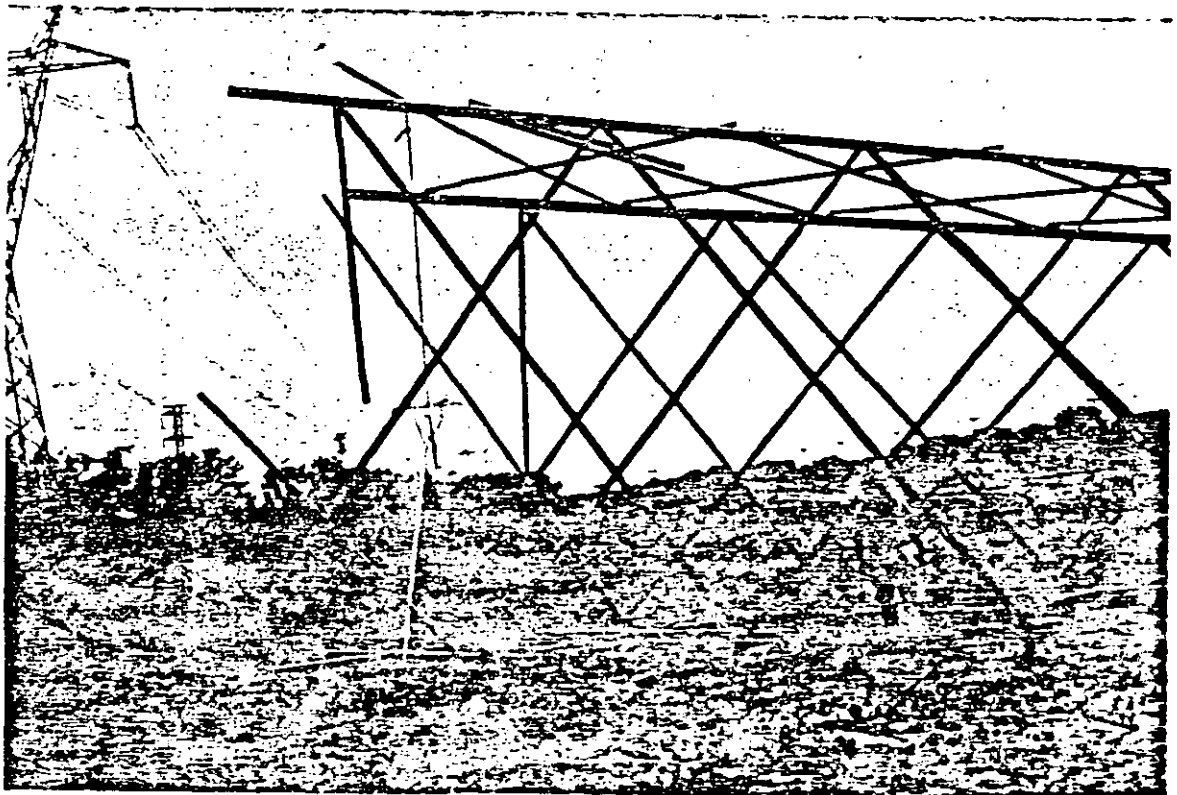
ACARREO DE CUERPOS SUPERIORES
FIG. 14



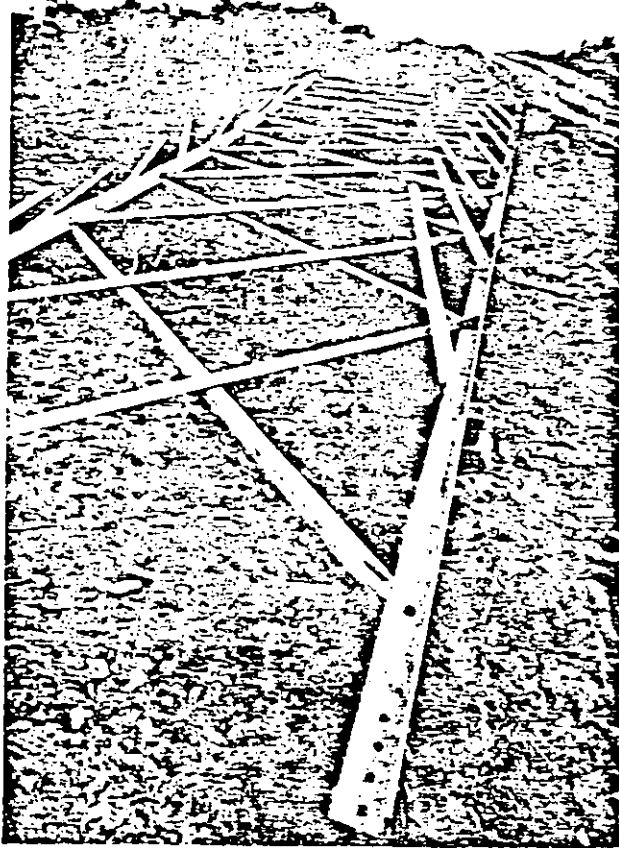
ACARREO DE CUERPOS SUPERIORES
FIG. 14



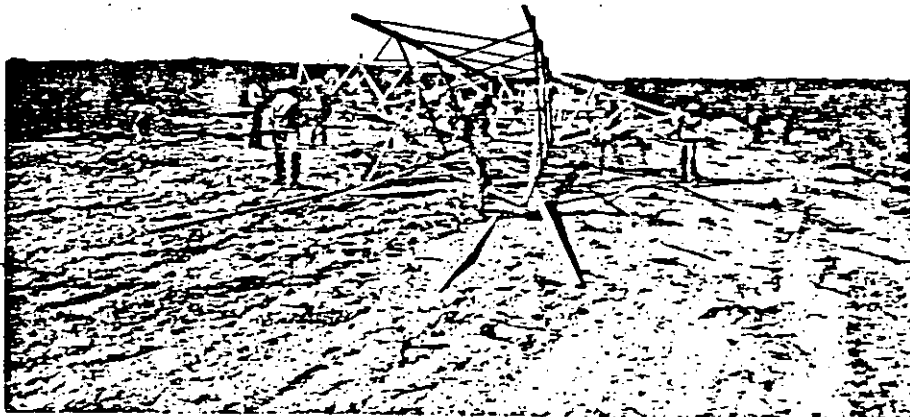
PREARMADO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.15




PREARMADO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.15



PREARMADO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.15



PREARMADO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.15



grúas ó plumas que tengan la altura suficiente para poder suspender de la parte más alta del cuerpo y levantarlo hasta unirlo con el correspondiente cuerpo inferior inmediato todo como se mencionó anteriormente de acuerdo a los planos.

fig. 16

VESTIDO DE CUERPOS SUPERIORES

El vestido de cuerpos superiores consiste en el armado y montaje de los aisladores. Este montaje consiste en armar la cadena de aisladores en el suelo para luego con un malacate ó bien aprovechando el montaje de las cruzetas levantarlas hasta que queden en su posición correcta.

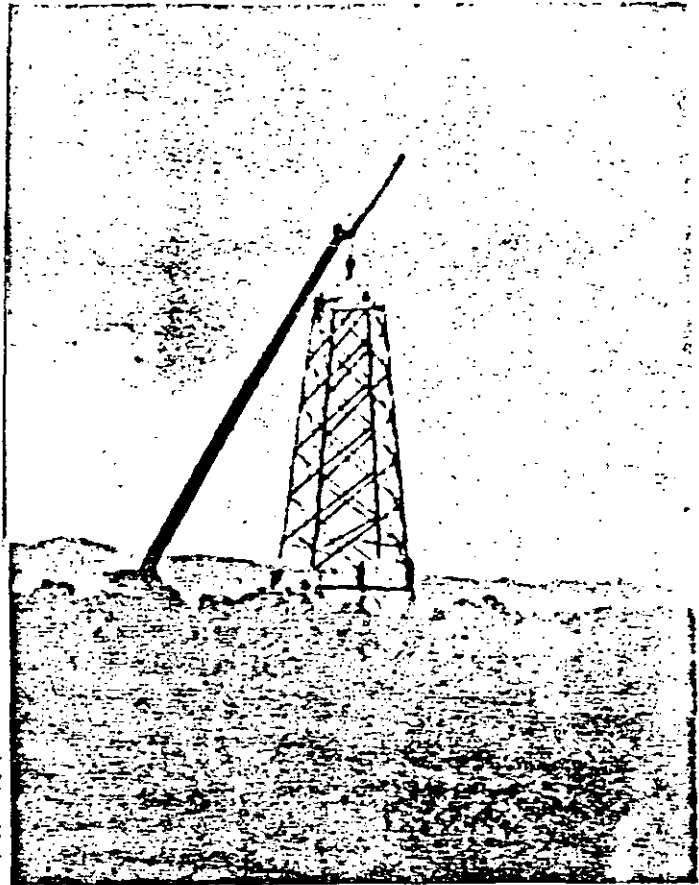
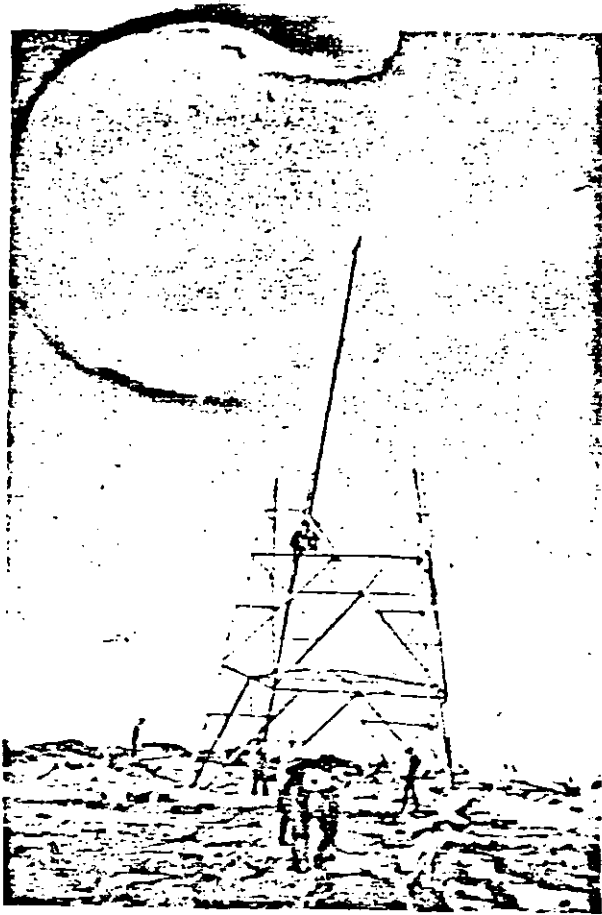
fig. 17

TENDIDO DE CABLE DE GUARDA

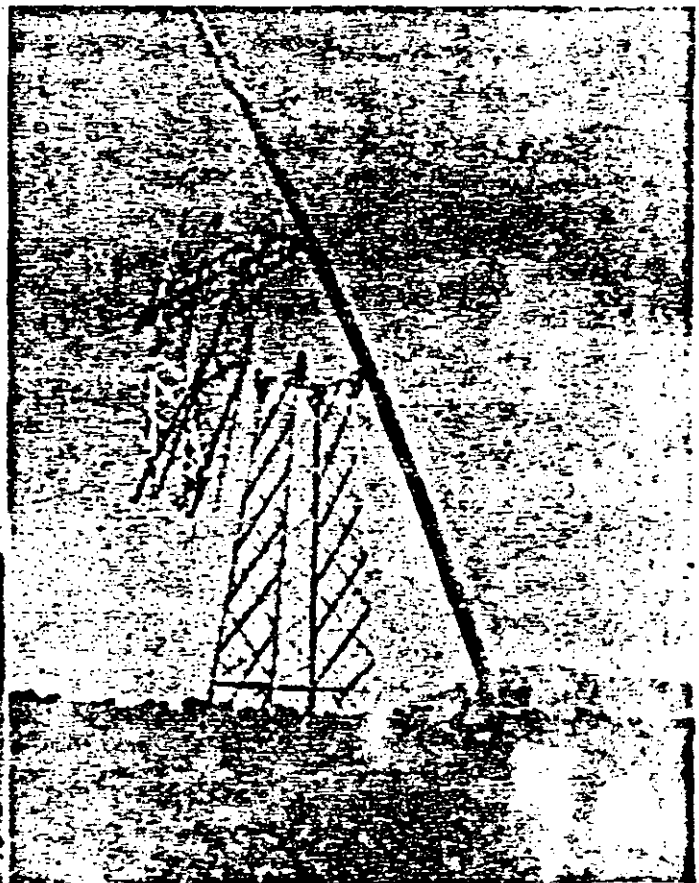
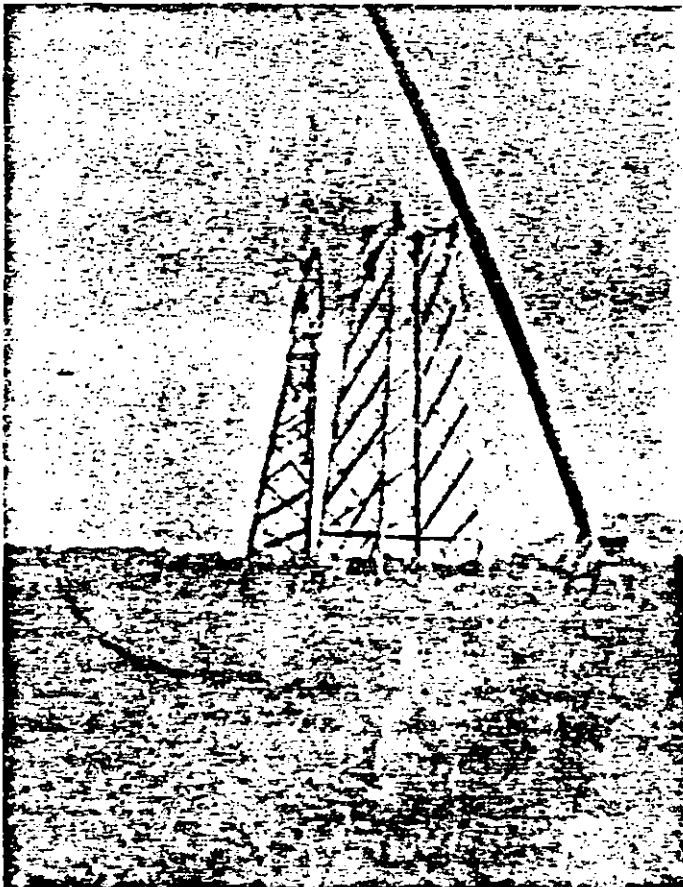
Los sistemas que se emplean en el tendido del cable de guarda varían dependiendo de muchos factores.

Cuando se trate de terreno en el cual no pueden entrar vehículos motorizados, se colocan los carretes en unos portacarretes y se organizan unas cuadrillas de trabajadores para desenrollar el cable jalándolo y conforme se va desenrollando se va aumentando el número de trabajadores, pues se va requiriendo mayor fuerza de tracción.

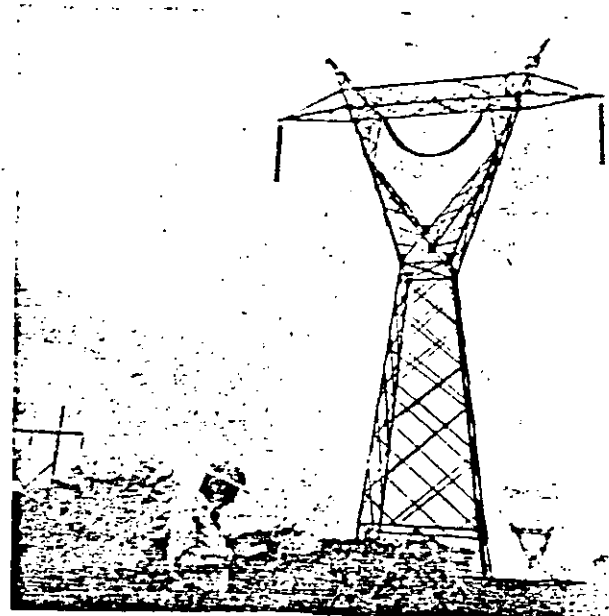
Otro sistema para el tendido del cable de guarda es colocando los carretes sobre los portacarretes, y la tracción se hace con un camión o tractor en vez de hacerla con hombres; este sistema se emplea cuando existe la posibilidad de que puedan transitar los vehículos. En este caso, también se puede subir el carrete y su portacarrete al camión; se fija la punta del cable y al alejarse el -



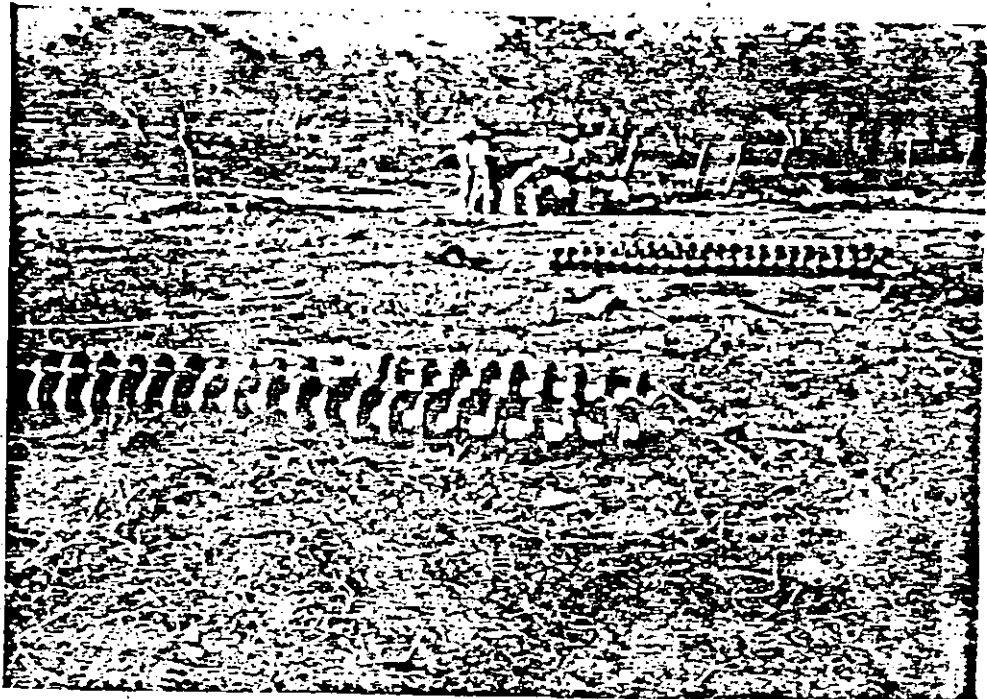
MONTAJE DE CUERPOS SUPERIORES FIG.16



MONTAJE DE CUERPOS SUPERIORES FIG.16



MONTADO Y VESTIDO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.16



VESTIDO DE CUERPOS SUPERIORES FIG.17

camión a lo largo de la línea, va cayendo el cable sobre el piso: -
con la ventaja de que el cable no se arrastra.

Tendido en el piso el cable de guarda, el siguiente paso es levantarlo para colocarlo dentro de las poleas que de antena no se colocan en las esquinas de las crucetas superiores. Las poleas que se usan se denominan de "candado" ó "patezcas" y tienen una bisagra que permite abrir o separar el gancho de suspensión del soporte de la polea, por lo que se puede sacar el cable lateralmente.

Ya colocado el cable de guarda dentro de las poleas, viene el tensionado del mismo, que puede hacerse o bien a base de un vehículo o bien empleando un malacate. El primer sistema es como sigue: a un camión ó tractor se le fija un cable de acero como de treinta metros de largo y en la punta de éste se le coloca un tensor apropiado para el cable de guarda (los tensores son unos mecanismos, con dos caras paralelas que se acercan a manera de mordazas, que sirven para hacer la unión temporal de dos cables: tienen la propiedad de que entre más fuerte es la tensión que se esté aplicando a los cables unidos por este sistema, más aprietan las mordazas y por lo tanto es más difícil la separación): hecha la unión del cable de acero con el cable guarda, se inicia el movimiento del vehículo hasta que el cable tome la fecha correspondiente al claro entre las torres donde se mida, y a la temperatura reinante en ese instante. Cuando en vez de medir flechas se usa el procedimiento de "tensión", se emplea un dinamómetro intercalado en el cable, entre el camión y el tensor. Ya se indicó como se calculan las tablas que dan las flechas o las tensiones en función de los claros y temperaturas.

En la tabla No. 11, están indicadas las tensiones que se deben dar al cable para los claros formados entre diferentes torres y para diferentes temperaturas. Por ejemplo, entre las torres 252 y 253 existe un claro horizontal de 718 metros y para una temperatura de 20° se debe dar una tensión al cable de 1566 Kg.

Tensionado el cable de guarda a la tensión debida, el siguiente paso es sacarlo de las poleas para colocarlo en la posición definitiva se emplea para ello un herraje muy sencillo en forma de cuello de cisne que se aprieta temporalmente en la parte superior de las cruce-
tas, y por medio de un montacargas se levanta el cable y se coloca -- dentro del soporte especial llamado "clema", para que quede perma--
nentemente instalado y fijo el cable de guarda a la cruceta de la torre.

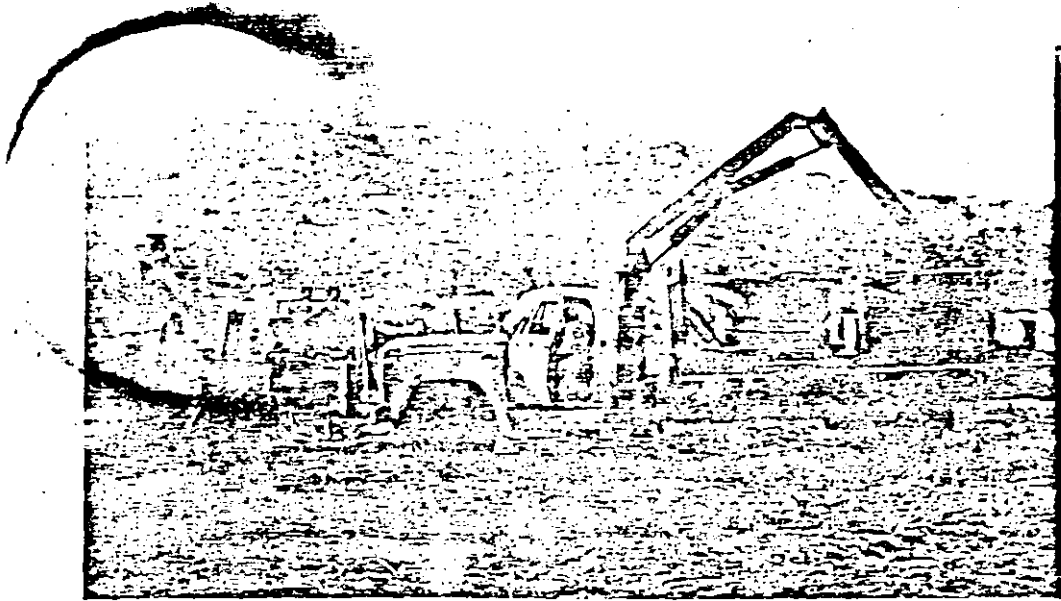
TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR

Cuando las líneas son de muy alto voltaje es necesario realizar el tendido de cables sin que se arrastren para evitar pérdidas de co-
rriente para ello es necesario realizar las siguientes actividades:

- Calculo de los lugares de descarga de carretes (tiros).
- Acarreo de carretes de cable.
- Colocación de maquinas de tendido.
- Colocación de poleas y tendido cable piloto.
- Tendido de cable piloto.
- Tendido de cable conductor.
- Empalmado.
- Rematado.
- Flechado.
- Enclemado.

ACARREO DE BOBINAS.

Los carretes de cable conductor tanto en el tendido sobre ten-
sión como en el de sin tensión se realiza en la misma forma sobre -
camiones de 7 y 8 tons. se cargan en el almacén con auxilio de una pe-
queña grúa y se acarrea a los lugares de tendido en el tendido con
tensión los tiros son mucho mayores ya que se llegan a tender hasta
6 carretes por fase ó sea 6 km. aproximadamente en cambio en el -
tendido sin tensión generalmente los tiros son de 1 a 2 carretes por
fase. fig. 18



ACARREO DE BOBINAS FIG.18



LUGAR DE DESCARGA DE CARRETES (TIROS)
FIG. 19



CALCULO DE LOS LUGARES DE DESCARGA DE CARRETES (TIROS)

El calculo de los lugares de descarga de los carretes consiste en determinar en base a las distancias de los carretes, accesos topográficos, el lugar apropiado para la descarga de los carretes a este lugar se le llama tiro.

COLOCACION DE MAQUINAS DE TENDIDO

Las maquinas principales para tender bajo tensión son: Maquina para frenar el cable conductor (frenos) Maquina para jalar el cable conductor (tensionadora), Maquina para jalar el cable piloto (maquina pilotillo) y Maquinas donde se montan los carretes -- (porta carretes). El freno La de pilotillo y los porta carretes se colocan en el mismo lugar donde se descargan los carretes y la tensionadora donde van a dar las puntas del último carrete ó sea en el lado opuesto del tiro.

fig. 20

COLOCACION DE POLEAS Y TENDIDO PILOTILLO

El segundo paso es la colocación de las poleas en las torres donde se va a tender, para ello se transportan al lugar de la torre y se suben a la misma por medio de un malacate. Ya colocadas en las torres las poleas se procede a desenrollar, tender y pasar por las poleas los 3 cables de pilotillo. Operación que se hace jalando directamente el cable con un camión donde pueda entrar ó con gente donde no entra. El cable pilotillo es muy ligero por lo que es de facil maniobrabilidad.

fig. 21

TENDIDO DE CABLE PILOTO

Una vez tendido el cable pilotillo se une la punta de este con la punta del cable piloto se pone en operación la maquina - de pilotillo dejando libre la de piloto para que el pilotillo jale - al piloto y tender automáticamente sobre las poleas el piloto.

fig. 20

TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR

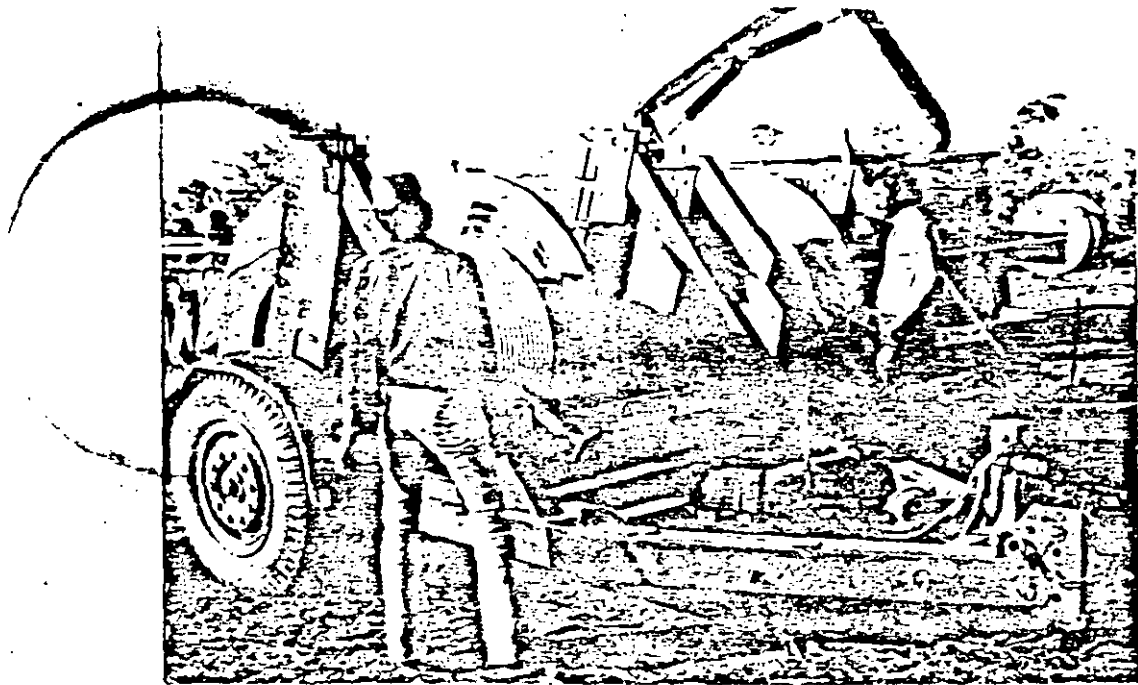
Tendido de cable piloto se une la punta de esta con la punta del primer carrete de la fase si es de un conductor por fase ó bien de las 2 puntas de los primeros 2 carretes si es de 2 conductores por fase por medio de un aparato especial (alacrán) se ponen en operación las maquinas tensionadoras y freno iniciandose en esta forma el tendido y al ir recuperandose el cable piloto en su misma maquina va tendiendo sobre las poleas el cable conductor ó -- cuando se acaba el primer carrete se une antes de que pase por el freno al siguiente carrete por medio de una mordaza especial provisional llamada calcetin y así sucesivamente hasta el último carrete que como se mencionó antes generalmente son de 4 a 6 carretes por fase.

fig. 20

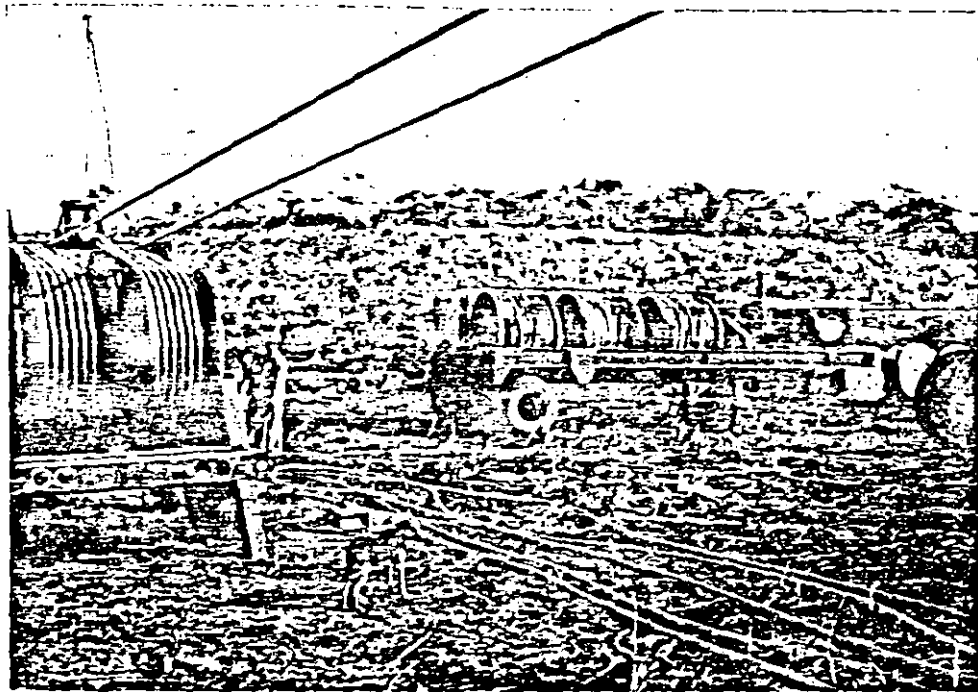
EMFALMADO

El emplamado consiste en hacer la unión definitiva del cable conductor. Para ello se baja el cable y como el cable esta sobre poleas logicamente al jalarlo corre sobre las poleas, sujetandolo entre 2 mordazas para que la parte donde se va ha poner el empalme no quede con la tensión y así poder quitar el calcetin y colocar el empalme en la siguiente forma:

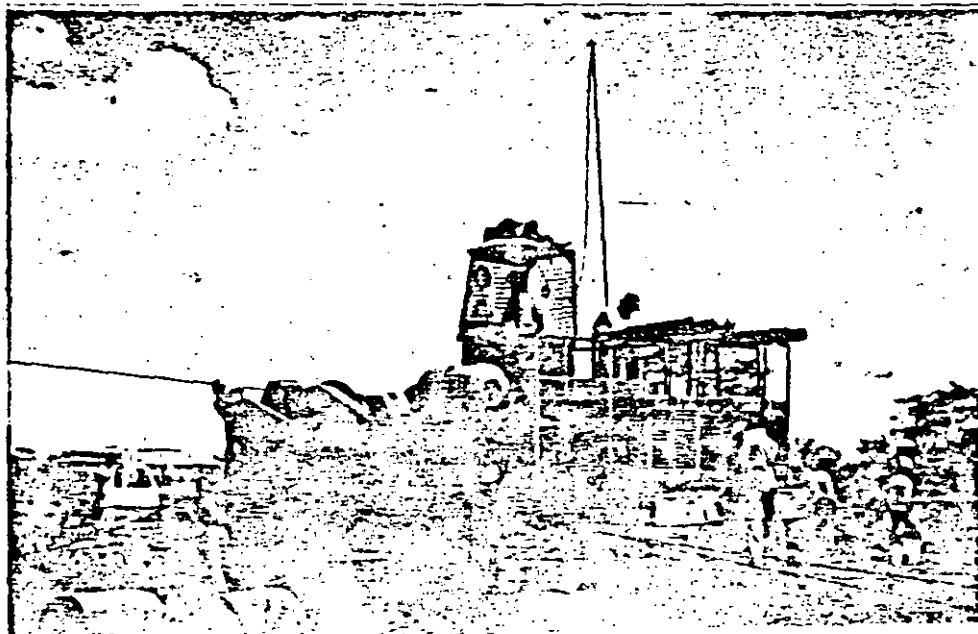
Como el cable conductor está formado por un cable de aluminio con un núcleo de acero, para unir las dos puntas citadas se une el aluminio y el acero en la forma que a continuación se -

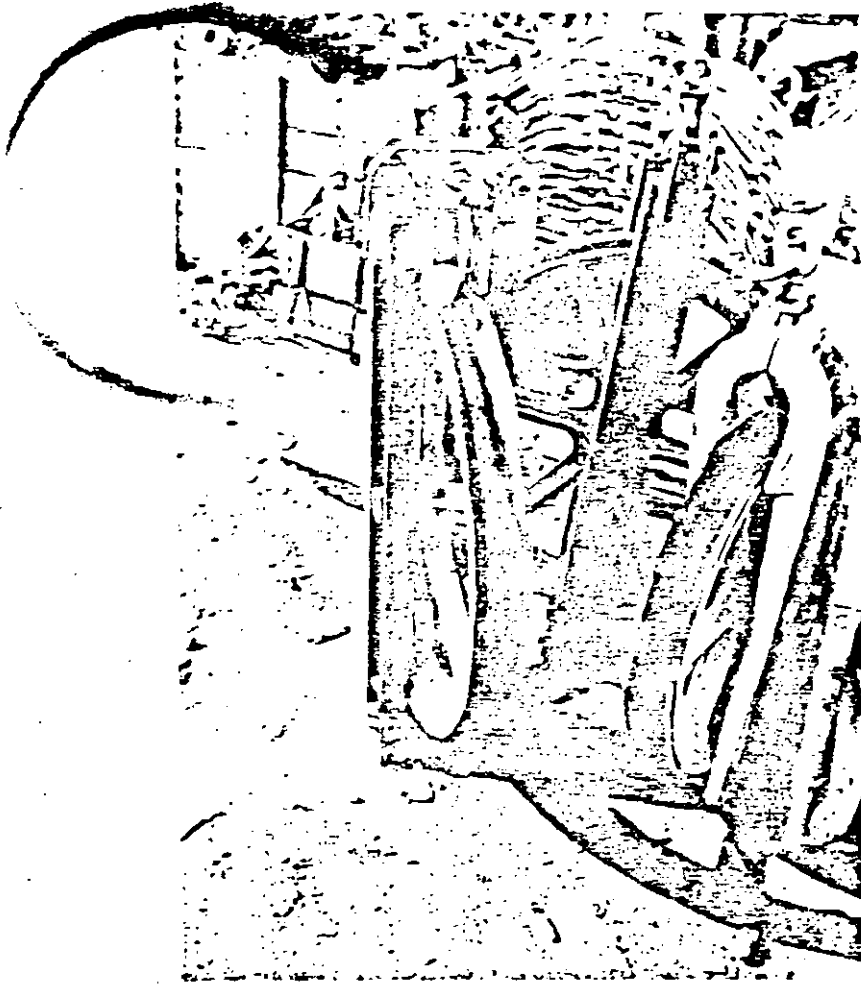


TENDIDO DE CONDUCTOR FIG. 20



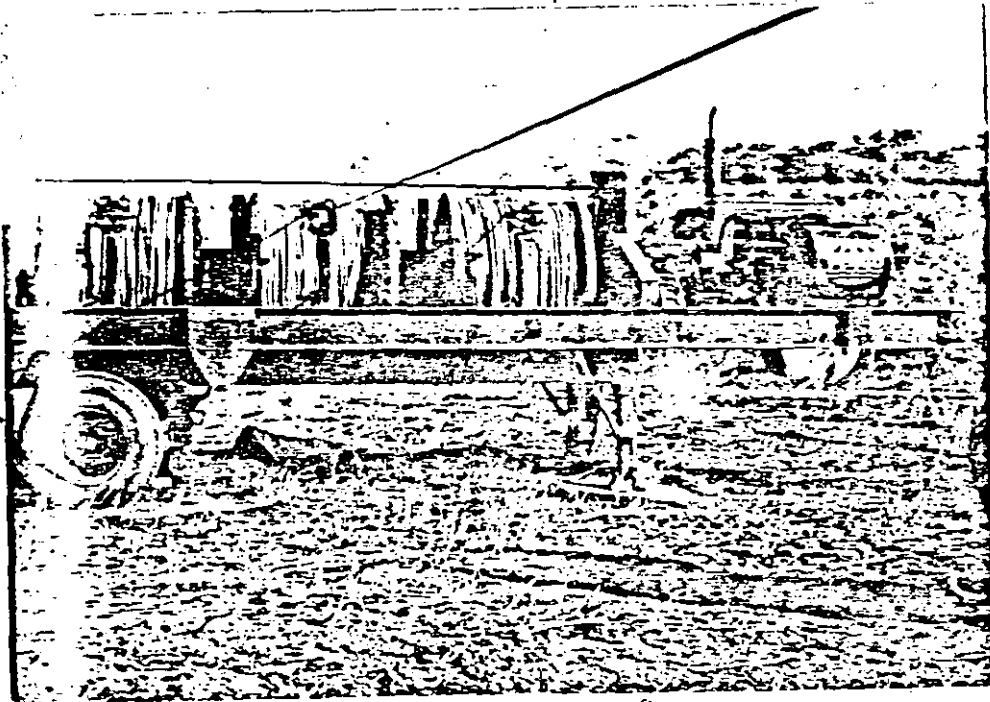
TENDIDO DE CONDUCTOR FIG.20






COLOCACION DE POLEAS Y TENDIDO PILOTILLO

FIG. 21





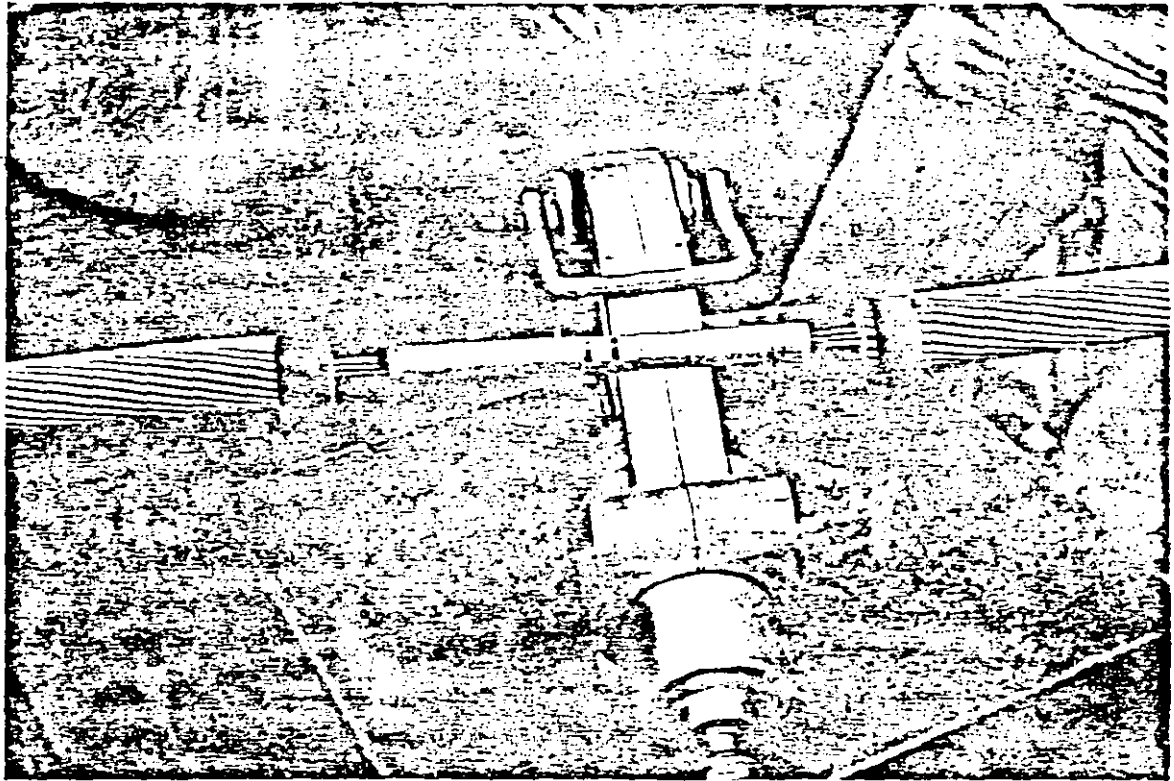
explica: a cada una de las puntas se le quita el aluminio en una longitud aproximada de diez centímetros hasta llegar al cable de acero, - (antes de hacer la unión del acero habrá necesidad de meter el empalme de aluminio pues de otra manera hecha la unión no habrá posibilidad de hacerlo. Para unir las dos puntas de acero se introducen dentro de un tubito de fierro maleable galvanizado, que se comprime a alta presión con los dados de una prensa de aceite de 100 tons.; unido el cable de acero, a continuación habrá que unir el aluminio; corriendo el empalme hasta que el centro del mismo coincide con el centro del tubito compresor del cable de acero y por último se comprime el empalme de aluminio con la prensa de aceite. Naturalmente, el tamaño y forma de los dados que se empleen, deben ser apropiados para cada tamaño de cable de acero de aluminio, para que al deformarse los empalmes con la presión, opriman fuertemente al cable y al conductor y formen una unión inseparable. fig. 22

REMATADO

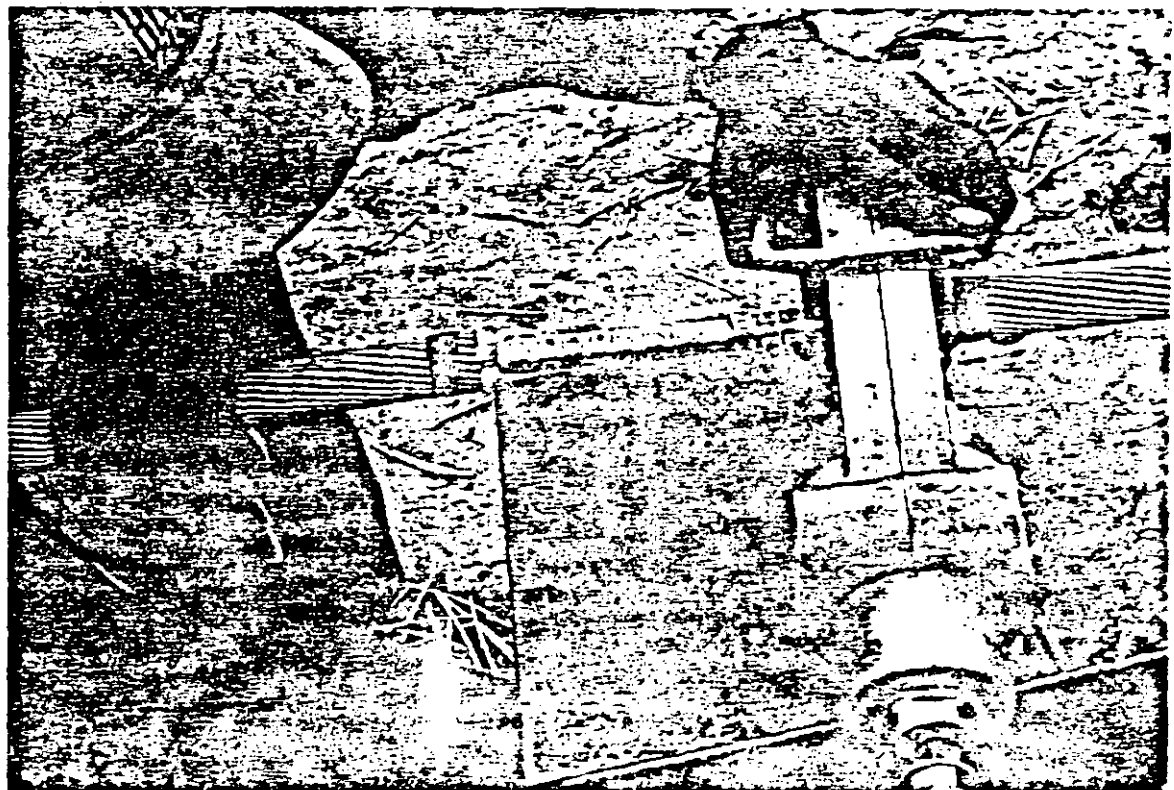
La siguiente actividad es el levantado que consiste en sujetar el cable conductor en las torres de tensión. Ya que se tienen tendidos 2 ó 3 tiros hay necesidad de recuperar poleas para que nose terminen para ello se tiene que hacer el remate operación que se hace sujetando el cable de aluminio a una distancia de 30 ó 40 m. de la torre y bajando la punta que queda libre entre la mordaza y la torre en la punta que queda libre se coloca el herraje correspondiente volviendo a su--bir posteriormente ya con su herraje. fig. 23

FLECHADO

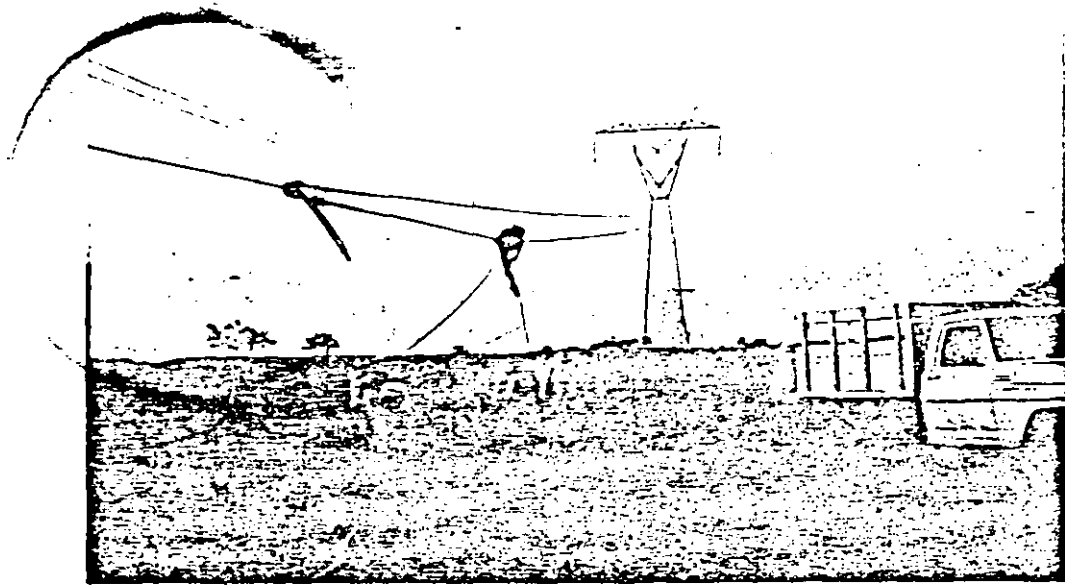
Ya contando con 2 ó 3 torres con sus empalmes y teniendo --rematado un lado ya es posible dar flecha la cual consiste en tensionar ó jalar los cables de acuerdo a las especificaciones con objeto de colocarlo en su posición definitiva cumpliendo con los requisitos para que no queden los cables muy cercanos a tierra, la medida de la flecha se hace por medio de un tránsito colocado en una torre y visando la torre siguiente en tal forma que los cables llegan a cierta distancia previamente determinada.



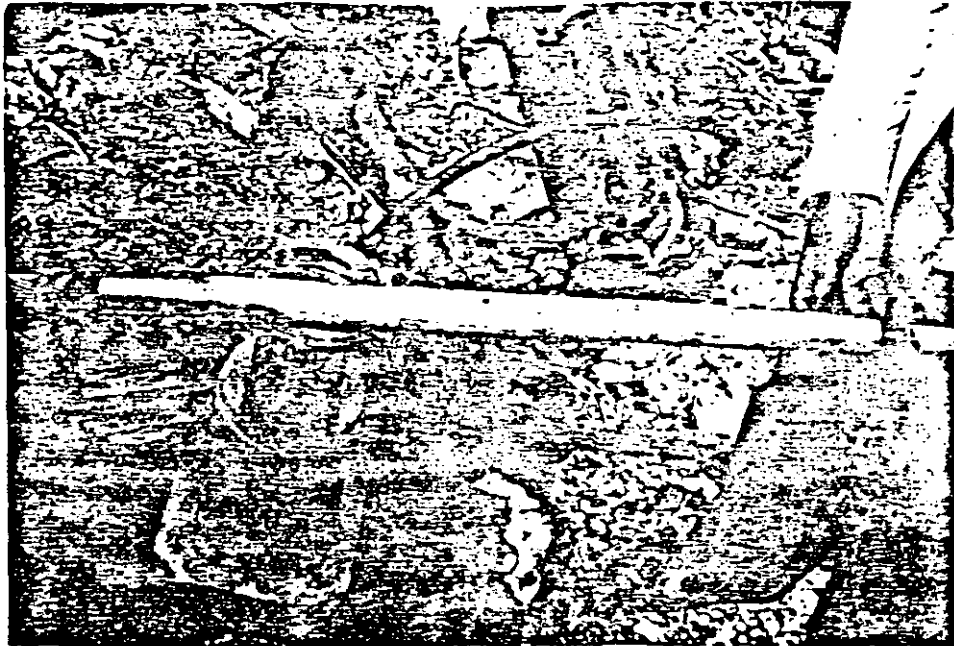
EMPALMADO FIG. 22



EMPALMADO FIG. 22

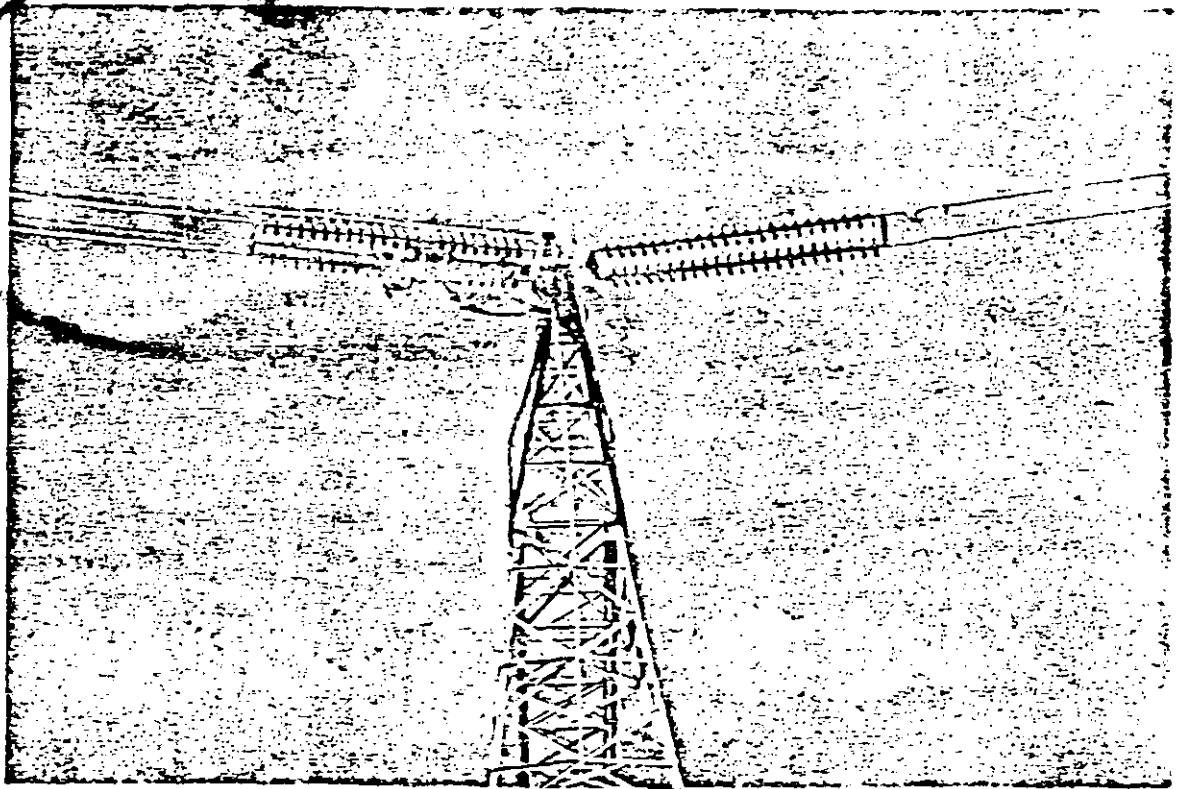


EMPALMADO FIG. 22

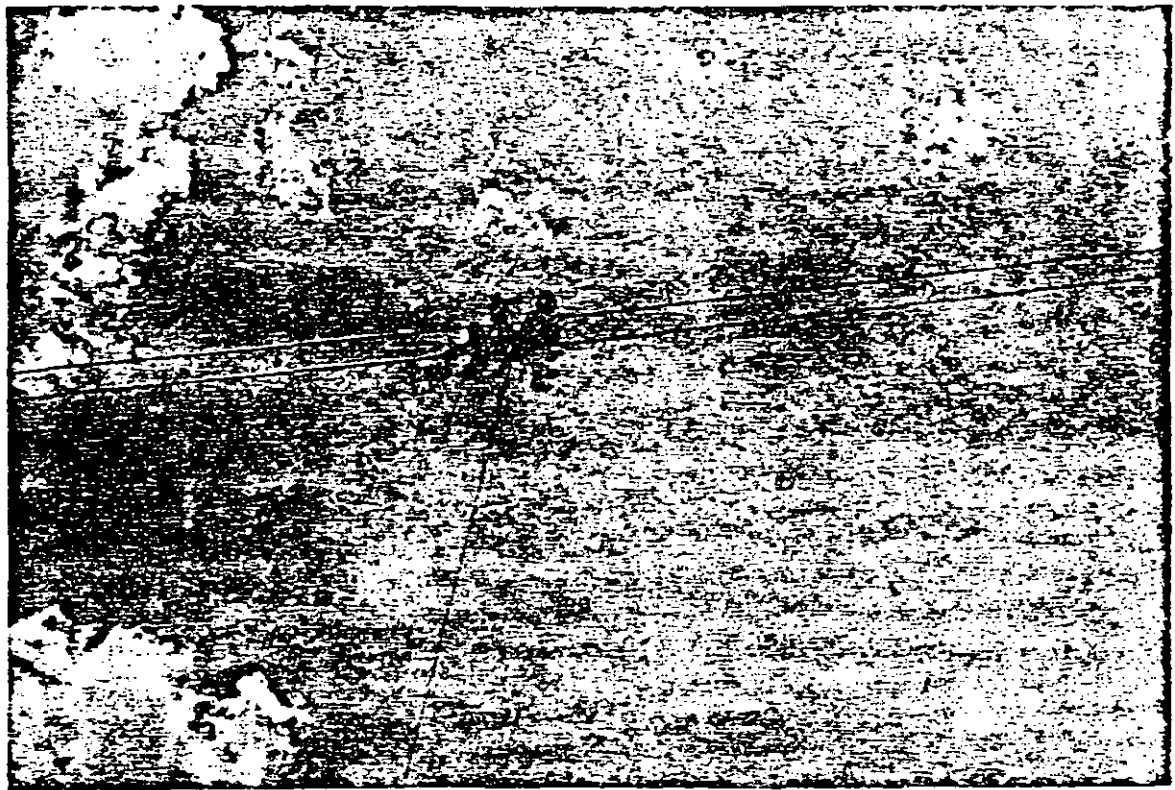


EMPALMADO FIG. 22





REMATADO FIG. 23



COLOCACION DE SEPARADORES FIG. 24

ENCLEMADO

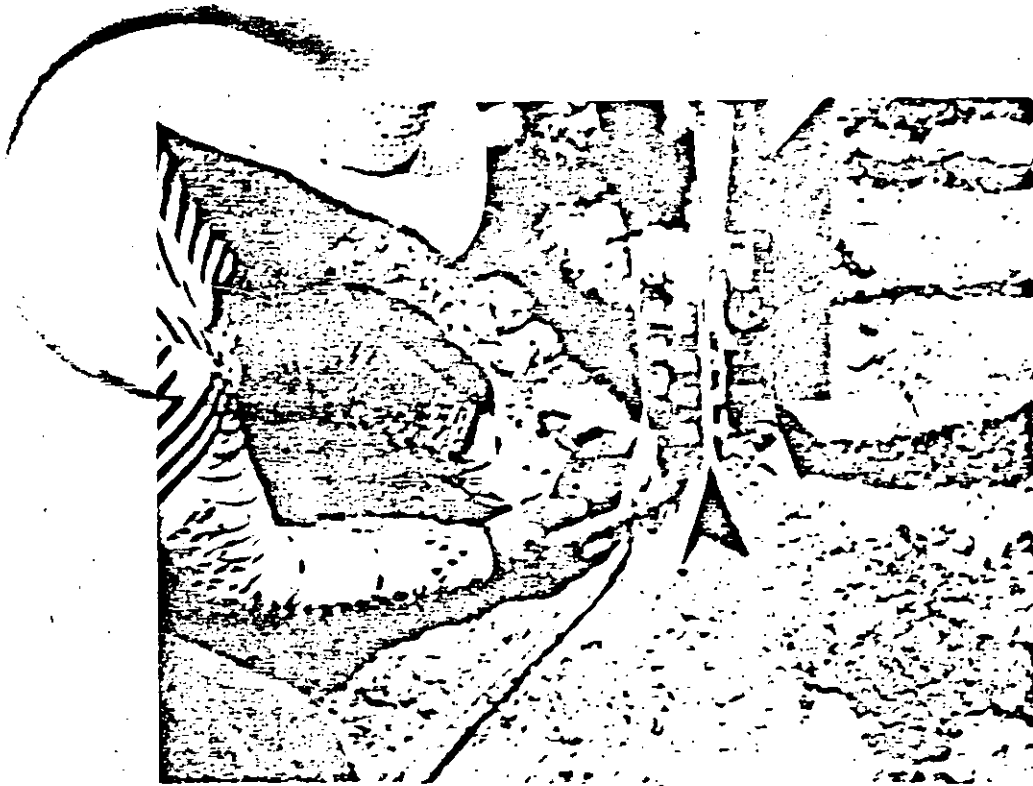
Una vez flechado un tramo es posible hacer el enclemado el cual consiste en quitar las poleas y en lugar de ellas colocar un herraje especial que sujeta el cable al aislador (clema). El procedimiento es sujetando el cable entre dos puntas separadas -- una distancia de 30 a 40 cm. de cada lado de donde va a ir la -- clema levantando el cable, liberando la polea, colocando la clema y volviendo a soltar el cable.

SISTEMA DE TIERRAS

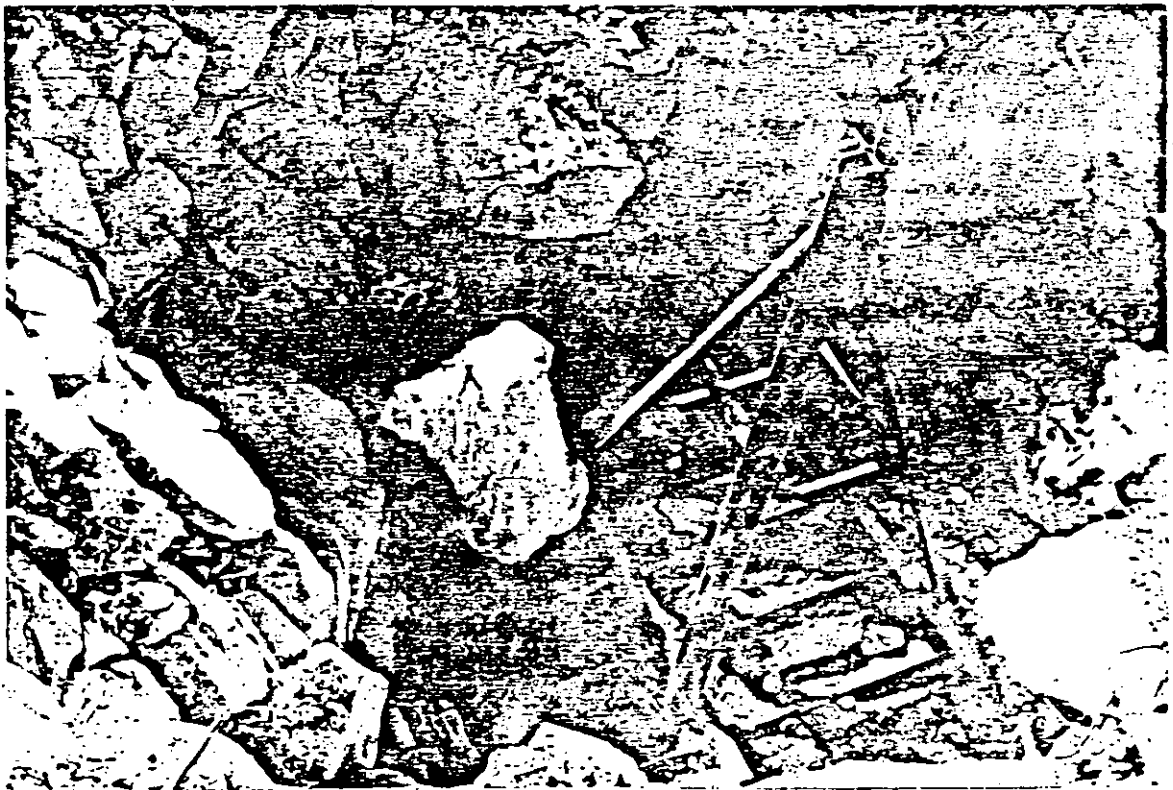
En zonas donde la conductividad del suelo es muy baja -- hay necesidad de hacer un sistema especial para lograr aumentar -- la conductividad y lograr que las descargas atmosféricas sean -- transmitidas al suelo a través del cable de guarda, la tierra y -- por el sistema especial que se denomina sistema de tierras fig. - 25.

PINTURA DE CIMENTACION

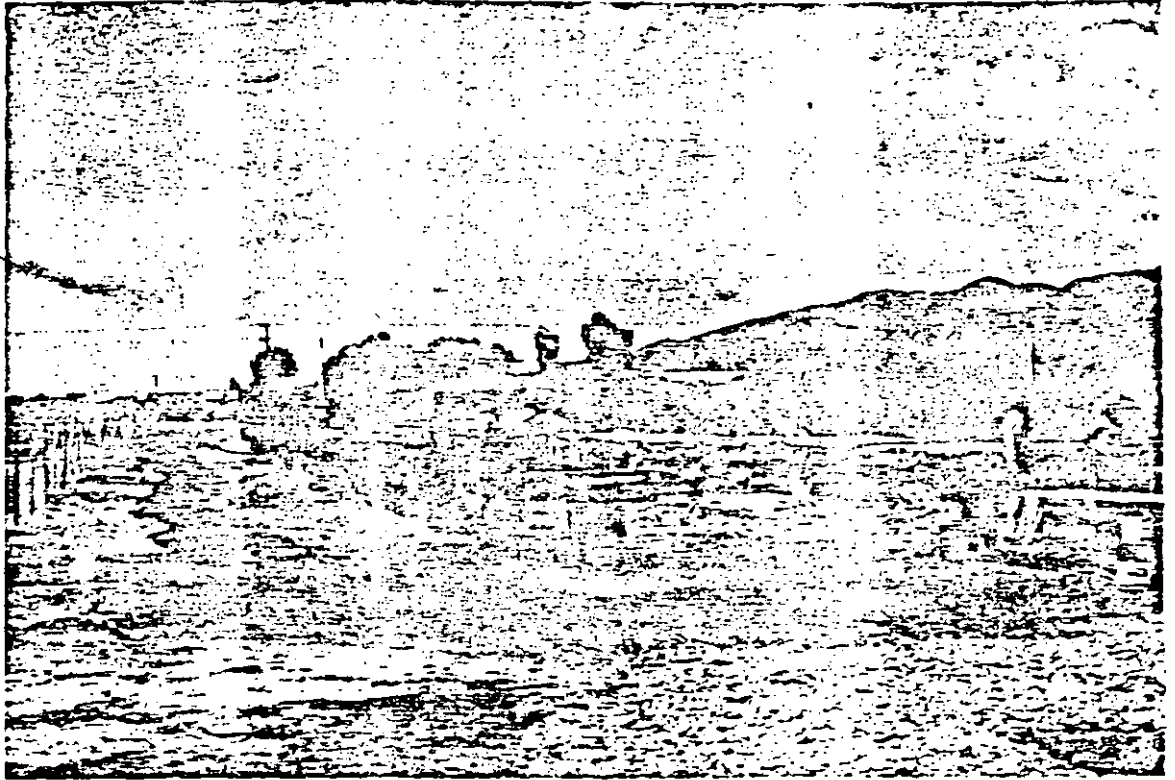
Hay zonas donde se construyen líneas de transmisión don de el suelo tiene un poder corrosivo que oxida y va destruyendo poco a poco las cimentaciones de las torres. En estos casos se aplica una capa de pintura especial que protege para que no ocurra lo anterior. fig. 26.



SISTEMA DE TIERRAS FIG. 25



SISTEMA DE TIERRAS FIG. 25



PINTURA DE TORRES FIG. 26

UTILIZACION OPTIMA DE LA MANO DE OBRA EN UNA LINEA DE TRANSMISION

En la tabla No. 27 se indica la mano de obra optima utilizada en la construcción de una línea, así como el equipo y material empleados en cada actividad de acuerdo a la experiencia.

Como se podrá ver en la parte inferior de dicha tabla la -- variación de el rendimiento en torres por día es muy fuerte ello se debe principalmente a que en las líneas hay una serie de factores muchas veces imprevisibles dentro de la normalidad y economía que provocan que suceda eso, a continuación se mencionan algunos de -- esos factores.

1. Continuamente y sin previo aviso los dueños o ejidatarios de los terrenos por donde cruza la línea no dejan pasar a trabajar aunque se les haya indemnizado.
2. Las precipitaciones pluviales como es natural se presentan en forma irregular.
3. El exceso de calor ó frio.
4. Vientos y tornados que destruyen lo ejecutado ó no permiten trabajar.
5. Material de las excavaciones diferente al pronosticado.
6. Agua en las excavaciones, caminos, arroyos et c., por lluvias ó riegos.
7. Los riegos del trabajo.
8. Dificultad de control efectivo del trabajo debido a las dis--tancias.
9. Personal muy inestable.

10. *Alcoholismo.*
11. *Topografía agreste.*
12. *Camino descompuestos ó en malas condiciones.*
13. *Accidentes en la carretera debido al exceso de movimiento en las mismas (más de 100 viajes).*
14. *Tiempo de acarreo de personal y equipo.*
15. *Sembrados en la zona por donde pasa la línea.*
16. *Difícil mantenimiento de vehículos y equipo por la distancia.*
17. *Aumento de costos de combustibles y refacciones y otros -- imprevisibles.*
18. *Defectos de fabricación del material de torres y cables.*
19. *Material faltante e incompleto.*
20. *Cruzamientos con carreteras, FF. CC y otras líneas de transmisión.*
21. *Cambios repentinos de localización por diferentes causas.*
22. *Ganado suelto que se sale de los predios. Cae a las excavaciones.*
23. *Cruzamiento de zonas pantanosas.*
24. *Otros muchos imprevisitos.*

COMENTARIOS

A continuación quisiera dar algunos comentarios personales con relación a la mano de obra y su relación directa que tienen los costos y productividad y comentar algunas experiencias con relación a estos temas para las líneas de transmisión estos comentarios son con la única finalidad de que puedan ser de alguna utilidad y sin per seguir entrar en polémicas políticas.

ORGANIZACION

Además de la organización normal clásica de toda empresa a base de organigramas, departamentos frentes de trabajo, suministros etc. quisiera mencionar un punto que considero siempre debe entrar en la organización de una empresa que es: "crear un sistema de alicientes económicos y que el ingreso del trabajador además de su salario tenga una percepción extra que vaya en proporción a la productividad obtenida" y que generalmente a su vez produce mayores satisfacciones en el mismo. Desgraciadamente en México se ha caído en el absurdo de que se tengan leyes que prohíban lo expresado anteriormente so pretexto de que se explote al trabajador y otra serie de argumentos que solo han provocado que existan empresas que tengan el personal mejor pagado y el más improductivo y sin ninguna satisfacción personal por el trabajo realizado por lo que considero que si se pudiera lograr aunque fuera poco a poco lo expresado anteriormente, se habrá dado un paso trascendental para lograr el desarrollo del país en forma más acelerada.

En el caso de las líneas de transmisión se han obtenido magníficos resultados precisamente siguiendo sistemas en que ha mayor número de torres construídas en un período de tiempo digamos en una semana el trabajador recibe mayor cantidad de dinero además de su sueldo.

Este sistema tiene la ventaja de que si por alguna razón no imputable al trabajador no se pudiera hacer el trabajo, el trabajador de todas maneras recibe su sueldo. Hemos obtenido datos en la construcción de líneas realizadas por diferentes empresas y el trabajador de la empresa trabajando con el sistema antes descrito (bonificación) llega a producir muchas veces más del doble que la otra empresa (productividad) y quedando muchos más satisfechos.

LEGISLACIONES

Consideró que las legislaciones y leyes que se han creado en México so pretexto de proteger al trabajador debido a las injusticias que se cometieron en tiempos de don Porfirio Díaz hace "80" años han provocado principalmente los tres puntos negativos que a continuación mencionó:

1. Han beneficiado muchas veces exageradamente a unos pocos trabajadores a cambio de haber perjudicado a muchos, en otras palabras se ha logrado crear que pocos trabajadores ganen mucho produzcan poco, tengan trabajo seguro y con otras muchas prestaciones y mucho las mayorías con todo lo contrario completamente ó sea ganen poco, produzcan mucho, no tengan trabajo seguro sin ninguna prestación.
2. Las pequeñas empresas ó personas físicas que representan un porcentaje muy alto en la producción en México piensan más de una vez antes de contratar un trabajador temiendo la cantidad de problemas que esto les puede acarrear. Considero que existen millones de personas que disponiendo de pequeños capitales digamos de 200 000.00 a 1'000 000.00 de pesos que podrían iniciar pequeñas empresas dando trabajo a 1, 2 ó 3 trabajadores pero que no lo hacen por el temor a los problemas. Creó que no se debe aplicar la misma legislación a este tipo de empresas que a las grandes empresas.
3. Se ha creado que los trabajadores en muchas ocasiones no vean en la empresa donde trabajan como fuente de ingreso y mantenimiento con ellos mismos sino como un verdadero enemigo al que hay que crearle problemas destruyéndose logicamente a si mismos.

Estos comentarios que expresé generalmente ocurren en las empresas y personas privadas ya que en las empresas del gobierno tienen la ventaja de que nunca se les acaba el dinero.

En conclusión creó que sería muy conveniente revisar las actuales legislaciones existentes fuera de toda pasión política para que no ocurra lo expresado en los tres puntos anteriores.

ESTADISTICAS

Considero que el llevar estadísticas de todo lo relacionado a la mano de obra no solo del país sino también del extranjero es de vital importancia ya que estas nos pueden dar los indicadores para hacer las legislaciones, leyes y políticas salariales de acuerdo a lo que más le convenga a las mayorías ya que ha ocurrido que -- siempre estas legislaciones y leyes se han hido haciendo siguiendo muchas veces criterios políticos olvidandose por completo de las -- experiencias obtenidas anteriormente ó en obras similares en el -- país ó en otros países.

El hacer estudios de los rendimientos por ejemplo de las -- empresas petroleras, eléctricas, constructoras, etc. etc.; y compararlas con experiencias anteriores y de otros países por más -- que se quiera encontrar pretextos porque son diferentes las condiciones y muchas otras razones que se inventan creó que la mayoría de los casos no son más que pretextos para no enfrantarse a la realidad y no crearse problemas que a largo plazo pueden ser mucho mayores.

CAPACITACION

Con respecto a la capacitación consideró que es algo que automáticamente se hace cuando el trabajador entra a trabajar a una empresa ya que más que tratar que una empresa capacite a -- su personal de acuerdo a ciertas leyes creó que sería más -- conveniente hacer escuelas ya sea particulares o del gobierno para capacitar en el menor tiempo posible en actividades de las cuales -- exige mucha demanda en México, como podrían ser choferes, topógráfos prácticos, albañiles, plomeros, oficinistas prácticos, -- soldados, mecánicos, carpinteros, tabiqueros, agricultores -- prácticos y tantas otras actividades que seguramente con una buena organización se podrían capacitar en períodos de 1 a 3 meses.

En el caso de líneas de transmisión se ha notado que se ha logrado capacitar personal en actividades como topógráfos -- prácticos, montadores, pobladores, mecánicos automotris, operadores de pequeñas maquinas, operadores de maquinas de tendido, prearmadores, etc. etc., en 2 ó 3 meses de practica a -- bastante nivel, es tal la capacitación que se logra que se han -- transformado verdaderos superintendentes de obra, y contadores prácticos de personas que inicialmente tenían un nivel de preparación muy bajo y que desarrollan su trabajo muchas veces mejor que un ingeniero ó contador titulado.

IMPLEMENTOS DE TRABAJO

Con relación a los implementos de trabajo se debe tratar de lograr dadas las circunstancias en que se encuentra el país y considerando que existió una gran oferta de mano de obra; de que se utilice lo más posible la misma siempre y cuando no afecte en forma muy exagerada a la productividad y a los costos pero desgraciadamente en México volviendo a lo mismo las leyes y legislaciones al respecto provocan que las empresas traten de utilizar como se mencionó anteriormente lo menos posible la mano de obra, debido a los grandes problemas que muchas veces traen consigo. Si las leyes fueran hechas en otra forma más conveniente creó que se emplearía mucho mayor cantidad de gente y seguramente habría mucho más progreso para todos. En el caso de las líneas de transmisión se ha presentado un caso muy representativo de lo que se expresó en el párrafo anterior: cuando se inició la construcción de líneas de transmisión, para realizar las excavaciones que generalmente son pequeños volúmenes se utilizaba para hacer los barrenos para introducir la dinamita, un poblador y un ayudante, actualmente se realiza con compresoras, el producto de la tromada se extraía con gente actualmente se realiza con pequeñas retro excavadoras, el montado de las torres se hacía con una pluma de madera y garrucha de henequén levantando los cuerpos con gente actualmente se realiza con grúa hidráulica, el tendido sobre tensión se podría realizar en lugar de con las grandes y costosas e importadas máquinas, hacerlas con gente ya que lo que se busca al hacerlo con tensión es de que no se arrastre el cable.

Como los casos explicados anteriormente hay muchos -- otros en que se ha tratado de ir desplazando al trabajador y más que por el aumento de productividad que se pudiera lograr con la maquinaria, por las presiones que las leyes y legislaciones hacen sobre el patrón.

MIGRACION

Consideró que antes de provocar una migración debido a la creación de polos y fuentes de trabajo que muchas veces se hacen por motivos políticos, se debe planear con mucho cuidado y en forma global esté asunto ya que al concurrir los trabajadores a prestar sus servicios a estos lugares ha ocurrido por desgracia que se han creado millones de empleos y que por falta de planeación después de 2, 3 ó 4 años se tiene que cerrar estas fuentes de trabajo. Esto tiene la grandísima desventaja que gente acostumbrada a vivir a ciertos niveles se acostumbren en poco tiempo a -- otro nivel y cuando se cierra la fuente de trabajo esta gente ya -- acostumbrada a vivir en el nuevo nivel, ya no regresa tan fácilmente a su lugar de origen y menos con el nivel anterior, creando problemas sociales muy fuertes. La migración entonces debe hacerse después de haber realizado los estudios y tomado todas las experiencias en otros lugares y países para que los empleos que se vayan creando sean definitivos para periodos muy largos.

A CONTINUACION SE PRESENTA UN TRABAJO REALIZADO SOBRE LA LINEA DE TRANSMISION TIJUANA - MEXICALI, EN LA CUAL SE PUEDE VER EL DISEÑO, PLANEACION DE LA CONSTRUCCION, - PROCESO DE CONSTRUCCION, DONDE SE PUEDE VER CON MAYOR CLARIDAD LA DIFICULTAD E IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DE TRANSMISION.

C A P Í T U L O

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

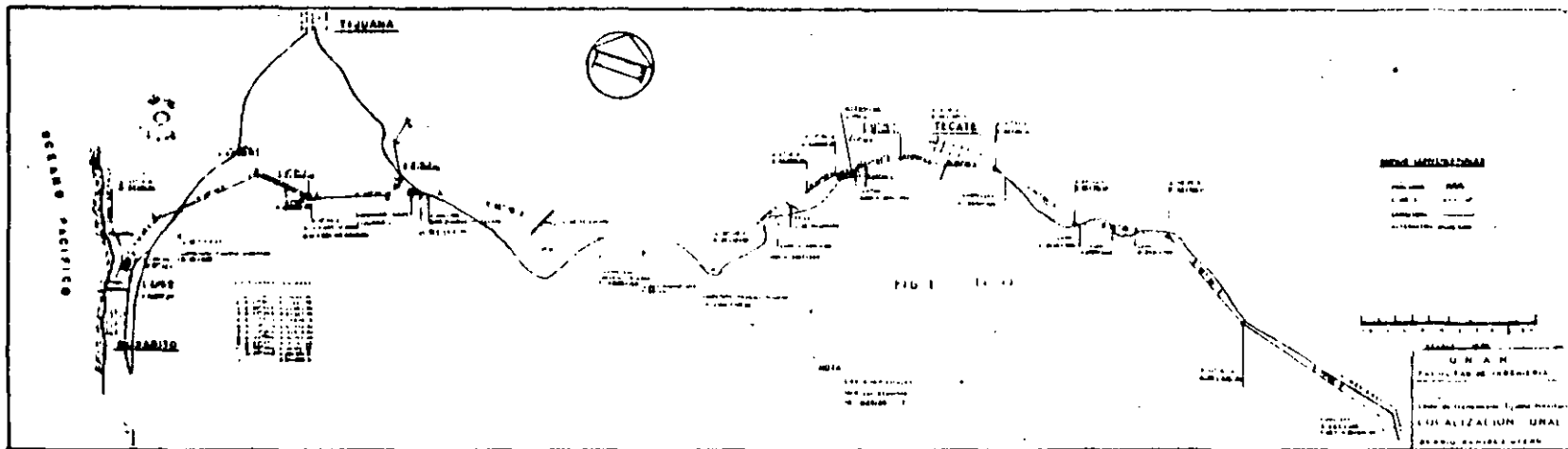
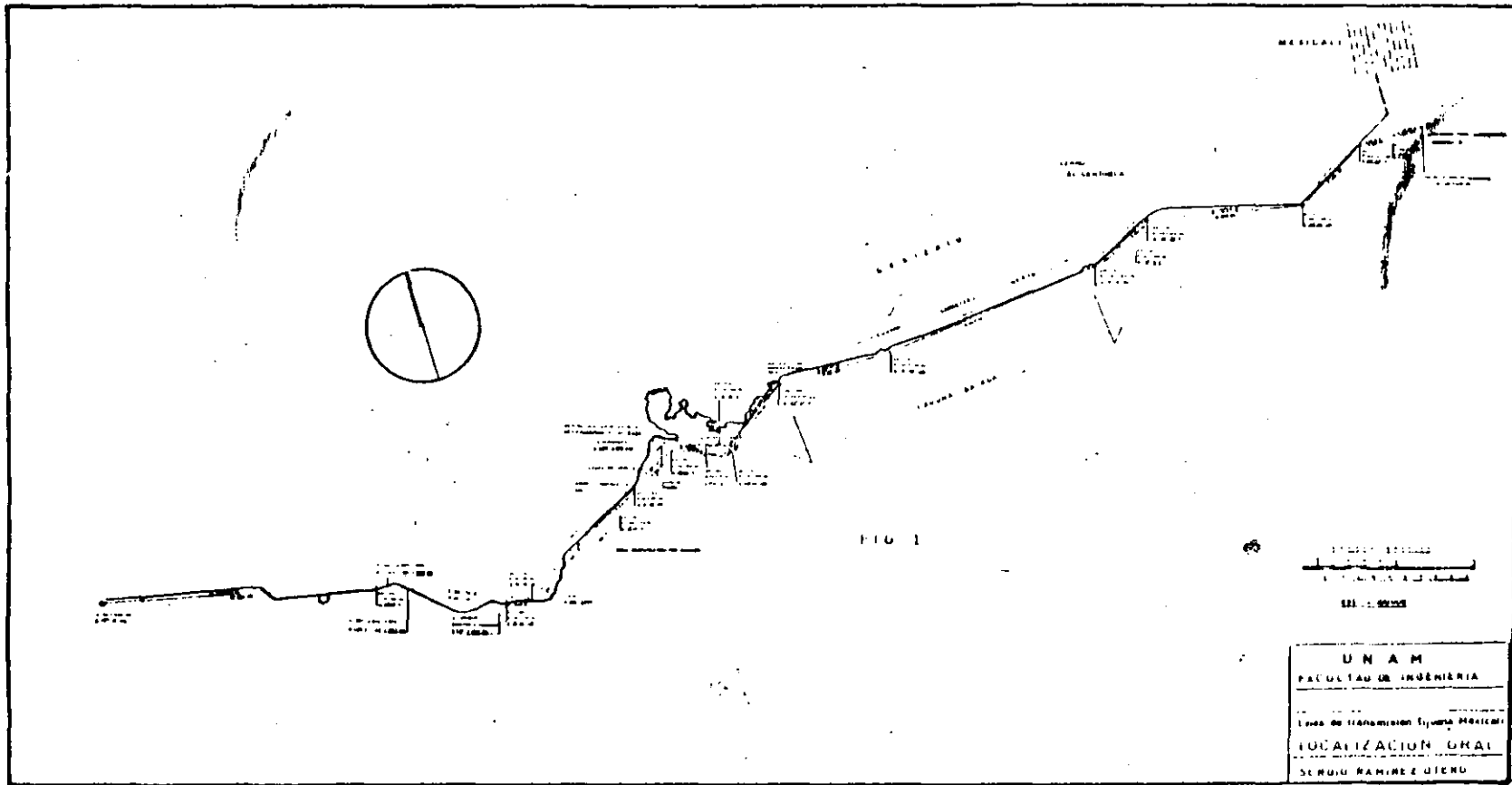
1.1.- IMPORTANCIA DE LA LINEA DE TRANSMISION.

Las poblaciones fronterizas, de Ensenada, Rosarito, Tijuana, Rumorosa, Tecate y Mexicali, en el Estado de Baja California, reciben el servicio eléctrico de energía comprada a los Estados Unidos de América; el contrato de compra correspondiente, será cancelado a mediados del presente año de 1963 y naturalmente las poblaciones citadas no podrán quedarse sin servicio eléctrico; por lo que la Comisión Federal de Electricidad, (CFE), decidió construir una planta termoeléctrica, que está por terminarse, de 200 000 kw. de capacidad.

Dicha planta fué localizada a la orilla del mar, en Rosarito, - ya que en ese lugar se cuenta con agua de enfriamiento del propio mar y - facilidades para el abastecimiento de combustible por vía marítima; ambas condiciones esenciales para la fácil y económica operación de una planta-termo eléctrica.

1-2.- LOCALIZACION DE LA LINEA DE TRANSMISION.

Para conducir la energía eléctrica de la planta de Rosari



ectr

fanc

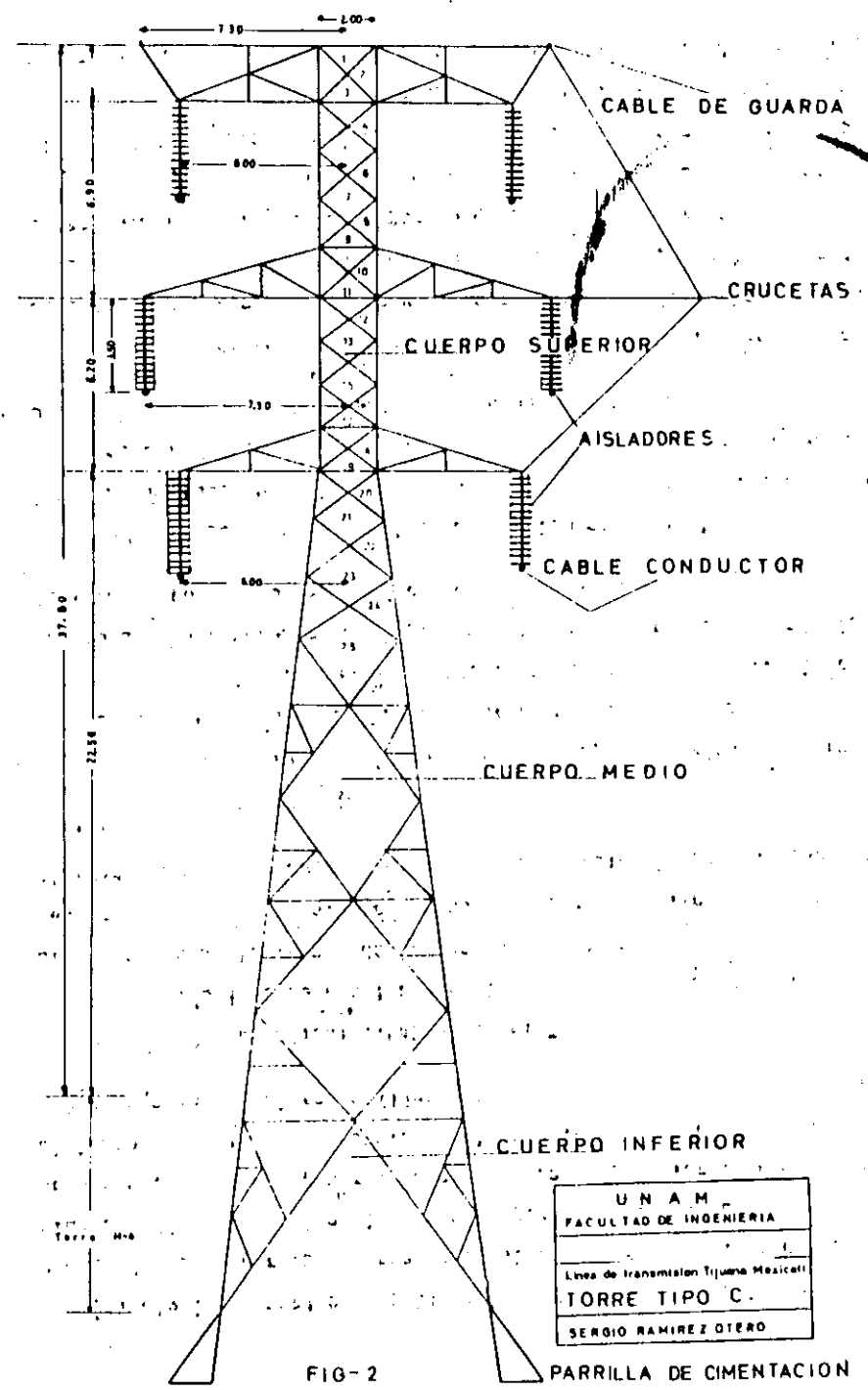
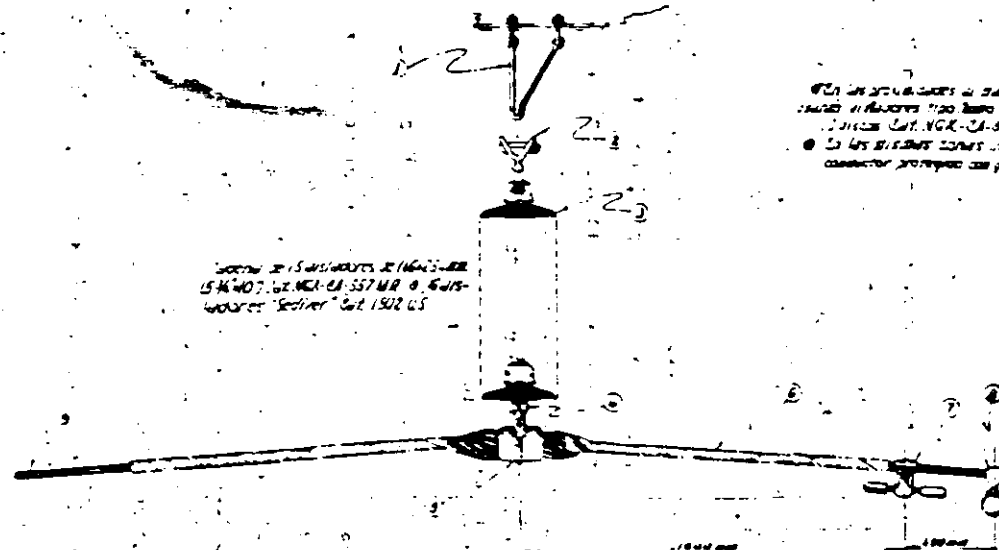


FIG-2

LISTA DE MATERIAL POR CADENA DE SUSP.

Nº	DESCRIPCION	CANT.	MATERIAL	MARCA	Nº DE CAT.
1	1. Soportes de suspensión	1	Acero galvanizado	S. J. L.	U. A. 278
2	2. Soportes de suspensión	1	Acero forjado	Salmir Forjados	BT 1030
3	3. Anclajes de suspensión de cables, con	2	Porcelana y hierro	Robert & Co. Inventor	U. S. 1512
4	4. Cables de suspensión	1	Acero forjado	Properly L. Product	
5	5. Discos de suspensión	1	Aluminio de 4 y 1/2 pulgadas		U. S. 1512
6	6. Discos de suspensión	15	Aluminio de 4 y 1/2 pulgadas		U. S. 1512
7	7. Reguladores de tensión	2	Al y Acero forjado	A. Salt & Co.	A. 557
8	8. Reguladores de tensión	2	Aluminio-Acero		
9	9. Conductor ACSC Cable "Gais" (Salmir)	1	Aluminio-Acero 47 1/2 MCM	General y Salmir S. C. de	



Soportes de 1 1/2 pulgadas de (16423-888)
 15 MCM de (16423-888) 15 MCM de (16423-888) 15 MCM de (16423-888)
 "Salmir" Cat. 1512 U.S.

En las especificaciones al cable y en la parte superior de la cadena se
 indican el número tipo Salmir (Salmir) como sigue:
 16 discos Cat. NGR-CA-403 M.D. de 4 1/2 pulgadas
 (6 1/2 x 10 1/2) 15 discos "Salmir" Cat. 1512 J.P.R. de 4 1/2 pulgadas
 (6 1/2 x 10 1/2)
 En las mismas secciones indicadas anteriormente se usará
 conductor protegido con gresas antirratón.

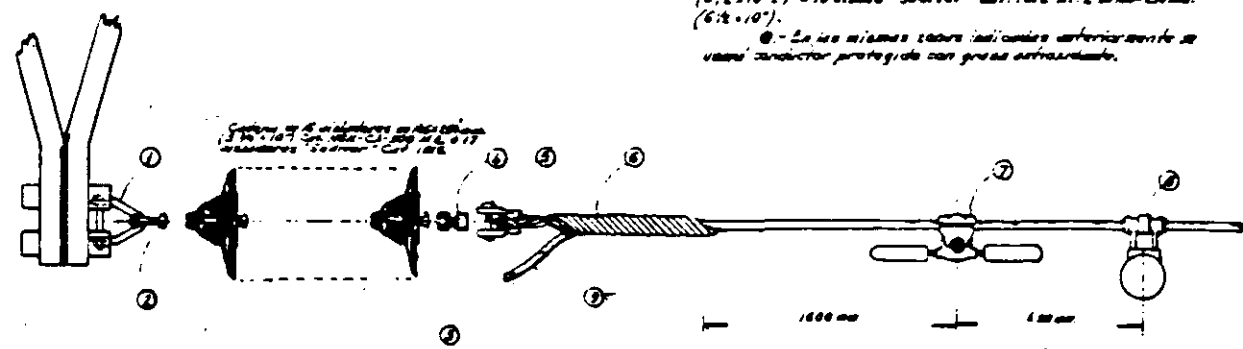
UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA

Línea de transmisión Tijuana Mex. Cat.
CADENA DE SUSPENSION

SERGIO RAMIREZ OTERO

FIG. 3

En las especificaciones al cable y en la parte superior
 "La Salmir" se indican las especificaciones tipo "Salmir" (Salmir) como sigue:
 16 discos Cat. NGR-CA-403 M.D. de 4 1/2 pulgadas
 (6 1/2 x 10 1/2) 15 discos "Salmir" Cat. 1512 J.P.R. de 4 1/2 pulgadas
 (6 1/2 x 10 1/2)
 En las mismas secciones indicadas anteriormente se
 usará conductor protegido con gresas antirratón.



Soportes de 1 1/2 pulgadas de (16423-888)
 15 MCM de (16423-888) 15 MCM de (16423-888) 15 MCM de (16423-888)
 "Salmir" Cat. 1512 U.S.

FIG. 4

LISTA DE MATERIAL POR CADENA.

Nº	DESCRIPCION	CANT.	MATERIAL	MARCA	Nº DE CAT.
1	1. Soportes de suspensión	1	Acero galvanizado	S. J. L.	U. A. 278
2	2. Soportes de suspensión	1	Acero forjado	Salmir Forjados	BT 1030
3	3. Anclajes de suspensión de cables, con	2	Porcelana y hierro	Robert & Co. Inventor	U. S. 1512
4	4. Cables de suspensión	1	Acero forjado	Properly L. Product	BT 1030
5	5. Discos de suspensión	1	Aluminio de 4 y 1/2 pulgadas		U. S. 1512
6	6. Discos de suspensión	15	Aluminio de 4 y 1/2 pulgadas		U. S. 1512
7	7. Reguladores de tensión	2	Al y Acero forjado	A. Salt & Co.	A. 557
8	8. Reguladores de tensión	2	Aluminio-Acero		
9	9. Conductor ACSC Cable "Gais" (Salmir)	1	Aluminio-Acero	General y Salmir S. C. de	

UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA

Línea de transmisión Tijuana Mexicani
CADENA DE TENSION

SERGIO RAMIREZ OTERO

bustas puesto que tienen que soportar, en forma adicional a las de suspensión, el esfuerzo sobre la bisectriz del ángulo ocasionado por la tensión de los cables. Estas torres se designan con otra letra y se denominan de "Deflección".

Es costumbre en México, aunque no en otros países, el no usar solamente torres de suspensión en una tangente muy larga, sino el colocar aproximadamente cada 10 o 12 Kms una torre de "Tensión" en la que los conductores se fijan firme y sólidamente a la torre, naturalmente a través de la cadena de tensión de aisladores (fig. 4). Dichas torres pueden resistir la tensión de los conductores aun en el caso de que de un lado de la torre se hayan roto por alguna circunstancia uno o más conductores.

Una variación de las torres de Tensión es cuando éstas quedan localizadas en un ángulo de la línea.

Otra variante de las torres de tensión es cuando están calculadas para resistir la tensión de todos los cables de un lado, estando rotos la totalidad de los cables en el otro lado. Estas torres se denominan torres de "Remate" y para nuestra línea se designan con el tipo E.

Las torres se dividen, en forma mas o menos arbitraria en varias partes:

a) Parrilla de cimentación y montantes que forman el cimiento de la torre: fig. 2.

b) Extensiones o patas y cerramiento que junto con el cimiento se denomina cuerpo inferior.

c) Cuerpo superior.

d) Crucetas, que son brazos laterales para dar el espaciamiento requerido entre conductores.

Las extensiones varían en longitud tanto para acomodarse a un

terreno desnivelado, como para dar mayor altura a las torres; generalmente estas extensiones varían en altura de metro en metro desde 1 hasta 7 metros. El cuerpo superior también varía en altura, se denomina H: ± 0 y ± 4 . La ± 0 es la torre normal y las otras son un poco más bajas y más altas respectivamente; de tal manera que puede haber una variación de altura en la torre de 8 metros.

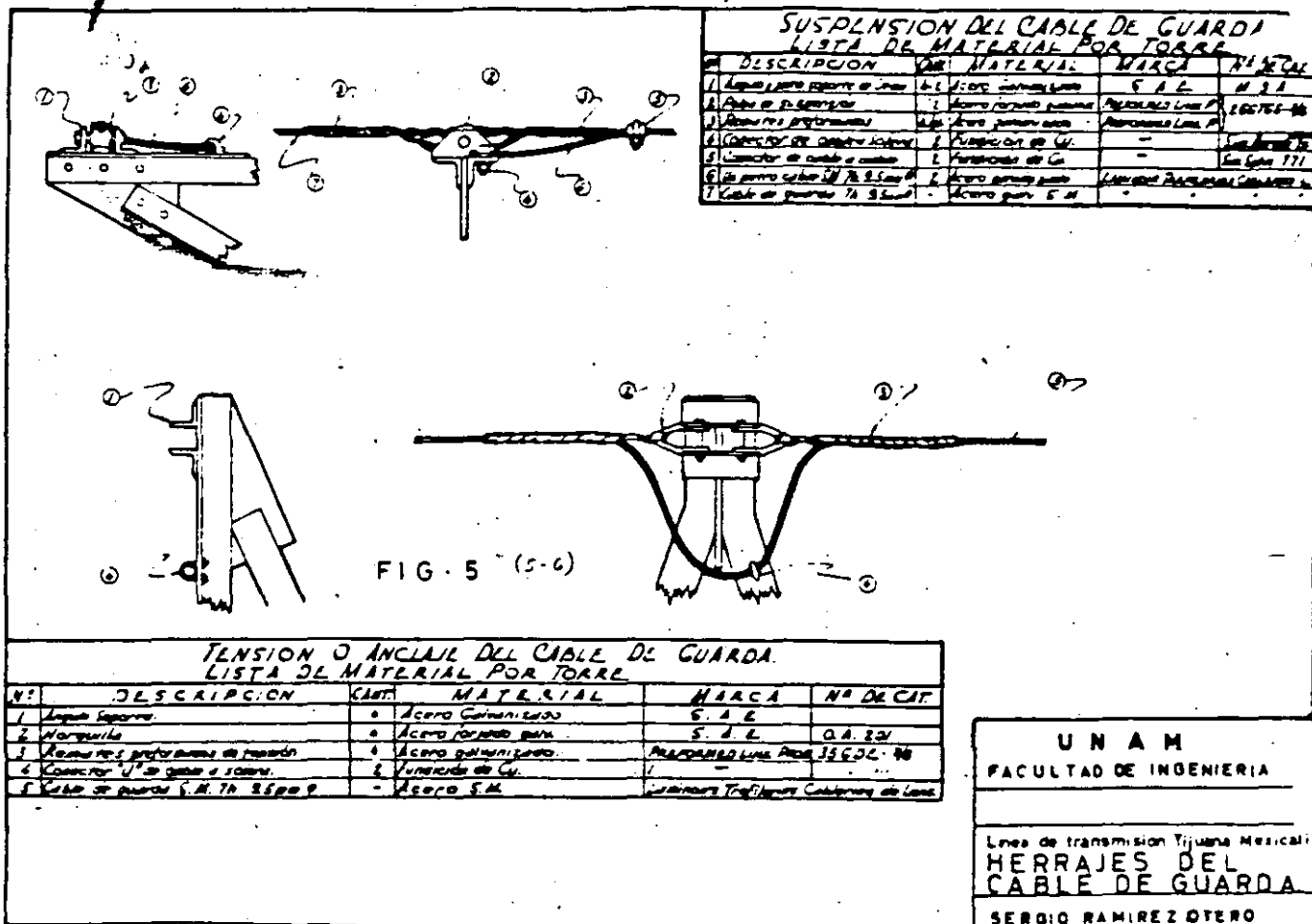
e). En las crucetas de la torre se cuelga o anclan las cadenas de aisladores.

f) En la cadena de los aisladores se cuelgan (o se fijan firmemente) los conductores.

g) En las crucetas superiores de la torre se apoyan uno o dos cables de acero (para nuestra línea son dos) que se denominan cables de guarda y que tienen por objeto transmitir rápidamente a través del cable y de las torres, las descargas eléctricas atmosféricas (y que alcanzan tensiones superiores al millón de volts.) sin que provoquen ningún perjuicio a los aisladores o al servicio eléctrico de la línea. Fig. 5

Las líneas de transmisión se proyectan para transmitir la electricidad a muy diferentes voltajes cuya selección está fijada por razones principalmente económicas. El voltaje, haciendo un símil con el transporte de agua en una tubería, es equivalente a la presión del agua; entre mayor sea la presión mayor volumen o cantidad de agua se puede transportar en una tubería de un determinado diámetro o para transportar un volumen de agua dada en un determinado tiempo se puede utilizar una tubería de menor diámetro entre mayor es la presión.

En forma similar: en una línea de transmisión se puede transportar mayor cantidad de energía, en un tiempo, con un conductor de diámetro y de un material dados, entre mas alto es el voltaje. También para transportar una cierta cantidad de energía eléctrica se necesitará un conductor de menor diámetro entre mas alto sea el voltaje de transmisión.



Para la línea Rosarito-Tijuana-Mexicali, la C.F.E. calculó que el voltaje económico de transmisión debía ser 220 k.v. (kilovolts) o sean 200 000 volts.

C A P I T U L O

P R O Y E C T O

2-1.- BREVES CONSIDERACIONES SOBRE EL CALCULO ELECTRICO.

El cálculo de una línea de transmisión desde el punto de vista eléctrico, debe conducir a obtener una gran seguridad durante la operación de la línea, pero al mismo tiempo a la resolución mas económica no solo tomando en cuenta la inversión inicial sino también los gastos y pérdidas ocasionadas por la operación de la línea. El cálculo para llenar estas dos condiciones es complejo y fuera de los alcances de la ingeniería civil por lo que en la presente tesis solo se dará una idea, en forma cualitativa, de los fundamentos que deben orientar dichos cálculos.

Ya se indicó que al aumentar el voltaje de transmisión, el diámetro, y por lo tanto el costo de los conductores se reduce; como consecuencia su peso es menor y por este concepto las torres deberán ser menos robustas y más económicas. La presión del viento sobre el conductor, de menor diámetro, también es menor, lo que a su vez requiere torres menos robustas y más económicas.

Por otra parte, a un voltaje mayor, las cadenas de aisladores son más largas y más costosas; la separación de los conductores debe ser

mayor conforme el voltaje aumenta lo que requiere crucetas mas largas y torres mas pesadas y costosas, por este concepto.

Además, es obvio que la electricidad no puede emplearse en los usos frecuentes ni generarse comercialmente, como los usados en la transmisión a tan altos voltajes. El voltaje de generación es del orden de 6 a 13.8 k.v. en cambio el de transmisión en nuestra línea es de 220 k.v.

Para cambiar del voltaje de generación al de transmisión y, en el punto de utilización, de este voltaje de transmisión al de distribución, se emplean un conjunto de artefactos (transformadores, interruptores, apartarayos etc), que debidamente proyectados se denominan sub-estación de elevación y sub-estación de reducción. Ahora bien, las sub-estaciones son mas costosas entre mayor es el voltaje de la línea de transmisión.

Por lo anterior se desprende que el cálculo económico de una línea de transmisión debe incluir, no unicamente la propia línea, sino también el costo de las sub-estaciones elevadora y reductora. En términos generales para una determinada cantidad de energía eléctrica por transmitir, el costo de la línea de transmisión se reduce, en cambio el de las sub-estaciones aumenta y naturalmente hay una solución que, en conjunto, es la que resulta más económica.

Es usual, para tener idea del voltaje que debe tener una línea de transmisión, el considerar 1,000 volta por cada kilómetro y medio de longitud de la línea; pero esta receta es una primera y muy burda aproximación que debe afinarse con cálculos tanto teóricos como económicos bien precisos.

Existe otro factor sumamente importante en el cálculo económico de una línea de transmisión y que es el correspondiente a los gastos de operación y a las pérdidas de energía eléctrica. En efecto, como ejemplo, se podría construir una línea de transmisión muy económica con apoortes

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA PARA LOCALIZACION DE LAS TORRES.

Una vez seleccionado el trazo de la línea, levantado el perfil topográfico de su trayecto, y calculado el tipo de conductor mas económico que se usará, se procede al proyecto de la línea de transmisión.

Este proyecto consiste esencialmente en localizar sobre el perfil topográfico la posición, altura y tipo de las torres procurando, por razones de economía, que el peso total de ellas sea el menor posible. Así por ejemplo en un terreno plano, si se usan torres mas altas, podrán colocarse a distancia mayor que si son más bajas: pero en cambio las torres mas altas son de mayor peso, habiendo una combinación que resulte la mas económica.

La posición y altura de las torres están ligadas estrechamente a la tensión y flechas del conductor mas bajo.

A un conductor determinado solo se le puede aplicar una tensión que no lo ponga en peligro de romperse o sea la tensión de trabajo como máximo y, como se verá después, las flechas son proporcionales al cuadrado del claro e inversamente proporcionales a la tensión.

De éllo se deduce que para un determinado perfil topográfico, la posición de las torres queda determinada, pues si se alejan demasiado las torres la flecha aumentará y el conductor pudiera acercarse al suelo o a algún objeto más de lo permitido.

Resulta pues, que en el proyecto de la línea deben llenarse en todo tiempo dos condiciones fundamentales:

I.- La fatiga de trabajo del conductor no deberá sobrepasar su carga de ruptura multiplicada por el coeficiente de seguridad adoptado. Para nuestro caso 5550 Kg.

II.- La distancia del conductor al suelo o a algún objeto, no será menor, en ningún caso, que la fijada por las normas eléctricas. Para

nuestro caso 7.50 m. de distancia al suelo.

Ahora bien, cuando se hace la instalación del conductor, existe cualquier temperatura y puede estar soplando o no el viento. Después de instalado el cable, la temperatura aumentará o disminuirá, podrá haber viento y aun podrá depositarse una capa de hielo sobre el conductor y todos estos factores afectarán los esfuerzos y flechas que tendrán los conductores.

El problema consiste, en resumen, de dar una flecha, para un determinado claro y en un momento dado en forma tal, que cuando varíen las condiciones, se satisfagan en cualquier tiempo las indicadas en los puntos I y II.-

El estado mas severo respecto a la fatiga del conductor, es cuando hace mucho frio, pues se acorta y aumenta su tensión; generalmente se considera que esta condición acaese cuando la temperatura es de -10°C . y habiendo una presión de viento de 40 Kg/m^2 que produce una fuerza sobre el conductor de $40 \times 0.0319 = 1.28 \text{ Kg/m}$

En realidad el conductor estaría más fatigado, si se supusiera también que existia una capa de hielo alrededor de el pero, para México se considera improbable que actúen simultaneamente las tres circunstancias mencionadas.

El estado mas severo respecto a la condición número II citada antes, es cuando hace mucho calor pues el conductor se alarga, aumenta su flecha, y es cuando mas se acerca al suelo u objetos que cruza. Para este caso se supone generalmente que la temperatura es de 50°C .

Los cambios de temperatura y de tensión tienen una doble liga y de signos opuestos debido a las propiedades elásticas del conductor. En efecto, si la temperatura disminuye, el cable se acorta y aumenta su tensión; pero al aumentar la tensión el cable se alarga debido a su deformación elástica lo que a su vez tiende a disminuir la tensión.

El problema del proyecto de una línea tiene como base el determinar las tensiones, flechas y en general, la forma que toma el cable para determinadas condiciones de temperatura y presión del viento que llamaremos estado II conociendo la temperatura, presión del viento, y tensiones de un estado inicial que llamaremos estado I. Naturalmente en ambos casos se deberán tomar en cuenta los efectos elásticos y de dilatación debidos a las tensiones y temperaturas.

La relación entre los estados I y II se basan en las propiedades analíticas de la parábola y en las formulas físicas de dilatación y elasticidad de los cuerpos y a continuación se hace el análisis correspondiente.

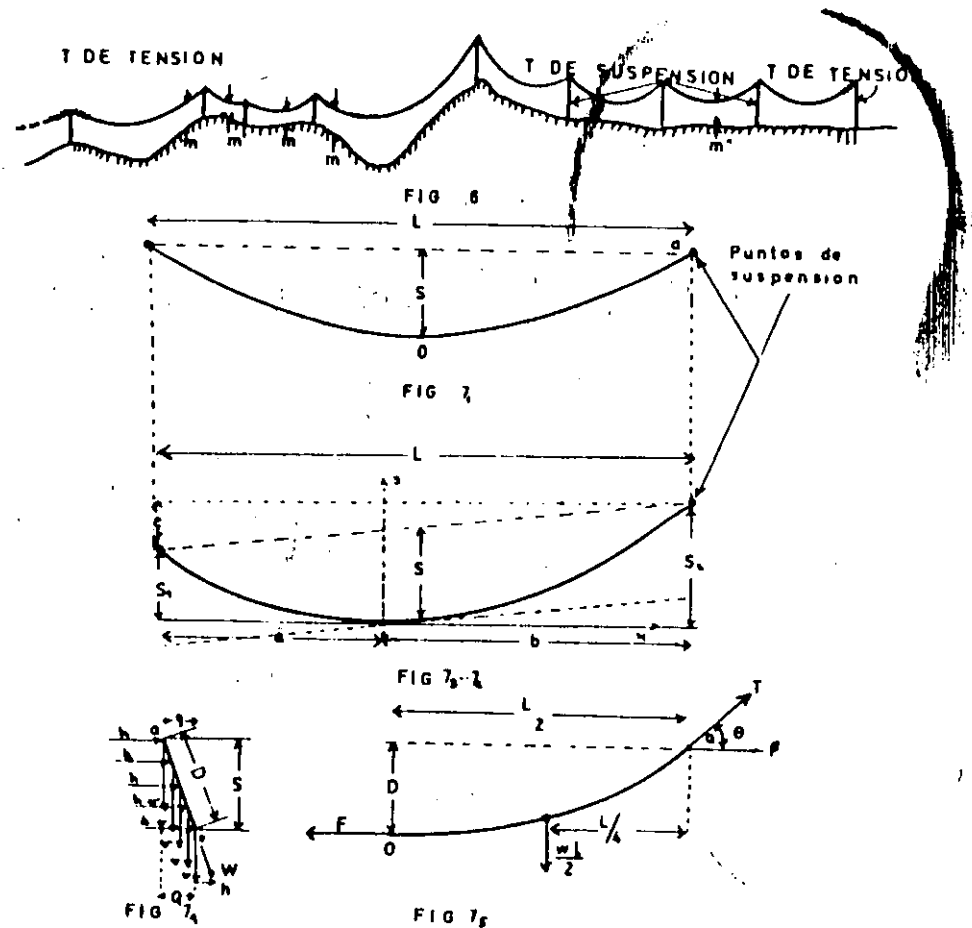
DETERMINACION DEL ESTADO NUMERO II PARTIENDO DEL ESTADO NUMERO I

La fig. 6 es un esquema de un tramo de línea de transmisión con claros diferentes, torres de diversas alturas y tipos, en las que se indican las distancias m, m', m'' del conductor mas bajo al piso, a una línea de F.C. y a otra línea de transmisión que deben ser iguales o mayores que las mínimas permitidas.

Las Figs. 7₂ y 7₃ muestran el claro entre dos torres consecutivas y soportes a la misma elevación y con soportes con un desnivel e , respectivamente.

En los cálculos que siguen, se hacen las siguientes suposiciones cuyas consecuencias no afectan en la práctica los resultados:

- Que la curva que toma el cable al suspenderse en dos articulaciones o soportes es una parábola y no una catenaria.
- Que la tensión horizontal o sea la proyección horizontal de la tensión del cable es constante en todo el claro.
- Se usará además, la siguiente notación:



U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA
Línea de transmisión Tijuana Mexicali
CALCULO DE FLECHAS
SERGIO RAMIREZ OTERO

NOTACION	UNIDAD	SIGNIFICADO
A	cm ²	Area del Conductor
d	cm.	Diámetro del Conductor
r'	kg/m.	Peso medio (aluminio más acero) del conductor.
C	abstracto	Coefficiente de seguridad.
F	Kg	Componente horizontal de la tensión del cable.
T	Kg	Máxima tensión que debe tener el conductor en la condición más severa del trabajo.
E	cm ²	Módulo conjunto de elasticidad (aluminio más acero) del conductor.
a	abstracto	Coefficiente de dilatación del conductor por grado centígrado.
v	Kg/m.	Componente vertical del peso del conductor.
v'	Kg/m.	Peso del conductor con capa de nieve
h	Kg/m.	Fuerza por m. de cable debida a la presión del viento perpendicular al plano vertical que pasa por los apoyos del cable.
w	Kg/m.	Carga resultante por m. horizontal del cable, al considerar la presión del viento y el peso.
Y	Kg	Peso del conductor desde el soporte hasta la parte mas baja del cable.
L	m.	Longitud horizontal entre dos apoyos consecutivos.
l	m.	Longitud del arco de curva entre dos apoyos consecutivos.
D	m.	Distancia del vértice de la parábola a una línea que una los dos soportes que estén a nivel medida en dirección de la fuerza resultante del peso más presión del viento.
e	m.	Diferencia de elevación entre los dos soportes cuando no estén al mismo nivel.

La fig. 7₄ muestra el cable visto de perfil en el claro de la fig. 7₁ sujeto a una presión de viento h con un peso v debido al peso --

propio del cable mas el peso del hielo en caso de existir. La resultante de ambas fuerzas por metro de cable es:

$$\omega = \sqrt{h^2 + v^2} \dots \dots \dots (1)$$

dirigida según el plano $\omega\omega$ de la posición que toma el cable.

Por semejanza de triángulos se deduce:

$$S = D \frac{v}{\omega} \dots \dots \dots (2)$$

S es la flecha en metros del punto O medida verticalmente hacia abajo de los soportes. Para el caso en que no existe viento:

S es igual a D

Tambien por semejanza de triángulos:

$$Q = D \frac{h}{w} \dots \dots \dots (3)$$

en que Q es el alejamiento en metros del punto mas bajo O al plano vertical que pasa por los apoyos, provocado por la presión del viento.

Cuando los puntos de suspensión del cable no están al mismo nivel, se puede determinar la flecha S ver fig. 7₃ partiendo del valor de la flecha S, pues debido a las propiedades de la parábola el S indicado en la fig. 7₁, tiene el mismo valor que el S indicado en la fig. 7₂, 7₃.

De la fig. 7₃ y de la ecuación de la parábola se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$a + b = L \quad S_1 = Ka^2 \quad S_2 = Kb^2 \quad S_2 - S_1 = e$$

Resolviendo estas ecuaciones se llega a los siguientes resultados:

dos:

$$S_1 = S \left(1 - \frac{e}{4S}\right)^2 \dots \dots \dots (4)$$

$$S_2 = S \left(1 + \frac{e}{4S}\right)^2 \quad a = \frac{Ls}{2} \left(1 - \frac{e}{4S}\right)^2 \dots \dots \dots (5)$$

Las ecuaciones anteriores dan las flechas de un conductor con apoyos a desnivel cuando son conocidos el claro, el desnivel de los soportes y la flecha que tendría el conductor si es que los soportes estuvieran al mismo nivel.

La longitud real del arco de un conductor parabólica determinada por las propiedades de la parábola es aproximadamente:

$$l = L + \frac{8}{3} \frac{D^2}{L} + \frac{e^2}{2L} \dots \dots \dots (6)$$

RELACION DE FLECHAS, TENSIONES Y TEMPERATURAS.

Hasta ahora se ha tratado principalmente de propiedades que podríamos llamar geométricas, que imperan en los conductores de una línea de transmisión. A continuación se estudiarán las expresiones que ligan las flechas, tensiones y temperaturas.

Si el cable mostrado en las figuras 7₂ y 7₄ se supone cortado en el punto 0 y abatido sobre el plano del papel, las fuerzas a que está sujeto se muestran en la fig. 7₃. Tomando momentos con relación al apoyo *a* y siendo *w* la resultante de *v* y *h* se tiene:

$$F \times D = \frac{WL}{2} \times \frac{L}{4} = \frac{WL^2}{8}$$

$$F = \frac{WL^2}{8D} \dots \dots \dots (7)$$

$$D = \frac{WL^2}{8F} \dots \dots \dots (8)$$

La componente vertical de la tensión *T* en el apoyo es $V = \frac{vL}{2}$ la componente horizontal en el plano vertical que pasa por los apoyos *F* y siendo $H = \frac{hL}{2}$ la componente horizontal perpendicular a *f* debida a la presión del viento en el tramo *ga* de cable, resulta:

$$T = \sqrt{F^2 + V^2 + H^2} = \sqrt{F^2 + \left(\frac{vL}{2}\right)^2 + \left(\frac{hL}{2}\right)^2} = \sqrt{F^2 + \left(\frac{wL}{2}\right)^2} \dots \dots (8 \text{ al } 17)$$

Usualmente V^2 y H^2 son pequeñas comparados con F^2 y el valor

de la tensión *T* es cercana al de su componente horizontal *F*.

La inclinación de *T* con relación a la horizontal, está determinada por:

$$\text{tg} \theta = \frac{wL}{2} \div F = \frac{wL}{2} \div \frac{WL^2}{8D} = \frac{4D}{L} \dots \dots \dots (9)$$

Cuando no hay viento la ecuación 8 sigue siendo válida en cualquier caso: $D = S$ y $v = w$

Cuando hay viento *w* es mayor que *v*; de las ecuaciones 2 y se deduce:

$$S = \frac{Dv}{w} = \frac{vL^2}{8F} \dots \dots \dots (10)$$

El valor *q* de la oscilación se obtiene de las ecuaciones 3 y 8:

$$q = \frac{Dh}{w} = \frac{hL^2}{8F} \dots \dots \dots (11)$$

Suponiendo que el esfuerzo unitario del conductor no cambiara cuando la temperatura varía de *t*₁ a *t*₂, se tendrá:

$$l_2 - l_1 = l_1 \alpha (t_2 - t_1) \dots \dots \dots (12)$$

Suponiendo que la temperatura permanece invariable cuando se hace variar la tensión de *T*₁ a *T*₂, o sea aproximadamente del valor *F*₁ a *F*₂, el cambio de longitud del cable será:

$$l_2 - l_1 = \frac{l_1 (F_2 - F_1)}{EA} \dots \dots \dots (13)$$

Si se consideran los dos fenómenos obrando simultáneamente de que el cambio de temperatura afecta la longitud y por lo tanto la tensión, y que al variar esta se afecta (por las propiedades elásticas) la longitud, resultará que el cambio real de longitud del conductor será:

$$l_2 - l_1 = l_1 \left(\alpha (t_2 - t_1) + \frac{F_2 - F_1}{EA} \right) \dots \dots \dots (14)$$

FLECHAS Y TENSIONES PARA LA LINEA EN ESTUDIO.

La fatiga máxima del conductor como se expuso anteriormente, ocurre cuando la temperatura es más baja, que se ha supuesto de $t = 10^\circ$ estando el conductor sin nieve y soportando una presión de viento igual a 2.6 Kg/m. Para estas condiciones la tensión T del conductor, no debe ser superior a la carga de seguridad de 5,500 Kgs.

De la ecuación 1 se obtiene: $W = (1.28)^2 + (1.875)^2 = 2.30$ Kg

De la ecuación 8 se deduce: $F_1^2 = T_1^2 - (2.30 \times \frac{L}{2})^2$ con viento to.....(19)

Se observa que la tensión horizontal F que debe darse al conductor para que T no sobrepase el valor de 5,500 Kg. es función del claro en el que se dé la tensión. Ahora bien en la práctica no se dá la tensión en claro por claro, sino que los conductores se cuelgan sobre poleas (que giran sobre balas con una fricción despreciable) y se dá la misma tensión en un tramo que comprende muchas torres (a veces, 20 o más) y en el que naturalmente hay claros de muy diversas longitudes. Por ello se escoge una especie de claro promedio para ese tramo y que se denomina "claro característico" y se define por:

Claro Característico = $L_c = L_p + \frac{2}{3} (L_m - L_p)$ en la que L_p es el promedio de la longitud de los claros en el tramo considerado y L_m es el claro mayor.

Si suponemos que el claro característico en el tramo donde se dá la tensión es de 420 m. se obtiene de la ecuación (19), que la tensión horizontal siendo T de 5,500 Kg., cuando sopla el viento alcanza el valor de:

$F = 5840$ Kg.

La flecha que tomará el conductor, cuando no sopla viento, se -

Ahora bien, de la ecuación 6, cuando los apoyos estan a nivel, o sea cuando $e = 0$, se obtiene que este cambio de longitud para los estados II y I es :

$l_2 - l_1 = \frac{8}{3L^2} (D_2^2 - D_1^2) \dots\dots\dots (15)$

Igualando los segundos términos de las ecuaciones 14 y 15, teniendo presente la ecuación 8 que liga las flechas con las tensiones haciendo las sustituciones y reducciones algebraicas, y suponiendo que $l_1 = L$ (pues el error es en la práctica despreciable) se llega a las siguientes ecuaciones :

$D_2^2 = D_2 \left(\frac{L^2 F_1}{2.66EA} - \frac{L^2 \alpha(t_2 - t_1)}{2.66} + D_1^2 \right) + \frac{3w_2 L^4}{64EA} \dots\dots\dots (17)$

(w_2 es la resultante por m en el estado II; puede ser por ejemplo con viento y con hielo)

Para obtener la tensión del segundo estado se sustituye en la ecuación anterior el valor de F en función de D (ecuación 8) :

$F_2^2 \left[F_2 + \frac{AL^2E}{24} \times \frac{W_1^2}{F_1^2} + A \alpha E (t_2 - t_1) - F_1 \right] = \frac{AL^2E}{24} \times W_2^2 \dots (18)$

Las ecuaciones 7, 8, 17 y 18 permiten el cálculo de las flechas y tensiones de un conductor en el estado II, conociendo las condiciones del estado I y se aplicarán numéricamente para el caso de la línea de transmisión que nos ocupa.

72

obtiene de la ecuación 8 en la que en vez de W se usa el valor de v (peso del cable por metro):

$$D = S = \frac{v L^2}{8 F} = \frac{1.87 \times L^2}{8 \times 5480} = \frac{L^2}{23410} \dots (20)$$

Asignando a L diversos valores, (ver tabla No. 1), se obtienen los correspondientes valores de la flecha D, con los que se dibujó la gráfica, Fig. 8, de flechas-claros para el estado I de -10° de temperatura.

Suponiendo instalado el cable y que se produzca esa temperatura se tiene la seguridad que no se reventará en las condiciones más críticas supuestas.

Pero ahora se necesitará determinar que tanto aumentaría la flecha del conductor cuando la temperatura suba al máximo supuesto de 50°C o sea para el estado II, a fin de que al proyectar la línea no se acerque en ninguna parte, más de lo permitido al suelo o a obstáculos que cruce.

Sustituyendo en la ecuación (17) los valores:

$$a = 21.1 \times 10^{-6}, \quad t_2 - t_1 = 60^\circ, \quad F_1 = 5480 \text{ Kg.}, \quad E = 6.855 \times 10^8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = 6.03 \text{ cm}^2, \quad L = 420, \quad v = (\text{cuando no hay viento})$$

$$= 1.875 \text{ Kg/cm.}$$

$$D_1 = 7.52, \quad D_2 = 56.55$$

$$\frac{L^2 \times F_1 \times a}{2.66 \times EA} = \frac{17.64 \times 10^4 \times 5480}{2.66 \times 6.85 \times 6.03 \times 10^8} = PR$$

$$\frac{L^2 \times a (t_2 - t_1)}{2.66} = \frac{17.64 \times 10^4 \times 21.1 \times 10^{-6} \times 60}{2.66} = 84$$

$$\frac{3 W_2 L^4}{64 EA} = \frac{3 \times 1.875 \times 3.117 \times 10^{10}}{64 \times 6.85 \times 10^8 \times 6.03} = 662$$

Sustituyendo en la ecuación (17) resulta:

$$D_2^3 = D_1^3 [88.00 - 84.00 + 56.55] + 662$$

$$D_2^3 = 61 \times D_1^3 + 662$$

De donde:

$$D_2 = 11 \text{ m.}$$

Por lo tanto el valor de la flecha a una temperatura de 50°C con un claro característico de 420 m. vale D₂ = 11m., y la tensión que le corresponde a este valor de 11 m. se encuentra en la fórmula (7):

$$F_2 = \frac{1.875 \times 420^2}{8 \times 11} = 3755 \text{ Kg.}$$

Cuando la temperatura está a 50° y hay presión de viento, la flecha S del punto más bajo es mayor que la flecha D como lo muestra la ecuación 2 y la Fig. 7-4; pero debido a la presión del viento el cable se inclina y su punto más bajo queda a mayor distancia del suelo que cuando no sopla el viento. Como la condición crítica que se está investigando es cuando el cable se acerca más al terreno es por lo que, en los cálculos anteriores se consideró que la presión del viento es nula cuando la temperatura es de 50°C.

Conocido el valor de la tensión que debe darse al cable a 50°C. se puede trazar la parábola que tomará el conductor en esa condición asignando diversos valores de L en la ecuación 7:

$$D_2 = S_2 = \frac{1.875 \times L^2}{8 \times 3755} = \frac{L^2}{16020} \dots (21)$$

Con la que se formó la tabla 1, y cuyos valores sirvieron para-

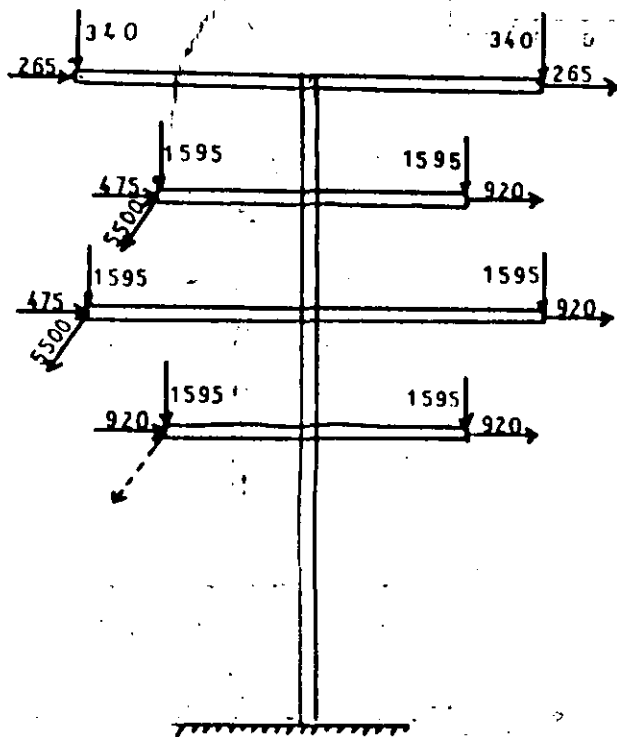


FIG 11

U N A M FACULTAD DE INGENIERIA
Línea de transmisión Tijuana Mexicali HIPOTESIS DE CARGA III
SERGIO RAMIREZ OTERO

la y a continuación de los 100 Kg. se llevan los 348 Kg., al punto N.

El empuje sobre la segunda cruceta vale lo mismo y también deberá -- llevarse a continuación de la 348 Kg. medido al punto M y por último el empuje sobre la tercera cruceta valdrá lo mismo y se llevará a continuación sobre la misma escala, el punto E-L.

Por el punto I del diagrama se llevará una paralela al miembro 12 hasta que corte a la vertical bajada por el punto O, en la intersección de la vertical mencionada y la paralela a 12 se lleva otra paralela al miembro 23 hasta que corte a la vertical bajada por I. A partir de la última intersección o sea el punto 3 se lleva una paralela al miembro 34 y se prolonga ahora hasta que corte a la vertical bajada por el punto M, esto es debido a que el miembro 34 está ya sometido a esfuerzo debido a la carga sobre el conductor, y así se sigue hasta el miembro 10.11. Para el miembro 11.12 la paralela a él en el diagrama se lleva ahora hasta la vertical bajada por el punto M y se continúa en la misma forma hasta el miembro 18.19.

Para el miembro 19.20 se lleva una paralela a él por el punto de intersección de la vertical bajada por I y la paralela al miembro 18.19 y se prolonga hasta que corte a la paralela a la pata de la torre trazada desde el punto L-E y el mismo procedimiento se sigue para los demás miembros.

Los diagramas para las hipótesis I, III de fuerzas transversales se resuelven en forma similar al diagrama de fuerzas transversales de la hipótesis II.

FUERZAS EN LOS MIEMBROS DE LA CELOSIA POR CONCEPTO DE CARGAS LONGITUDINALES.

El diagrama de fuerzas longitudinales se resuelve en la siguiente forma, las fuerzas longitudinales que produzca el cable de guarda y el conductor se consideran que las toman las caras paralelas al conductor. Como, el cuerpo de la torre es simétrico respecto a un eje vertical, solo se considerará la mitad de las caras paralelas. La fuerza de cable de --

guarda de 1250 Kg. se divide entre cuatro por ser 2 caras paralelas y se está considerando sólo la mitad de cada cara, o sea $\frac{1250}{4} = 312$ Kg; ésta se lleva en la escala horizontal del diagrama de fuerzas longitudinales. A continuación de esta fuerza se llevan $\frac{5500}{4} = 1350$ y el procedimiento para encontrar la fuerza que actúa en cada miembro es el mismo que se explicó para encontrarla en la hipótesis II para el diagrama de fuerzas transversales.

En las figuras 12 y 14 están los diagramas de Cremona para las hipótesis I y III, para determinar las fuerzas que obran sobre los diversos miembros debido a las cargas longitudinales.

FUERZAS EN LOS MIEMBROS DE LA CELOSIA POR CONCEPTO DE TORSION.

Para el diagrama de torsión se resuelve así:

Se considera que la torsión la toman las cuatro caras del cuerpo de la torre y como el cuerpo de la torre es simétrico con respecto a los ejes de la torre se considera sólo la mitad de cada cara. Para saber cuánto le toca a cada cara se encuentra el momento de torsión que producen los cables. El del cable de guarda vale $1250 \times 7.30 = 9125$ ver fig. 2 y el del cable conductor vale $5500 \times 6 = 33000$. Se quiere saber ahora que fuerzas aplicadas sobre las caras del cuerpo de las torres producen unos momentos iguales a los producidos por el cable de guarda y el conductor.

$$\begin{array}{ll}
 F \times l = 9125 & \cdot \cdot \cdot \quad F = 9125 \quad \text{la distancia } l \text{ es debido a --} \\
 F \times l = 33000 & \quad \quad F = 33000 \quad \text{que el ancho del cuerpo superior es de } 2m.
 \end{array}$$

esta fuerza se considera repartida entre las cuatro caras de la torre y como se considera la mitad de cada cara, a cada mitad le tocará: Del cable de guarda $\frac{9125}{8} = 1140$ Kg. y del conductor $\frac{33000}{8} = 4125$ Kg.

Teniendo los valores que le tocan a cada media cara de la torre ya se puede proceder a resolver el funicular de fuerzas en la misma forma --

D. GRAMA DE ESFUERZOS DE LA HIPOTESIS I Transversal

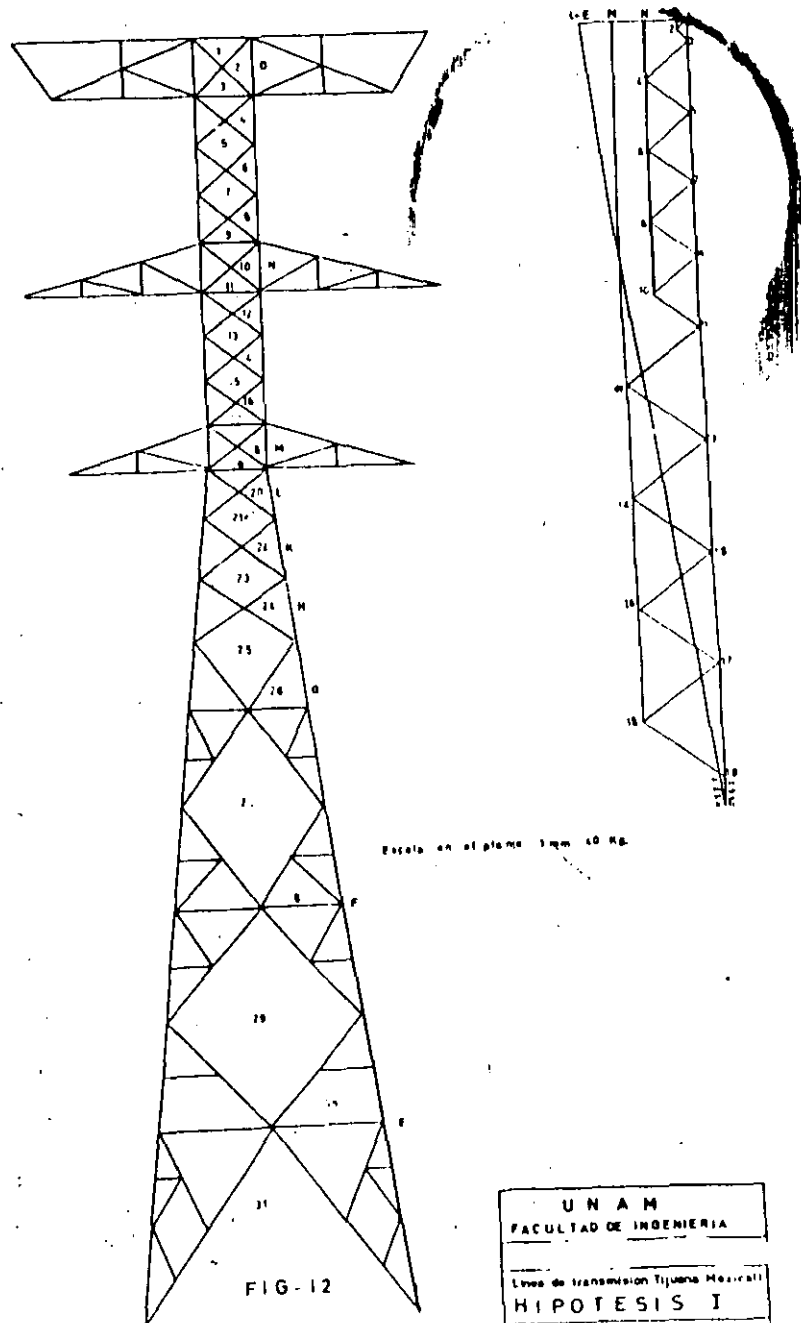


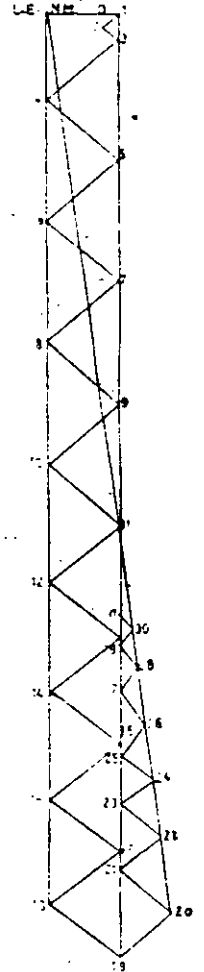
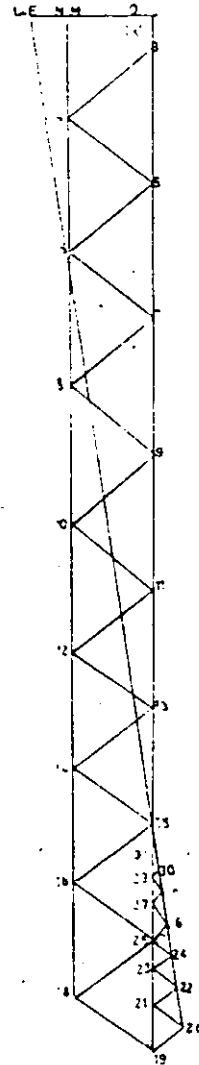
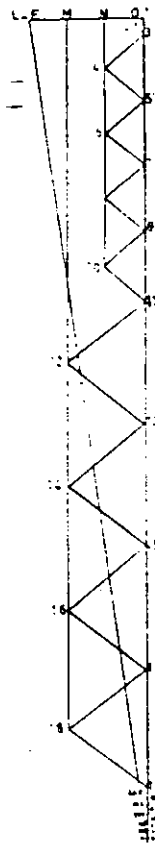
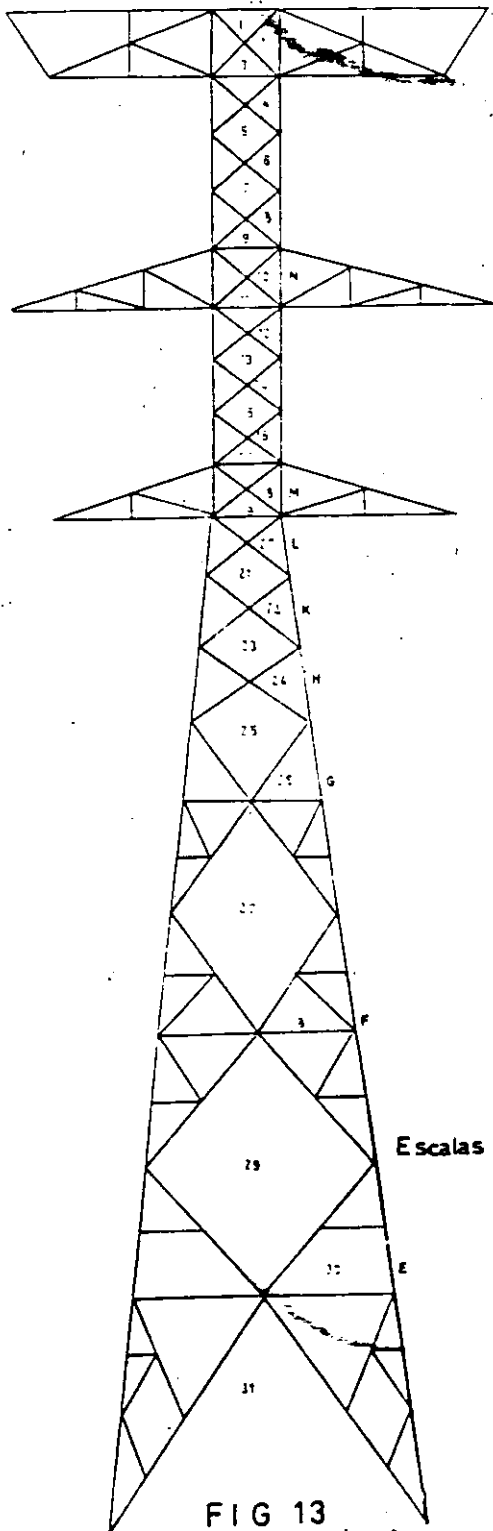
FIG-12

DIAGRAMA DE ESFUERZOS DE LA HIPOTESIS II

Transversal

Longitudinal

Torsion



Escalas en el plano

1 mm 40 kg.

1 mm 75 kg.

1 mm 250 kg.

FIG 13

<p>U N A M FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>Línea de transmisión Tijuana Mexicali HIPOTESIS I:</p>
<p>SERGIO RAMIREZ OTERO</p>

DIAGRAMA DE ESFUERZOS DE LA HIPOTESIS III

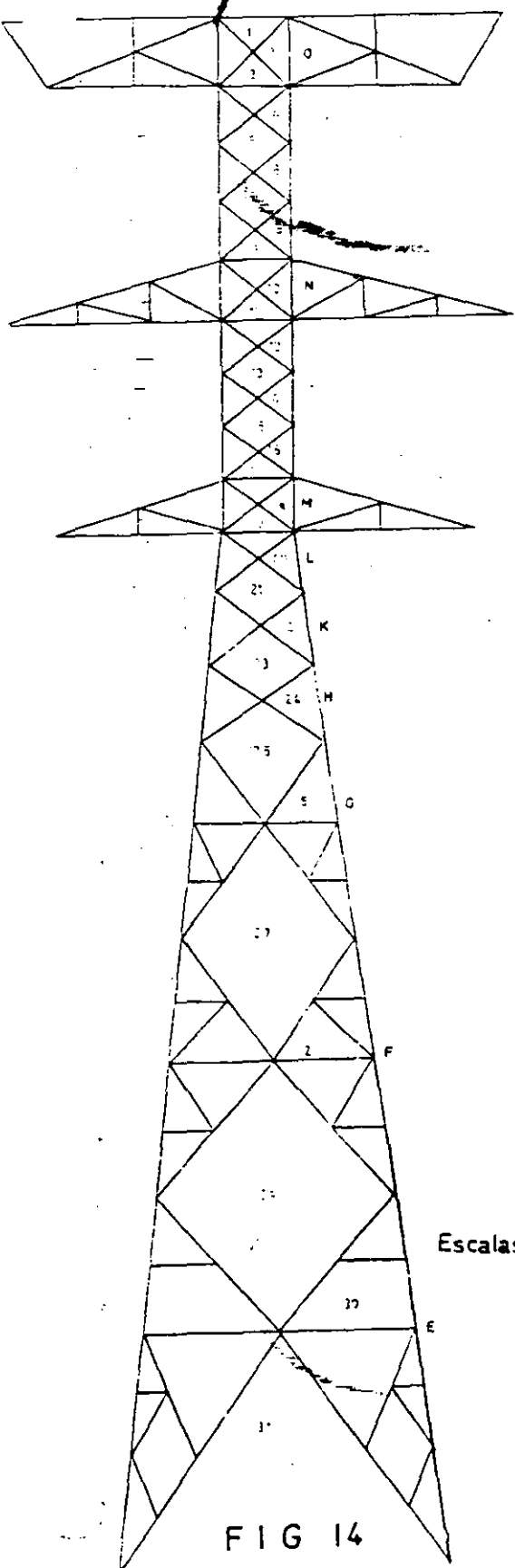
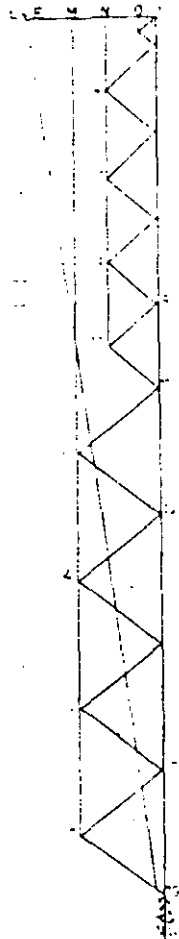


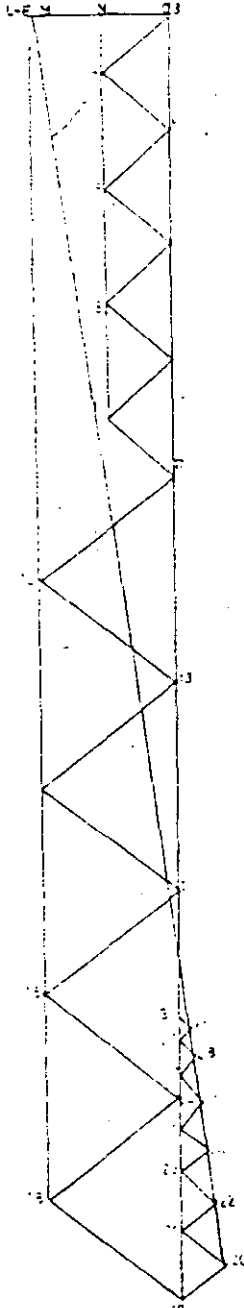
FIG 14

Escalas en el plano 1mm 40 kg

Transversal

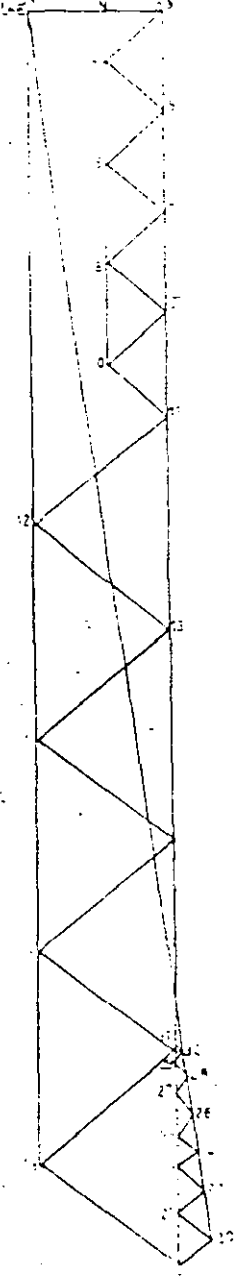


Longitudinal



1mm 75 kg.

Torsion



1mm 200 kg.

<p>U N A M FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>Linea de transmision Tijuana Mex HIPOTESIS III</p>
<p>SERGIO RAMIREZ OTERO</p>

que en el caso de fuerzas transversales y longitudinales. Llevando primero la fuerza producida por el cable de guarda en una escala horizontal y a continuación la del cable conductor y siguiendo el mismo sistema, antes explicado

FUERZAS EN LOS MIEMBROS DE LA CELOSIA POR CONCEPTO DE VIENTO EN LA TORRE.

Para encontrar los esfuerzos en los miembros de la celosia debidos al viento sobre la torre se emplea también el método de Cremona (Fig. 15). Lo primero que se hace es encontrar las fuerzas que se suponen concentradas en las crucetas y en los nudos de los tableros, debidos al viento.

Para ello habrá que encontrar la superficie lateral expuesta al viento y considerar 1.5 de esa superficie. Multiplicando por la presión unitaria de viento que es de 75 Kg/m^2 encontrando en esta forma las fuerzas que actúan en los nudos. En la hoja de cálculos se encontraron las áreas expuestas y las fuerzas que actúan sobre cada nudo que son los que están representadas en la fig. 15.

Una vez que se encontró el valor de estas fuerzas se procede a resolver el diagrama de Cremona en la misma forma que se ha venido haciendo siempre sin olvidar que las fuerzas que actúan en cada nudo habrá que dividir las entre cuatro.

EXPLICACION DE LA FORMA DE REALIZACION DE LAS TABLAS.

Trazados los diagramas de fuerzas de las tres hipótesis y de la de viento sobre la torre ya se pueden encontrar los esfuerzos en cada uno de los miembros de la celosia de la torre midiendo simplemente sobre los diagramas el valor de las fuerzas, y son los que se llevan a la tabla No. 2.

Una vez hecha la recopilación anterior se puede ya proceder a calcular el valor del esfuerzo "máximo" que puede ocurrir en cada miembro considerando que condiciones de carga pueden ocurrir simultáneamente, así tenemos que para la hipótesis I puede estar actuando simultáneamente el viento sobre los conductores y sobre la torre, acumulándose los esfuerzos-

DIAGRAMA DE ESFUERZOS DE LA PRESION DEL VIENTO SOBRE LA TORRE

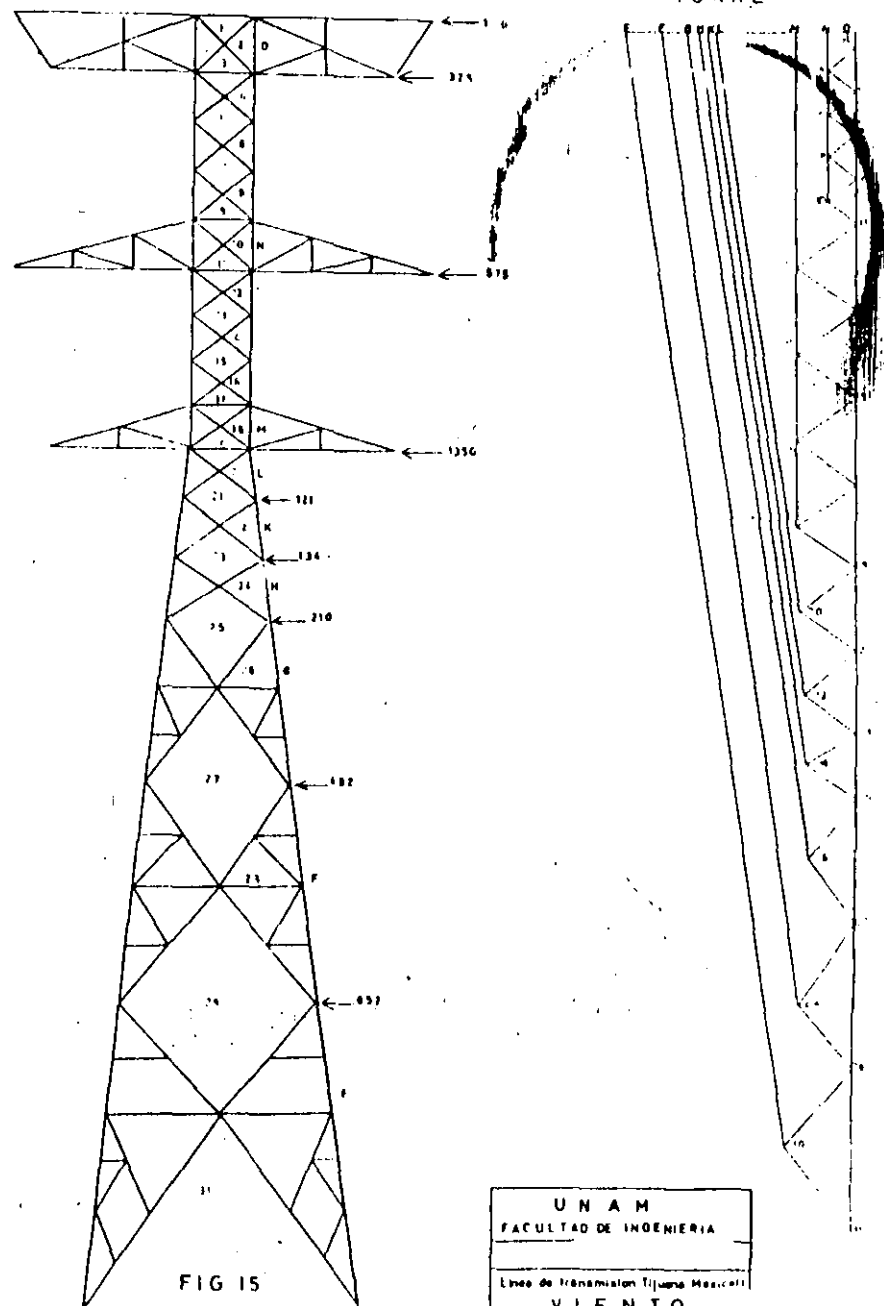


FIG 15

en los miembros; por lo tanto sumando los valores de la segunda columna de la tabla 2 a los valores de la novena columna de la tabla 2 se encuentran los valores de la segunda columna de la tabla 3.

Los valores de la tercera columna de la tabla 3 se encuentran sumando los de la tercera, quinta y novena columnas de la tabla 2 que son fuerzas que pueden actuar simultáneamente para aumentar los esfuerzos en los miembros de la torre.

Los valores encontrados en la tabla 3 hay que multiplicarlos por --- ciertos coeficientes de seguridad especificados formándose las columnas - quinta, sexta y séptima de la misma tabla.

De cada miembro se escoge cual de las tres columnas (quinta, sexta y séptima) tiene el valor máximo y ése es el que se lleva a la octava columna encontrándose en esa forma las fuerzas de diseño, sobre los miembros.

CALCULO DE LA HIPOTESIS I. Fuerzas que actúan (su determinación y procedimientos a seguir, son similares a los explicados para la hipótesis II) Transversal.

Cruceta superior.

Fuerza total sobre la parte superior de la cruceta superior.

$$T_1^I = 265 + 265 = 530 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_2^I = \frac{530}{4} = 132 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma la parte inferior de la cruceta superior.

$$T_3^I = 920 + 920 = 1840 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T = \frac{1810}{4} = 460 \text{ Kg.}$$

Cruceta media:

Fuerza total sobre la cruceta media:

$$T_5^I = 920 + 920 = 1840 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_6^I = \frac{1840}{4} = 460 \text{ Kg.}$$

Cruceta inferior:

Fuerza total sobre la cruceta inferior:

$$T_7^I = 920 + 920 = 1840 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_8^I = \frac{1840}{4} = 460$$

CALCULOS DE LA HIPOTESIS II. Fuerzas que actúan (Por uniformidad se repiten cálculos aritméticos ya explicados antes).

Fuerzas transversales:

Cruceta superior:

Fuerza total sobre la parte superior de la cruceta superior:

$$T_1^{II} = 135 + 265 = 400 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara

$$T_2^{II} = \frac{400}{4} = 100 \text{ Kg.}$$

Fuerza total sobre la parte inferior de la cruceta superior.

$$T_3^{II} = 475 + 920 = 1395 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_4^{II} = \frac{1395}{4} = 348$$

Cruceta media:

Fuerza total sobre la cruceta media:

$$T_5^{II} = 920 + 920 = 1840$$

Fuerza que toma cada media cara

$$T_6^{II} = \frac{1840}{4} = 460$$

Cruceta inferior:

Fuerza total sobre la cruceta inferior:

$$T_7^{II} = 920 + 920 = 1840$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_8^{II} = \frac{1840}{4} = 460$$

Fuerza Longitudinal.

Cruceta superior:

Fuerza total sobre la parte superior de la cruceta superior:

$$L_1^{II} = 1250 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$L_2^{II} = \frac{1250}{4} = 312 \text{ Kg.}$$

Fuerza total sobre la parte inferior de la cruceta superior.

$$L_3^{II} = 5500 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$L_4^{II} = \frac{5500}{4} = 1375 \text{ Kg.}$$

Fuerza a torsión:

Cruceta superior:

Momento con respecto al centro de la torre del cable de guarda.

$$M_1^{II} = 1250 \times 7.30 = 9125$$

Momento equivalente producido por fuerzas aplicadas tangencialmente a las caras.

$$M_2^{II} = F_{11}^{II} \times l$$

Fuerza que produce ese momento (igualando).

$$F_1^{II} = \frac{9125}{l} = 9125$$

Fuerza que toma cada media cara:

$$F_2^{II} = \frac{9125}{8} = 1140 \text{ Kg.}$$

Parte inferior, cruceta superior:

Momento con respecto al centro de la torre del cable conductor.

$$M_3^{II} = 5500 \times 6 = 33000$$

Momento equivalente producido por fuerzas aplicadas tangencialmente a las caras.

$$M_4^{II} = F_{11}^{II} \times l$$

Fuerza que produce ese momento.

$$F_3^{II} = \frac{33000}{l}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$F_4^{II} = \frac{33000}{2} = 16500$$

CALCULOS DE LA HIPOTESIS III. Fuerzas que actúan (Determinación y procedimientos a seguir, son similares a los explicados para la hipótesis II)

Fuerzas Transversales.

Cruceta superior:

Fuerza total sobre la parte superior de la cruceta superior.

$$T_1^{III} = 265 + 265 = 530 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara:

$$T_2^{III} = \frac{530}{4} = 132 \text{ Kg.}$$

Fuerza total sobre la parte inferior de la cruceta superior.

$$T_3^{III} = 475 + 920 = 1395 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_4^{III} = \frac{1395}{4} = 348 \text{ Kg.}$$

Cruceta media:

Fuerza total sobre la cruceta media:

$$T_5^{III} = 475 + 920 = 1395 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_6^{III} = \frac{1395}{4} = 348 \text{ Kg.}$$

Cruceta inferior:

Fuerza total sobre la cruceta inferior:

$$T_7^{III} = 920 + 920 = 1840$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$T_8^{III} = \frac{1840}{4} = 460 \text{ Kg.}$$

(Las escalas usadas en los diagramas de Cremona son:

Escalas Transversal. 1 mm. 90 Kg.

Lángitudinal. 1 mm. 75 Kg

Torsión. 1 mm. 250 Kg.)

Fuerzas Longitudinales:

Cruceta superior:

Fuerza total sobre la parte superior, la parte inferior de la cruceta superior:

$$L_1^{III} = 5500 \text{ Kg.}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$L_2^{III} = \frac{5500}{4} = 1375 \text{ Kg.}$$

Fuerza total sobre la cruceta media.

$$L_3^{III} = \frac{5500}{4} = 1375 \text{ Kg.}$$

Torsión.

Cruceta superior:

Momento con respecto al centro de la torre del conductor de la cruceta superior:

$$M_1^{III} = 5500 \times 6.00 = 33000$$

Momento equivalente producido por fuerzas aplicada tangencialmente a las caras:

$$M_2^{III} = F_1^{III} \times l$$

Fuerza que produce ese momento.

$$F_1^{III} = \frac{40150}{l}$$

Fuerza que toma cada media cara.

$$F_{III} = \frac{40150}{8} = 5018$$

CALCULOS DE LAS FUERZAS DE VIENTO. En los miembros de la torre debidas al viento que actua sobre la torre.

1er. Tablero: 1 ángulo 90 x 2.75

Diagonales. 1 ángulo 90 x 3.51

$$9.0 \times 6.26 \quad A = 5630 \text{ cm}^2$$

Postes. 2 ángulos 13 x 200 x 2 $A = 5200 \text{ cm}^2$

$$A = 10830 \text{ cm}^2 = 16245 \text{ cm}^2 \\ = 1.62 \text{ m}^2$$

Fuerza a 75 Kg/m² = 121 Kg.

2do. Tablero: 1 ángulo 90 x 3.51 $F = 121 \text{ Kg.}$

$$1 \text{ ángulo } \frac{90 \times 9.00}{9.0 \times 7.51}$$

$$A = 6760 \text{ cm}^2$$

2 ángulos 13 x 200 x 2 $A = 5200$

$$A = 11960 = 17940 \text{ cm}^2 \\ = 1.79 \text{ m}^2 \\ F = 134 \text{ Kg.}$$

3er. Tablero: 1 ángulo 9.0 x 900 $A = 3600$

1 ángulo 10 x 600 $A = 6000$

$$9600$$

2 ángulos 350 x 13 x 2 9100

$$A = 18700 = 28050$$

$$= 2.80 \text{ m}^2$$

$$F = 210 \text{ Kg.}$$

4o. Tablero:

2 ángulos 10x419x2 8380

2 ángulos 9x425x2 7650

2 ángulos 13x680x2 17680

1 ángulo 7.5x421 3157

2 ángulos 5x188x2 1880

2 ángulos 5x109x2 1090

2 ángulos 5x154x2 1540

2 ángulos 5x244x2 2440

$$A = 43817 \text{ cm}^2 = 65725$$

$$= 6.57 \text{ m}^2$$

$$F = 492 \text{ Kg.}$$

5o. Tablero:

1 ángulo 8x597 4776

2 ángulos 10x580x2 11600

2 ángulos 10x519x2 10380

2 ángulos 5x154x2 1540

2 ángulos 5x232x2 2320

2 ángulos 5x205x2 2050

2 ángulos 5x298x2 2980

2 ángulos 14x800x2 22400

$$A = 58046 \text{ cm}^2 = 87069$$

$$= 8.70 \text{ m}^2$$

$$F = 652 \text{ Kg.}$$

Dividiendo entre 4, para aplicar el método de Cremona (fig. 15) en forma similar a la explicada para la hipótesis II, se tiene:

$$\frac{100 \text{ Kg.}}{4} = 25 \text{ Kg.} \quad \frac{121}{4} = 30.2 \quad \frac{652}{4} = 163$$

$$\frac{325}{4} = 81.2 \quad \frac{134}{4} = 33.5$$

$$\frac{575}{4} = 143.7 \quad \frac{210}{4} = 52.5$$

$$\frac{1350}{4} = 337 \quad \frac{492}{4} = 123$$

Nota 1.- Las escuadrias de los ángulos que forman las torres son las que se trata de encontrar y por lo tanto no se conocen al estimar la presión del viento sobre ellas. En el cálculo de esta presión se les supone una determinada escuadria. Si la calculada resulta muy diferente, se hará una nueva y mas aproximada su posición de las dimensiones de las piezas.

Nota 2.- Los valores obtenidos graficamente de los diagramas de Cre-

98

mona para las hipótesis I, II, III y para la presión del viento, son los que se anotan en las tablas 2 y 3, para obtener, (como se explico al tratar de la hipótesis II) la fuerza mayor que obra cada miembro de la torre.

Nota 3.- Conocidas esas fuerzas máximas, se determinará, usando las resistencias que aconsejan los manuales de los fabricantes del acero, las escuadrias de los ángulos que forman la torre. Cuando las piezas trabajan a la compresión se usa la fatiga aceptable determinada por la fórmula para columnas, en función de su longitud y radio de giro.

Columna 28-F:

$$\frac{250 \times 30}{11} = 1875 \text{ Kg.}$$

Columna 30-E:

$$\frac{250 \times 45}{4} = 2812 \text{ Kg.}$$

Una vez encontradas las fuerzas en los montantes en todas las posibilidades de carga, se puede proceder a la realización de las tablas, en la misma forma que se hizo para encontrar la fuerza máxima que puede ocurrir en los montantes, que es el que se usa para hacer el diseño, como se explicó en la nota Núm. 3 al hablar de las fuerzas que obran sobre los miembros de la Celosía.

En la tabla Núm. 4, se anotan las fuerzas resultantes sobre los montantes, para las diversas hipótesis. En la tabla Núm. 5 aparecen las fuerzas que pueden ocurrir simultáneamente y en su columna 8 se anota la fuerza máxima que podrá obrar sobre el montante.

TABLA NUM. 4

ESFUERZOS EN KG. DE MONTANTES DE LA TORRE.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Miembro	Transv. Hip. I	Transv. Hip. II	Long. Hip. II	Torsión Hip. II	Transv. Hip. III	Long. Hip. III	Torsión Hip. III	Viento en Torre	Carga Viva	Carga Muerta
2-0	160	60	3375	1000	140			39	370	125
10-M	3700	2920	11250	33000	3440	7870	23000	754	1367	4312
18-M	9640	8320	21525	65250	8480	27750	75000	2210	2364	937
20-L	10560	9120	22425	66750	9240	24520	80750	2620	3361	1437
22-K	10680	9240	21525	61000	9320	23320	78250	3010	3361	1437
24-H	10840	9400	20850	55500	9440	22350	75000	3320	3361	1437
26-G	10960	9520	20100	52750	9520	21450	72500	3740	3361	1437
28-F	10960	9600	19350	48250	9560	20550	70000	4810	3361	1875
30-E	10960	9720	18900	43750	9600	19950	68250	5030	3361	2812

TABLA NUM. 5

DISEÑO DE LOS MONTANTES LONGITUDINALES DE LA TORRE.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Miembro	Suma Caso I en Kg.	Suma Caso II en Kg.	Suma Caso III en Kg.	Suma Caso I x 2	Suma Caso II x 1.25	Suma Caso III x 1.25	Esfzo. Máx. en Kg.
2-0	694	1594	674	1388	1992	842	1992
10-M	6252	38472	28992	12504	48090	35950	48090
18-M	15151	79081	88991	30302	98851	111238	111238
20-L	17978	83288	97408	35956	104110	121760	121760
22-K	18488	78048	95378	36976	97560	119222	119222
24-H	18958	73018	92558	37916	91272	115697	115697
26-G	19498	70808	90558	38996	88510	113197	113197
28-F	21006	67896	89600	42012	84870	120000	120000
30-E	22163	66673	89053	44326	83341	111316	111316

PLANEACION DE LA CONSTRUCCION.

En este capítulo se mostrará en forma general el proceso que se sigue en el método de la trayectoria crítica para lograr obtener el costo mínimo en la construcción de la línea; de ninguna manera se tratará de -- realizar el estudio en forma precisa pues ello requeriría una división de actividades mayor de las que se exponen en este ejemplo, así como la realización de varias alternativas, hasta encontrar una que resulte mas económica, también se haría necesaria la disposición de una máquina electrónica puesto que harían mas largo y tardado el estudio, finalidad que no se persigue con la presente tesis.

Por lo expuesto anteriormente no se debería considerar como reales los resultados que se obtengan, sino unicamente considerarlo en forma demostrativa.

La planeación consiste en anunciar las actividades de que está compuesto el proceso y el orden en que deben efectuarse, esta es la primera fase del método.

ACTIVIDADES DE QUE ESTA COMPUESTA LA CONSTRUCCION DE LA LINEA

1-2 Organización del Campamento, Administración, Trabajadores, Oficina.

2-3	Excavación	50 %	de la línea
3-4	Armado	50 %	de los cuerpos inferiores
3-5	Excavación	50 %	de la línea
4-6	Nivelación	50 %	de los cuerpos inferiores
5-7	Armado	50 %	de los cuerpos inferiores
7-9	Nivelado	50 %	de los cuerpos inferiores
6-8	Armado	50 %	de los cuerpos superiores
9-11	Armado	50 %	de los cuerpos superiores
8-10	tendido	50 %	del cable de guarda
11-13	tendido	50 %	del cable de guarda
10-12	tendido	50 %	del cable conductor
13-14	tendido	50 %	del cable conductor

La programación, es la elaboración de tablas o gráficas en las que se muestran los tiempos de duración, de iniciación y de terminación de las actividades que forman el proceso. La segunda fase del método es -- mostrar la secuencia de las actividades, es decir el orden que debe llevarse para ejecutar la obra y para ello se hace la llamada tabla de secuencias (tabla Núm. 6)

Como tercera fase del proceso viene la construcción de una gráfica de flechas que representa el plano para la construcción de la línea de transmisión y para ello basándose en la tabla de secuencia, se observa que la primera actividad que hay es la 1-2 (Org. Admón., oficina etc.) se lleva una flecha, ver fig. 16 que la representa, en la iniciación de ella se coloca un círculo con el número ① y en la punta se coloca otro con el número ② estos círculos sirven para representar la iniciación y terminación de las actividades y se denominan eventos. En la misma tabla se puede observar que la actividad inmediata siguiente a la 1-2 es la 2-3 (Excavación de 50 % de la línea) luego en el diagrama se lleva otra flecha a continuación de la 1-2 que representa la 2-3; volviendo al diagrama a la actividad 2-3 le sigue la 3-4 y la 3-5, actividades que se representan por medio de dos flechas que salen de nudo ③ y así sucesivamente: a la 3-4 le siguen la 4-6 y la 5-7.

Ahora las flechas punteadas que se ven en el diagrama indican que la actividad 5-7 no puede realizarse sin antes haber terminado la 3-4 esto se puede ver en la misma tabla de secuencias pero ahora leyendo por columnas: así, leyendo la columna correspondiente a la actividad 5-7 se observa que actividades le preceden inmediatamente que es la 3-4; en forma similar se sigue con la elaboración de todo el diagrama de flechas fig. 16

Como cuarta parte del proceso viene la determinación de la curva de costo directo, tiempo de cada actividad. En estas gráficas lo que se pretende mostrar es el aumento o disminución del costo directo de una actividad al aumentar o disminuir el tiempo de su realización. En las curvas hay dos tiempos característicos que son el tiempo normal que es aquel con el cual el costo directo de realización de la actividad es mínima y el tiempo límite que es aquel en el cual el costo de la realización de la actividad es infinito; entre estos dos puntos hay una infinidad de puntos pero en nuestro caso para simplificarlo nada más se consideraron los dos.

E.R

TABLA DE SECUENCIA

Actividades inmediatas precedentes	Actividades inmediatas siguientes				
		Org. Admón. Trabajadores, oficinas etc.	1-2		
		Excavación 50 % de la línea	2-3		
		Excavación 50 % de la línea	1-5		
		Nivelación 50 % de la línea	4-6		
		Nivelación 50 % de la línea	7-9		
		Armado 50 % de los cuerpos Inf.	3-4		
		Armado 50 % de los cuerpos Inf.	5-7		
		Armado 50 % de los cuerpos Inf.	6-9		
		Armado 50 % de los cuerpos Sup.	9-11		
		Tendido 50 % del cable de guarda	8-10		
		Tendido 50 % del cable Guarda	11-13		
		Tendido 50 % del cable conductor	10-12		
		Tendido 50 % del cable conductor	13-14		

Tabla Núm. 6

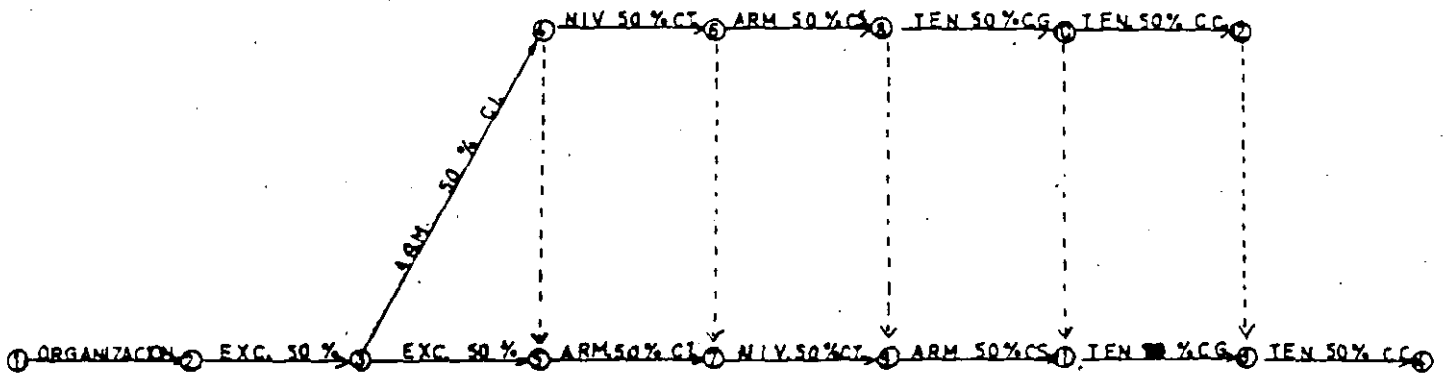
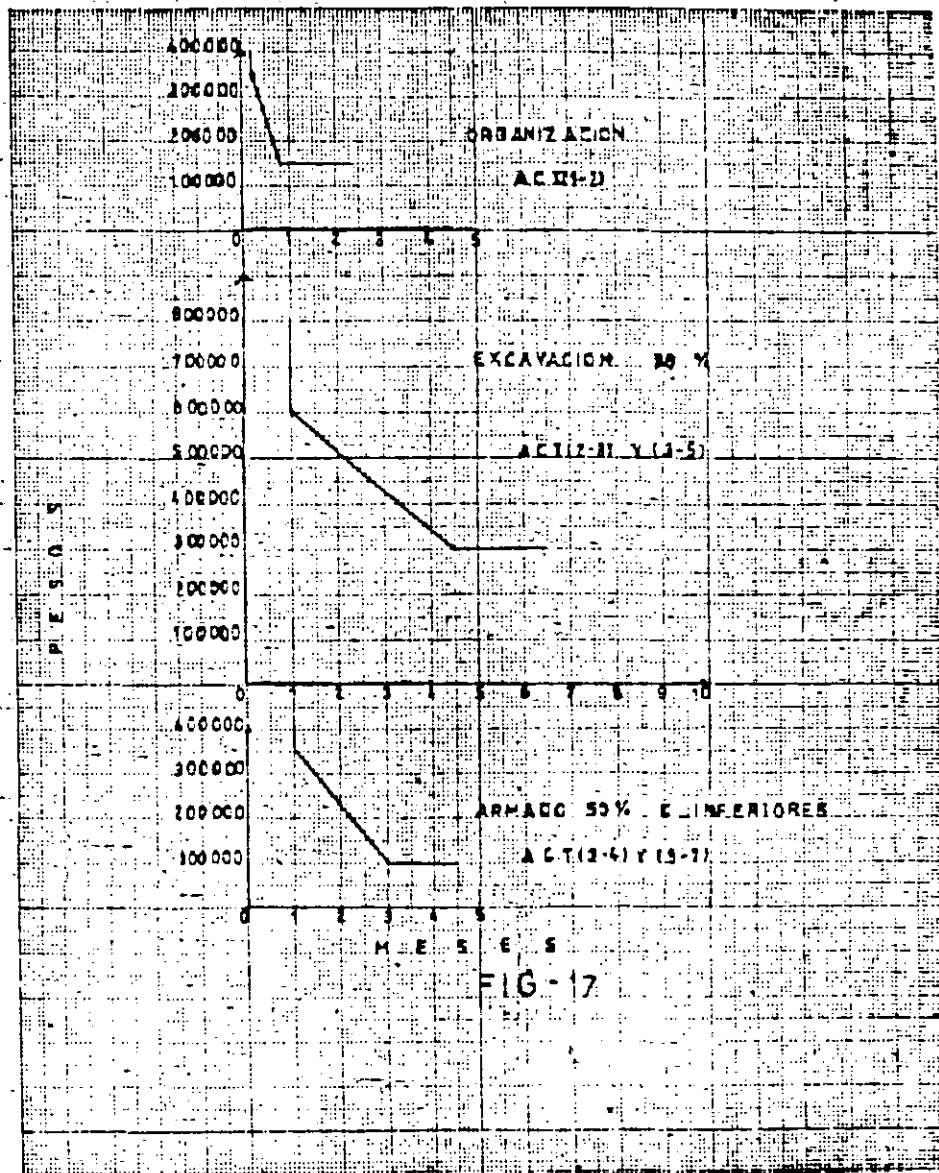


FIG. 16.

el tiempo límite y el normal y se uniran con una recta. Fig. 17.

En la presente tesis, las curvas que se encontraron no son de ninguna manera las reales, sino unicamente sacados en la construcción de otras líneas como la de Mazatepec México, que es muy similar a la de Tijuana Mexicali, y en los precios unitarios de las mismas y tiempos de duración de realización se trazaron las curvas en forma apriori que puede o no, corresponder a la real; pero como se mencionó al principio del capítulo, unicamente es para mostrar el método.

En la tabla Núm. 7 se muestran las diferentes actividades con sus correspondientes costos directos, y sus tiempos medios aproximados de su realización.



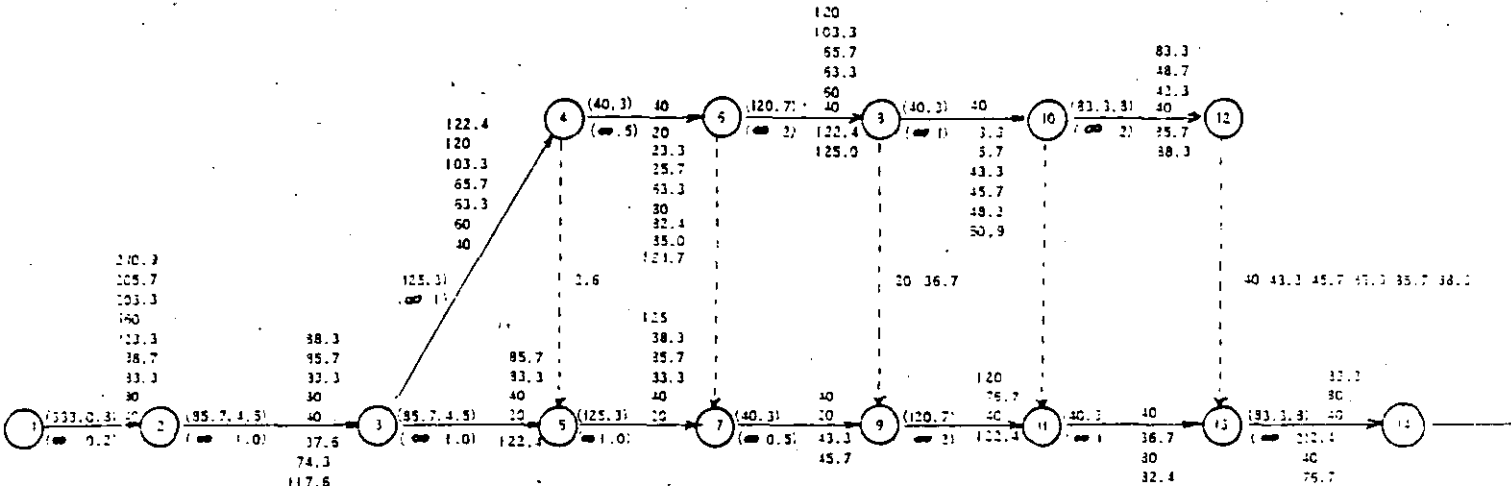
en condiciones normales y el de abajo en condiciones forzadas.

Se siguen las siguientes reglas:

- 1) El flujo sobre un ducto no puede ser mayor que su capacidad.
- 2) En todo momento, el flujo que entra a un nudo (fuente) debe ser igual al que sale del nudo.
- 3) El flujo que sale del primer nudo (fuente inicial) debe ser igual al flujo que llega al último nudo (fuente final); al nudo inicial se le llama "fuente" y al nudo final, "resumidero".

Para el caso de la línea sea la (fig. 20) la red de flujo, la actividad 1-2 tiene una capacidad de 333 en condiciones normales y una capacidad infinita en condiciones límites, la actividad 2-3 una de 85.7 en condiciones normales y una ∞ en condiciones límites. El flujo se inicia en el nudo 1 por lo que al nudo 2 en un tiempo de 0.8 llega un flujo de 333. Como la capacidad de la actividad 2-3 es de 85.7 en condiciones normales, solamente podrá pasar por lo tanto este flujo al nudo 3 en un tiempo de $4.5 + 0.8 = 5.3$ meses. Al nudo 4 llega en 8.3 meses un flujo de 85.7, ya que la capacidad de la actividad 3-4 es de 125; capacidad que es mayor que 85.7. Al nudo 6 como la capacidad normal es de 40 sólo puede llegar ese flujo en un tiempo de 11.3, y así se prosigue hasta llegar al nudo 14. Se observa que al nudo 9, como el tiempo de 18.3 es mayor que de 15.8 que es el resultado de sumar 12.8 a 3., rige el de 18.3 que viene de 8 por una capacidad de 40; lo mismo sucede en el nudo 13 en que rige el tiempo que viene del nudo 12 por ser mayor que $25.3 + 3 = 28.3$ que es el tiempo que vendría de 11. Con lo anterior se concluye que al nudo 14 se llega en un tiempo de 37.3 del nudo 13 con un flujo de 40, este flujo es el que se debe regresar por donde van indicando los paréntesis, y es el número que se va colocando a un lado de las mismas, y en esta forma se inicia nuevamente el flujo a partir del nudo 1 solo que ahora se llega al nudo 2

ETAPA 10	2.8 (3,122.1)	3.3 (4,122.1)	5.3 (7,122.1)	7.3 (8,122.7)	9.3 (10,122.7)
ETAPA 9	4.8 (3,2.6)	5.3 (4,2.6)	7.3 (6,2.6)	9.3 (8,2.6)	11.3 (10,2.6)
ETAPA 8	4.8 (3,5)	5.3 (4,5)	7.3 (6,2.4)	10.3 (8,2.4)	12.3 (10,2.4)
ETAPA 7	4.8 (3,5)	5.3 (4,5)	9.8 (9,16.7)	10.8 (8,16.7)	17.8 (13,13.3)
ETAPA 6	4.8 (3,21.7)	5.3 (4,21.7)	12.3 (6,16.7)	13.3 (8,16.7)	20.3 (13,16.7)
ETAPA 5	4.8 (3,59.3)	5.3 (4,59.3)	12.3 (6,59.3)	13.3 (8,54.3)	21.3 (10,37.6)
ETAPA 4	8.3 (3,2.4)	8.8 (4,2.4)	15.8 (6,2.4)	16.8 (8,2.4)	24.8 (10,2.4)
ETAPA 3	8.3 (3,5.7)	8.8 (4,5.7)	15.8 (6,5.7)	16.8 (8,5.7)	24.8 (10,5.7)
ETAPA 2	9.3 (3,45.7)	8.8 (4,45.7)	15.8 (6,45.7)	17.8 (8,40)	25.8 (13,40)
ETAPA 1	8.3 (3,85.7)	11.3 (4,40)	18.3 (6,40)	21.3 (8,40)	29.3 (10,40)



ETAPA 1	2.3 (1,133)	2.3 (2,35.7)	9.8 (3,85.7)	12.8 (5,85.7)	18.3 (8,40)	25.3 (9,40)	29.3 (12,40)	37.3 (13,40)
ETAPA 2	3.3 (1,293)	5.3 (2,45.7)	9.8 (3,45.7)	12.8 (5,45.7)	15.8 (7,40)	15.8 (8,45.7)	22.8 (9,85.7)	25.8 (11,40)
ETAPA 3	3.3 (1,253)	5.3 (2,5.7)	9.8 (3,5.7)	12.8 (5,5.7)	15.8 (7,5.7)	15.8 (8,5.7)	22.8 (9,11.4)	24.8 (12,5.7)
ETAPA 4	3.3 (1,249.7)	5.3 (2,2.4)	9.8 (3,2.4)	12.8 (5,2.4)	15.8 (7,2.4)	15.8 (8,2.4)	22.8 (9,4.8)	24.8 (12,2.4)
ETAPA 5	0.8 (1,247.3)	1.8 (2,247.3)	6.3 (3,65.7)	9.3 (5,65.7)	12.3 (7,20.0)	12.3 (8,54.3)	19.3 (9,74.3)	21.3 (12,37.6)
ETAPA 6	0.8 (1,209.7)	1.8 (2,209.7)	5.3 (3,65.7)	9.3 (5,65.7)	12.3 (7,20.0)	12.3 (8,16.7)	19.3 (9,16.7)	20.3 (11,16.7)
ETAPA 7	0.8 (1,173.0)	1.8 (2,173.0)	5.3 (3,45.7)	9.3 (5,45.7)	9.8 (7,45.7)	16.8 (9,43.3)	17.8 (11,43.3)	19.8 (13,43.3)
ETAPA 8	0.8 (1,129.7)	1.8 (2,129.7)	6.3 (3,2.4)	9.3 (5,2.4)	9.8 (7,2.4)	11.8 (9,2.4)	12.8 (11,2.4)	14.8 (13,4.8)
ETAPA 9	0.8 (1,127.3)	1.8 (2,127.3)	4.8 (4,2.6)	7.8 (5,2.6)	8.3 (7,2.6)	10.3 (9,2.6)	11.3 (11,2.6)	13.3 (13,5.2)
ETAPA 10	0.8 (1,122.1)	1.8 (2,122.1)	2.8 (3,122.1)	5.8 (5,16.7)	6.3 (7,16.7)	9.3 (9,16.7)	9.3 (12,16.7)	11.3 (13,16.7)

con un flujo de $333-40 = 293$ en un tiempo de 0.8. Al nudo 4 se llega con un flujo de 45.7 en un tiempo de 8.3; ahora, el ducto normal de la actividad 4-6 se saturó debido a que su capacidad es de 40 que restadas de los 40 que se regresaron nos dá 0, por lo tanto habrá que emplear el ducto -- forzado el cual tiene una capacidad infinita por lo que podrá pasar todo el flujo que llega a 4 que es de 45.7. Al nudo 9 se llega por dos trayectorias en el mismo tiempo:

15.8 que viene de 7 con un gasto de 40 y 15.8 que viene de 8 con un gasto de 45.7. Al nudo 11 22.8 que viene de 9 con un gasto de 85.7; 85.7 es la suma de 40 y 45.7. La actividad 8-10 también se saturó en la segunda etapa. En forma similar se van saturando todos los conductos hasta llegar a la saturación de la actividad 1-2.

Esta analogía hidráulica se puede relacionar a los costos en la siguiente forma: como se puede observar en la red de flujo, la primera actividad que se saturó fue la 4-6 que es la actividad que tiene menor pendiente de todas las actividades, lo que significa que al reducir su tiempo del tiempo normal al límite el incremento de costo es el menor posible y así se van saturando siempre las actividades de menor a mayor pendiente para así obtener la curva de costo directo mínimo de todo el proceso.

La tabla No. 9 indica la forma como se traza la curva de costos. Así en la etapa 1 se tiene la columna DN que es la que indica la duración normal de todas las actividades, la columna DL que es la que indica la duración límite de todas las actividades y la columna Q que indica la pendiente o gasto de las actividades. Para la etapa 2 la columna D₁ da la diferencia de tiempos entre la terminación de la actividad y la iniciación de la actividad en la segunda etapa, diferencia que se lee en la fig. 20. La columna DN-D da la diferencia de tiempo entre la duración normal y la duración de la columna D₁ o sea la reducción de la duración de la actividad, y por último la columna ΔC es la que señala el incremento de costo debido a la reducción del tiempo de ejecución de la actividad. Las demás-

columnas indican claramente de que se trata. El renglón SA nos da la suma de los incrementos en los costos de cada etapa. El renglón C es una comprobación que se hace multiplicando la diferencia de tiempos entre el tiempo de terminación del último evento del proceso de una etapa menos el tiempo de terminación del último evento de la etapa siguiente por el flujo que llega a la última actividad.

Con los datos anteriores ya es posible trazar la curva del costo directo mínimo fig. 21 ya que a 37.3 meses corresponde el costo normal de 2080000; a 33.8 un costo de $2080000 + 140000$; a 32.8 meses $2080000 + 140000 + 80000 = 2300000$ etc. (fig. 20 y tabla 9).

El costo "indirecto" se supuso que varía en forma lineal y está representado por la recta de la fig. 21 y por último la curva que nos da el costo mínimo del proceso es haciendo la suma gráfica de las curvas de costo directo mínimo y costo indirecto fig. 21.

Como resultados del análisis se deduce que el costo mínimo del proceso es de "\$ 5.900,000.00" con su tiempo de realización correspondiente de "23 meses" fig. 21.

Como se mencionó en un principio, estos resultados no deben considerarse como reales, y lo único que se pretendió fue mostrar el método de la trayectoria crítica con un ejemplo.

101

C A P I T U L O IV

PROCESO DE CONSTRUCCION.

4.1 - METODO DE CONSTRUCCION PARA EL TRAZO Y LOCALIZACION.

En este capítulo se hablará de los procedimientos de construcción -- que se siguen desde la iniciación hasta la terminación de la línea de -- transmisión.

Al contratista, o al constructor, se le entregan los planos con la -- localización y perfil de la línea que la C.F.E. levantó al hacer su pro-- yecto y se le encomienda, como su primera función previa a la construc-- ción, hacer la relocalización y fijar la mojonera de cada torre.

Esta relocalización se hace a base de estadía, aprovechando los pla-- nos que indican el trazo, y se van comprobando si concuerda con la de la -- C.F.E.

El procedimiento es el siguiente: se coloca el tránsito, previamen-- te corregido, en un punto definido de la línea, como podría ser la mojon-- ra No. 1 en la Subestación de Rosarito, B.C., y se visa otro punto de la -- primera tangente para tener el primer alineamiento, que se va prolongando a base de una serie de banderas o balizas a lo largo del mismo, hasta lle-- gar a la primera deflexión. En esta deflexión y de acuerdo con los planos.

se mide el ángulo de la deflexión para localizar así la siguiente tangen-- te cuya localización se va comprobando con la hecha por la C.F.E.

Conocido el alineamiento general de la línea, se procede a hacer la -- brecha, que consiste en hacer una limpia del terreno, en una anchura de -- 20 m. y a lo largo de la línea para evitar que posibles obstáculos, como -- árboles o arbustos pudieran provocar una descarga eléctrica; la brecha -- también tiene la función de permitir hacer el tendido de los conductores -- con mayor facilidad.

El procedimiento que se sigue para su realización es organizando -- una cuadrilla de trabajadores que cortan y amontonan el producto de árboles -- y arbustos; utilizando como herramienta el machete, el hacha y en ocasiones -- sierras accionadas con un pequeño motor de gasolina.

Una vez que se conoce el alineamiento y se tiene la brecha, se proce-- de a comprobar el perfil que levantó la C.F.E. y a relocalizar las mojon-- ras de cada torre.

El perfil se levanta usando el método de Estadía pues la precisión -- que se necesita no es muy rigurosa, y en forma general es como sigue:

Se coloca el aparato sobre un punto de la tangente de la cual se -- quiere levantar el perfil; se alinea aprovechando las banderas y balizas, -- y se determinan, con estadía, distancias y desniveles de puntos espaciados -- unos 30 m. como promedio. El registro de campo que se lleva es el siguien-- te:

Tangente	Lectura estadimétrica			Círculo	Círculo	Rumbo	Dist.	Desnivel
	H. sup.	H. media	H. inf.	Vert.	Horz.	Observ.	Horz.	

Con los datos de campo, se dibuja el nuevo perfil en el gabinete, que -- deberá coincidir con el levantado por la C.F.E. En caso de discrepancias -- apreciables habrá necesidad de hacer nuevo proyecto de localización de las -- torres en el dibujo, y de relocalización en el campo.

En terrenos con pendiente transversal fuerte, es necesario levantar perfiles paralelos al del eje de la línea y a 10 ó 15 m de separación, para comprobar que los conductores no se acercan al terreno mas de lo debido.

Para la relocalización de las mojoneras, conociendo la distancia a la que deben estar una de otra según el proyecto se va comprobando si efectivamente así están colocadas en el campo. Esto se hace simultáneamente al levantamiento del perfil. La varilla o marca central que se coloca en estas mojoneras define donde debe quedar el centro de la torre.

LOCALIZACION DE EXCAVACIONES PARA LAS PATAS DE LAS TORRES.

Ya relocalizados las mojoneras, se procede a colocar las estacas que indican donde deben hacerse las excavaciones de cada una de las patas de las torres; se hacen generalmente de sección cuadrada aunque el cimientode la torre "o parrilla", tiene un lado ligeramente mas largo que el otro. Para fijar dichas estacas, se calculan unas tablas que dan la distancia horizontal que debe haber de la varilla de la mojonera a los vértices más cercano y más lejano del cuadrado de la excavación para la pata. Estas distancias dependen del tipo de la torre y de las extensiones que tenga la pata y se calculan usando las dimensiones de las torres que aparecen en los planos de las torres que proporcionan los fabricantes; la Fig. 22, muestra un ejemplo de dichas tablas.

Para la localización se coloca el tránsito en el centro de la mojonera de la torre, con los 0° en coincidencia, se alinea según la tangente, y a partir del cable de la plomada y con el alineamiento de 45° se miden las distancias que están indicadas en el plano de la Fig. 22, colocándose las correspondientes estacas con lo que quedan localizadas dos esquinas del cuadrado de la excavación; para localizar las otras dos esquinas, se usa un cordel con dos nudos a una distancia igual a dos veces el lado del cuadrado y con un nudo central. Los extremos se hacen coincidir con las estacas, se tiende el cordel y el nudo central define los otros vértices del cuadrado, donde se colocan otras estaquitas.



FIG 25

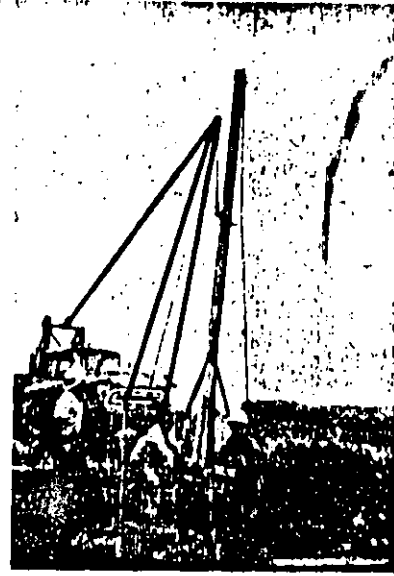


FIG 27

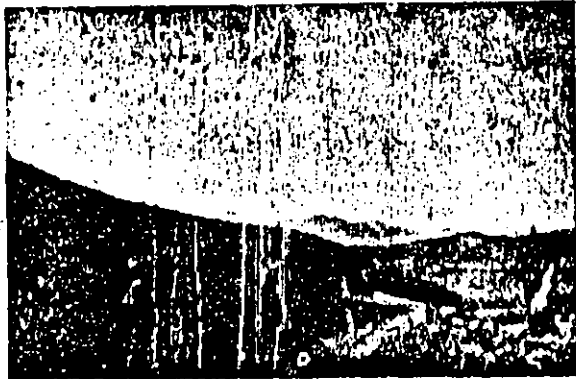


FIG 26



FIG 28

011



FIG 29



FIG 30

ja o con un camión equipado con ella, se levanta del suelo (Fig. 27) y se introduce en la excavación (Fig. 28). Introducidos en la excavación los cuatro esquineros, se procede al armado de todo el cuerpo inferior bajando los ángulos del cuerpo de acuerdo con los planos, como se ilustra con la (Fig. 29) y (Fig. 30); el acomodamiento de los ángulos del cuerpo inferior se hace a mano, es decir los trabajadores son los que levantan y unen las diferentes piezas de que está constituido.

En esta forma queda armado el cuerpo inferior, pero no queda exactamente centrado con respecto a la mojonera y además está descuadrado y no nivelado; es decir, que el plano que forma el cuadrado del cerramiento del cuerpo inferior no está horizontal y el propio cerramiento tiene la forma de rombo en vez de cuadrado, (Fig. 31). Es indispensable que el cuerpo inferior esté nivelado y cuadrado, para que tenga éxito el armado de todos los cuerpos superiores, pues de no ser así, podría darse el caso que al llegar a los últimos cuerpos no "cerraran", cosa que haría que se tuviera que desarmar toda la torre, nivelarla nuevamente y volver a armar con todas las consecuencias que ésto implicaría.

4.4 - METODOS DE CONSTRUCCION PARA EL NIVELADO DE TORRES.

Para nivelar un cuerpo inferior se sigue el siguiente procedimiento: Se hacen coincidir los ceros, se centra y nivela el tránsito en la mojonera, se alinea conforme al alineamiento de la línea o a la bisectriz del ángulo en caso de torres de deflexión, se comprueba el alineamiento dando vuelta de campana y se gira 45° debléndose ver, uno de los esquineros del cuerpo inferior que previamente se ha levantado ligeramente, suspendiéndolo de una viga atravesada sobre la excavación. Sobre el esquinero, a la altura de la visual del anteojo estando éste nivelado, se coloca una señal; se mide la distancia que hay del cerramiento a la señal, y se mide esta misma distancia en los tres restantes esquineros trazando en ellos una delgada marca; enseguida el tránsito se gira 90° , si la visual del hi

lo horizontal no coincide con la marca en el esquinero, quiere decir que no están a la misma altura las dos señas, por lo que habrá que levantar - el segundo esquinero hasta que quede al mismo nivel del primero y una vez logrado eso; y para que quede en esa posición, habrá que suspender el segundo esquinero y rellenar abajo de la parrilla con algún material duro; - el mismo procedimiento se sigue con los otros dos esquineros y habrá que ir checando si no se desnivelan los otros esquineros durante todas las ma niobras.

Ahora, ya nivelado el cuerpo inferior hay que centrarlo y encuadrarlo.

Para ello, previamente se calcula, basándose en las medidas de los planos que proporcionan los fabricantes de las torres, la distancia que debe haber del centro de la torre al centro del esquinero a una altura -- prefijada en él. Esta distancia varía con el tipo de las torres y con el largo de las extensiones de las patas. La tabla No. 10, es un ejemplo -- que muestra el cálculo de las distancias citadas.

Aprovechando el mismo tránsito y conocidas las distancias que debe haber del hilo de la plomada a un determinado punto de los esquineros a base de una cinta se mide esa distancia y se mueve el esquinero hasta lograrla en forma muy precisa (Fig. 32 y 33); lo mismo se hace con las otras tres patas. Claro que todos estos movimientos pueden hacer que se desnivelen o que se muevan los otros esquineros por lo que será necesario ir afinando por aproximaciones sucesivas, hasta lograr la completa nivelación alineamiento, y cuadratura de todo el cuerpo (Fig. 34). La precisión requerida es muy grande, del orden de 2 mm. tanto en nivel como en las distancias.

4.4 a ARMADO DE LOS CUERPOS SUPERIORES.

Nivelado el cuerpo inferior, se procede a rellenar las cepas con el producto de las excavaciones bien compactado, y el siguiente paso es el armado de los cuerpos superiores.



FIG 31

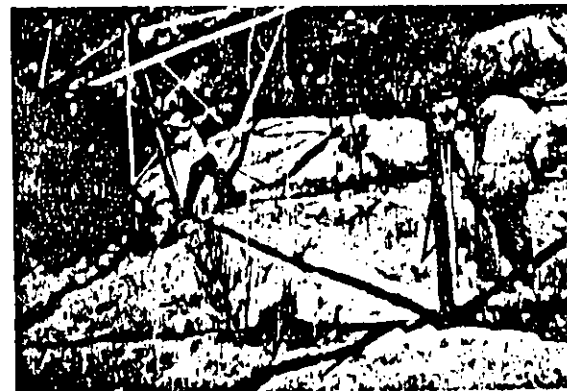


FIG 32

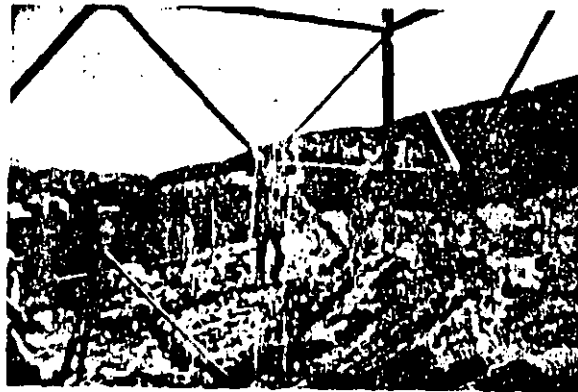


FIG 33

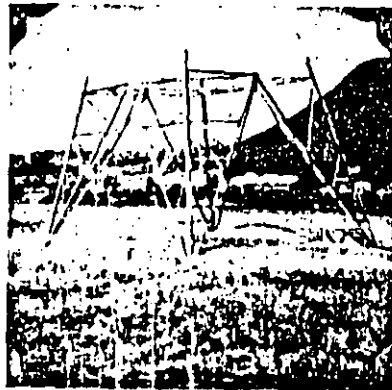


FIG 34

Para armar los cuerpos superiores, ya hay necesidad de usar una pluma, que debe ser lo más ligera posible, por lo que generalmente se emplea un poste de madera (aunque a veces se usa un tubo de aluminio o una columna de ángulos con celosía), que en uno de sus puntos tiene una polea por la cual pasa un cable que sirve para levantar las piezas que van a constituir la torre. Para evitar que las cargas o el viento que actúan sobre la pluma vayan a producir momentos flexionantes que puedan romperla; se colocan unos contravientos que consisten en unos cables de manila o de acero, que se fijan a la punta de la pluma y que se amarran en la otra punta, dándole varias vueltas, a unas barras de acero, llamadas "puntillas", que se clavan firmemente en el piso como puede verse en varias de las figuras.

Para armar el segundo cuerpo se coloca la pluma en el piso como se ilustra en la (Fig. 35), con todo y sus contravientos; se levantan semiarmados previamente en el suelo las piezas como se puede ver la (Fig. 36- y 37) en la que se acaba de subir una de las caras del segundo cuerpo que es la que están atornillando.

Para los cuerpos más superiores ya hay necesidad de ir levantando la pluma conforme se va avanzando en el armado de la torre; así, para el tercer cuerpo, habrá que levantarla hasta la altura mostrada en la (Fig. 38- y 39), con objeto de que la parte alta de la pluma quede lo suficientemente alta para que haya libertad de colocar las piezas. Las plumas se levantan por medio de una polea en su parte inferior, en la que se hace pasar un cable cuya otra punta se fija en la parte más alta ya armada de la torre; al tirar del cable, la pluma se levanta y se fija a uno de los esquineros, como se muestra en la (Fig. 40).

Para los cuerpos de esquineros verticales el procedimiento es muy similar al anterior; colocando la pluma en uno de los esquineros con sus respectivos contravientos. Para el armado de estos cuerpos ya hay posibilidad de subir las caras completas debido a su menor peso (Fig. 41).

Armados todos los cuerpos de las torres, el siguiente paso es la co-

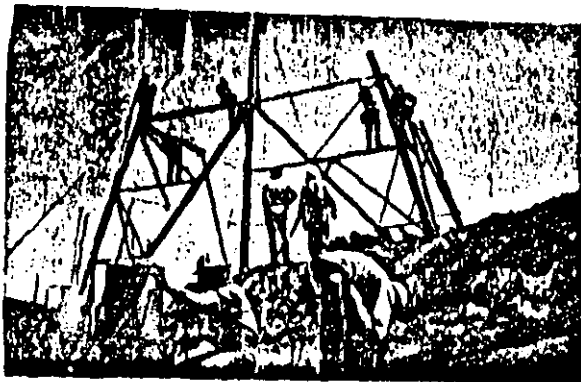


FIG 35

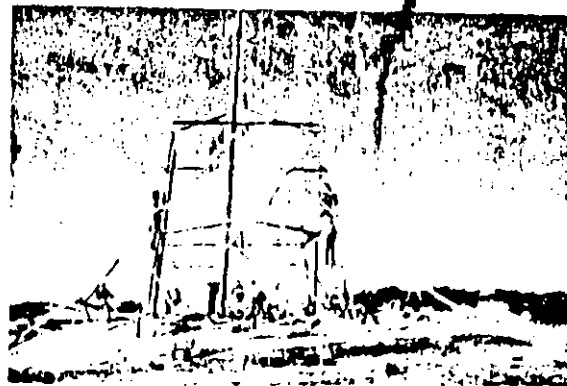


FIG 37

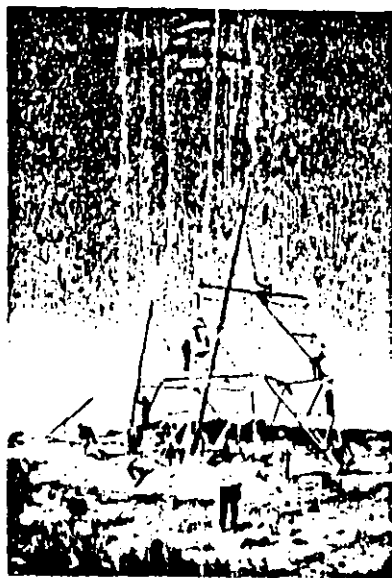


FIG 36



FIG 38

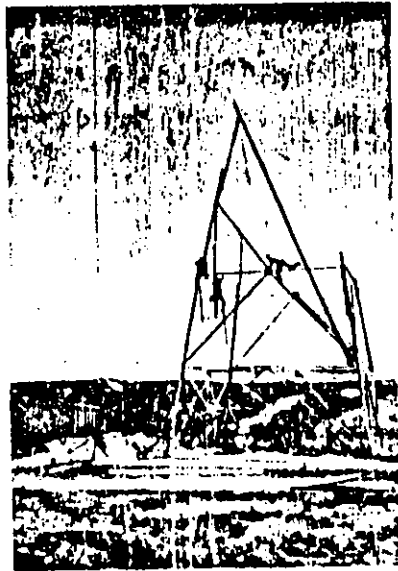


FIG 39

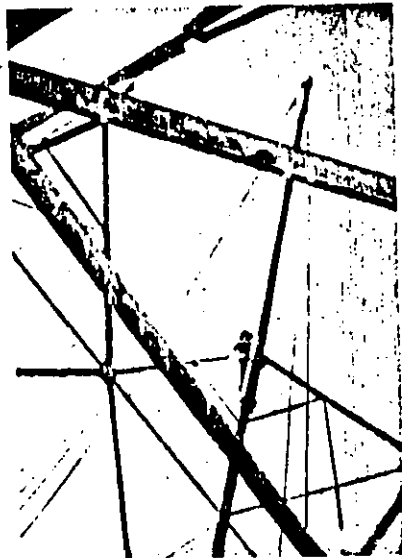


FIG 40

locación de las crucetas: lo primero que se hace es armar las crucetas en el piso, siempre de acuerdo con las de los planos del fabricante, se levantan las dos crucetas superiores (Fig. 42) por medio de la pluma y las otras cuatro, por medio de una polea que se coloca en la cruceta superior y un cable que pasa a través de ellas, (Fig. 43 y 44).

En la (Fig. 44) se muestra una torre armada completamente.

4.5 - METODOS DE CONSTRUCCION PARA EL TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLES. TENDIDO Y TENSIONADO DEL CABLE DE GUARDA.

Los sistemas que se emplean en el tendido del cable de guarda varían dependiendo de muchos factores.

Cuando se trate de terreno en el cual no pueden entrar vehículos motorizados, se colocan los carretes en unos portacarretes y se organizan unas cuadrillas de trabajadores para desenrollar el cable jalándolo y conforme se va desenrollando se va aumentando el número de trabajadores, pues se va requiriendo mayor fuerza de tracción.

Otro sistema para el tendido del cable de guarda es colocando los carretes sobre los portacarretes, y la tracción se hace con un camión o tractor en vez de hacerla con hombros; este sistema se emplea cuando existe la posibilidad de que puedan transitar los vehículos. En este caso, también se puede subir el carrete y su portacarrete al camión; se fija la punta del cable y al alejarse el camión a lo largo de la línea, va cayendo al cable sobre el piso; con la ventaja de que el cable no se arrastra.

Tendido en el piso el cable de guarda, el siguiente paso es levantarlo para colocarlo dentro de las poleas que de antemano se colocan en las esquinas de las crucetas superiores. Las poleas que se usan se denominan de "candado" o "patezcas" y tienen una bisagra que permite abrir o separar el gancho de suspensión del soporte de la polea, por lo que se puede sacar el cable lateralmente.

Ya colocado el cable del guarda dentro de las poleas, viene el ten-

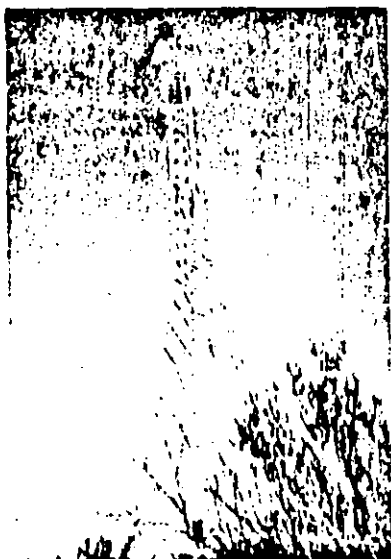


FIG 41

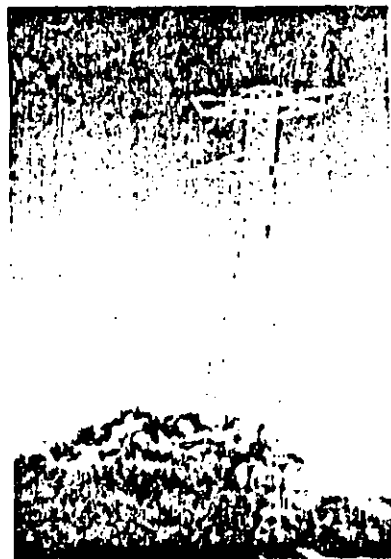


FIG 42

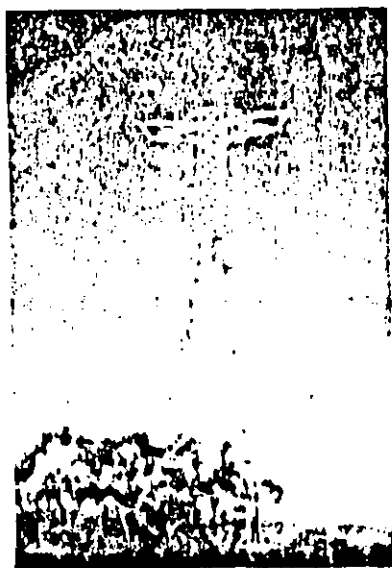


FIG 43

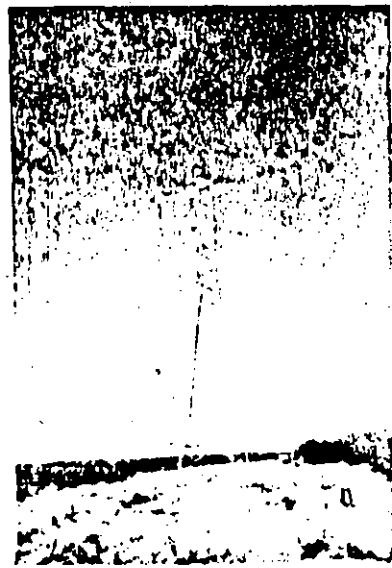


FIG 44

ensionado del mismo, que puede hacerse o bien a base de un vehículo o bien empleando un malacate. El primer sistema es como sigue: a un camión o tractor se le fija un cable de acero como de treinta metros de largo y en la punta de éste se le coloca un tensor apropiado para el cable de guarda (los tensores son unos mecanismos, con dos caras paralelas que se acercan a manera de mordazas, que sirven para hacer la unión temporal de dos cables; tienen la propiedad de que entre más fuerte es la tensión que se esté aplicando a los cables unidos por este sistema, más aprietan las mordazas y por lo tanto es más difícil la separación); hecha la unión del cable de acero con el cable guarda, se inicia el movimiento del vehículo hasta que el cable tome la flecha correspondiente al claro entre las torres donde se mida, y a la temperatura reinante en ese instante. Cuando en vez de medir flechas se usa el procedimiento de "tensión", se emplea un dinamómetro intercalado en el cable, entre el camión y el tensor. En el capítulo No. II, se indicó como se calculan las tablas que dan las flechas o la tensiones en función de los claros y temperaturas.

En la tabla No. II, están indicadas las tensiones que se deben dar al cable para los claros formados entre diferentes torres y para diferentes temperaturas. Por ejemplo, entre las torres 252 y 253 existe un claro horizontal de 718 metros y para una temperatura de 20° se debe dar una tensión al cable de 1566 Kg.

Tensionado el cable de guarda a la tensión debida, el siguiente paso es sacarlo de las poleas para colocarlo en la posición definitiva; se emplea para ello un herraje muy sencillo en forma de cuello de cisne como el que se ve en la (Fig. 45), que se aprieta temporalmente en la parte superior de las crucetas, y por medio de un montacargas se levanta el cable y se coloca dentro del soporte especial llamado "clema", para que quede permanentemente instalado y fijo el cable de guarda a la cruceta de la torre.

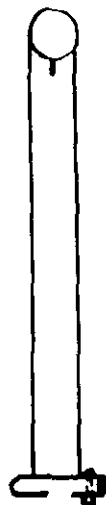
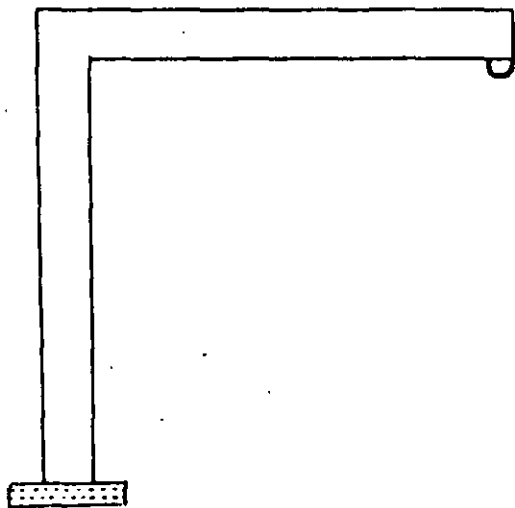


FIG 45

LINEA AEREA 115KV TIJUANA - MEXICALI
TENSIONES de ARREGLO

Oblig de Guarda Acero galv. 0.012 mm²

Sección	Nº de las torres	Vano de cálculo	Temperaturas								
			3°	5°	10°	15°	22°	25°	30°	35°	
29	123 - 131	437	1645	1627	1605	1585	1569	1552	1532	1516	1500
30	131 - 144	460	1638	1621	1601	1583	1569	1553	1535	1520	1506
31	144 - 155	457	1639	1622	1602	1583	1569	1552	1534	1519	1505
32	155 - 158	493	1630	1615	1597	1580	1569	1554	1537	1524	1512
33	158 - 153	440	1644	1626	1605	1585	1569	1552	1532	1516	1501
34	183 - 198	444	1643	1625	1604	1584	1569	1552	1533	1517	1502
35	198 - 203	558	1617	1605	1590	1578	1569	1555	1543	1532	1521
36	203 - 211	517	1625	1611	1594	1579	1569	1554	1540	1527	1516
37	211 - 215	528	1622	1609	1592	1579	1569	1554	1541	1529	1518
38	215 - 218	512	1626	1612	1594	1579	1569	1554	1539	1527	1515
39	218 - 224	487	1631	1617	1597	1581	1569	1554	1537	1523	1511
40	224 - 234	495	1630	1615	1596	1580	1569	1554	1538	1525	1513
41	234 - 239	444	1643	1625	1604	1584	1569	1552	1533	1517	1502
42	239 - 245	427	1648	1629	1607	1586	1569	1551	1531	1514	1498
43	245 - 247	452	1641	1623	1603	1584	1569	1552	1534	1518	1504
44	247 - 249	297	1714	1677	1637	1602	1569	1537	1506	1479	1450
45	249 - 251	463	1637	1621	1601	1583	1569	1553	1535	1520	1506
46	251 - 252	833	1588	1582	1577	1571	1566	1559	1553	1548	1543
47	252 - 253	718	1597	1589	1581	1573	1566	1560	1550	1542	1535
48	253 - 255	415	1652	1632	1609	1587	1569	1550	1529	1511	1494
49	255 - 256	770	1594	1587	1580	1573	1567	1560	1553	1547	1541
50	256 - 258	478	1634	1618	1598	1581	1569	1553	1536	1522	1509
51	258 - 262	541	1620	1607	1591	1578	1569	1555	1542	1530	1519
52	262 - 264	510	1626	1612	1595	1580	1569	1554	1539	1527	1515
53	264 - 266	402	1657	1636	1612	1588	1569	1549	1528	1508	1490
54	266 - 281	433	1646	1622	1606	1585	1569	1551	1532	1515	1499
55	281 - 282	240		1709	1657	1611	1568	1525	1486	1451	1414
56	282 - 312	453	1640	1623	1602	1584	1569	1552	1534	1518	1504

LABLA

N. 11

16560

C.G.E.E Paris 214/4530/111

Fecha

Novembre 1962

17314
gr. 4/10/10

TENDIDO Y TENSIONADO DEL CABLE CONDUCTOR.

Previamente al tendido del cable, los carretes del cable deberán estar colocados a lo largo de la línea en tal forma de que al iniciar el tendido no haya necesidad de hacer posteriormente maniobras innecesarias - que puedan aumentar el costo del tendido.

Instalados los carretes en el lugar correcto a lo largo de la línea, se puede ya iniciar el tendido del cable conductor, en forma similar a la del tendido del cable de guarda: se montan los carretes en los portacarretes (Fig. 46), se hace el tendido jalando la punta del conductor con un camión o tractor si el terreno lo permite, o en caso contrario con bajadores. En ambos casos se debe tener mucho cuidado de que el conductor por ningún motivo se vaya a maltratar.

En terreno muy plano, cuando el camión puede caminar a lo largo de la línea, hay la posibilidad de montar el portacarrete con el carrete en el camión y en esta forma ir desenrollando el conductor fijando la punta del conductor, este sistema tiene la ventaja de que el cable no se arrastra.

Al terminar el tendido del conductor de un carrete (los carretes tienen de 1 a 3 Km. de conductor) hay que unir su extremo final, con el inicial del siguiente carrete.

Como el cable conductor está formado por un cable de aluminio con un núcleo de acero, para unir las dos puntas citadas se une el aluminio y el acero en la forma que a continuación se explica: a cada una de las puntas se le quita el aluminio en una longitud aproximada de diez centímetros hasta llegar al cable de acero, (antes de hacer la unión del acero - habrá necesidad de meter el empalme de aluminio pues de otra manera hecha la unión no habrá posibilidad de hacerlo (Fig. 47). Para unir las dos puntas de acero se introducen dentro de un tubito de fierro maleable galvanizado, que se comprime a una presión enorme con los dados de una prensa de aceite de 100 tons. (Fig. 47 y 48); unido el cable de acero, a con-



FIG 46



FIG 47



FIG 48

tinuación habrá que unir el aluminio; corriendo el empalme hasta que el centro del mismo coincide con el centro del tubito compresor del cable de acero y por último se comprime el empalme de aluminio con la prensa de aceite. Naturalmente, el tamaño y forma de los dados que se empleen, deben ser apropiados para cada tamaño de cable de acero y de aluminio, para que al deformarse los empalmes con la presión, opriman fuertemente al cable y al conductor y formen una unión inseparable.

Cuando se tiene un tramo de conductor tendido y empalmado de suficientemente longitud, se procede a levantarlo para lo cual se coloca el conductor dentro de las poleas especiales para el tensionado (Fig. 49), y ya con el conductor dentro de la polea se levanta éste, empleando o bien un camión (Fig. 49) o bien una cuadrilla de trabajadores. Una vez que la polea con todo y conductor ha llegado a la parte inferior de la cadena de aisladores se fija en ella, (Fig. 50). El mismo procedimiento se sigue con los seis conductores hasta completar el tramo de suficientemente largo, en el que se vá a dar la tensión (Fig. 51).

El largo de los tramos de tensionado pueden llegar a 10 Km. o más, aunque en ocasiones, el tiempo conjunto empleado para dar la tensión y fichas correctas en una determinada longitud, se reduce empleando tramos más cortos, aunque más numerosos.

Los extremos del tramo pueden estar localizados en diversa forma: el extremo donde están fijos los conductores, puede ser una torre de anclaje y el extremo donde se está dando la tensión "jalando" también puede ser torre de anclaje; este caso es poco frecuente, pues generalmente hay obstáculos como otras líneas, carreteras, etc., que obligan a dar "jalones" más cortos, pueden existir algunas torres de reflexión y tensión intermedias, o simplemente por la separación que existe entre las dos torres de anclaje, impide comunicarse con la suficiente eficiencia para poder llevar con éxito el tensionado. Todos estos motivos obligan a que muchas veces haya necesidad de dar las tensiones en tramos comprendidos entre: una torre de anclaje y una de tensión, entre dos torres de tensión-

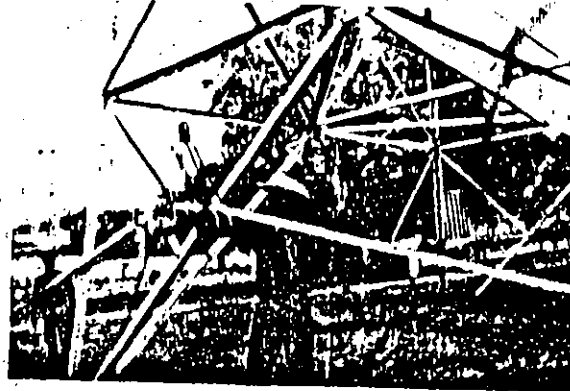


FIG 49



FIG 50

bles de guarda sin necesidad de colocar algún elemento para contrarrestar este jalón, pues dichas torres están diseñadas con la resistencia necesaria para ello.

Si el tramo está formado, por ejemplo, entre una torre de anclaje y una de tensión, en la cual se está dando el jalón, el procedimiento es similar al anterior hasta llegar al momento en que se enclamen en la torre de tensión dos conductores, que es el máximo jalón obrando hacia un solo lado, que en forma segura resiste este tipo de torre.

Después sobre el cuerpo de la torre se amarra la punta de un cable de acero llamado retenida, al que se le aplica una tensión igual al doble de la tensión de dos conductores, pero en el sentido opuesto a la dirección del jalón de los dos conductores ya enclenados, por lo que habrá una tensión no equilibrada en ese sentido equivalente a la de dos conductores, que la resiste bien la torre. La otra punta de la retenida se ancla en un muerto previamente enterrado en el piso. Finalmente, se procede a enclenar los cuatro conductores restantes.

La retenida provisional mencionada, se retira cuando se haya dado la tensión o la flecha en el tramo siguiente de tensionado.

C A P Í T U L O

C O M E N T A R I O S

Al igual que cualquiera obra de Ingeniería, en la construcción de una línea de transmisión, lo primero que debe hacerse antes de iniciarla es formular un programa y organizar los trabajos. De ello dependerá en gran proporción que la obra se ejecute dentro del tiempo que se desee y dentro de la mejor economía. En este capítulo se señalan a grandes rasgos algunos aspectos de estos asuntos a saber:

V-A). Programa de avances y de erogaciones.

V-b). Organización de los trabajos,
(Personal, campamentos y almacenes).

V-c). Equipo de construcción.

V-d). Algunas sugerencias e innovaciones relativas al proyecto o construcción de una línea.

V-a). PROGRAMA DE AVANCES Y DE EROGACIONES. RUTA CRÍTICA.

Ultimamente la CFE está empleando el método de la trayectoria crítica con muy buenos resultados con objeto de controlar las obras y lograr terminarlas en el tiempo especificado. (Ver Cap. III)

A continuación se explica el método que la CFE tiene planeado aplicar para controlar la construcción de una línea de transmisión.

Como primer paso se debe obtener una información precisa, de los fabricantes de materiales para la línea, acerca de las fechas en que harán la entrega de los diferentes materiales que la constituyen con lo que se sabrá cuando estarán a disposición de los contratistas los materiales y así poder iniciar determinados trabajos.

También es necesario conocer la duración de las diferentes actividades que constituye la construcción de la línea. A continuación se exponen algunas actividades que requiere la construcción de una línea, así como los rendimientos unitarios que pueden esperarse en su desarrollo.

Principales actividades para la realización completa de una línea de transmisión:

- Anteproyecto general de la línea y de su trazo.
- Trazo de la línea.
- Diseño de cimentaciones especiales.
- Diseño de bases.
- Diseño de cuerpos de torres.
- Diseño de herrajes y aisladores.
- Diseño de tierras.
- Diseño de hilos de guarda.
- Diseño de conductores.
- Diseño de separadores y amortiguadores.
- Instalación de almacenes.
- Fabricación y envío hasta almacén de materiales para cimentación.
- Fabricación y envío hasta almacén de bases de torres.
- Fabricación y envío hasta almacén de cuerpo de torres.
- Fabricación y envío hasta almacén de herrajes y aisladores.
- Fabricación y envío hasta almacén de tierras.
- Fabricación y envío hasta el almacén de hilos de guarda.
- Fabricación y envío hasta almacén de conductores.

Fabricación y envío hasta almacén de separadores y amortiguadores.
Instalación de campamentos, oficina, obtención de trabajadores y transportes.

Comprobación del perfil y localización de las torres.

Levantamiento y sondeos del sitio de cada estructura.

Amojonamiento de cada torre.

Brecha general de acceso y algunos accesos a torres.

Amojonamiento para excavaciones.

Transporte de materiales para excavaciones.

Ejecución de las excavaciones.

Instalaciones del sistema de tierras.

Plantillas de concreto pobre para cimientos de acero.

Concreto simple para cimientos de torres.

Refuerzo para concreto en los cimientos de torres especiales.

Transporte de cuerpos inferiores.

Montar y armar cuerpos inferiores.

Nivelar cuerpos inferiores.

Relleno y apisonado en cimentaciones.

Transporte de cuerpos superiores.

Montar cuerpos superiores.

Vestir torres colocación de herrajes y aisladores.

Transporte de carretes de hilo de guarda.

Tender hilos de guarda.

Colocar poleas.

Tensionar hilos de guarda.

Quitar poleas y fijar cable de guarda a la torre.

Transporte de carretes de cable conductor.

Tender cable conductor.

Colocar poleas.

Tensionar cable conductor.

Quitar poleas, envarillar y enclamar cable conductor.

Revisión completa de la línea.

Instalar vibrógrafos y remitir datos a México.

Estudio de datos de vibraciones.

Colocar amortiguadores.

Comprobar efecto de los amortiguadores.

Pruebas de aislamiento con Meger.

Pruebas con voltaje.

Entrega y recepción de la línea.

RENDIMIENTOS APROXIMADOS PARA ALGUNAS ACTIVIDADES:

Excavaciones en roca para una torre con una cuadrilla de ocho hombres: 6 días.

Excavaciones en tepetate para una torre con una cuadrilla de ocho hombres: 3 días.

Excavaciones en tierra para una torre con una cuadrilla de ocho hombres: 1 día.

Montar cuerpos inferiores en terreno plano con una cuadrilla de doce hombres: 4 cuerpos/día.

Montar cuerpos inferiores en terreno montañoso con una cuadrilla de doce hombres: 2 cuerpos/día.

Nivelación cuerpos inferiores en terreno plano con un topógrafo y 6 hombres: 4 cuerpos/día.

Nivelación cuerpos inferiores en terreno montañoso con un topógrafo y seis hombres: 2 cuerpos/día.

Relleno de excavaciones en terreno plano con una cuadrilla de ocho hombres y un cabo: 4 torres/día.

Relleno de excavaciones en terreno montañoso con una cuadrilla de ocho hombres y un cabo: 2 torres/día.

Armado de los cuerpos superiores de una torre de suspensión con una cuadrilla de 14 hombres: 1 1/2 día.

Armado de los cuerpos superiores de una torre de anclaje con una cuadrilla de 17 hombres: 3 días.

Tendido y tensionado de cable de guarda 5 Km. por día.

Tendido y tensionado del Cable conductor 1 Km. por día.

Otros factores que se necesitan conocer son: Las fechas en que podrá el contratista iniciar las actividades, tomando en cuenta que algunas pueden atacarse simultáneamente y otras sólo pueden iniciarse después de terminados previamente algunos trabajos.

Teniendo la recopilación de todos los datos se hizo un diagrama de flechas en la forma que a continuación se explica:

Como principales actividades se consideraron:

- 1.- Excavaciones y desmontes.
- 2.- Transporte de materiales para tierras y cimientos.
- 3.- Instalación de materiales para tierras y cimientos.
- 4.- Transporte de patas y cuerpos inferiores.
- 5.- Montar, nivelar y fijar cuerpos inferiores.
- 6.- Transportar superestructuras.
- 7.- Montar superestructuras.
- 8.- Transportar hilos de guarda.
- 9.- Montar hilo de guarda.
- 10.- Transportar aisladores y herrajes.
- 11.- Vestir torres.
- 12.- Transportar conductores.
- 13.- Tender y tensionar conductores.
- 14.- Transportar separadores y amortiguadores.
- 15.- Colocar separadores y Amortiguadores.
- 16.- Pruebas de conjunto.

Cada actividad se subdividió en cinco secciones con objeto de hacer una secuencia de actividades en tiempos más cortos con lo que se formó el "cuadro de secuencias" mostrado en la figura 53.

Las letras minúsculas a, b, c, d, e, f, g, son actividades de entrega al contratista (con su duración) de los materiales necesarios para las

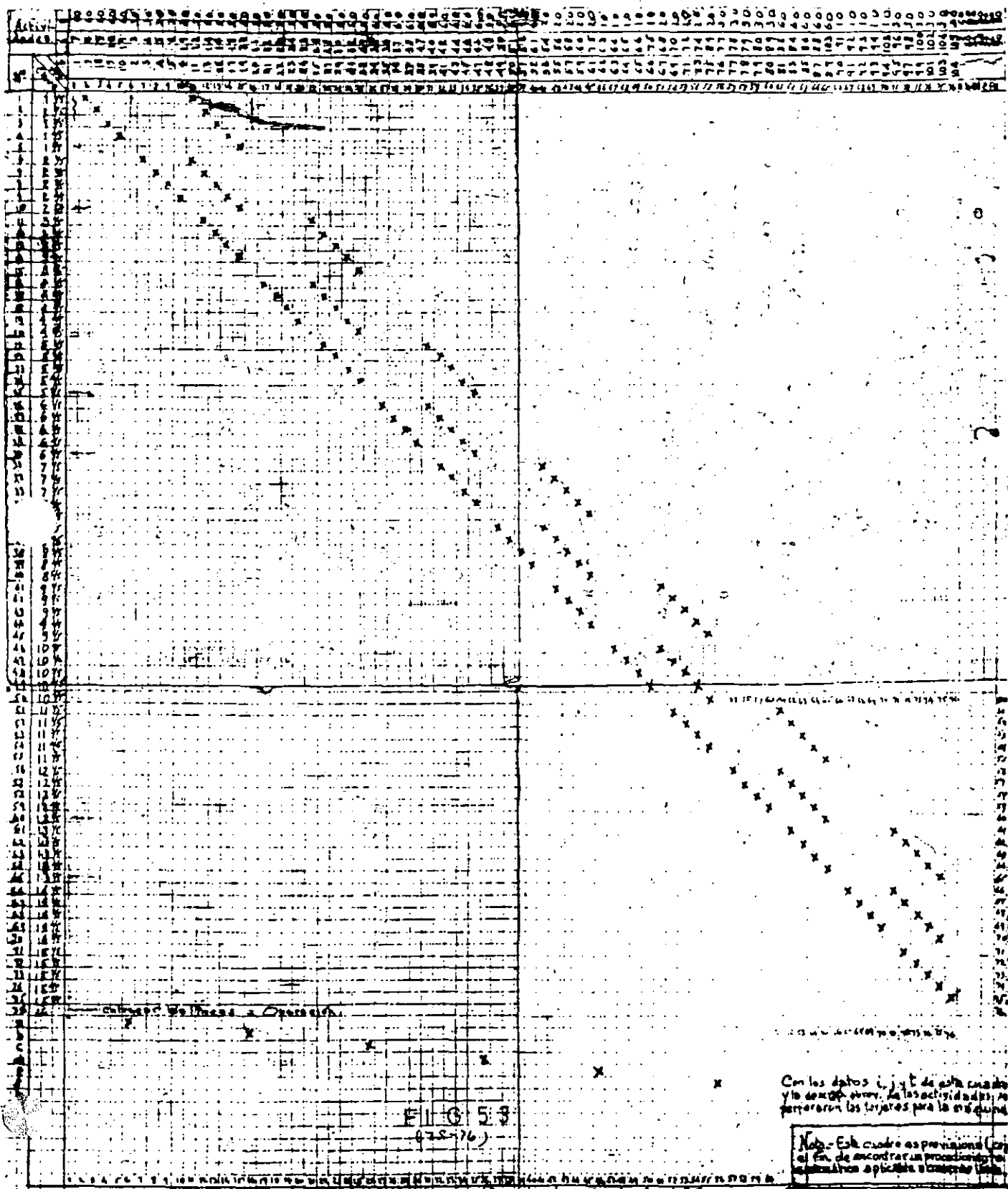


FIG 53
(75-76)

Con los datos i, j, y t de esta cuadro y la descripción de las actividades se prepararon los torques para la estructura

Nota: Este cuadro es provisional con el fin de encontrar un procedimiento matemático aplicable a cualquier caso.

Ciclo:
1. Estructuras y sistemas de transporte
2. Transporte y sistemas de energía
3. Transporte y sistemas de agua
4. Transporte y sistemas de comunicaciones

CLASE DE ACTIVIDADES A cargo de los Comités:
1. Estructuras y sistemas de transporte
2. Transporte y sistemas de energía
3. Transporte y sistemas de agua
4. Transporte y sistemas de comunicaciones

1. Profesores
2. Alumnos
3. Ayudantes
4. Otros

UNAM
FACULTAD DE INGENIERIA

Con los datos del diagrama de flechas, se hace (la propia máquina -- electrónica lo puede imprimir) para mayor claridad, un diagrama de barras como el de la Fig. 55.

En él, objetivamente se indica la fecha cuando debe iniciarse una actividad, cuando terminarse y la holgura que puede existir, por lo que agregándose a ese diagrama se terminará la obra en el tiempo deseado.

La principal dificultad que existe para llevar con éxito una programación como la que se explicó antes es la "determinación exacta de la duración de las actividades", pues es sabido que esta puede variar por múltiples razones; así, entre mejor se pueda determinar el tiempo para cada tipo de trabajo, de acuerdo con la región donde se encuentra la obra, y con la eficiencia de los trabajadores disponibles, se obtendrá mejor provecho de la programación.

Existe un método que basado en el cálculo de las probabilidades de la duración más probable de una actividad cuando existen causas variables o indeterminadas: así por ejemplo supongamos que una determinada actividad se realiza en 50 días en condiciones óptimas, es decir, con buen equipo, buenos trabajadores, en tiempo de secas y buenos caminos, etc. y en las condiciones más desfavorables se realiza en cien días, el tiempo más probable nos lo da la siguiente fórmula.

V-b. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACION.

En la construcción de una línea de transmisión es necesario llevar una buena organización como en cualquier otra obra con objeto de tener un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

El cuadro de personal recomendable para la supervisión y administración es como sigue:

- I. Ingeniero superintendente.
- I. Topógrafo.

- | Administrador, jefe de servicios.
- | Almacenista.
- | Tomador de tiempo.
- | Secretaria.
- | Sobrestante de aprovisionamiento y suministro mantenimiento, conservación y control del equipo.

Como personal de campo:

- | Sobrestante de montaje de torres tendido y tensionado de cables.
- | Sobrestante de brechas.
- | Sobrestante de excavaciones, rellenos y colados.

En una línea de transmisión el problema de abastecimiento y control de materiales, merece una atención especial debido a las grandes distancias de desarrollo de la obra por lo que los almacenes deben quedar estratégicamente ubicados. Habitualmente se establecen los siguientes almacenes:

Un almacén central: Este almacén generalmente pertenece a la CFE, y tiene como función concentrar la totalidad de los materiales, para posteriormente distribuirlos a los almacenes auxiliares de los contratistas, deberá estar localizado en tal forma que tenga comunicaciones por ferrocarril, carretera y en un lugar intermedio en la línea. También deberá tener extensión y la capacidad suficiente para almacenar en forma funcional todos los materiales. Es muy conveniente que tenga comunicación de teléfono y radio.

Dos o tres almacenes auxiliares.- Estos almacenes generalmente pertenecen a los contratistas y tienen como función almacenar en lugares suficientemente próximos a la línea todos los materiales por emplear, los cuales deberán ser surtidos con toda anticipación por el almacén central y posteriormente, distribuirlos a los sitios de la obra donde fueron requeridos. Deberán estar localizados en tal forma que tengan comunicacio-

nes para el acceso de vehículos de carga y descarga en forma eficiente, cerca de la línea. También deberá tener la capacidad suficiente para almacenar en forma funcional todos los materiales; para ello es conveniente que sea un local en el cual exista un patio lo suficientemente grande para poder apilar ordenadamente y por separado el hierro de cada grupo de ángulos que tienen las torres. También deberá existir en el almacén un cuarto grande para colocar el herraje, tornillos, herramienta y en general todas los materiales que por su tamaño o por la imposibilidad de que puedan quedar a la intemperie ameriten guardarse en un cuarto cerrado. Deberán contar con teléfono o radio.

Las oficinas deberán quedar de ser posible cerca del almacén y dispondrán de servicios de agua, energía eléctrica y teléfono. También podría existir la posibilidad de instalar un radio el cual no solo serviría para comunicarse con la Dirección General sino también para comunicarse con el personal de trabajo en la línea.

Las habitaciones y campamentos deben quedar cerca de algún comedor y dispondrán de servicios sanitarios y de las comodidades suficientes para el personal y trabajadores.

En el almacén general de la CFE se deben acomodar los materiales en tal forma que el contratista pueda sacarlos por partes completas es decir a cambio de un vale el contratista podrá sacar por ejemplo un cuerpo inferior completo o una torre completa de tal o cual tipo, los cruceros, etc. y en esta forma llevarlos al lugar de su instalación directamente sin necesidad de que tengan que pasar por otro almacén. En el lugar de su instalación deberá acomodarse el acero de las torres ordenadamente para que a los montadores se les facilite el armado.

V.- EQUIPO, MATERIALES DE CONSTRUCCION Y RECURSOS ECONOMICOS.

Un factor que es muy importante en la construcción de una línea de transmisión es el disponer en el momento requerido y con toda oportunidad

no solo de los materiales mismos que constituyen la línea sino también de todos aquellos recursos humanos materiales y económicos necesarios para - construir la línea.

Para lograrlo es necesario conocer la cantidad de recursos que se necesitan para cada actividad y la fecha en que se debe disponer de ellos.- El diagrama de barras de la Fig. 55, puede servir como gran auxiliar para saber la cantidad y fecha de disposición de los recursos económicos necesarios de acuerdo con los trabajos que se ejecutan cada mes o cada semana y también de dicho diagrama, que indica las fechas en que se desarrollan las actividades, se deduce que material o equipo de construcción se requiere y en que fecha.

A continuación se hace una sucinta relación de los materiales, herramienta o equipo requerido en diversas actividades:

Para excavación a mano:

- Palas de mano.
- Picos.
- Bomba centrífuga para agua.
- Botes de lata.
- Carretillas.

Para excavaciones en roca:

- Compresor y equipo neumático de perforación.
- Barretas.
- Marros.
- Fragua.
- Dinamita.
- Pólvora.
- Nitrato de amonio.

Para el Trazo:

- Tránsito.
- Nivel fijo.

Binoculares.

Nivel de mano.

Estadales.

Balizas.

Cintas metalizas de 20 y 50 metros.

Cadenas de 50 metros.

Flexómetro de 3 metros.

Juego de fichas.

Machetes.

Hachas.

Marros.

Para la nivelación de los cuerpos inferiores:

Tránsito.

Nivel fijo.

Nivel de mano.

Balizas.

Cinta metálica de 20 metros.

Flexómetro de 3 metros.

Montacargas de matraca de 3 ton.

Marros.

Pisones.

Estrobo de cable de acero de $\frac{3}{8}$ "

Vigas de madera (0.25 x 0.25 x 6.00 m.)

Vigas de madera (0.25 x 0.25 x 8.00 m.)

Para colados de concreto:

Carretillas.

Palas.

Marros.

Camiones.

Arena.

Grava.

Cemento.

Cribas.

Trituradora.

Revolvedora.

Vibrador.

Para armado de torres:

Unidades móviles provistas de malacate.

Matracas con cuadro de $\frac{3}{4}$ "

Matracas con cuadro de $\frac{1}{2}$ "

Llaves de cola de $1-\frac{1}{16}$ "

Llaves de perico de 12"

Llaves perico de 15"

Punzones de 14"

Cascos de seguridad.

Cinturones de seguridad y bandolas.

Plumas con equipo completo de accesorios.

Los accesorios de la pluma son los siguientes:

Garruchas metálicas dobles No. 6

Garruchas metálicas triples No. 6

Garruchas metálicas doble No. 8

Garruchas metálicas triple No. 8

Poleas de candado No. 8

Grilletes con pasador de tornillo de $\frac{5}{8}$ "

Tramos de cable de manilla de 60 m. $\frac{1}{2}$ "

Tramos de cable de manilla de 40 m. $\frac{5}{8}$ "

Tramos de cable de manilla de 200 m. $\frac{3}{4}$ "

Estrobo dobles de cable de acero de $\frac{3}{8}$ " con grapas y rosaderas:

"	"	"	"	"	4 de 1 metros
"	"	"	"	"	20 de 1.50 m.
"	"	"	"	"	8 de 2.00 m.
"	"	"	"	"	8 de 3.00 m.
"	"	"	"	"	8 de 3.50 m.
"	"	"	"	"	4 de 4.00 m.

Para tendido y tensionado del cable conductor:

Poleas gemelas especiales para suspensión del conductor.

Tractor para tender y tensionar.

Porta carretes.

Gatos tipo escalera de 10 ton.

Tensores tipo grillo para conductores.

Máquinas empalmadoras con accesorios.

Guillotina Most modelo No. 2 especial para el conductor.

Marros.

Arcos de segueta.

Aparejos.

Diferencial de 10 ton.

Tensores tipo grillo para el hilo de guarda.

Tensores tipo grillo para conductores.

Mordazas tiradoras de cable (come alongs).

Poleas No. 16.

Para tendido y tensionado del cable de guarda:

Unidad móvil con malacate.

Soportes "burros" con flecha de acero.

Dinamómetro de carátula (15 000 libras de cap.)

Termómetro de campo, graduación en °C.

Tensores tipo grillo para hilo de guarda.

Montacargas de matraca de 3 toneladas.

Elevadores especiales para enclenado.

Poleas de candado No. 6.

2 pzas/torre, poleas auxiliares para el deslizamiento del cable de guarda al tiempo de tensionarlo.

Para envarillado y enclenado de conductores:

Montacargas de matraca de 3 ton.

Tensores tipo grillo para conductor.

Escaleras tubulares metálicas de 5 m.

Llaves especiales de envarillado.

Engrapadores con dados y maneral.

Pinza Klein tipo electricista.

Martillos de bola.

Cinturones de seguridad con bandola

Llaves harem.

Desarmadores de 12"

Matracas con dado 1- $\frac{1}{16}$ "

Poleas de candado No. 6.

Estrobo doble de cable de acero de $\frac{3}{8}$ " 3.50 m.

Estrobo doble de cable de acero de $\frac{3}{8}$ " 1.50 m.

Cuatro tramos de cable de manila de $\frac{5}{8}$ " 0.50 m.

Cuatro tramos de cable de manila de $\frac{5}{8}$ " 0.70 m.

Para medición de flechas:

Tránsito provisto de base especial para fijación en la torre.

Cinta de 20 metros.

Termómetros.

Estadales.

Binoculares.

Equipo de radio transmisor y receptor de señales.

Cinturones de seguridad con bandola.

Juego de banderas para señalar.

Para transporte y acarreo:

Vehículos para transporte de la ciudad de México a la obra.

Vehículo para transporte personal administrativo en la obra (Jeeps)

Vehículos para transporte trabajadores.

Vehículos para transporte de materiales.

Vehículos para ejecución de actividades.

V-4.- ALGUNAS SUGERIONES E INNOVACIONES RELATIVAS A LA FABRICACION, PROYECTO Y CONSTRUCCION DE UNA LINEA.

FABRICACION:

Las torres de la línea de transmisión Tijuana-Mexicali, se fabricaron en Italia debido a que el costo comparado con los de fabricación nacional resultaba mayor. Ultimamente se han venido estudiando en México métodos para lograr disminuir el peso de las líneas y ya se ha llegado a resultados que pueden competir con las líneas de fabricación extranjera; esto puede considerarse como un gran avance pues una línea de 250 000 como la de Tijuana-Mexicali, representa una salida de divisas de gran magnitud. Debe alabarse que la CFE procure y apoye los estudios para lograr que en el futuro más próximo todas las líneas sean de fabricación nacional, aunque en un principio éstas pudieran resultar de un costo mayor y de calidad inferior, pues seguramente valdrá la pena, no solo por el dinero invertido en el país sino por la experiencia que van adquiriendo los fabricantes para poder perfeccionarse.

En las Figs. 56 y 57, están representados algunos diseños de torres de voltajes iguales o mayores de 250 000 volts, y se puede observar que son muy diferentes a las torres de la línea Tijuana-Mexicali de la misma capacidad.

Es conveniente estudiar cuales son las ventajas de un tipo y otro, pues tal vez resulte más económico el tipo de torre de las Figs. 56 y 57, debido a que su fabricación puede ser más sencilla por el hecho de tener muchas piezas iguales y de que el momento resistente lo toman las retenidas; en cambio de esto, el costo puede aumentar por los muertos que es necesario instalar para las retenidas y por el costo mismo de las retenidas. También habrá que estudiar la seguridad que ofrecen estos tipos de torres.

CONSTRUCCION:

Una de las principales causas por las que se retrasa la construcción de las líneas es por el hecho de que no sean entregados los materiales se

155

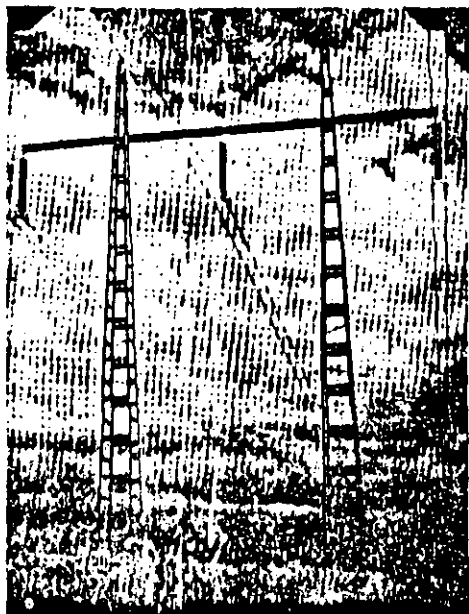


FIG 56

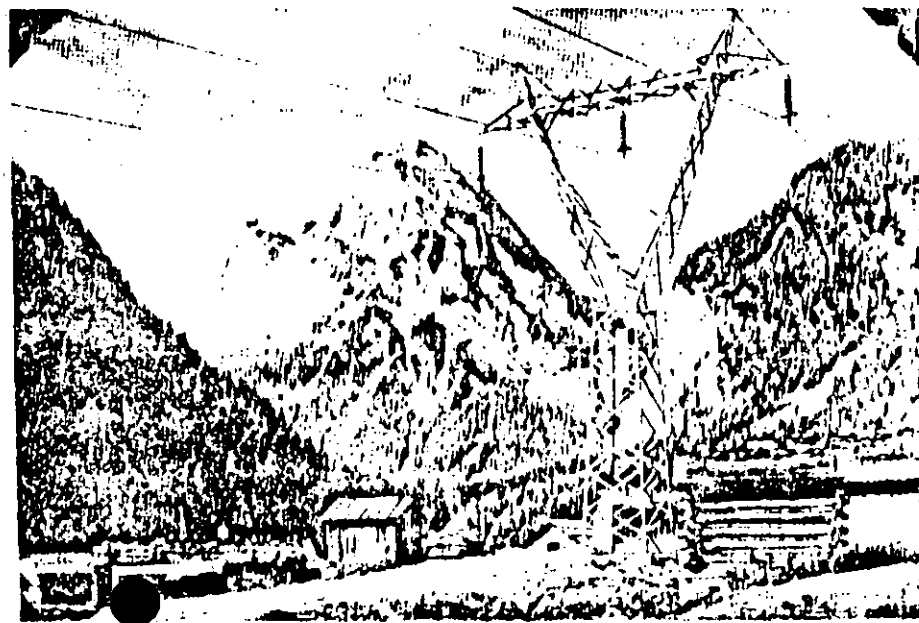


FIG 57

gún los programas, representando serios perjuicios no sólo para el contratista sino también para la propia C.F.E.; por lo que es muy conveniente contar con la información precisa de las fechas en que se dispondrá de los materiales con seguridad. Esto puede hacerse directamente con los fabricantes o bien con los pedidos de compra en los que invariablemente se debería especificar un calendario preciso de entregas.

Las excavaciones deben procurarse realizar en tiempo de secas; los derrumbes, el bombeo y otros inconvenientes, aumentan mucho el costo. En las excavaciones en roca debe estudiarse si es más conveniente usar compresora para los barrenos o bien hacerlos con marro y barreta.

La nivelación de un cuerpo inferior es una actividad que aparentemente es muy sencilla pero que toma el mismo tiempo que el armado del cuerpo por lo que ha habido muchas ideas tendiendo a lograr reducir el tiempo. Una de ellas es como a continuación se explica: Una vez hecha la excavación la cual se procura que quede a la profundidad y en la posición que debe ser, se cuegan cuatro losas de concreto en el fondo de la excavación y se les coloca un tope en un punto cuya posición se ha escogido estudiando la forma de la parrilla de acero que forma el cimiento de la torre y se colocan en tal forma que la distancia que hay del centro de la mojonera al angulito de la losa sea la misma que debe haber del centro de la mojonera a la parte inferior del ángulo del esquinero del cuerpo inferior, lo mismo se hace con las otras tres losas, quedando en tal forma colocadas las losas que al armar el cuerpo inferior quedará nivelado y centrado automáticamente.

Otro sistema para nivelar es como se muestra en la Fig. 58: consiste en colocar un tubo en cada excavación y fijarlo al esquinero del cuerpo inferior, con una plaquita cortada interiormente a un ángulo de 90°; esta plaquita tiene la propiedad que se puede desplazar por medio de unos torniquetes en cualquier dirección, desplazamientos que hacen mover el esquinero también en cualquier dirección por lo que se podrá nivelar, centrar y escuadrar rápida y fácilmente. Con este sistema se tiene cul-

En la línea de Tijuana-Mexicali se emplearon por primera vez los --
vientos de acero con muy buenos resultados, pues se obtiene un gran aho--
rro en costo debido a la gran duración del cable de acero.

El empleo de las cabezas en las puntas de las plumas (Fig. 60), tam--
bién reduce en parte el tiempo del armado y conserva mas tiempo el cable--
de manila de las garruchas.

Otro factor que es muy importante no sólo desde el punto de vista de
mayor economía, sino también desde el punto de vista obrero-patronal, es
procurar que los trabajadores estén siempre en perfectas condiciones fís--
cas y mentales, para el mejor desarrollo de su trabajo.

Como comentario final debe hacerse notar que desde que se tiene la --
idea de erigir una línea de transmisión, hasta que se logre su completa --
realización, hay una serie de factores muy importantes que realmente ha--
cen de la fabricación, proyecto y construcción de líneas una especialidad
muy importante dentro de las ramas de Ingeniería Eléctrica, Civil y Mecá--
nica.

154

do que se pueden nivelar de cuatro a cinco cuerpos inferiores con una cuadrilla de 6 hombres y un juego de tubos en un día.

En el armado de los cuerpos superiores el éxito está en lograr armar el mayor tonelaje posible en el menor tiempo posible y con un mínimo de mano de obra y con el equipo que equilibre el costo debido al mismo equipo, ahorrando mano de obra y tiempo.

Para lograr lo anterior se han buscado sistemas y equipos, como ejemplo de sistema es el siguiente: que el armado siempre vaya haciéndose en forma corrida es decir que se comience por una torre y no se tenga necesidad de brincar, pues esto implica muchos inconvenientes como pérdida de tiempo en el transporte de la pluma y personal, pérdida de tiempo en el armado en el suelo, pérdida de tiempo en la supervisión y cuando hay varias cuadrillas trabajando se pierde el tiempo debido a que no hay competencia y en general trae consigo una serie de factores que aumentan mucho el costo en la construcción.

Un factor muy importante en el armado mismo de una torre es que siempre la cuadrilla sistematice sus operaciones en tal forma de que cada trabajador tenga y conozca su función en la forma más eficiente para lograr el armado en el menor tiempo posible; así por ejemplo cuando se termina de armar un cuerpo de una torre ya esté armado en el piso los cuerpos que siguen al anterior, para que el personal encargado de levantar los cuerpos no pierda tiempo en que se termine de armar en el piso.

Para lograr disminuir el costo por mano de obra y tiempo, se pueden levantar los cuerpos usando malacates que pueden instalarse a un camión o bien se pueden acoplar a un motor y anclarlo en el piso. En la Fig. 49, y 59 se muestra el empleo de uno de ellos.

Una de las actividades que se lleva mas tiempo en la erección de una torre, son los movimientos de la pluma: conviene experimentar sistemas para reducirlo, empleando plumas más livianas y de otros materiales, y también se puede pensar en otras formas de fijar y levantar la pluma.



FIG 58



FIG 59

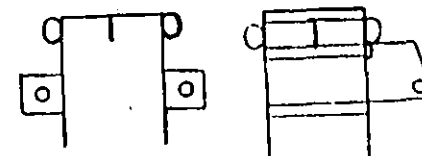


FIG 60

157



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

P U E N T E S

ING. ALEJANDRO CALDERON

JULIO - 1992

CONSTRUCCION DE PUENTES DE ACERO

I.- INTRODUCCION

Los principales tipos de puentes con Estructura de Acero - son los siguientes:

- 1.- Con Viguetas o Vigas simplemente apoyados.
- 2.- Vigas Continuas.
- 3.- Vigas Gerber.
- 4.- Vigas Presforzadas.
- 5.- Armaduras
 - a).- De Paso Inferior
 - b).- De Paso Superior
 - c).- De Paso a Traves
- 6.- Cajones
- 7.- Estructuras Espaciales
- 8.- Puentes Colgantes
- 9.- Puentes Atirantados

1.- Los puentes con Viguetas o Vigas simplemente apoyados consisten en un conjunto de viguetas del tipo comercial producidas en linea por las laminadoras sobre las cuales se cuela una losa de concreto armado.

Cuando se usan los perfiles comerciales regularmente se trata de puentes de claros pequeños.

Para cubrir claros mas grandes se usan viguetas de tres placas soldadas de peralte mayor al de las viguetas comerciales y sobre las mismas se cuele la losa de concreto armado.

Antiguamente estas viguetas se hacían con remaches en vez de soldadura y se formaban con canales y placas, o bien con ángulos y placas.

2.- Puentes de Vigas Continuas es una variación de los anteriores, y se utilizan vigas de acero que pasan continuas a través de los apoyos de la Subestructura con objeto de cubrir claros mayores que los cubiertos con vigas simplemente apoyadas sin aumentar desproporcionadamente el peralte.

3.- Vigas Gerber o articuladas constituyen una variedad de los puentes con vigas continuas, siendo su mayor utilización cuando se tienen claros contiguos de diferentes dimensiones.

Para cubrir el claro mayor se prolongan las viguetas que cubren el claro menor y se liga una vigueta a través de una articulación para terminar de cubrir el claro mayor.

4.- Vigas Presforzadas; son vigas de acero soldadas a las cuales se les presfuerza para aprovechar mejor la sección y poder reducir peralte. No es una práctica muy usual, pues con los procedimientos usados hasta la fecha han resultado antieconómicos.

5.- Armaduras; podemos distinguir fundamentalmente tres tipos de puentes de armaduras en función de la colocación de la superficie de rodamiento con respecto a la armadura.

Cuando la losa o superficie de rodamiento se encuentra en la parte inferior de la armadura, este puente se llama de Paso Inferior.

Cuando la losa o superficie de rodamiento se encuentra sobre la armadura este se llama de Paso Superior.

Cuando la superficie de rodamiento se encuentra entre la cuerda superior e inferior de la armadura, se llama de Paso a Través.

Las armaduras son de diversos tipos como pueden ser entre otras la Warren, Pratt, etc.

6.- Cajones.- Estos puentes se forman con elementos delgados y atiesados formando una gran sección cerrada sobre la cual se cuela una losa de concreto, o bien se le coloca una superficie de rodamiento del tipo asfáltico, en el caso de puentes carreteros, o bien la estructura de la vía en caso de puentes ferrocarrileros.

7.- Estructuras Espaciales.- Son armaduras tridimensionales de Paso Superior.

8.- Puentes Atirantados.- Regularmente se usan secciones cajón o armaduras de paso superior, las cuales son suspendidas por sistemas de cables que se anclan a grandes pilas.

Hay varios modelos de atirantamiento como son los sistemas de tirantes paralelos y a los lados de la calzada, o bien con tirantes al centro de la superficie de rodamiento.

9.- Puentes Colgantes.- En la mayoría de estos casos se usan armaduras que son suspendidas de la catenaria que forman los cables.

II.- TECNICAS CONSTRUCTIVAS.

1.- Remaches y Tornillos.- Los primeros puentes de Acero se hacían utilizando remaches y tornillos para lograr la unión entre los diferentes elementos, en la actualidad los remaches prácticamente han dejado de usarse y los tornillos han tenido usos muy específicos y restringidos.

2.- La soldadura ha logrado tener una importancia fundamental en la construcción moderna, pues aún en el acero de refuerzo de los puentes de concreto se utiliza para hacer uniones a tope de varillas de diametro grande (#8 a #12) y cuando los traslapes de varillas menores son muy numerosos y bloquean la separación de las mismas, se pueden usar soldaduras de filete para reducir la longitud de traslape.

En prácticamente todos los tipos de puentes de acero que se construyen en la actualidad todas las juntas o uniones son realizadas con soldadura.

Al realizar la soldadura para elementos de puentes debe considerarse el uso de soldadura de comportamiento dúctil, ya que

puede estar sujeta a esfuerzos alternados de tensión y compresión o por lo menos está sujeta a variaciones de magnitud de los esfuerzos a los que trabaja. Lo anterior es ocasionado por las cargas -- móviles.

Para soldaduras de campo que se deberán hacer con arco-- eléctrico-manual (salvo que la importancia de la obra implique -- instalaciones especiales) deberá usarse electrodo de la serie -- AA18, teniendo especial cuidado de contar con hornos para almace-- nar la soldadura una vez abiertos los depósitos de fábrica, ya que estas soldaduras son altamente higroscópicas y en muchas ocasiones la presencia de humedad en los puentes es grande y dañan la solda-- dura.

Es conveniente señalar que las máquinas para soldar cono-- cidas como rectificadoras de corriente (máquinas eléctricas) son en términos generales mejores que las de generador, por lo cual es recomendable que si se requirerán dos o más soldadoras en campo, se haga un equipo con un generador que alimente a las máquinas eléc-- tricas.

3.- Se han descrito 9 tipos de puentes de estructura de acero. Ahora veremos el procedimiento general de construcción de cada uno de ellos, haciendo las acotaciones más importantes de su proceso.

Puente con Viguetas o Vigas simplemente apoyadas.

Este tipo de puente representa el procedimiento más sencillo y rápido de construir un puente, pues no requiere de una fabricación

de los elementos metálicos, sino que se adquieren con los distribuidores o fabricantes de perfiles laminados; tratándose de elementos de producción en Línea; o bien se fabrican las vigas que señalan los planos del proyecto respectivo observando las especificaciones de soldadura, calibre y calidad de las placas o elementos metálicos. Cuando se trata de Vigas de más de 12 metros de longitud debe preverse la forma de transporte con el fin de no complicar el mismo. sin embargo debe considerarse que el transportar los tramos lo más grande posible representa economía y rapidez en la ejecución de los trabajos, ya que puede evitar el realizar alguna unión de campo que implica costo, tiempo y una supervisión mas cuidadosa que la de taller ya que los trabajos de soldadura in situ no cuentan (regularmente) con todos los elementos que se tienen en un taller.

Hay pues necesidad de planear el trabajo desde un principio para equilibrar en tiempo, costo y seguridad los trabajos de fabricación, transporte y ensamble en campo.

Precaución fundamental al cortar las vigas en taller es señalarlas con objeto de evitar confusiones en obra.

El montaje es de lo más sencillo y deberá hacerse con grúa si se encuentra una disponible cercana a la obra, en caso contrario deberá hacerse utilizando plumas, polipastos y malacates manuales para cable de acero (tirfords).

Una vez realizado el montaje deberá colocarse la cimbra sostenida en las mismas trabes o vigas de acero evitando totalmente la

obra falsa. Regularmente el proyecto debe prever la condición de trabajo de cimbrado y colado sin obra falsa pero deberá asegurarse de esta situación, ya que las fallas del patín de compresión puede presentarse si no se tomaron las dimensiones necesarias durante el proyecto. En la generalidad de los casos es más económico, rápido y seguro hacer de las vigas elementos autoportantes para las condiciones de colado.

Regularmente la superficie de rodamiento, o bien la superficie para colocar babito, durmientes y rieles es de concreto pero en el caso de puentes carreteros puede presentarse la alternativa de pisos de madera y en algunas ocasiones de placa ó rejillas.

Puentes con Vigas Continuas.

En terminos generales la fabricación y transporte obedece a -- los mismos principios que los descritos en el caso de puentes con vigas simplemente apoyadas, sin embargo cuando se habla de puentes con vigas continuas se está tratando de un puente de varios claros y deberá preverse el orden en que se transporten y ensamblen los tramos del puente.

Un aspecto de importancia extrema es el orden en que deben ejecutarse los trabajos de colado y que deben estar claramente señalados en los planos de proyecto estructural y de taller, ya que en ocasiones puede presentarse inclusive la posibilidad de dar la continuidad después de todo o parte del colado.

Tratándose de puentes de varios claros debe suponerse que en muchos casos el acceso a las pilas o apoyos intermedios es difícil

o costoso establecer la infraestructura para lograrlo, por lo que deberá ~~preverse~~ el lanzar los elementos utilizando para ello; en todo lo posible; los ya colocados.

Puentes con Articulaciones (Vigas Gerber).

De hecho estos casos nos presentan un caso particular de puentes con vigas continuas. Ya que se trata de vigas con uno o los -- dos extremos en voladizo donde se colocará una articulación (apoyo móvil que permite giro y desplazamiento) para recibir una viga que tendrá como apoyos las articulaciones mencionadas.

Deberá tenerse cuidado también en el orden de colado y necesariamente en el orden de montaje, ya que los tramos " suspendidos " tendrán que montarse posteriormente a los tramos con parte en voladizo.

Un recurso muy utilizado para el montaje de los tramos " suspendidos " es el de colocarlos abajo de su lugar definitivo e izarlos con plumas, poleas y malacates. En ríos muy caudalosos se usa un chalan para llevar al sitio de izaje las traves correspondientes.

Vigas Presforzadas.

Se han utilizado con objeto de reducir en los puentes los esfuerzos producidos por la carga permanente y a través de un postensado se liberan para aumentar la capacidad de la sección para recibir los esfuerzos de la carga móvil. El postensado se realiza con cable y gatos iguales a los usados para concreto, variando únicamente los dispositivos de anclaje.

Armaduras

En la actualidad ha disminuido considerablemente el uso de armaduras para puentes, sin embargo, es una de las estructuras de -- acero más versátiles y con grandes ventajas sobre otros sistemas.

Debido a que las armaduras tienen un gran número de elementos, debe tenerse mucho cuidado desde la fabricación en taller pues de no hacerlo, se tendrán grandes problemas en la obra.

El proceso debe iniciarse con la ingeniería de detalle que nos produce finalmente los planos de taller que vienen siendo planos -- constructivos donde se indica con toda exactitud y magnificando los detalles las secciones y ensambles de los mismos que proyectó el -- calculista.

Posteriormente deben fabricarse; midiendo cuidadosamente; las piezas que constituyen la armadura.

Para efecto del montaje debe considerarse toda la maniobra pues hay varias alternativas para realizar la colocación de la armadura en su sitio final. Las principales formas para realizar el montaje son las siguientes:

Armado en Sitio.- A través de plumas y cables se van colocando cada uno de los elementos que conforman la armadura; una vez colocados dos o más elementos que integran un nudo, éste se sujeta al sistema de plumas a través de cables para que el nudo en cuestión ocupe el lugar en el espacio que será el definitivo y así en forma consecutiva se van colocando uno por uno de los elementos hasta --

formar la armadura proyectada.

Lanzado.- Consiste en construir la armadura o conjunto de armaduras que formarán la estructura del puente antes de colocarla en su lugar. Esta construcción puede realizarse en la obra en la vecindad de uno de los apoyos, o bien parcialmente en taller y terminarla en la obra.

Una vez formada la armadura ésta se lanza en Cantiliver y aprovechando cables guía y plumas con cables y malacate, o bien grúas colocadas en el otro extremo del claro a cubrir se prosigue el lanzamiento hasta que la(s) armadura(s) ha(n) quedado en su sitio.

Esta opción implica el cálculo de las fuerzas en cada una de las barras de la armadura durante los diferentes pasos del proceso de montaje, ya que pueden presentarse condiciones críticas que hagan fallar la estructura.

Empujado.- Es una variante del proceso de lanzado con la diferencia que permite lanzar en Cantiliver toda la armadura. Regularmente se usan armaduras auxiliares provisionales que bien pueden ser delanteras (nariz) o bien posteriores que sirven en este último caso como anclas.

Izado.- Cuando se tienen grandes ríos un procedimiento recomendable es la utilización de un chalan sobre el cual se montan las armaduras y se colocan abajo de sus apoyos procediendo posteriormente a izarlas hasta colocarlas en su sitio.

Para las maniobras de Izaje se pueden usar cables en polipas--
tos y plumas o bien mecanismos con gatos hidráulicos semejantes a
los usados para los cables de presfuerzo.

Cajones.- Este tipo de Estructuras ha sido cada vez mas usado
en virtud de las técnicas para soldar tan confiables con las que -
contamos en la actualidad.

La fabricación de los cajones debe hacerse en taller; ya sea -
en un taller colocado a pie de obra o bien en un taller remoto don
de después de fabricar el cajón se desarme en las piezas adecuadas
para poder transportarse al lugar de la obra donde se volverá a en
samblar.

Para el montaje los métodos usados son el de Lanzamiento, Empu
jado o el de Izado que se describieron para las armaduras.

Regularmente este tipo de Cajones lleva un sistema de piso de
acero, recubierto posteriormente por una carpeta asfáltica para --
dar la superficie de rodamiento.

Estructuras Espaciales.- Este tipo de Estructuras para puentes
ha sido desarrollado primero y fundamentalmente en México, aún cuan
do ya se trabaja en proyectos de este tipo en Japón, Francia, - -
Estados Unidos e Inglaterra.

La estructura es una armadura Tridimensional de acero -
con nudos soldados y una superficie de rodamiento regularmente de
concreto en puentes definitivos y de madera ó rejilla en puentes -

provisionales. En los puentes hechos en México la losa de concreto es un elemento estructural resistente como parte de la armadura.

Los elementos básicos que conforman la estructura tridimensional son pirámides de base rectangular.

El montaje regularmente se realiza con el método de lanzado, aún cuando puede hacerse con ventajas en el caso de grandes ríos con el de Izaje.

Puentes Atirantados.- Este tipo de puentes implica el cubrir grandes claros pues de lo contrario no resultaría económico. Es por lo tanto una obra de gran costo.

Regularmente se usan secciones cajón de acero con piso o superficie de rodamiento de acero también y recubierta con una capa asfáltica.

La forma del Cajón debe tener formas aerodinámica para amortiguar la acción del viento que es una sollicitación importante que debe considerarse en el diseño.

Generalmente la magnitud de la obra implica la instalación de un Taller lo más cercano posible al sitio de la obra.

Las secciones cajón serán montadas en dovelas que una vez colocadas en su sitio se ligarán con soldadura y se les colocarán sus tirantes para sujetarlas en la forma más próxima a su sitio definitivo. La geometría del puente se va corrigiendo con retensado de los tirantes.

Los métodos para ir colocando las dovelas son el de Empujado o bien el de Izaje que tratándose de puentes sobre ríos es el más usual, siendo el de Empujado el más conveniente cuando se tra-

ta de cubrir grandes barrancas con difícil acceso al fondo de las mismas.

Puentes Colgantes.- Fueron los precursores de los puentes atirantados pero aparentemente son más económicos los atirantados por lo que han caído en desuso los puentes colgantes.

Las estructuras más usuales en los puentes colgantes - son las armaduras que quedan suspendidas de los cables principales que son colocados entre apoyos formando (los cables) una Catena-ria.

El procedimiento constructivo consiste en colocar los cables y posteriormente ir colocando las armaduras construídas en secciones (dovelas) y ligándose posteriormente entre ellas.

III.- CONSERVACION DE PUENTES DE ACERO.

La historia nos ha enseñado que dándole la debida conservación a un puente de Acero, éste se vuelve practicamente eterno ya que - si la conservación preventiva ha fallado es susceptible de ser corregida con reconstrucciones que implican un costo mínimo con relación al costo actualizado del puente en cuestión.

Los principales aspectos que debe atender la conservación son:

- 1.- Pintura o Protección Anti-Oxidante y Anticorrosiva.
- 2.- Conservación o Cambio de Apoyos.

- 3.- Restitución de remaches o soldaduras falladas.
- 4.- Observación de las cargas soportadas para reforzar la estructura oportunamente en caso de requerirlo.
- 5.- Mantenimiento y cambio si lo amerita de cables, contraventeos, o piezas dañadas por la acción del tiempo o fuerzas físicas exteriores.
- 6.- En el caso de puentes atirantados y colgantes el retensado de los Tirantes o Cables Principales.

La conservación de los puentes de acero es fácil y económica - por lo que haciendose en forma adecuada y oportuna alarga la vida útil del puente.

IV.- MODERNIZACION DE PUENTES.- Esta actividad esta resultando una acción tan o más importante que la construcción de un puente nuevo.

En nuestro país se tienen recursos muy limitados debido a la - crisis en la que vivimos y sin embargo se han incrementado las cargas que circulan por la red carretera de nuestro país, y el incremento de las cargas ha sido en cantidad y magnitud.

Existen en nuestro país un gran número de puentes angostos y/o puentes diseñados para cargas mucho menores que las soportadas por ellos en la actualidad.

Se han desarrollado proyectos y equipos que han permitido hacer de los puentes antiguos puentes modernos; esto es; de antiguos puen

tes angostos se están haciendo puentes amplios y capacitados para soportar las cargas actuales.

Los casos más frecuentes son:

- 1.- Puentes sobre Viguetas.- El procedimiento de reconstrucción ha consistido en reforzar con placas adosadas a las viguetas existentes, esto con el objeto de aumentar su capacidad de carga y si se requiere aumentar el ancho de la superficie de rodamiento, se agregan viguetas nuevas lateralmente a las existentes.
- 2.- Armaduras de Paso Inferiores.- Se han reforzado todos los elementos de la armadura que de acuerdo con el cálculo lo han requerido. Este refuerzo consiste en agregar área a través de placas a los elementos que trabajan a tensión y para los elementos cuyo trabajo crítico es el de compresión se han agregado placas ó perfiles que permiten modificar el área y el momento de inercia de la sección.

Una vez reforzadas las armaduras se procede a cortar el puente a todo lo largo y se deslizan las armaduras lateralmente para dar el nuevo ancho complementando posteriormente las piezas de puente y reforzándolas para que sean capaces de resistir las nuevas cargas con su nueva longitud.

Debido a que las desviaciones son muy costosas se han diseñado mecanismos que permiten CORTAR EL PUENTE A TODO LO LARGO SIN INTERRUMPIR EL TRANSITO.

El mecanismo más sencillo para lograr lo anterior, consiste en la colocación de armaduras provisionales que su jetan a las piezas de puente mientras se deslizan lateral-- mente las armaduras definitivas.

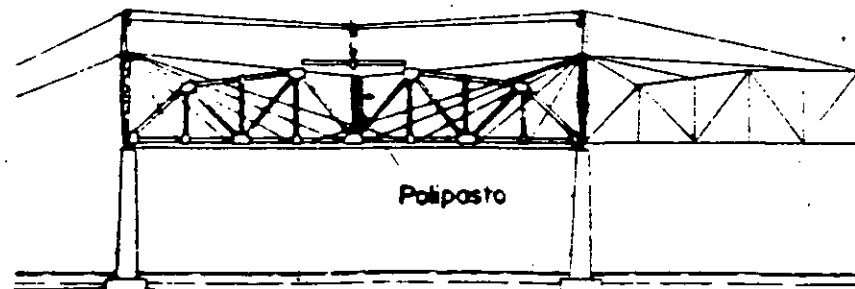
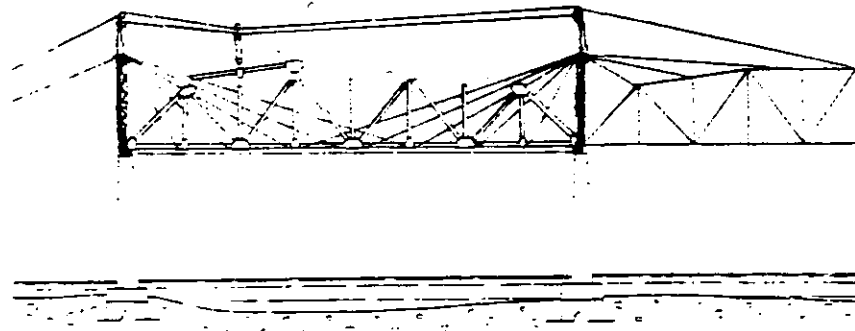
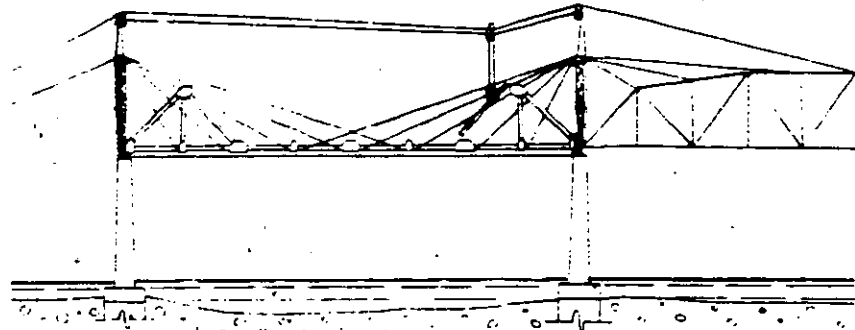
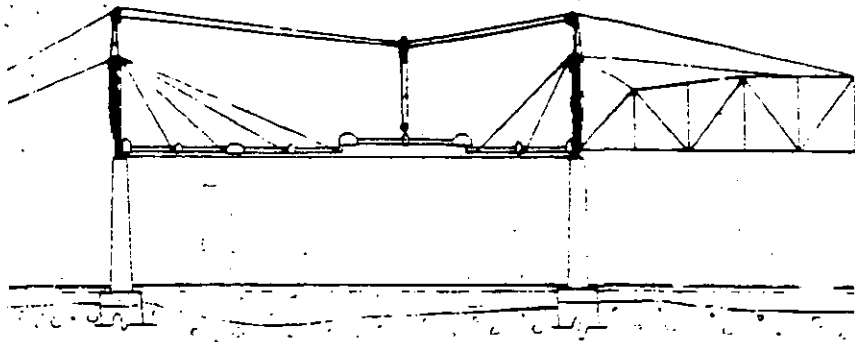
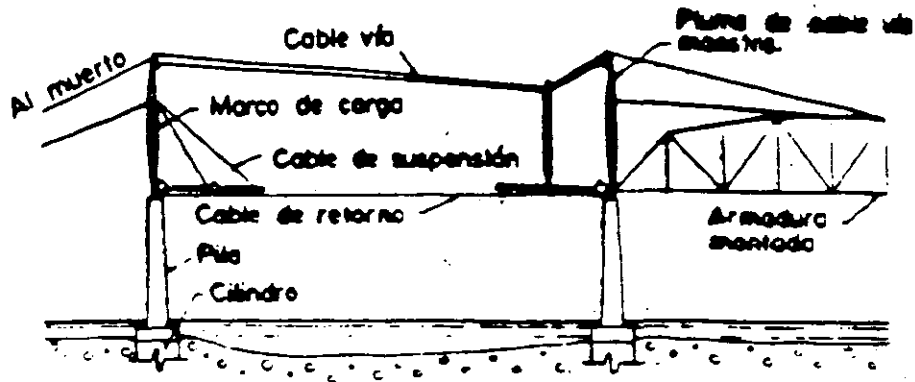
Por último se cuela la franja de concreto que se de molió mas la franja de concreto que hay que aumentar debido al nuevo ancho del puente.

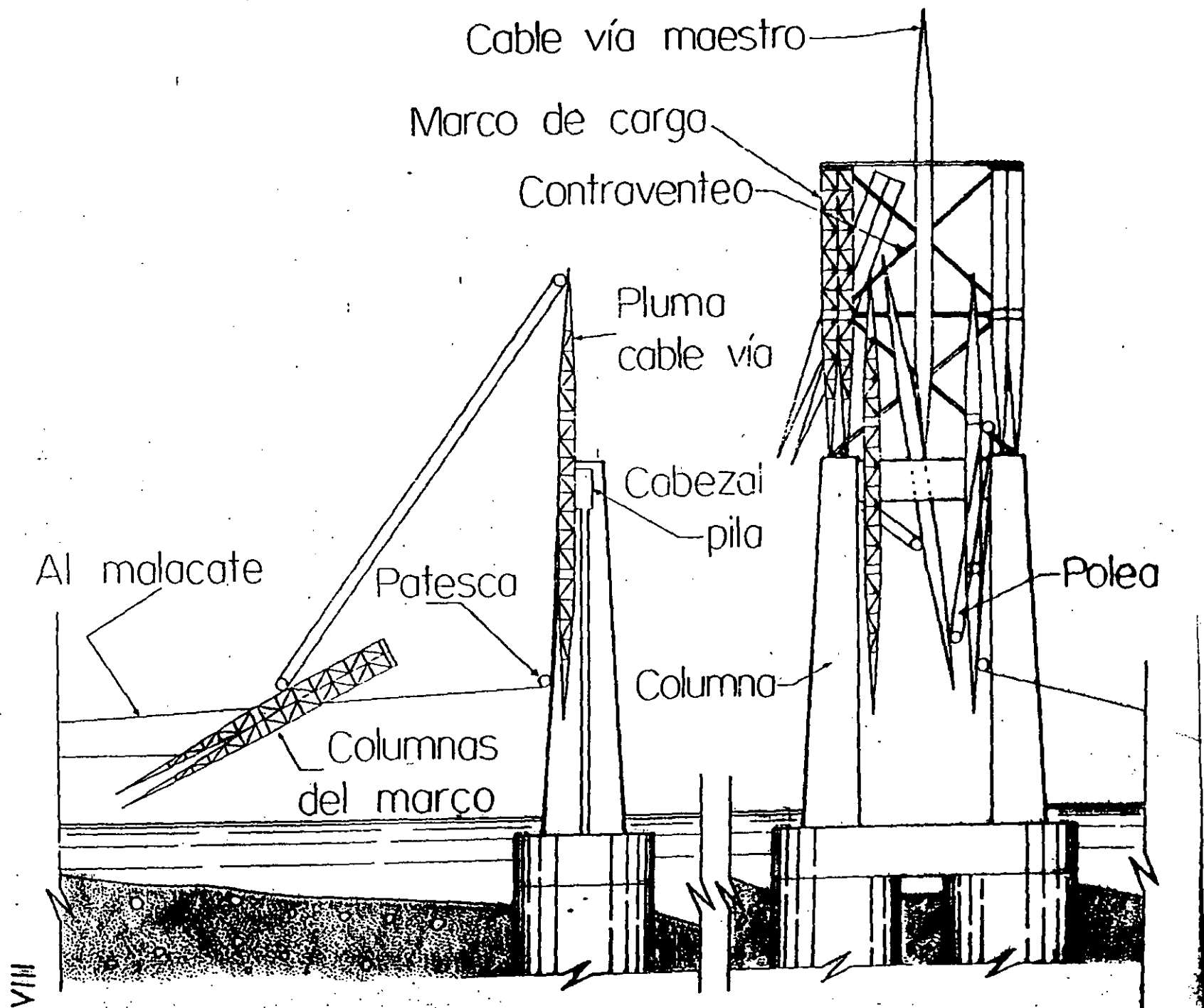
3.- Armaduras de Paso Superior.- Para modernizar este tipo de puentes, se han reforzado las armaduras existentes, y se han agregado nuevas armaduras inclinadas que coincidan en su - cuerda inferior con las armaduras existentes, estas nuevas - armaduras nos permiten ensanchar la calzada sin que los el_g mentos soportantes de esta (Piezas de Puente y Largueros) estén trabajando en Cantiliver.

Una vez hecho el trabajo de reforzar las armaduras existentes y colocar las nuevas armaduras inclinadas, se -- agregan franjas laterales de losa de concreto armado para - dar un ancho nuevo a la superficie de rodamiento.

VIII MONTAJE DE ARMADURAS

PROCESO DE MONTAJE CON CABLE VIA

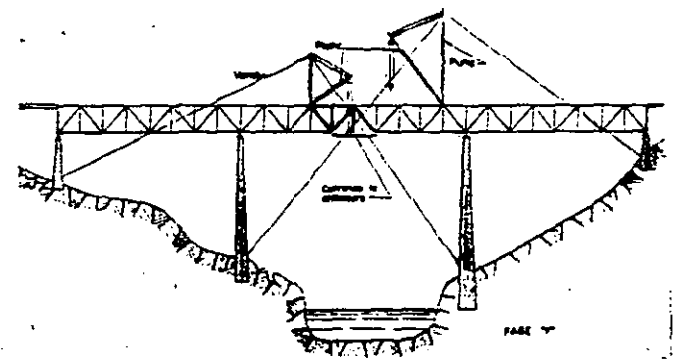
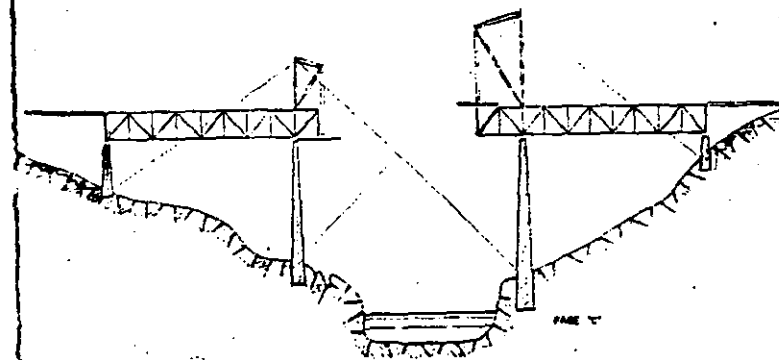
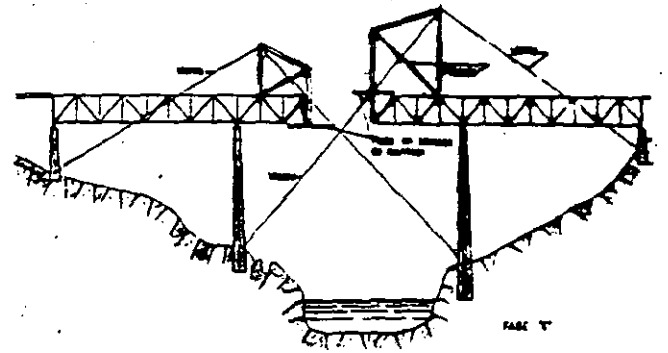
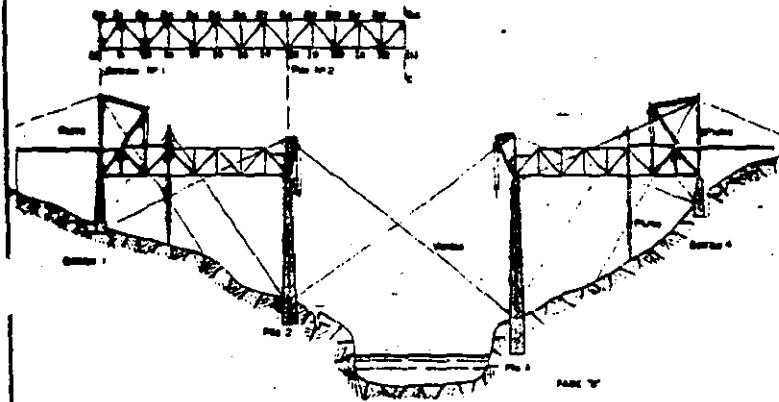
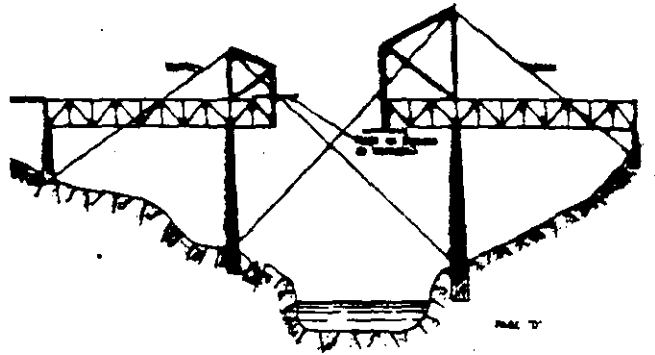
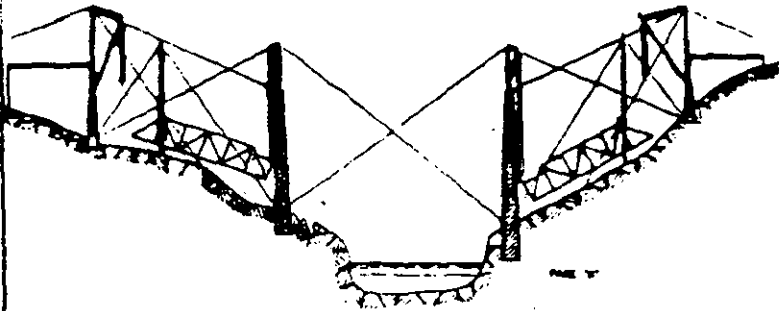


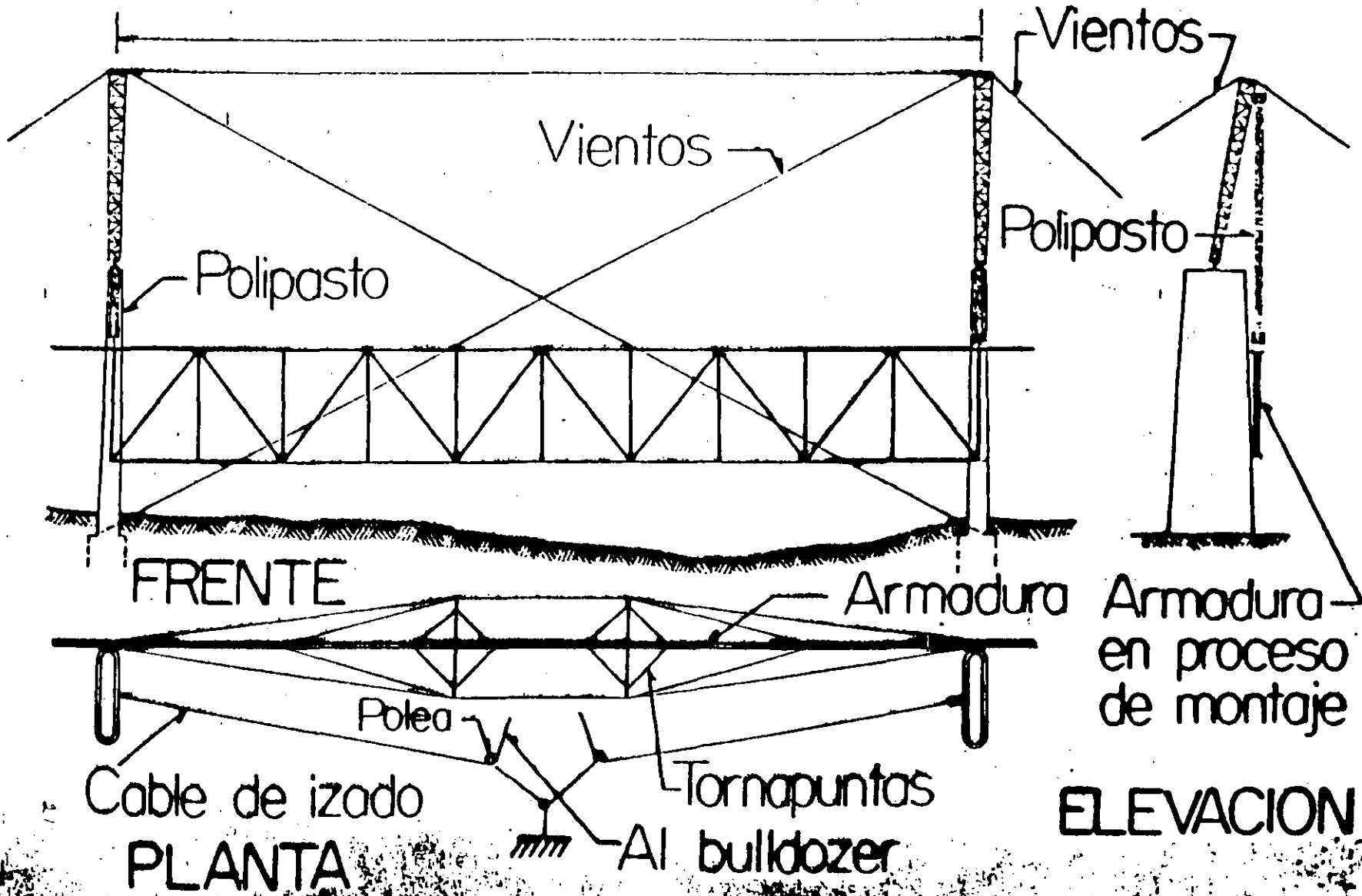


3-VIII

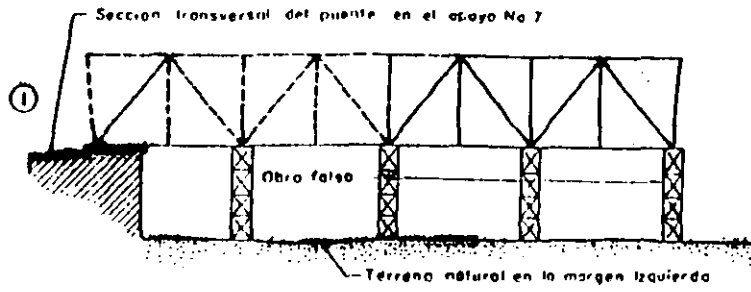
MONTAJE SISTEMA CABLES VIAS

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LOS TRAMOS LATERALES
Y CENTRAL DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE Q-INIPAS

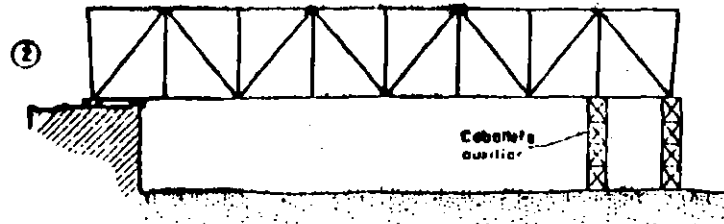




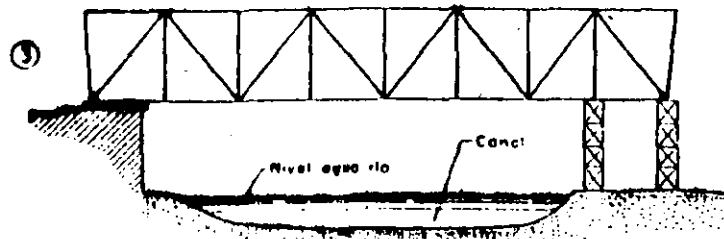
MONTAJE ARMADURA CENTRAL



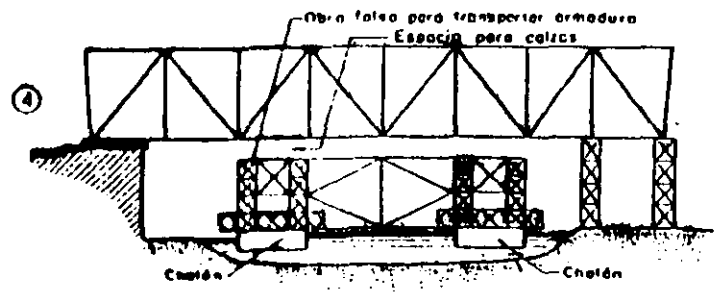
ARMADURA EN PROCESO DE ARMADO SOBRE CABALLETES PROVISIONALES



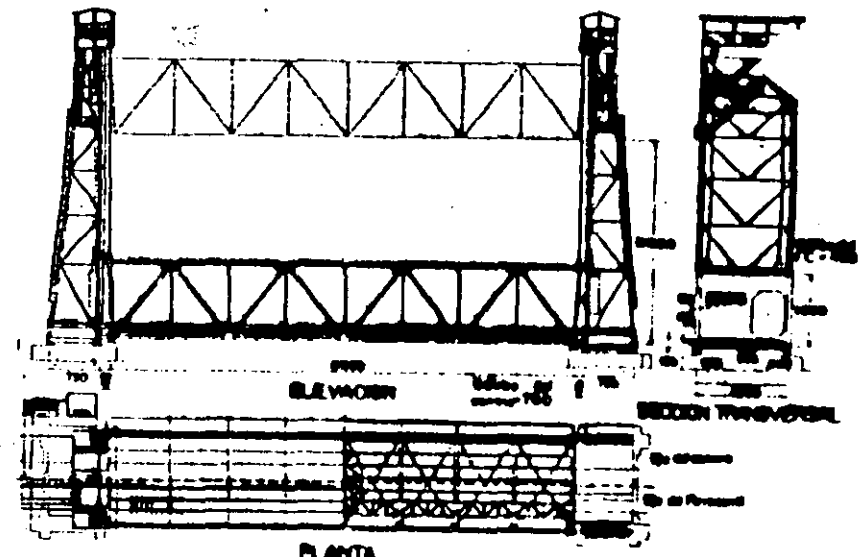
ARMADURA REACCIONANDO EN SUS EXTREMOS SOBRE APOYOS PROVISIONALES



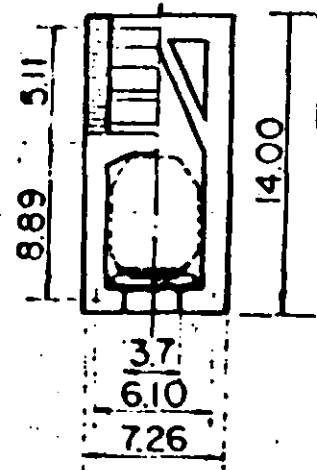
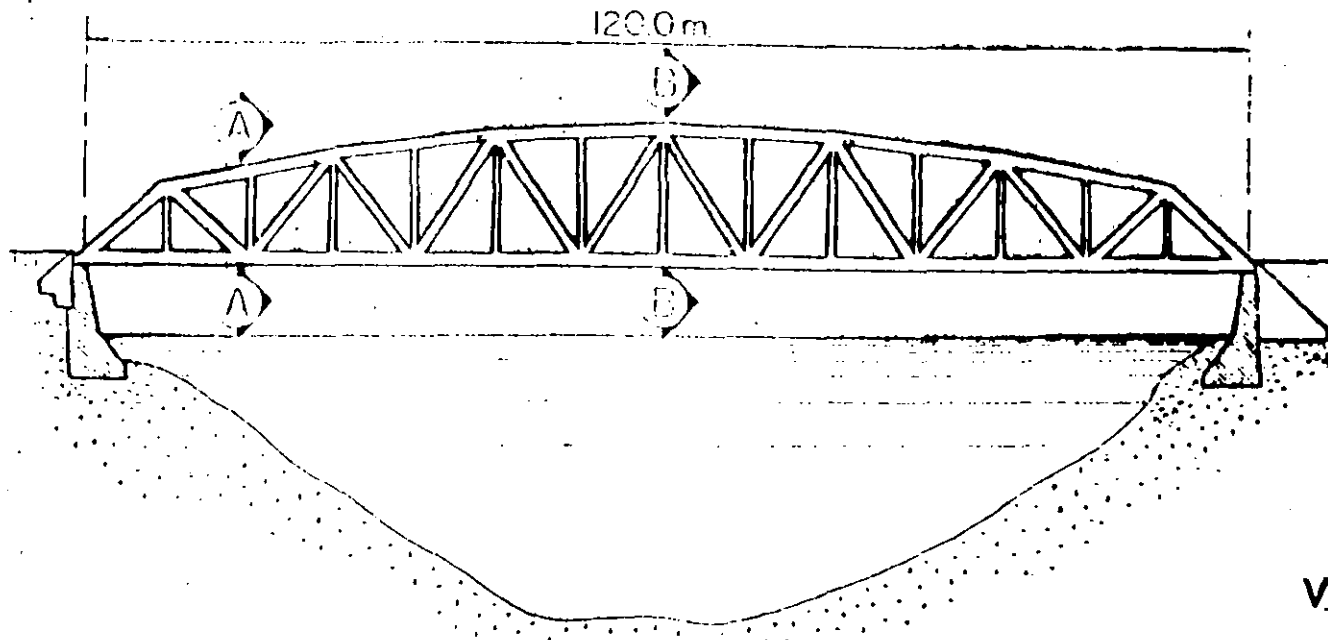
CANAL CON SALIDA AL RIO CONSTRUIDO EN LA MARGEN BAJO LA ESTRUCTURA



INTRODUciendo EN MAREA BAJA UNA OBRA FALSA APOYADA SOBRE CHALAS PARA RECIBIR LA ARMADURA Y TRANSPORTARLA A SU LUGAR DEFINITIVO EN EL PUENTE



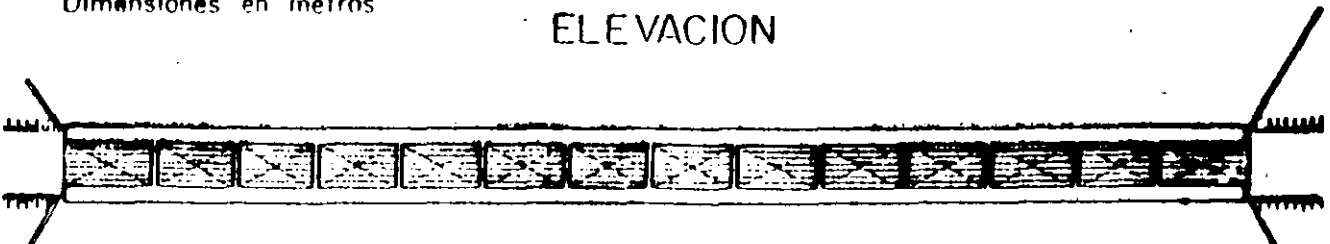
VISTA DE CONJUNTO DEL TRAMO LEVADIZO DEL PUENTE COATZACOALCOS



VISTA A-A CORTE B-B

Dimensiones en metros

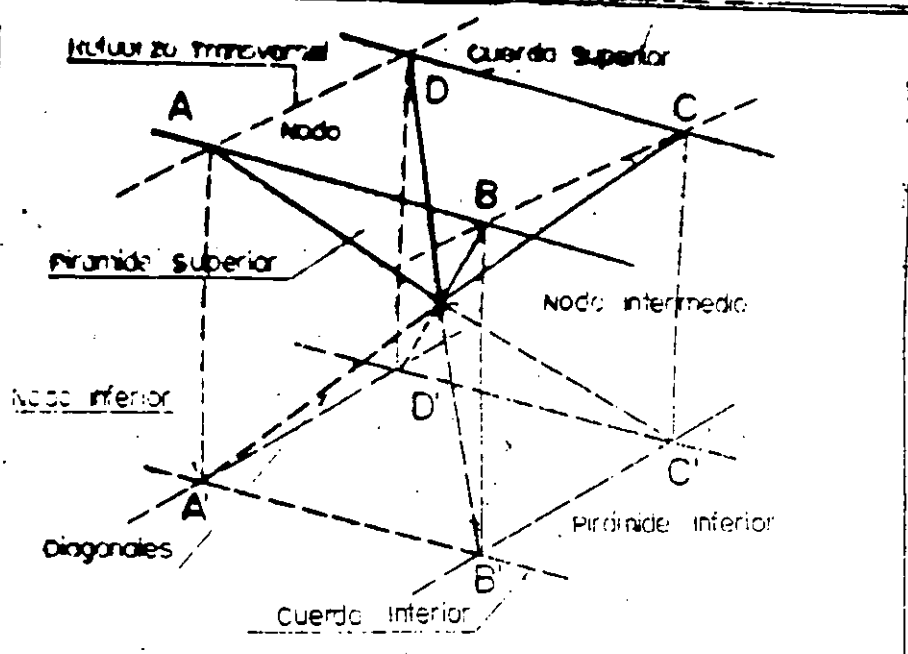
ELEVACION



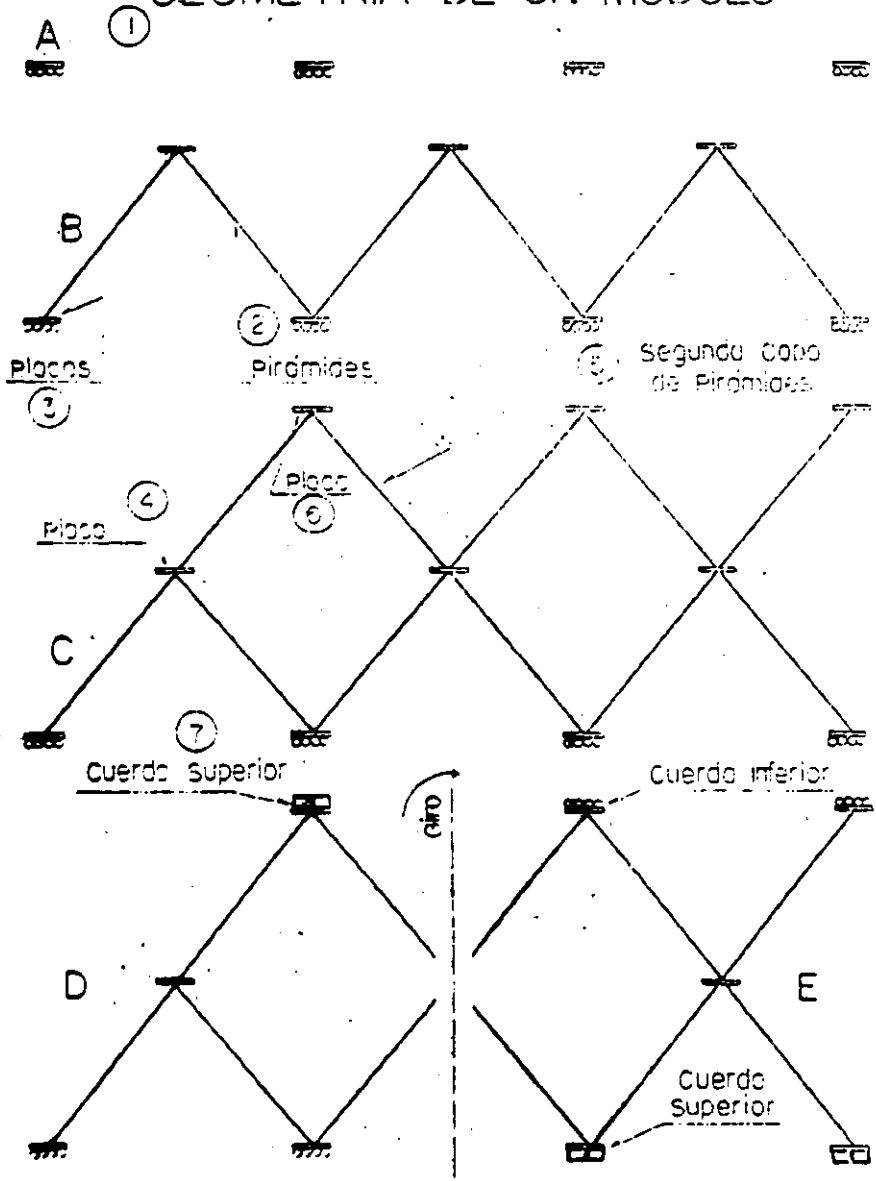
PLANTA

PUENTE SAN SALVADOR
 FERROCARRIL CORONDIRO L. CARDENAS

24-VIII



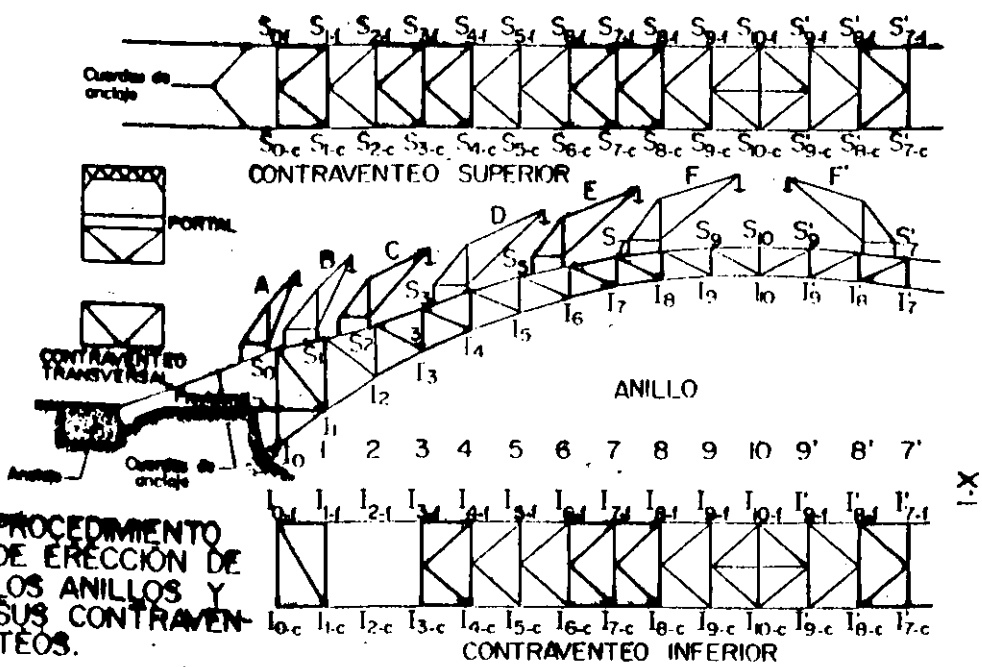
GEOMETRIA DE UN MODULO



MONTAJE PIRAMIDES

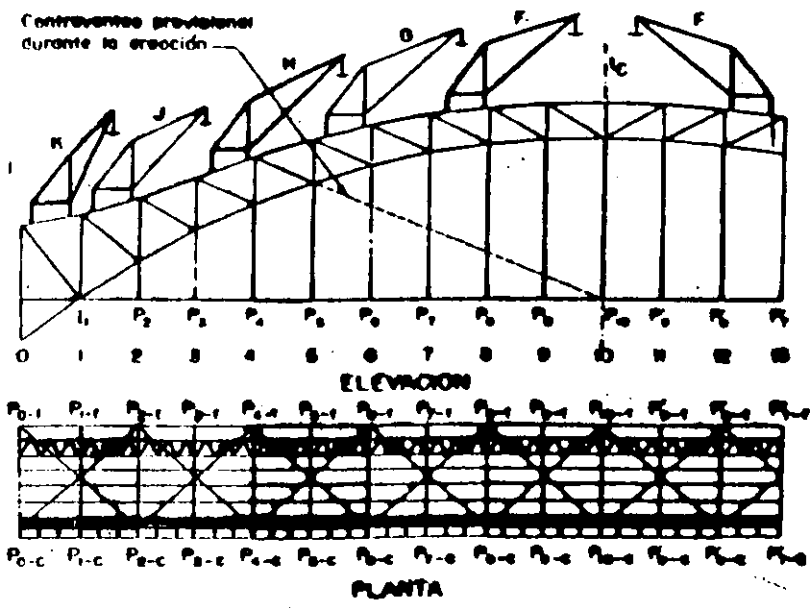
411

X ARCOS METALICOS



PROCEDIMIENTO DE ERECCION DE LOS ANILLOS Y SUS CONTRAVENIENTOS.

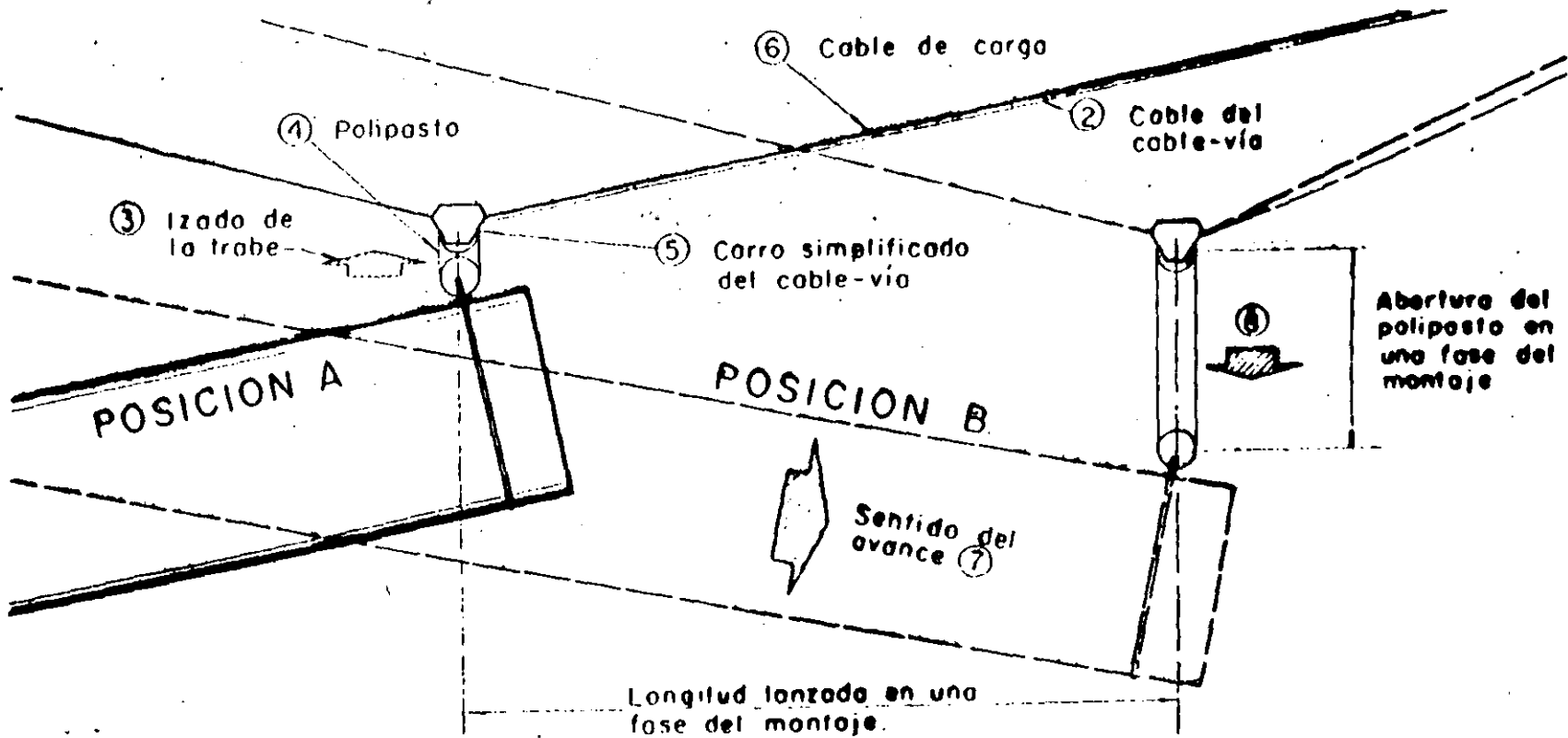
PUENTE USUMACINTA DEL FERROCARRIL DEL SURESTE.

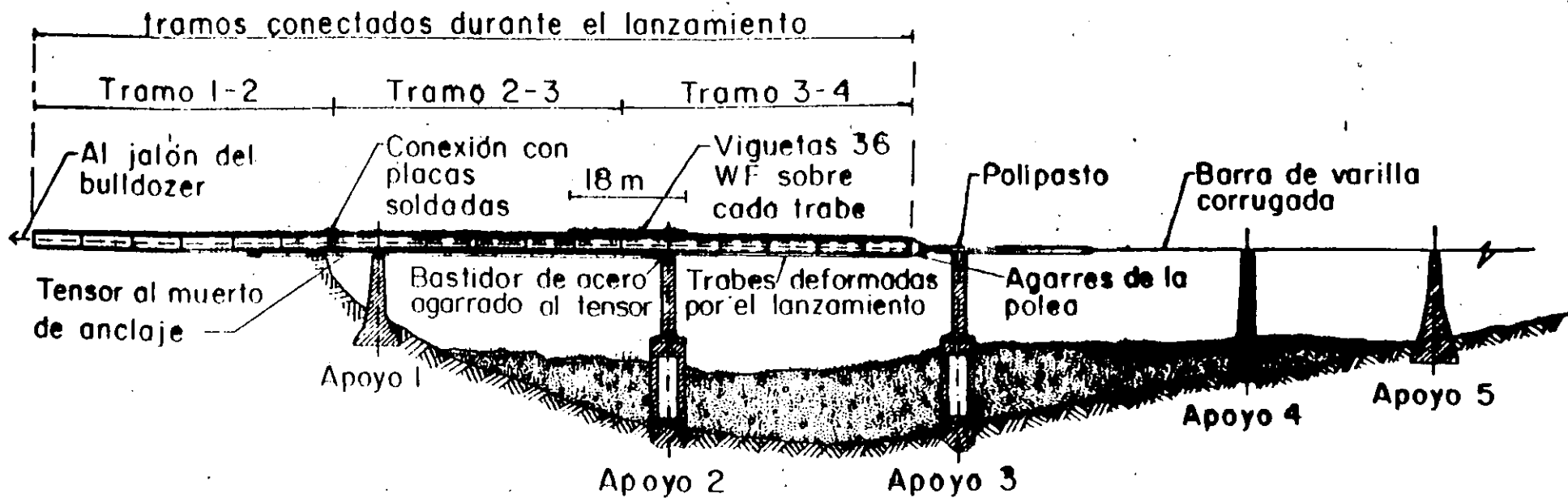


PROCEDIMIENTO DE ERECCION DE LAS PENDULAS Y DEL SISTEMA DE PISO

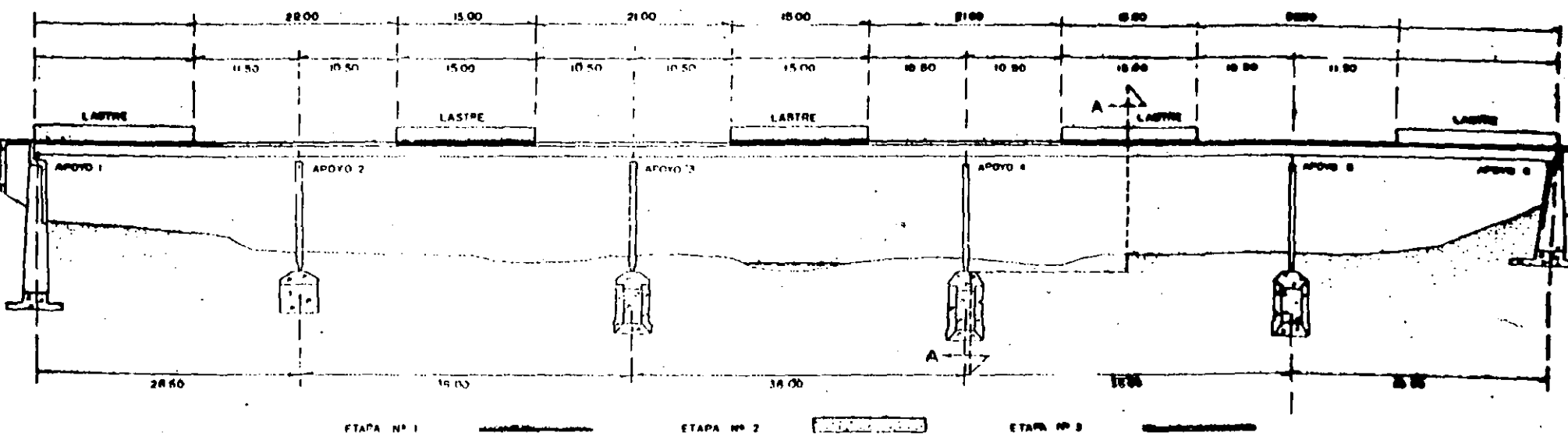
1-X

XI MONTAJE DE TRABES METALICAS





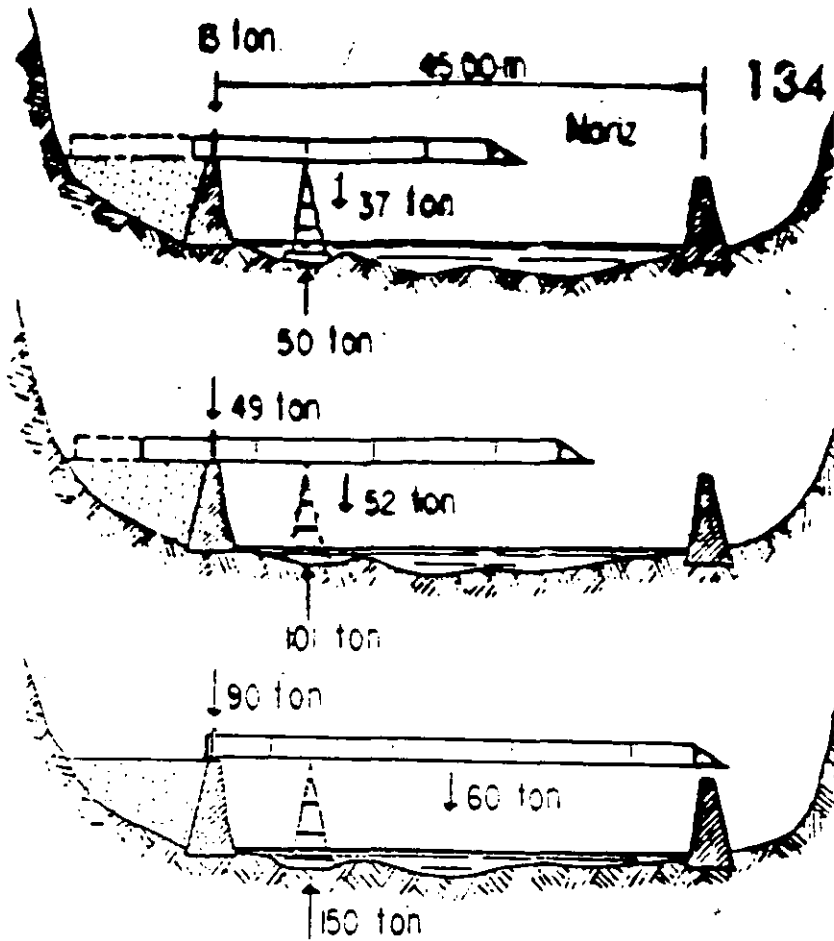
PROCEDIMIENTO DE MONTAJE POR LANZAMIENTO



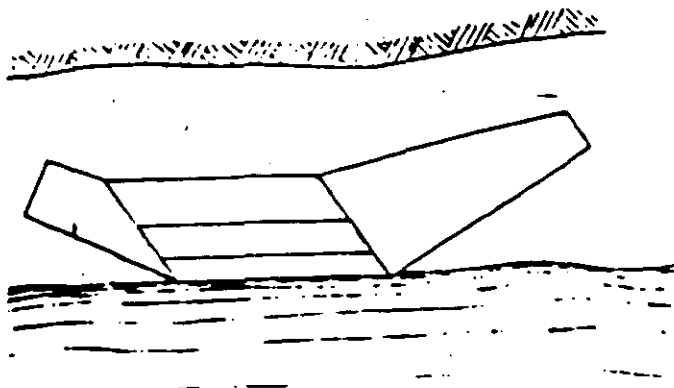
ORDEN DE COLADO DE LA LOSA SOBRE VIGUETAS Y LASTRES ESPECIFICADOS

DIMENSIONES EN METROS

MANIOBRAS DE MONTAJE



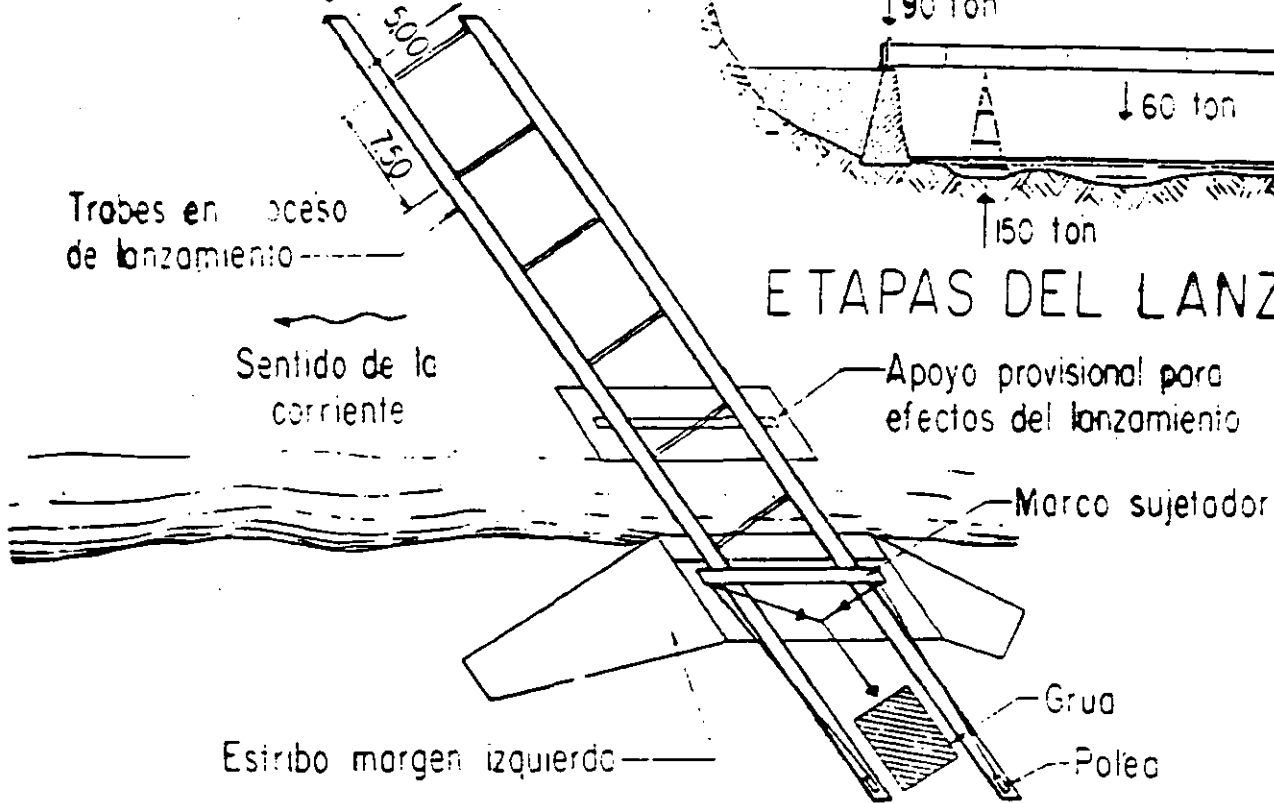
ETAPAS DEL LANZAMIENTO



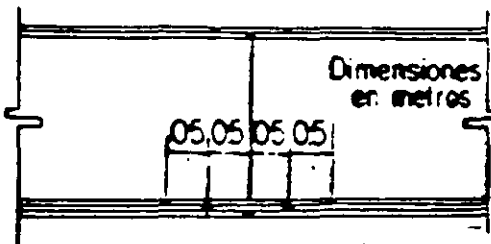
- Estribo margen derecho

Troces en proceso de lanzamiento

Sentido de la corriente



Estribo margen izquierdo



DETALLE UNION DE DOVELAS

PUENTE ROMULO O'FARRILL



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

FABRICACION DE ACEROS ESTRUCTURALES

ING. LUIS MANRIQUEZ M.

ING. LUIS JAVIER RAMOS

JULIO - 1992

DESARROLLO DE ACERO ESPECIAL ESTRUCTURAL PARA USARSE EN CONSTRUCCIONES LOCALIZADAS EN ZONAS ALTAMENTE SISMICAS

Autores: Ings. José Luis Castillo, Luis Manríquez M.
Altos Hornos de México, S.A. de C.V.
Monclova, Coah.

Altos Hornos de México consciente de la problemática de la construcción de edificios en zonas sísmicas se avocó a la investigación y desarrollo de un acero especial microaleado que ofrezca un factor de seguridad mayor a los existentes, utilizándolo en la fabricación de plancha y de perfiles pesados de acero.

En este trabajo se hace una breve descripción de los conceptos metalúrgicos sobre aceros microaleados y soldabilidad, reportando los resultados obtenidos en pruebas realizadas y comparando con aceros estructurales de uso frecuente, como son los de especificación A-36 y A-441 de ASTM.

INTRODUCCION

La forma y materiales de las construcciones depende del lugar en que deben edificarse, porque naturalmente es el medio el que determina las circunstancias de adaptación, para que las construcciones subsistan y sean útiles.

Así la mano del hombre ha dado lugar a abundantes tipos de construcción, cada uno respondiendo a factores locales concretos. Uno de estos factores es la presencia de terremotos en las zonas sísmicas, en donde para proteger e incrementar la seguridad de las construcciones y reducir las pérdidas materiales y sobre todo humanas, el hombre se ha visto en la continua necesidad de investigar el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, diseño y materiales.

Es reconocido en base a la experiencia, que en la selección de materiales el acero estructural por sus cualidades de resistencia, ductilidad y tenacidad ocupa el primer lugar en la construcción de estructuras sujetas a la acción de los sismos. En la actualidad es común encontrar el acero en forma de perfiles laminados, perfiles compuestos, perfiles trabajando en conjunto con el concreto en la construcción, de altos y pesados edificios industriales, comerciales, de vivienda, etc.

Altos Hornos de México ha acumulado experiencia a través de más de 40 Años en la fabricación de diversos grados de acero con la aplicación de los últimos adelantos tecnológicos; recientemente hemos desarrollado aceros especiales para la conducción de gas amargo, aceros estructurales para la construcción de plataformas marinas, aceros para recipientes de alta presión, pista de rodamiento y barra guía para sistemas de transporte colectivo (metro) y recientemente se ha desarrollado un acero microaleado especial que ofrece amplia ventaja en ductilidad, resistencia, soldabilidad y tenacidad a las que presentan los aceros estructurales tradicionales. A este acero apto para ser usado en zonas altamente sísmicas se le ha denominado AH-SR.

CONCEPTOS METALURGICOS SOBRE ACEROS MICROALEADOS

AHMSA, para atender la necesidad existente de poner a disposición de los constructores en acero, un material que reúna las características de alta resistencia, con ductilidad, tenacidad y soldabilidad mejoradas, condujo la investigación y pruebas para obtener un acero microaleado del tipo alta resistencia baja aleación (ARBA), a base de Niobio o Columbio.

Resistencia.

El acero mejora la resistencia de un edificio ante los sismos ya que la fuerza destructiva que actúa sobre éste es el producto de la masa del edificio por la aceleración de respuesta. Es decir que mientras más pequeña sea la masa del edificio (carga muerta) mayor es la resistencia al daño por los sismos. Aquí está la mayor ventaja del acero, debido a que su resistencia específica (esfuerzo permisible dividido por su densidad) permite una reducción considerable del peso del edificio). Entonces resulta claro que el minimizar el peso de un edificio es un factor fundamental en el diseño resisten los sismos.

En el afinamiento de grano del acero, como forma de incrementar resistencia, en un acero del tipo ARBA, está condicionado principalmente por la solubilidad y precipitación de los carbonitruros de niobio. La cantidad adecuada de adición del microaleante y las condiciones del proceso de laminación como calentamiento de planchón o tocho, deformaciones y temperatura de acabado, influirán determinantemente en el tamaño de grano final. Además el niobio tiene la particularidad de elevar las temperaturas de recristalización del acero (1).

El control de los factores antes mencionados asegurarán una estructura metalográfica de grano fino. La figura 1 ilustra la influencia del tamaño de grano en el

límite elástico del acero.

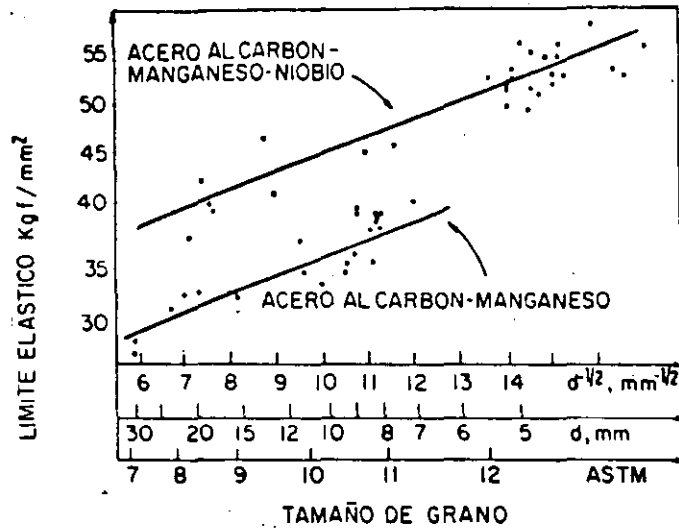


Figura 1. Influencia del tamaño de grano en el límite elástico de los aceros al carbono - manganeso y de los aceros carbono-manganeso-niobio.

Soldabilidad.

La soldabilidad es el conjunto de propiedades que debe poseer el acero para permitir realizar ensamblajes que presenten características suficientes de integridad, seguridad y continuidad metalúrgica, teniendo en cuenta que esta propiedad debe ser definida con respecto a un procedimiento de soldadura dado. Sin embargo las características del acero, y en particular su composición química cumplen una función importante en las facilidades de implementación por soldadura.

En general un aumento de los elementos del análisis químico tiene el efecto de aumentar la templabilidad del acero.

El carbono es el elemento que actúa más energicamente sobre la dureza máxima, es decir la dureza martensítica.

Se habla de soldabilidad de un acero cuando puede ser soldado sin riesgo de fisuración, y es el carbono equivalente en general el que sirve de criterio.

Producto de la experiencia de muchos años en los procesos de soldadura de diferentes aceros se ha desarrollado y utilizado el concepto de carbono equivalente y tiene su fundamento en las transformaciones de fase que se presentan en la zona de soldadura. En un cordón de soldadura ocurren todas las transformaciones de fase del acero, desde la fusión y solidificación misma del acero, en el centro del cordón, una zona de calentamiento excesivo en unas cuantas décimas de milímetro después de la zona de fusión, seguida de una zona de temple y otra de revenido,--

normalizado y recoído conforme nos vamos alejando del centro de la soldadura. La fórmula para expresar el carbono-equivalente del Instituto Internacional de la Soldadura (I.I.S.) es ampliamente reconocida.

$$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cu}{40} + \frac{Ni}{20} + \frac{Cr}{10} + \frac{Mo}{50} - \frac{V}{10} \quad (1)$$

Otra fórmula japonesa obtenida en pruebas de fisuración bajo tensión en "Y" inclinada, sería aplicable a una amplia variedad de aceros de alto límite de elasticidad de carbono mas bajo.

$$C_{eq.} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$$

La fórmula para el carbón equivalente de acuerdo a la AWS y ASTM (3) y (4) - también es ampliamente reconocida.

$$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (3)$$

Se conoce el diagrama de transformaciones en enfriamiento continuo de prácticamente todos los aceros; en ellos se establece la velocidad crítica de enfriamiento que nos puede provocar la formación de estructuras de alta dureza como la martensita, indeseable en el cordón de soldadura por su fragilidad. Se conoce que todo acero con carbono equivalente superior al 0.51% tiene ese riesgo y de ahí la restricción de no sobrepasarlo (2).

Evidentemente el metal de aporte en forma de electrodo, en el caso de la soldadura de arco eléctrico, debe ser el adecuado para el cordón de soldadura aplicada, es decir con las mismas características de resistencia, ductilidad y tenacidad, que las especificadas para el metal base. En adición a estas condiciones, es necesario que no provoque absorción de hidrógeno durante la operación de soldadura con el fin de evitar otra fuente de fragilización en la zona de soldadura.

Ductilidad

El acero es capaz de sobrellevar grandes deformaciones inelásticas sin fallar. Y se ha comprobado su eficacia en resistir sismos extraordinarios, de ahí la importancia de generar estructuras dúctiles, y esto se logra con un buen diseño y materia

les adecuados, Originando que la falla dúctil se produzca antes que la frágil con un buen factor de seguridad evitando riesgos.

La ductilidad se ha convertido en la propiedad sismo-resistente más importante, ya que ésto permite que las estructuras resistan los terremotos.

Uno tiene que reconocer que el acero estructural, debido a su ductilidad es el mejor material que se puede usar en estructuras que serán sujetas a altas e imprevisitas fuerzas, especialmente en edificios altos y pesados (5).

Entre los parámetros indicadores de ductilidad que se obtienen en las pruebas de tensión el más representativo, es la reducción de área que se presenta en la probeta.

La elongación y el área bajo la curva esfuerzo - deformación también son indicadores bastante representativos de la ductilidad. La prueba de dobléz es usada frecuentemente como indicador de la ductilidad del acero, pero tiene el inconveniente de no proporcionar información cuantitativa de la ductilidad, sin embargo, es ampliamente usada.

La ductilidad depende principalmente de la composición química, de la estructura metalográfica y del nivel de limpieza interno, es decir, de la forma, tamaño y distribución de las inclusiones no metálicas y de segregaciones. Respecto a las inclusiones, el tipo que se presenta más frecuente, son las de sulfuros de manganeso. Lógicamente reduciendo el contenido de azufre, la presencia de inclusiones de este tipo, se minimiza.

En la figura 2 se muestra una microfotografía de dos aceros, el de la izquierda con un contenido de azufre de 0.005% y el de la derecha con 0.040%.

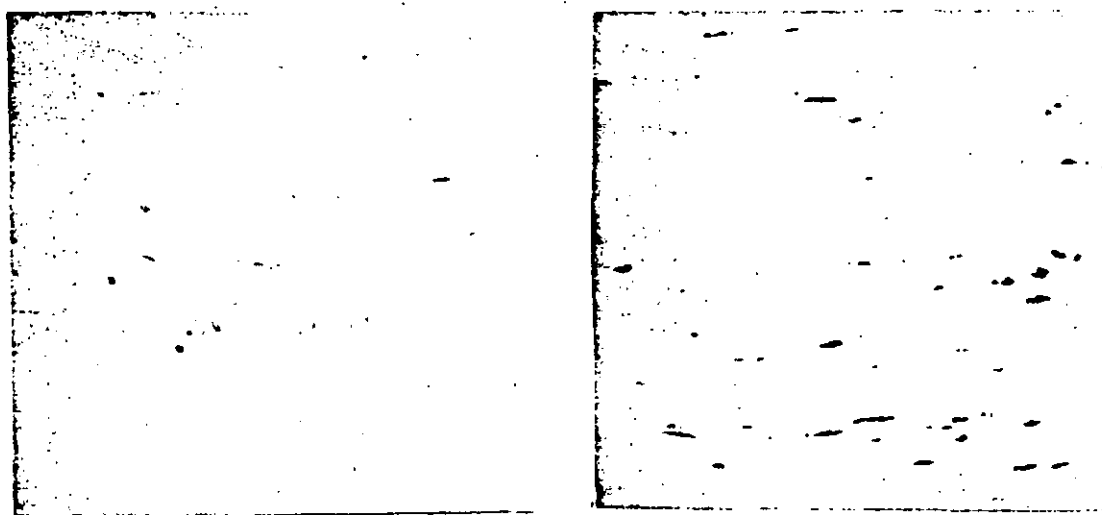


Figura 2. La microfotografía de la izquierda muestra el nivel de inclusiones de un acero conteniendo 0.005% de azufre y a la derecha un acero con 0.040%.

Tenacidad

Es la medida de la energía por unidad de volumen necesaria para deformar un material hasta el momento de la fractura. Esto es que en estructuras sismo-resistente, este material por su enorme capacidad de deformación, ofrece suficiente tiempo entre la deformación plástica y la falla final.

Esta propiedad se ha convertido en un factor básico muy importante, considerado en la Ingeniería Sísmica para construcción de estructuras de acero.

La prueba de impacto Charpy, es la mas frecuentemente usada, y es una guía que se utiliza para conocer la capacidad que tiene un acero para absorber energía hasta llegar a la fractura. Otra información que proporciona esta prueba es el tipo de fractura que presentará el acero al ocurrir la falla. En la fotografía de la figura 3 se observa a la izquierda una probeta en acero con pobre capacidad para absorber energía y de fractura frágil, la probeta de la derecha es una probeta de acero con alta capacidad para absorber energía y con fractura 100% dúctil.

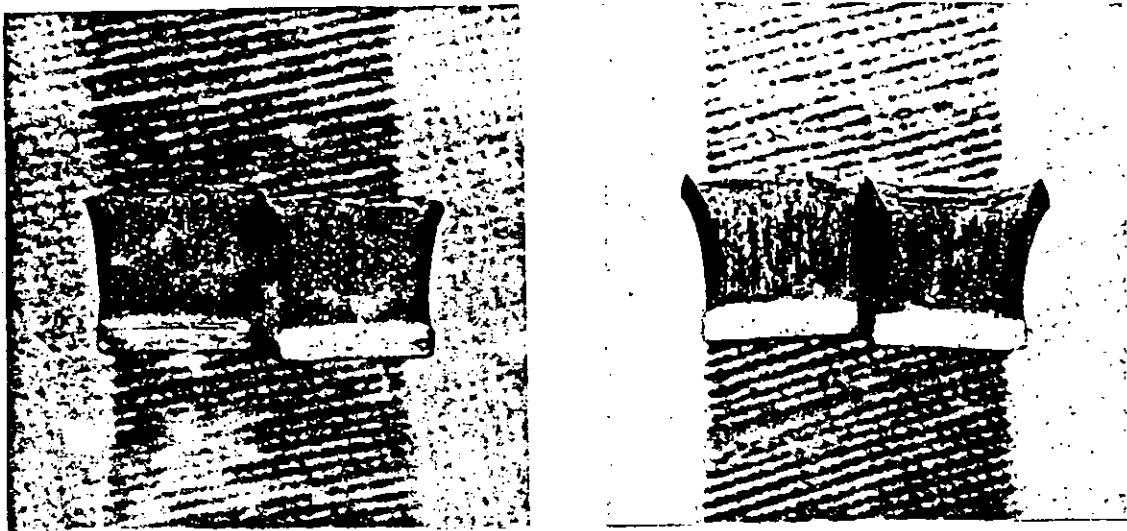


Figura 3. Probetas de acero después de la prueba Charpy. a la izquierda se observa un acero con pobre tenacidad y fractura frágil, la probeta de la derecha corresponde a un acero con alta capacidad de absorber energía y con fractura dúctil 100%, de alta tenacidad.

Los factores que influyen determinantemente en la tenacidad del acero son: a) la composición química, b) estructura metalográfica, c) inclusiones no metálicas y segregaciones. Respecto a la composición química, la presencia de elementos fragilizantes como el carbono, fósforo, nitrógeno, etc. actuarán en detrimento de la tenacidad. En la figura 4 se muestra el efecto del contenido de carbono en la tenacidad de los aceros ferríticos - perlíticos. La presencia de estructuras frágiles como la martensita influirán perjudicialmente en la tenacidad, además la presencia de grano grueso también influirá negativamente con esta propiedad.

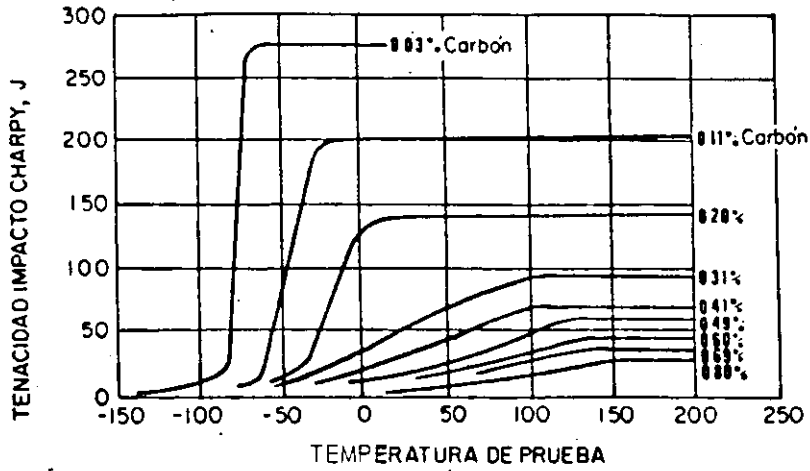


Figura 4. Efecto del contenido de carbono sobre tenacidad de aceros ferríticos-perlíticos (6)

Las inclusiones no metálicas, como son los de sulfuros de manganeso, óxidos, silicatos y alúminas afectan perjudicialmente la tenacidad. En la figura 5 se observa la influencia del contenido de azufre y control de la forma de inclusiones de sulfuro de manganeso.

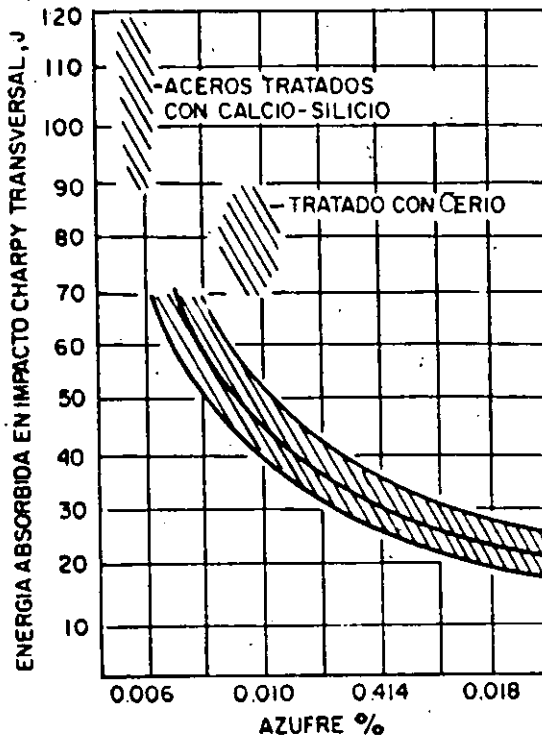


Figura 5. Contenido de bajo azufre y el control de la forma de inclusiones, mejora la tenacidad transversal. Taeffner, K.D. (7)

PRODUCCION DEL ACERO AH-SR

Tomando en cuenta los conceptos antes mencionados, se efectuaron los estudios correspondientes y se procedió a la fabricación a escala industrial de la placa AH-SR para cumplir con las propiedades químicas que se especifican en la Tabla 1. Comparando estas especificaciones A-36 y A-441 de ASTM.

TABLA 1

LIMITES MAXIMOS DE COMPOSICION QUIMICA Y DE CARBONO EQUIVALENTE DEL ACERO ESTRUCTURAL AH-SR COMPARADO CON ACEROS DE ESPECIFICACION A-36 Y A-441 DE ASTM (8) Y (9)

ELEMENTO	LIMITE MAXIMO DE COMPOSICION (% EN MASA)		
	A-36*	A-441	AH-SR
Carbono	0.25	0.22	0.18
Manganeso	-	0.85-1.25	1.50
Fósforo	0.04	0.04	0.03
Azufre	0.05	0.05	0.02
Silicio	-	0.040	0.30
Niobio	-	-	0.05
Vanadio	-	0.02 Mfn.	-
Cobre	-	0.20 Mfn.	-
Carbono Equivalente	-	-	0.37

* Para espesores hasta de 19 mm.

El acero se produce ajustándose a las prácticas metalúrgicas y de control durante los procesos de fabricación del acero y laminación, para asegurar la obtención de las propiedades físicas deseadas, las cuales se describen en la Tabla 2. Los resultados que se han obtenido desde el punto de vista prácticas operativas para alcanzar los objetivos planeados desde la fabricación de acero hasta su laminación a placa en espesor de 12.5 mm, cumplen las especificaciones teniendo en promedio la última tensión 56.2 Kgf/mm², el límite elástico 44.8 kgf/mm², como indicadores de la resistencia. La elongación ha sido en promedio de 42.0% y la reducción de área de la probeta 46.6%, ambos indicadores de la ductilidad. Estos valores obtenidos en elongación y reducción de área, nos muestran sin lugar a dudas la presencia de una óptima ductilidad, necesaria para las estructuras de acero. En la Tabla 3 se muestran resultados obtenidos de las pruebas de tensión de la placa AH-SR de 12.5 mm de espesor. Es de conocimiento general que un acero --

TABLA 2

ESPECIFICACIONES DE PROPIEDADES FISICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL AH-SR Y DE ACEROS CON ESPECIFICACION A 36 Y A 441 DE ASTM (8) Y (9)

DESIGNACION	ESPESORES (mm)	REQUERIMIENTOS FISICOS *		
		ULTIMA TENSION (kgf/mm ²)Min	LIMITE ELASTICO (Kgf/mm ²)Min	ELONGACION % MIN en 50 mm
A 36	TODOS	40.8-56.3	25.3	23
A 441	5-19 19-38	49.3 47.1	35.2 32.4	21
AH-SR	TODOS	45.7	35.2	25

*Probetas transversales.

TABLA 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSION A PLACAS DE ACERO AH-SR CON ESPESOR DE 12.5mm

CARACTERISTICA	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO ESPECIF.
Límite elástico Kgf/mm ²	44.8	43.3	48.0	35.2
Ultima tensión Kgf/mm ²	56.2	53.9	62.6	45.7
Elongación, % en 50mm	42.0	39.0	45.0	25.0
Reducción de área, %	46.6	45.2	47.2	-
Relación LE/UT	0.80	0.76	0.85	-

de mayor resistencia, tiene mayor dureza, es decir menos ductilidad; sin embargo con la presencia de una estructura ferrítica obtenida con un acero de bajo carbono y de grano fino, se pueden obtener alta resistencia sin comprometer la ductilidad.

Se puede apreciar en la estructura metalográfica del acero AH-SR que predominan los granos ferríticos de inherente ductilidad.

Como se mencionó anteriormente una de las cualidades que debe tener el acero estructural adecuado para construcciones situadas en zonas de riesgo sísmico, es su capacidad para absorber energía, es decir su tenacidad, la cual se puede me--

dir con la prueba de impacto Charpy. Con esta misma prueba se puede determinar el nivel de ductilidad/fragilidad de la fractura, se efectuaron una serie de pruebas de impacto Charpy a la placa de acero de 12.5 mm de espesor, con el fin de determinar su curva de temperatura de transición y su capacidad para absorber energía. Las temperaturas de prueba que se usaron para determinar la temperatura de transición fué desde -40 hasta 30 $^{\circ}\text{C}$.

De acuerdo con los valores obtenidos en las pruebas de impacto, se elaboró la curva de temperatura de transición que se muestra en la Figura 6, donde se observa que la temperatura de transición para el acero AH-SR fué de -8 $^{\circ}\text{C}$. Quiere decir que a esta temperatura la fractura de la probeta presenta una apariencia de 50% de fractura dúctil y 50% de fractura frágil.

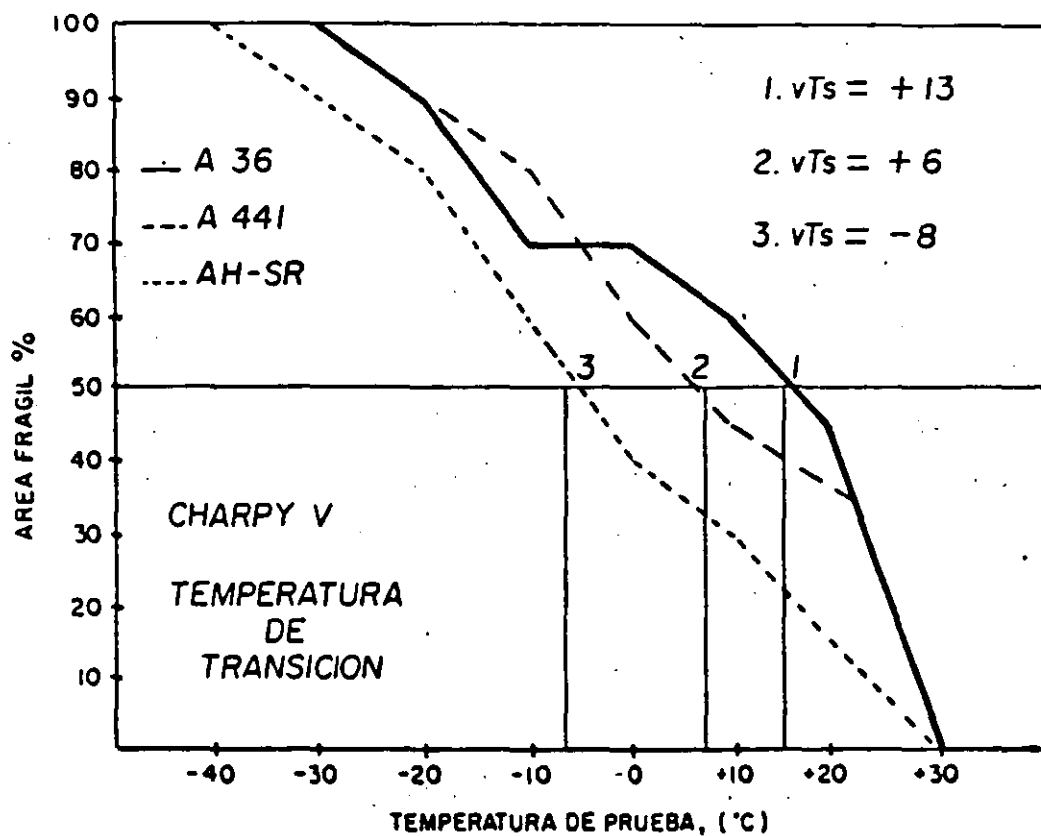


Figura 6. Curvas de transición comparativas para los aceros AH-SR, A-36 y A-441. Resultados obtenidos de la prueba de impacto Charpy.

La capacidad de un acero para absorber energía está determinada principalmente por la composición química, por el tipo de estructura metalográfica presente, por el tamaño de grano y por la presencia de inclusiones no metálicas. El acero AH-SR tiene: en su composición química baja cantidad de elementos fragilizantes como se indica en la Tabla 1, el tipo de estructura es de grano ferrítico, el tamaño de grano es fino (menor de 7 ASTM) y los niveles de inclusiones no metálicas son bajos debido a controles implantados en procesos de refinación y principalmente al bajo contenido de azufre, menor o igual a 0.020%. Los valores de energía absorbida que se obtu-

vieron son satisfactorios y se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4

RESULTADOS DE PRUEBAS DE IMPACTO CHARPY EFECTUADAS A PROBETAS DE ACERO AH-SR PROCEDENTES DE PLACA CON 12.5 MM DE ESPESOR

TEMPERATURA DE PRUEBA °C	ENERGIA ABSORBIDA, KILOGRAMO-METRO*	
	VALOR PROMEDIO	VALOR MINIMO
- 40	1.7	0.8
- 30	2.6	1.4
- 20	2.8	2.0
- 10	3.3	2.7
0	3.8	3.3
10	4.6	3.9
20	5.4	4.2
30	5.8	4.7

* Probeta Transversal

PRUEBAS COMPARATIVAS DE ACERO AH-SR, A-36 Y A-441

Con objeto de determinar las diferencias entre los aceros estructurales de mayor consumo, como son A-36 y A-441, y el acero AH-SR, se efectuaron pruebas comparativas de tensión, impacto y de soldabilidad. Los espesores a los cuales se laminó el acero A-36 fué de 12.5 mm y el del acero A-441 fué de 19 mm. En la Tabla 1 se muestran las especificaciones de estos aceros estructurales. Como puede apreciarse los niveles máximos de carbono, fósforo, azufre y silicio son inferiores para el acero AH-SR, además en éste limita el carbono equivalente a 0.37. El valor típico de carbono equivalente es de 0.28, calculado con la fórmula (3), muy por abajo del límite máximo especificado.

Las pruebas de tensión comparativas de los aceros AH-SR, A-36 y A-441, se efectuaron en probetas transversales. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5. Como puede observarse los tres aceros cumplen satisfactoriamente con las especificaciones.

TABLA 5

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSION EFECTUADOS A PROBETAS DE ACEROS AH-SR, A 36 Y A 441 DE ASTM. LAS PROBETAS SON TRANSVERSALES AL SENTIDO DE LAMINACION.

DESIGNACION	LIMITE ELASTICO Kgf/mm ²	ULTIMA TENSION Kgf/mm ²	ELONGACION % (en 50mm)	REDUCCION DE AREA %
A 36	\bar{X} 30.6 MIN. 28.3 MAX. 33.6	\bar{X} 47.7 MIN. 47.1 MAX. 48.7	\bar{X} 42.3 MIN. 41.0 MAX. 42.3	\bar{X} 42.9 MIN. 41.0 MAX. 43.8
A 441	\bar{X} 39.9 MIN. 37.1 MAX. 41.8	\bar{X} 57.1 MIN. 52.4 MAX. 58.7	\bar{X} 39.2 MIN. 38.0 MAX. 41.0	\bar{X} 37.3 MIN. 32.8 MAX. 41.1
AH-SR	\bar{X} 44.8 MIN. 43.3 MAX. 48.0	\bar{X} 56.2 MIN. 53.9 MAX. 62.6	\bar{X} 42.0 MIN. 39.0 MAX. 45.0	\bar{X} 46.5 MIN. 45.2 MAX. 47.2

Los valores de energía absorbida obtenida en las pruebas de impacto Charpy comparativas, muestran claramente que el acero AH-SR tiene mayor tenacidad que los aceros A 36 y A 441, tal como muestra en la Tabla 6.

TABLA 6

RESULTADOS DE PRUEBAS DE IMPACTO CHARPY COMPARATIVAS ENTRE EL ACERO AH-SR Y LOS ACEROS A 36 Y A 441 DE ESPECIFICACION ASTM. PROBETAS TRANSVERSALES AL SENTIDO DE LAMINACION.

TEMPERATURA DE PRUEBA °C	VALORES TÍPICOS DE ENERGÍA ABSORBIDA KILOGRAMO-METRO		
	A 36	A 441	AH-SR
-40	-	-	1.7
-30	1.0	1.2	2.5
-20	1.7	1.7	2.8
-10	2.6	2.4	3.3
0	3.1	2.7	3.8
10	3.8	3.7	4.6
20	4.6	4.7	5.4
30	5.8	5.1	5.8

Los resultados de la aparición de fractura presentados a diferentes temperaturas, muestran que el acero AH-SR superior a los aceros en comparación. Mientras que el acero AH-SR tiene una temperatura de transición de -8°C , para el acero A 441 es de 6°C y para el A 36 de 13°C . Los resultados se podrán observar en la figura 6.

La soldabilidad de los aceros A 36 y A 441 de AHMSA es buena, siendo aún mejor la del acero AH-SR por su contenido más bajo de carbono, azufre, fósforo, etc.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de las pruebas de tensión de las uniones soldadas de los tres aceros estructurales en comparación. Las uniones fueron soldadas a tope utilizando bisel en V y doble V, con electrodos E-7018 de bajo hidrógeno. En todos los casos la ruptura ocurrió fuera de las zonas de material de aporte y de la zona afectada por el calor.

En aceros de nivel de carbono bajo como es el caso del AH-SR no se observa presencia de estructuras frágiles como es la martensita, ni aún en el acero A 36 ó A 441.

En los tres tipos de aceros las uniones soldadas resistieron excelentemente las pruebas de dobléz correspondientes.

TABLA 7

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSIÓN EN PROBÉTAS TRANSVERSALES SOLDADAS DE LOS ACEROS AH-SR, A 36 Y A 441.

DESIGNACION	TIPO DE ELECTRODO (AWS)	ULTIMA TENSION Kg/mm ²	ELONG. %	EFIC.DE JUNTA %	LOCALIZACION DE LA FRACTURA
A 36	E6010	49.0	39.0	100	METAL BASE
		48.9	41.0	100	METAL BASE
A 441	E7018	60.7	38.0	100	METAL BASE
		60.9	37.0	100	METAL BASE
AH-SR	E7018	54.8	43.0	100	METAL BASE
		55.0	42.0	100	METAL BASE

COMENTARIOS

Además de las ventajas del acero como material más confiable en construcciones sismo - resistentes, cabe mencionar las que ofrece como sistema constructi

vc. La construcción de estructuras de acero es más fácil y toma considerablemente menos tiempo, los elementos estructurales se producen y/o fabrican en una planta y se ensamblan en el lugar de la obra, además como el único tratamiento adicional necesario es una capa de protección a prueba de fuego; el tiempo de construcción es acortado considerablemente; las reparaciones son más rápidas y económicas. Por su amplio rango de aplicaciones, las estructuras de acero son una mayor contribución, no solamente en grandes alturas, sino también en estructuras con amplios claros horizontales.

Altos Hornos de México fabrica actualmente en acero A-36 bajo la especificación ASTM y la norma A, 6 perfiles estructurales IPR (viga I perfil rectangular) en 12 tamaños y 39 pesos que van desde 6" (152.4 mm) hasta 18" (457.2 mm) de peralte; estos perfiles cumplen con las especificaciones recomendadas por el AISC para estructura de acero en edificios en zonas sísmicas, con la relación de ancho a espesor de patín ($b/t = 436/\sqrt{F_y}$) y la relación de peralte de espesor de alma ($h/t = 3.45/\sqrt{F_y}$). Así mismo, se está ofreciendo al mercado en acero AH-SR perfiles estructurales IPR en 8 tamaños y 16 pesos diferentes, que van desde 8" (203.2 mm) hasta 18" (457.2 mm) de peralte.

Para la construcción de columnas se ha encontrado que la sección más conveniente para resistir las cargas laterales por sismos, en las que las fuerzas actúan en todas las direcciones con igual intensidad, es la sección en forma de cajón, ya sea cuadrada o rectangular fabricada con 4 placas soldadas.

AHMSA fabrica actualmente placa ancha en diversos grados de acero y espesores que van desde 3/16" (4.8 mm) hasta 2" (50.8 mm) y ofrece al mercado en acero AH-SR placa en espesores de 1/4" (6.4 mm) hasta 1-3/4" (44.5 mm).

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha intentado exponer los esfuerzos que AHMSA está desarrollando en la obtención de nuevos materiales que cubran las necesidades de la industria de la construcción y de la de bienes de capital, como el desarrollo del acero AH-SR, cuyas características de alta resistencia, soldabilidad, ductilidad y tenacidad, lo hacen un material excelente para usarse en zonas sísmicas.

Actualmente se están gestionando los trámites para su normatización y utilización. El futuro verá todavía edificios más altos, mayor eficiencia de energía, más atención al contexto y nuevos arreglos estructurales.

El confortable medio ambiente de recientes construcciones se extenderá a la vivienda y medios de manufactura.

Conforme se vaya avanzando, el acero de hoy y las técnicas de construcción eventualmente se verán unidas a nuevos materiales y propuestas; combinados o conjuntamente podrán definir nuevas posibilidades en Arquitectura.

La tarea de fomentar el uso del acero en la construcción ha de ser muy amplia y de llegar a todos los niveles usuarios de materiales de construcción sin excluir a los productores de aceros que deberemos hacer nuestra esa frase de que - - - "el mejor sustituto de los productos de acero ... son los productos de acero de - mejor calidad".

REFERENCIA

1. De Ardo A.J. y otros. Fundamental Metallurgy of Niobium in Steel. Niobium -- Proceedings of the International Symposium. Editado por Harry Stuart, San --- Francisco California, Noviembre de 1981 (2).
2. Magallón G. Esteves F. Desarrollo de Acero Microaleado de Alta Resistencia - varilla de refuerzo con características de soldabilidad y alta ductilidad apto pa ra zonas sísmicas. Congreso del CIME, Noviembre de 1986 (2).
3. American Welding Society. Structural Welding Code, AWS D1.4-79. Miami (2).
4. American Society for Testing and Materials. 1986. Low Alloy Steel Bars for -- Concrete Reinforcements, ASTM A 706-84a. Philadelphia (2).
5. Zeevaert L., Design and response of structural steel buildings during the strong September 1985 earthquake in México, City (2).
6. Baumgardt, H y otros, Review of Microalloyed structural plate metallurgy allo- ying, Rolling, Heat Treatment, Niobium proceeding of the International Sympo- siwm, editado por Harry Stuart, San Francisco California, Noviembre de 1981 - (3).
7. Taeffner K.D. y otros, Technology of Hot Strip and Plate Production for large Diameter Line Pipe. Micro Alloying 75, Washington D.C., USA, Octubre de --- 1975 (3).
8. American Society for Testing and Materials 1986. Structural Steel. ASTM --- A 36/A 36M-84a, Philadelphia (2).
9. American Society for Testing and Materials 1986, High-Strength Low-Alloy --- Structural Steel Manganese Vanadium Steel, ASTM A 441/A 441M-85 (2)
10. Seminario Latinoamericano. Uso del acero en la construcción ILAFA, Santiago de Chile, Siderurgia Latinoamericana, No. 329, Septiembre de 1986 (1).

ELECTRODOS RECOMENDADOS PARA SOLDADURA
 POR ARCO ELECTRICO MANUAL DE ACEROS AL
 CARBONO Y DE BAJA ALEACION (ASTM)

ESPECIFICACION
 ASTM

D E S C R I P C I O N

GRADOS

ELECTRODOS
 RECOMENDADOS

PLACAS, LAMINAS, FORJAS Y FUNDICIONES

A-36-74	ESTRUCTURAL, LE MIN36000 PSI		(2)
A-113-70a	BARRA LAMINADA PARA VIA DE FERROCARRIL	TODOS	(2)
A-131-74	ESTRUCTURA DE BARCOS	A, B, C, CS, D, E AH, DH, EH.	(2) E7018
A-148-73	FUNDICIONES DE ACERO PARA USO ESTRUCTURAL.	80-40, 50 90-60 105-85-12-95	E8018-C3 E9018-G E11018-M
A-202-74a	RECIPIENTES A PRESION Y CALENTADORES	A, B	E9018-G
A-203-74a	RECIPIENTES A PRESION	A, B D, E	E8018-C1 E8018-C2
A-204-74	RECIPIENTES A PRESION Y CALENTADORES	A, B C	E7010-A1 6 E7018-A E8018-B2 (3)
A-205-74a	RECIPIENTES A PRESION Y CALENTADORES	A, B	E8018-C3
A-225-74a	RECIPIENTES A PRESION Y CALENTADORES	A, B,	E8018-B2
A-236-74a	FORJAS PARA VIAS FERREAS	A, B C, D, E F, G H	E7018 6 E7028 E8018-C3 E9018-G E110-18M
A-238-71	FORJAS PARA VIAS FERREAS	A B C, D, E	E8018-C3 E9018-G E11018-M
A-242-74	ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA	TODOS	E7018 6 E7028 (4)

ESPECIFICACION ASTM	DESCRIPCION	GRADOS	ELECTRODOS RECOMENDADO
A-266-69	TAMBORES FORJADOS	1 2 3	(2) E7018 E8018-C3
A-283-74	PLACAS ESTRUCTURALES	TODOS	(2)
A-284-70a	PLACAS AL CARBONO-SILICIO	TODOS	(2)
A-285-74a	PLACAS PARA BRIDAS Y SUJETAS A FUEGO	TODOS	(2)
A-299-74a	PLACAS PARA CALENTADORES	TODOS	E8018-C3 y B2
A-302-74a	RECIPIENTES A PRESION Y CALENTADORES	TODOS	E8018-C3 y B2
A-328-70	ACEROS DE APILAMIENTO	TODOS	E7018 ó E7028
A-336-70a	ALEACIONES FORJADAS	F1 F12	E7018-A1 E8018-B2 (3)
A-352-74a	FUNDICIONES PARA BAJA TEMPERATURA	LCA, LCB, LCC LC1 LC2 LC3	E7018-1 E7018-A1 E8018-C1 E8018-C2
A-356-74	FUNDICIONES PARA TURBINAS DE VAPOR	5 6 8,10	E8018-B1 E8018-B2 (3) E9018-B3
A-361-71	LAMINA GALVANIZADA	-	(2) (5)
A-366-72	LAMINA DE ACERO AL CARBONO	-	(2)
A-372-74	FORJAS PARA RECIPIENTES A PRESION	CLASE I CLASE II CLASE III CLASE IV	E7018 ó E7028 E8018-C3 E9018-G E11018-M
A-387-74a	PLACAS AL CR-MO PARA CALENTADORES	A, B, C D	E8018-B2 (3) E9018-B3
	FUNDICIONES PARA ELEVADAS TEMPERATURAS	C23	E8018-B2 (3)

ESPECIFICACION ASTM	DESCRIPCION	GRADOS	ELECTRODOS RECOMENDADOS
A-410-72	PLACAS PARA RECIPIENTES A PRESION	-	E8018-C3
A-414-72	LAMINAS PARA BRIDAS Y USOS A FUEGO DIRECTO	A, B, C, D E, F G	(2) E7018 6 E7028 E8018-C3
A-424-73	LAMINAS ESMALTADAS O PORCELANIZADAS	-	E7018
A-441-74	ESTRUCTURALES DE ELEVADA RESISTENCIA	TODOS	E7018 6 E7028 (4)
A-442-74	PLACAS DE GRANO FINO	TODOS	E7018 6 E7028
A-444-71	LAMINAS GALVANIZADAS	A, B, C	(2) (5)
A-446-72		D, F	E7010-A1
A-455-74C	PLACAS AL C-Mn PARA RECIPIENTES A PRESION	TODOS	E8018-C3 (6)
A-486-74	FUNDICIONES PARA PUENTES DE CARRETE RAS.	70 90	E7018 6 E7028 E9018-G
A-487-71a	FUNDICIONES PARA SERVICIO A PRESION	8N, 9N A, AN, AQ, B, N, C, CN BQ, CQ	E8018-B3 E8018-B3 E8018-C3
A-514-74a	PLACAS TEMPLADAS Y REVENIDAS	TODOS	E11018-M (7)
A-515-74b	PLACAS PARA CALENTADORES A ALTA TEMPERATURA.	TODOS	E7018 6 E7028
A-516-74a	PLACAS PARA RECIPIENTES A PRESION A BAJA TEMPERATURA	55, 60 65, 70	E7018 6 E7028 E7018 6 E8018-C3
A-517-74a	PLACAS TEMPLADAS Y REVENIDAS	TODOS	E11018-M (7)
A-526-71	LAMINAS GALVANIZADAS	-	(2) (5)
A-528-71			
A-529-72	ESTRUCTURAL, LE MINIMO 42000 PSI	-	(2)

ESPECIFICACION
AS

DESCRIPCION

GRADOS

ELECTRODOS
RECOMENDAR

ESPECIFICACION	DESCRIPCION	GRADOS	ELECTRODOS RECOMENDAR
A-533-74	PLACAS TEMPLADAS Y REVENIDAS	CLASE 1 CLASE 2, 3	E8018-C3 E11018-M
A-537-74	RECIPIENTES A PRESION Y ESTRUCTURAS	CLASE 1 CLASE 2	E7018 6 E7028 E8018-C3
A-541-73	FORJAS PARA RECIPIENTES A PRESION	CLASE 1 CLASE 2, 3, 4 CLASE 5 CLASE 6	E7018 6 E7028 E8018-C3 E8018-B2 (3) E9018-B3
A-543-74	PLACAS TEMPLADAS Y REVENIDAS	1, 2, 3	E11018-M (7)
A-570-72	LAMINA Y FLEJE ESTRUCTURAL	TODOS	(2)
A-572-74b	PLACAS ESTRUCTURALES	42, 45 50, 55 60, 65	(2) E7018 6 E7028 E8018-C3
A-573-74	PLACAS ESTRUCTURALES	65, 70	E7018 6 E7028
A-588-74a	ESTRUCTURAL ALTA RESISTENCIA	TODOS	E7018 6 E7028 (4)
A-606-71	LAMINA ALTA RESISTENCIA	TODOS	(2)
A-607-70	LAMINA DE BAJA ALEACION, ALTA RESISTENCIA.	40, 50, 55 60, 65 70	(2) E8018-C3 E9018-G
A-611-72	LAMINA TRABAJADA EN FRIO	A, B, C, D	(2)
A-615-74a	BARRAS DE REFUERZO	40 60 75	(2) E9018-G E11018-M
A-616-72	BARRAS DE REFUERZO	50 60	E8018-C3 E9018-G
A-617-74	BARRAS DE REFUERZO	40 60	(2) E9018-G

ESPECIFICACION

ASTM

DESCRIPCION

GRADOS

ELECTRODOS
RECOMENDADOS

A-706-74

BARRAS DE REFUERZO

60

E9018-G

TUBERIA Y ACCESORIOS DE ACERO

A-53-73

A-106-74

A-120-73

A-135-73d

A-139-74

A-179-73

A-192-73

A-211-73

A-214-71

A-226-73

A-252-74

A-523-73

A-587-73

A-589-73

TUBERIA DE ACERO
MEDIO CARBONO

TODOS

(2) (8)

A-105-73

ACCESORIOS PARA ALTA TEMPERATURA

I, II

E7018

A-106-74

TUBERIA PARA ALTA TEMPERATURA

A, B, C,

E7018

A-155-74

TUBERIA PARA ALTA TEMPERATURA

C45, C50, C55
KC, KCF-55, 60
KC, KCF-65
CM65, 70
CM75

(2)
E7018 ó E7028
E7018 ó E7028
E7010-A1 ó E7018-A1
E8018-B2 (3)

CMS75, CMSH70
1/2, 1, 1-1/4 Cr
2-1/4 Cr

E8018-C3
E8018-B2 (3)
E9018-B3

ESPECIFICACION	DESCRIPCION	GRADOS	ELECTRODOS RECOMENDADOS
A-161-72	TUBOS DE ACERO CALMADO	BAJO CARBONO T1	(2) E7018-A1 6 E7018-A1
A-178-73	TUBOS DE CONDENSADOR	TODOS	(2)
A-179-73	PARA CALENTADORES		
A-181-68	ACCESORIOS PARA SERVICIO GENERAL	I, II	E7018 6 E7010-A1
A-182-74	ACCESORIOS PARA ELEVADA TEMPERATURA	F1 F2, F11, F12	E7010-A1 6 E7018-A1 E8018-B2 (3)
A-199-73	TUBOS DE CONDENSADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR	T11	E8018-B2 (3)
A-200-72	TUBOS REFINADORES DE ACERO CALMADO	T11	E8018-B2 (3)
A-209-73	TUBOS DE CALENTADOR AL C-Mn	T1, T1a, T1b	E7010-A1 6 E7018-A1
A-210-73	TUBOS DE ACERO AL CARBONO PARA CALENTADORES.	A1 C	E7010-A1 (9) E7010-A1
A-213-74b	TUBOS DE CALENTADOR	T2, T11, T12, T17	E8018-B2 (3)
A-214-74b	TUBOS DE CONDENSADOR	TODOS	(2)
A-216-74b	ACCESORIOS FUNDIDOS PARA ALTA TEMPERATURA.	WCA, WCB WCC	E7018 6 E7018-A1
A-217-74c	ACCESORIOS FUNDIDOS PARA ALTA TEMPERATURA.	WC1 WC4 WC6	E7010-A1 E8018-C3 E8018-B2
A-234-74	ACCESORIOS FORJADOS SOLDABLES	WPA, WPB, WPC WP1 WP11	(2) E7010-A1 (8) E8018-B2 (3)
A-250-73	TUBOS DE CALENTADOR AL C-Mn	T1, T1a, T1b	E7010-A1 (8)
A-333-74	TUBERIA PARA BAJA TEMPERATURA	1, 6	E7018 6 E8018-C3
A-334-74	TEMPERATURA	3 2	E8018-C2 E8018-C1
A-335-74a	TUBERIA PARA ALTA TEMPERATURA	P1 P2, P11, P12	E7010-A1 (3) E8018-B2 (3)

ESPECIFICACION ASTM	DESCRIPCION	GRADOS	ELECTRODOS RECOMENDADOS
A-350-74	ACCESORIOS PARA BAJA TEMPERATURA	LF1, LF2 LF3 LF5	E8018-C3 E8018-C2 E8018-C3
A-369-73a	TUBERIA PARA ALTA TEMPERATURA	VER A335 Y A182	
A-381-73	TUBERIA PARA ALTA PRESION	Y35, Y42, Y46 Y52, Y56 Y60, Y65	(2) (8) (10) E8018-C3 (11)
A-405-70	TUBERIA PARA ALTA TEMPERATURA	P24	E8018-B2 (3)
A-420-73	TUBERIA PARA BAJA TEMPERATURA	VER A203, A333, A334, A350.	
A-423-73	TUBERIA DE BAJA ALEACION	1, 2	E8018-C3 6 E7018
A-426-74	TUBERIA FUNDIDA PARA ELEVADAS TEMPERATURAS.	VER A 335	
A-498-73	TUBOS DE CONDENSADOR	VER A199, A179, A213, A214, A334	
A-500-74	TUBERIA ESTRUCTURAL	A, B, C	E7018 (9)
A-501-74	TUBERIA ESTRUCTURAL		E7018 (9)
A-524-72a	TUBERIA DE PROCESO	1, 2	E7010-A1 6 E7018
A-556-73	TUBERIA DE ALIMENTACION DE	A2, B2	E7018 (9)
A-557-73	AGUA A CALENTADORES	C2	E7018
A-618-74	TUBERIA ESTRUCTURAL	I, II, III	E7018

NOTAS

- (1) ESTAS RECOMENDACIONES SE BASAN EN LOS RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES TENSILES DEL DEPOSITO Y PLACA, Y TAMBIEN EN LA COMPOSICION DEL DEPOSITO Y METAL BASE, LO CUAL ES -- IMPORTANTE. DADO QUE ES IMPOSIBLE PREVER TODAS LAS CONDICIONES DE CADA APLICACION, LOS ELECTRODOS, DIFERENTES A LOS RECOMENDADOS, TAMBIEN DEBEN SER SATISFACTORIOS Y DEBERAN PROBARSE ANTES DE QUE SE INICIE LA SOLDADURA.
- (2) A MENOS QUE ESTEN RESTRINGIDOS POR LAS ESPECIFICACIONES, SE PUEDEN EMPLEAR ELECTRODOS E60XX ó E70XX, PARA GRADOS DE ACERO CON RESISTENCIA A LA TENSION DE 60 000 PSI O MENOS: PARA GRADOS DE ACERO CON RESISTENCIA A LA TENSION DE 60 000 A 70 000 PSI, USAR ELECTRODOS E70XX.
- (3) NO USAR E8018-B2 PARA APLICACIONES A BAJA TEMPERATURA.
- (4) USAR E8018-C3 ó E8018-B2 PARA IGUALAR COLOR EN ACEROS SIN PINTAR, CON RESISTENCIA A LA CORROSION ATMOSFERICA - MEJORADA. CONSULTAR AL FABRICANTE DE ACEROS.
- (5) GENERALMENTE E6010 ES EL ELECTRODO MAS SATISFACTORIO PARA LAMINA GALVANIZADA.
- (6) E7018 y E7028 PARA FILETES, ó E8018-C3, PARA PROPOSITOS GENERALES, EN ESTOS ACEROS. SI LA SOLDADURA ES ENDURECIBLE POR PRECIPITACION O SE REQUIERE ALTA RESISTENCIA, -- USAR E8018-B2.
- (7) E7018 y E8018-C3 SE UTILIZAN FRECUENTEMENTE PARA SOLDADURAS DE FILETE.
- (8) USAR E7010-G, ELECTRODO DISEÑADO PARA SOLDAR TUBERIA EN CAMPO.

- (9) A MENOS QUE ESTEN RESTRINGIDOS POR LAS ESPECIFICACIONES CUALQUIER ELECTRODO E60XX ó E70XX, PUEDE SER USADO PARA GRADOS CON RESISTENCIA A LA TENSION DE 60 000 PSI O MENOS; CUALQUIER ELECTRODO E70XX PUEDE EMPLEARSE PARA GRADOS CON RESISTENCIA A LA TENSION DE 60 000 A 70 000 PSI
- (10) USAR ELECTRODOS ESPECIALES PARA SOLDADURA DE CAMPO DE TUBERIA 5LX, GRADOS X42 A X65.
- (11) TAMBIEN PUEDE EMPLEARSE UN ELECTRODO ESPECIAL PARA SOLDADURA DE CAMPO DE TUBERIA 5LX, GRADOS X42 A X65.

EFFECTO DE LAS VARIACIONES DE LOS FACTORES DE OPERACION

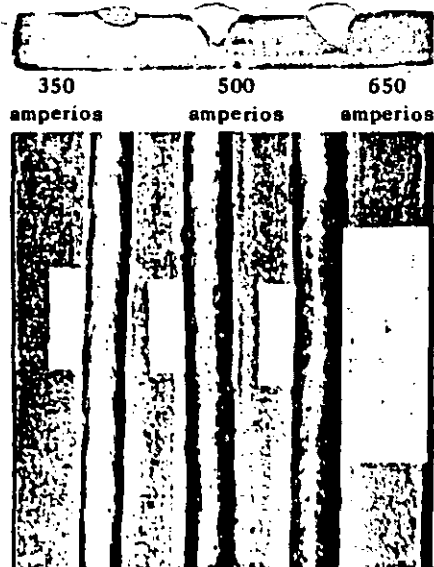
Efecto de los Cambios en el Amperaje

De mantenerse constantes los restantes factores de operación, la modificación del amperaje causa los resultados siguientes:

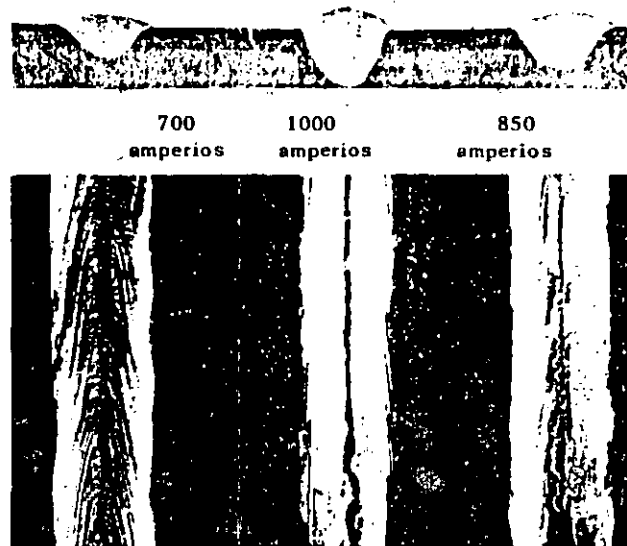
1. El aumento del amperaje acrecienta la penetración y la velocidad de fusión.

2. Los amperajes excesivos producen un arco errático, la socavación, o un cordón alto y angosto.

3. Los amperajes demasiado bajos producen un arco inestable.



Soldadura semiautomática "Squirt" con alimentación automática de alambre de 3/32", a 35 voltios, a velocidad de 61 cm (24") por minuto



Soldadura totalmente automática, con alambre de 7/32", a 34 voltios, a velocidad de 76 cm (30") por minuto

Efecto de los Cambios en la Velocidad de Avance

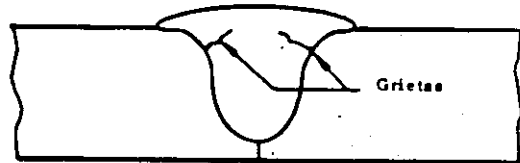
Sirve la velocidad de avance ante todo para regular el tamaño del cordón y la penetración. La velocidad de avance y el amperaje son interdependientes. Fundamentalmente:

1. En las soldaduras de una sólo pasada, deben regularse el amperaje y la velocidad de avance para obtenerse la penetración deseada, sin causarse perforación.
2. En las soldaduras de pasadas múltiples, deben regularse el amperaje y la velocidad de avance para poderse obtener cordones del tamaño deseado.

Si se mantienen constantes los restantes factores de operación, la modificación de la velocidad de avance causará los siguientes efectos:

1. Las velocidades de avance excesivas reducirán el desparpamiento del metal fundido sobre la cara de las piezas a soldarse, aumentando la tendencia a la socavación, el soplo del arco, la porosidad, y la conformación desigual del cordón.

2. Las velocidades de avance más lentas darán el tiempo necesario para que los materiales gaseosos puedan eliminarse, en forma de burbujas, del metal en fusión, reduciéndose así la porosidad.
3. Las velocidades de avance demasiado lentas causarán:
 - a. Cordones de forma de sombrero (véase la ilustración) que tenderán a agrietarse.



- b. Destellado excesivo, que resulta incómodo para el soldador.
- c. Metal fundido excesivo, que fluye alrededor del arco, y que resulta en un cordón aspero, en salpicaduras, y en inclusiones de escoria.



30,5 cm (12") por minuto 61 cm (24") por minuto 122 cm (48") por minuto



Soldadura semiautomática "Squirt" con alimentación automática de alambre de 3/32", a 500 amperios, y 35 voltios



152 cm (60") por minuto 38 cm (15") por minuto 76 cm (30") por minuto



Soldadura totalmente automática, con alambre de 7/32", a 850 amperios, y 34 voltios

Efecto de los Cambios en el Voltaje

Las variaciones en el voltaje sirven básicamente para regular la conformación del cordón. De mantenerse constantes los restantes factores de operación, la modificación del voltaje causa los resultados siguientes:

1. Los aumentos de voltaje:

- a. Producen un cordón más plano y ancho.
- b. Aumentan el consumo de fundente.
- c. Aumentan la resistencia a la porosidad causada por el óxido o las escamas.
- d. Ayudan a salvar las separaciones cuando la presentación es pobre.
- e. Aumentan la absorción de elementos de aleación del fundente. Esto puede resultar ventajoso cuando se está soldando con fundentes con elementos de aleación o para recubrimiento duro, para aumentar el contenido de elementos de aleación en la soldadura. Puede reducir la ductilidad y aumentar la susceptibilidad al agrietamiento, especialmente en el caso de

soldaduras de pasadas múltiples. (Véase el diagrama en la página siguiente).

2. Los voltajes excesivos:

- a. Producen cordones de forma de sombrero, con susceptibilidad al agrietamiento.
- b. Causarán remoción difícil de la escoria.
- c. En las soldaduras de pasadas múltiples, aumentarán el contenido de elementos de aleación, produciendo una soldadura con susceptibilidad al agrietamiento. (Véase el diagrama en la página siguiente).
- d. Produce, en un ángulo interior, una soldadura cóncava, con susceptibilidad al agrietamiento.

3. La reducción del voltaje causa el arco más "tieso" que se requiere para obtener penetración en una ranura profunda, y para resistir el soplo de arco que se produce en trabajos a velocidad alta.

4. Un voltaje excesivamente bajo causa un cordón alto y angosto, cuya escoria resulta de difícil remoción.



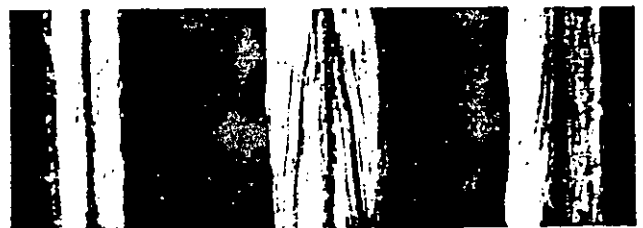
25 voltios 35 voltios 45 voltios



Soldadura "Squirt" Semi-Automática, Electrodo de 3/32",
500 amperios, velocidad de 61 cm (24") por minuto



27 voltios 45 voltios 34 voltios



Soldadura Totalmente Automática, Electrodo de 7/32",
850 amperios, velocidad de 76 cm (30") por minuto

Diámetro del Alambre para Soldadura Totalmente Automática



Diámetro de 1/8" Diámetro de 5/32" Diámetro de 7/32"



600 amperios, 30 voltios,
velocidad de 76 cm" (30") por minuto

1. Los electrodos de diámetro mayor consumen amperajes máximos más altos.
2. Los electrodos de diámetro mayor, ayudan a salvar separaciones considerables, al tropezarse con presentación pobre, si se emplean amperajes menores.
3. Con un mismo amperaje, la reducción en el diámetro de los electrodos aumentará la penetración y la estabilidad del arco.
4. Con los alambres de diámetro menor, se enciende más fácilmente el arco.

Polaridad de Corriente Continua Positiva vs. Corriente Continua Negativa

La Polaridad Positiva (corriente continua positiva) es la que se recomienda para la mayoría de las aplicaciones, ya que produce soldaduras más lisas y mejor conformación del cordón, y tiene penetración mayor. Cuenta igualmente con mejor resistencia a la porosidad, salvo en el caso de aceros de alto azufre o alto fósforo.

Con la Polaridad Negativa (corriente continua negativa) se obtienen velocidades de fusión aumentadas en aproximadamente un tercio, pero penetración menor. Se la emplea:

1. Para soldaduras corrientes en ángulo interior, cuando la plancha está limpia y libre de óxido.
2. Para las aplicaciones donde resulta conveniente una mayor velocidad de fusión, tales como el endurecimiento superficial.

3. Cuando se requiere menor penetración, a fin de reducirse la mezcla del metal de aportación, para regular el agrietamiento o la porosidad, en aceros difíciles de soldar.

4. Cuando el recargue mayor y la penetración menor ayudan a evitar el agrietamiento en la primera pasada, en soldaduras en ranura profunda.

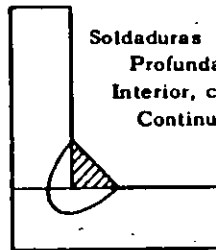
5. Para aplicaciones de soldadura "Linc-Fill" (con electrodo muy sobresaliente). Véase la página 9.

Cuando se cambia de corriente continua positiva a negativa, sin variar el amperaje, aumentese el voltaje en unos 4 voltios, para obtenerse conformación similar del cordón.

Soldaduras Penetrantes en Angulo Interior - Corriente Continua Positiva vs. Corriente Continua Negativa

Las soldaduras de penetración profunda en ángulo interior (corriente continua positiva) pueden reducir los costos de soldadura, en comparación con las soldaduras corrientes en ángulo interior (corriente continua negativa).

Soldaduras en Angulo Interior de Fuerza Comparable



Soldaduras Corrientes en Angulo Interior, con Corriente Continua Negativa



La fuerza de una soldadura en ángulo interior depende del tamaño efectivo de la garganta.

La medida de la garganta de una soldadura corriente en ángulo interior se determina mediante una plantilla de radios. Para las soldaduras en ángulo interior con superficies de fusión iguales, la medida de la garganta corresponderá a 0,707 de la medida de la superficie de fusión. De ser desiguales las superficies de fusión, se tomará la menor de las dos, multiplicándose por 0,707.

Esto método presume que la soldadura en ángulo interior penetra justamente hasta la vértice de la junta.

La garganta de las soldaduras penetrantes en ángulo interior incluye el metal de aportación depositado en el interior de la junta, más la penetración de la soldadura dentro de las piezas soldadas. Resulta así que una soldadura pequeña con penetración profunda puede tener igual fuerza que una soldadura en ángulo interior con mayor aportación de metal dentro del ángulo. Una soldadura de tamaño menor implica costo más reducido.

Alambre Sobresaliente

El aumento de la distancia entre el pico de contacto de la boquilla y el trabajo incrementa la velocidad de la fusión del alambre. Puede obtenerse información adicional tanto para la soldadura totalmente automática, como para la semiautomática "Squirt" (con alimentación automática del electrodo), en la página 9.

Soldadura con Corriente Alternada

Recomiéndase la corriente alternada para dos aplicaciones específicas de soldadura automática, a saber:

1. Soldadura por arco en tándem, para aumentar la velocidad de soldadura.
2. Aplicaciones ocasionales de arco único, donde no puede evitarse el soplo del arco mediante el cambio del punto de la conexión a tierra, limitándose por consiguiente el amperaje en corriente continua, y reduciéndose así la velocidad de avance.

Para lograrse la estabilidad de arco requerida, hace falta un amperaje mayor con corriente alternada que con corriente continua. Esto resulta cierto especialmente cuando se emplea fundente No. 860. De ocurrir condiciones inestables en el arco, aumentese el amperaje, o empleese un alambre del diámetro inmediatamente menor, pero con el mismo amperaje.

TABLA I

Guía de Referencia de los Métodos Principales para el Ensayo no Destructivo de Soldaduras

Método de Inspección	Equipo Necesario	Permite la detección de:	Ventajas	Limitaciones	Observaciones
VISUAL	Lupa Plantilla para medir cordones Regla de bolsillo Escantillón Normas de ejecución buenas	Defectos en la superficie: grietas, porosidad, cráteres sin llenar, inclusiones de escoria. Alabeo, soldadura exigua, soldadura excesiva, cordones mal conformados, desalineación, presentación inapropiada.	Costas reducidas. Pueden aplicarse mientras se ejecuta el trabajo, haciendo posible la corrección de los defectos. Sirve de indicación de procedimientos incorrectos.	Se aplica sólo para los defectos en la superficie. No deja constancia permanente.	Debe constituir siempre el método primario de inspección, sin importar que puedan requerirse otras técnicas. Es el único tipo de inspección "productivo". Es responsabilidad forzosa de cuantos contribuyen en alguna forma a la ejecución de la soldadura.
RADIO-GRÁFICA	Unidades de rayos-X o gamma comerciales, construidas especialmente para inspección de soldaduras, piezas fundidas, y forjadas. Películas y equipo para su procesamiento. Equipo para la inspección fluoroscópica.	Defectos interiores macroscópicos: grietas, porosidad, sopladuras, inclusiones no metálicas, penetración incompleta de la raíz, socavación, carámbanos y perforación.	Cuando se registran las indicaciones sobre película, se dispone de un registro permanente. Cuando se observan en una pantalla fluoroscópica, se hace uso de un método de inspección interior de costa baja.	Requiere destreza para la selección de los ángulos de exposición, del equipo de operación, y la interpretación de las indicaciones. Exige medidas de seguridad. No se presta generalmente para la inspección de soldaduras en ángulo interior.	Muchos códigos y especificaciones exigen un examen por rayos-X. Resulta útil para la aprobación de soldadores y de procesos de soldadura. A causa de su costa debe limitarse su empleo a aquellas zonas en las cuales los métodos restantes no proveerán la seguridad exigida.
DE PARTICULAS MAGNÉTICAS	Equipo especial de tipo comercial. Polvos magnéticos, en forma seca o húmeda; pueden ser fluorescentes para su observación bajo luz ultravioleta.	Excelente para descubrir discontinuidades en la superficie, sobre todo grietas en la superficie.	De empleo más sencillo que el examen radiográfico. Hace posible la sensibilidad regulable. Método de costa relativamente reducida.	Puede aplicarse únicamente a los materiales ferromagnéticos. Exige destreza en la interpretación de los indicios y el reconocimiento de las configuraciones inaplicables. De empleo difícil sobre superficies ásperas.	Podrán no dibujarse los defectos alargados paralelos al campo magnético; por esta razón deben aplicarse los campos desde dos direcciones en, o próximas a, ángulos rectos entre sí.
DE PENETRANTES LIQUIDOS	Equipos comerciales corrientes que contengan penetrantes y reveladores fluorescentes o con analinas. Equipo para la aplicación del revelador. Una fuente de luz ultravioleta, si se emplea el método fluorescente.	Grietas en la superficie poco visibles al ojo desnudo. Excelente para descubrir fugas en las soldaduras.	Aplicable a materiales magnéticos y no magnéticos. De empleo fácil. De costa reducida.	Pueden descubrirse solamente los defectos en la superficie. No pueden emplearse efectivamente con conjuntos soldados aún calientes.	En los recipientes de paredes delgadas revelará fugas que no se pueden determinar ordinariamente por medio de la comprobación neumática acostumbrada. Las condiciones no significativas de la superficie, (humo, escoria, etc.) pueden dar indicios equivocados.
ULTRASONICA	Equipo especial de tipo comercial, ya sea para el tipo de pulsación-eco o de transmisión. Tipos gráficos de referencia, para la interpretación de gráficos de radiofrecuencia o visuales.	Defectos en o debajo de la superficie, incluyendo aquellos demasiado pequeños para descubrirse por otro método. Especialmente para descubrir defectos de tipo laminar debajo de la superficie.	Muy sensible. Permite la comprobación de juntas inaccesibles a la radiografía.	Requiere mucha competencia para interpretar las configuraciones del tipo pulsación-eco. No resulta fácil la obtención de gráficos de tipo permanente.	El equipo de tipo pulsación-eco resulta excelente para fines de inspección de las soldaduras. El equipo de tipo de transmisión simplifica la interpretación de las configuraciones, cuando se lo pueda emplear.

TABLA II
Métodos de Inspección
Para Soldaduras en Angulo y a Tope

Inspección que se recomienda para:		
Tipo del Defecto	Juntas en Angulo	Juntas a Tope
Soldaduras de tamaño exiguo	Visual(1)	Visual
Porosidad en la superficie	Visual	Visual
Porosidad interna	Destructiva	Radiográfica
Socavación	Visual	Visual
Grietas	De partículas Magnéticas Con líquido penetrante Visual Destructiva(2)	De partículas Magnéticas Con líquido penetrante Visual Ultrasónica Radiográfica(3)
Penetración escasa	Destructiva Ultrasónica	Radiográfica Ultrasónica
Inclusiones de escoria	Destructiva Ultrasónica	Radiográfica Ultrasónica

(1) Empléase plantilla para medir cordones.
(2) Los ensayos destructivos revelarán las grietas debajo de la superficie.
(3) La inspección radiográfica tiene sus limitaciones para revelar defectos del tipo de grietas.

**OBSERVACIONES SOBRE LA
INSPECCION DE SOLDADURAS**

- La inspección visual es la que más revela. Todos los operarios pueden participar en ella.
- La inspección radiográfica permite observar el interior de la soldadura para detectar defectos que caen dentro de la gama de sensibilidad del proceso. Proporciona constancia permanente de los resultados.
- Se destaca la inspección con partículas magnéticas pues ayuda a descubrir grietas en la superficie, y puede usarse ventajosamente en piezas soldadas pesadas y conjuntos soldados.
- Resulta fácil el empleo de anilinas penetrantes para descubrir grietas en la superficie. Puede interpretarse sin dificultad sus indicios.
- La inspección ultrasónica es excelente para descubrir las discontinuidades debajo de la superficie, pero requiere interpretación por parte de persona experta.

Appendix XI

Guideline on Alternative Methods for Determining Preheat

(Mandatory Information)

(This Appendix is a part of ANSI/AWS D1.1-88, *Structural Welding Code — Steel*, and includes mandatory requirements for use with this standard)

XII Introduction

The purpose of this guide is to provide some optional alternative methods for determining welding conditions (principally preheat) to avoid cold cracking. The methods are based primarily on research on small scale tests carried out over many years in several laboratories world-wide. No method is available for predicting optimum conditions in all cases, but the guide does consider several important factors such as hydrogen level and steel composition not explicitly included in the requirements of Table 4.2. The guide may therefore be of value in indicating whether the requirements of Table 4.2 are overly conservative or in some cases not sufficiently demanding.

The user is referred to the Commentary for more detailed presentation of the background scientific and research information leading to the two methods proposed.

In using this guide as an alternative to Table 4.2, careful consideration must be given to the assumptions made, the values selected, and past experience.

XI2 Methods

Two methods are used as the basis for estimating welding conditions to avoid cold cracking:

1. Heat affected zone (HAZ) hardness control
2. Hydrogen control.

XI3 HAZ Hardness Control

XI3.1 The provisions included in this guide for use of this method are restricted to fillet welds.

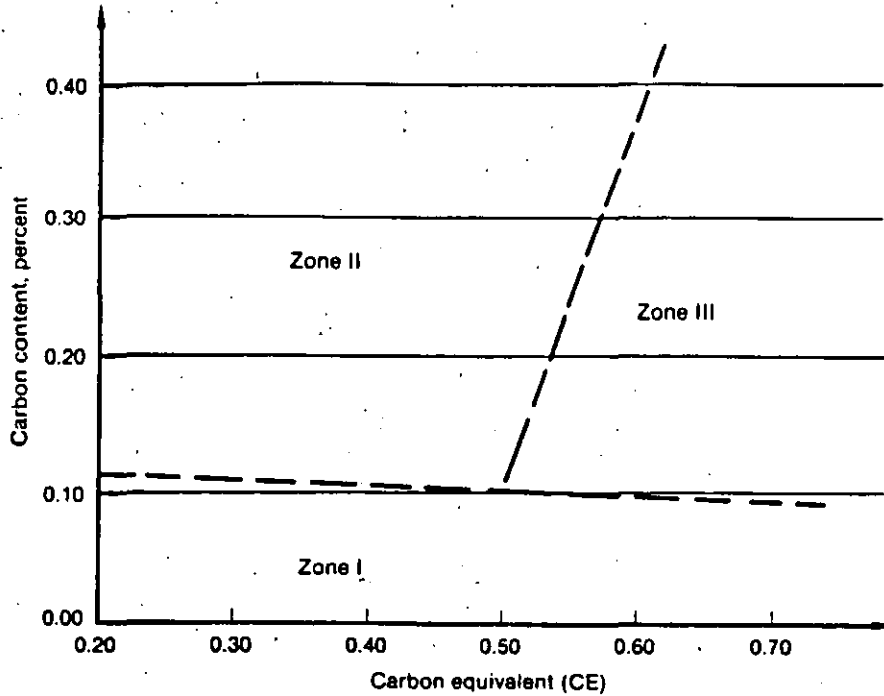
XI3.2 This method is based on the assumption that cracking will not occur if the hardness of the HAZ is kept

below some critical value. This is achieved by controlling the cooling rate below a critical value dependent on the hardenability* of the steel. Equations and graphs are available in the technical literature that relate the weld cooling rate to the thickness of the steel members, type of joint, welding conditions and variables.

XI3.3 The selection of the critical hardness will depend on a number of factors such as steel type, hydrogen level, restraint and service conditions. Laboratory tests with fillet welds show that HAZ cracking does not occur if the HAZ Vickers Hardness No. (Vh) is less than 350 Vh even with the high hydrogen electrodes. With low-hydrogen electrodes, hardnesses of 400 Vh could be tolerated without cracking. Such hardness, however, may not be tolerable in service where there is an increased risk of stress corrosion cracking, brittle fracture initiation, or other risks for the safety or serviceability of the structure.

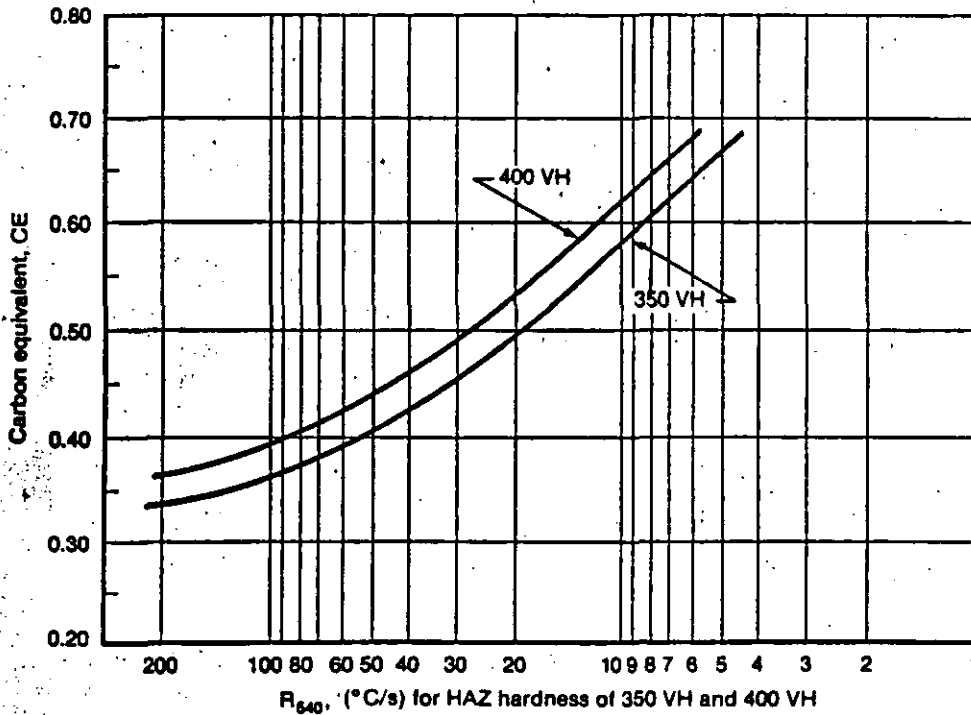
The critical cooling rate for a given hardness can be approximately related to the carbon equivalent of the steel (see Figure XI2). Since the relationship is only approximate, the curve shown in Figure XI2 may be conservative for plain carbon and plain-carbon-manganese steels and thus allow the use of the high hardness curve with less risk. Some low alloy steels, particularly those containing columbium (niobium), may be more hardenable than Figure XI2 indicates and the use of the lower hardness level is recommended.

*Hardenability of steel in welding relates to its propensity towards formation of a hard HAZ and can be characterized by the cooling rate necessary to produce a given level of hardness. Steels with a higher hardenability can, therefore, produce hard HAZ at slower cooling rates than a steel with lower hardenability.



Note: $CE = C + (Mn + Si) / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$
 Note 2: See O5.2 (1), (2), or (3), for applicable zone characteristics.

Figure XI1 — Zone Classification of Steels



Note: $CE = C + (Mn + Si) / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$

Figure XI2 — Critical Cooling Rate for 350 VH and 400 VH

XI3.4 Although the method can be used to determine a preheat level, its main value is in determining the minimum heat input (and hence minimum weld size) that prevents excessive hardening. It is particularly useful for determining the minimum size of single pass fillet welds that can be deposited without preheat.

XI3.5 The hardness approach does not consider the possibility of weld metal cracking but from experience it is found that the heat input determined by this method is usually adequate to prevent weld metal cracking in most cases in fillet welds if the electrode is not a high strength filler metal and is generally of a low hydrogen type (e.g. low hydrogen (SMAW) electrode, gas metal arc, flux cored arc, submerged arc).

XI3.6 Because the method depends solely on controlling the HAZ hardness, the hydrogen level and restraint are not explicitly considered.

XI3.7 This method is not applicable to Q & T steels. (See XI5.2(3) for limitations.)

XI4 Hydrogen Control

XI4.1 The hydrogen control method is based on the assumption that cracking will not occur if the average quantity of hydrogen remaining in the joint after it has cooled down to about 120° F (50° C) does not exceed a critical value dependent on the composition of the steel and the restraint. The preheat necessary to allow enough hydrogen to diffuse out of the joint can be estimated using this method.

XI4.2 This method is based mainly on results of restrained partial joint penetration groove weld tests; the weld metal used in the tests matched the parent metal.

There has not been extensive testing of this method on fillet welds; however, by allowing for restraint the method has been suitably adapted for those welds.

XI4.3 A determination of the restraint level and the original hydrogen level in the weld pool is required for the hydrogen method.

In this guide, restraint is classified as high, medium, and low and the category must be established from experience.

XI4.4 The hydrogen control method is based on a single low heat input weld bead representing a root pass and assumes that the HAZ hardens. The method is, therefore, particularly useful for high strength, low alloy steels having quite high hardenability where hardness control is not always feasible. Consequently, because it assumes that the HAZ fully hardens, the predicted preheat may be too conservative for carbon steels.

XI5 Selection of Method

XI5.1 The following procedure, for selection of the more appropriate method of the two is suggested as a guide. Determine carbon and carbon equivalent:

$$CE = C + \frac{(Mn + Si)}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

to locate the zone position of the steel in Figure XII. (See XI6.1.1 for the different ways to obtain chemical analysis.)

XI5.2 The performance characteristics of each zone and the suggested action are as follows:

(1) **Zone I** Cracking is unlikely but may occur with high hydrogen or high restraint. Use hydrogen control method to determine preheat for steels in this zone.

(2) **Zone II** Use hardness control method and selected hardness to determine minimum energy input for single pass fillet welds **without preheat**. If the energy input is not practical, use hydrogen method to determine preheat.

For groove welds use hydrogen control method to determine preheat.

For steels with high carbon, a minimum energy to control hardness and preheat to control hydrogen may be required for both types of welds, i.e., fillet and groove welds.

(3) **Zone III** Use hydrogen control method. Where heat input is restricted to preserve the HAZ properties (e.g., some quenched and tempered steels), the hydrogen control method should be used to determine preheat.

XI6 Detailed Guide

XI6.1 Hardness Method

XI6.1.1 Calculate the carbon equivalent:

$$CE = C + \frac{(Mn + Si)}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

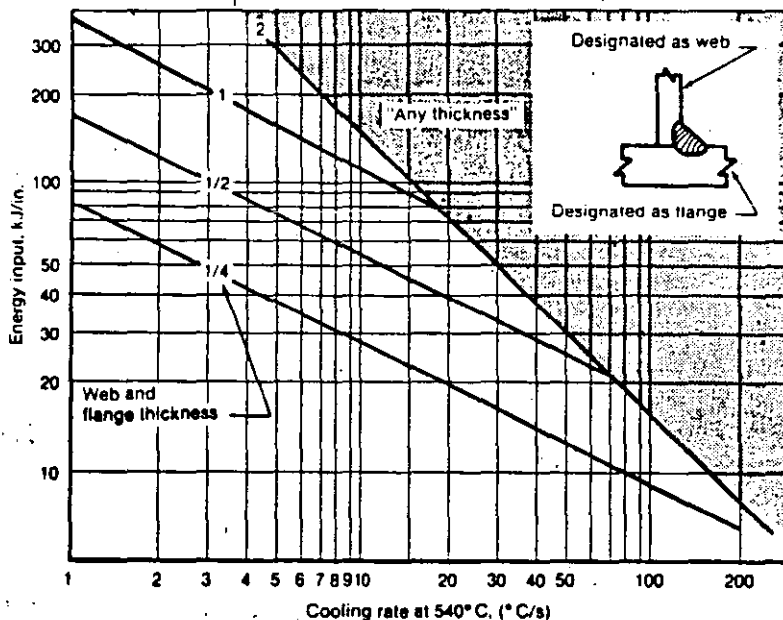
The chemical analysis may be obtained from:

- (1) Mill test certificates
- (2) Typical production chemistry (from the mill)
- (3) Specification chemistry (using maximum values)
- (4) User tests (chemical analysis)

XI6.1.2 Determine critical cooling rate for a selected maximum HAZ hardness of either 400 Vh or 350 Vh Figure XI2.

XI6.1.3 Using applicable thicknesses for "flange" and plates, select appropriate diagram from Figure XI3 and determine the minimum energy input for single pass fillet welds. Keep in mind that this energy input applies to submerged arc welds.

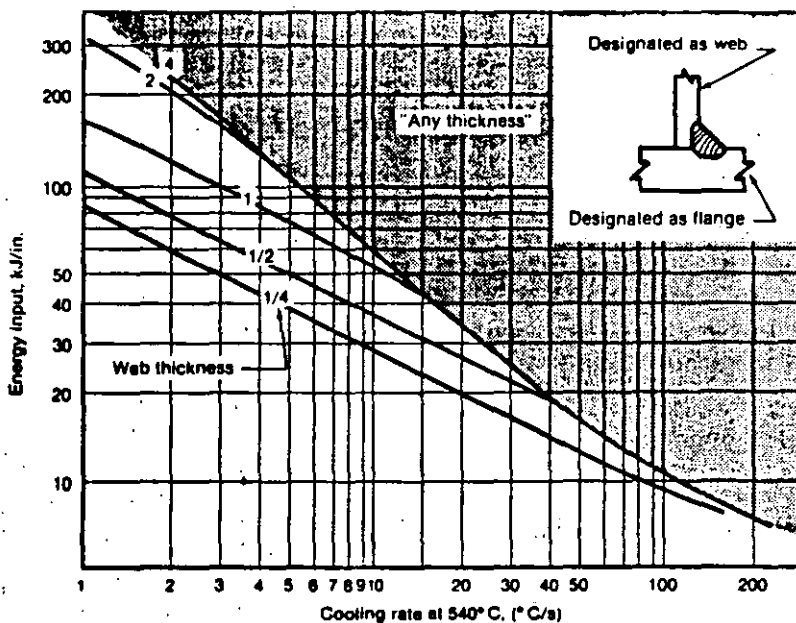
XI6.1.4 For other processes, minimum energy input for pass fillet welds can be estimated by applying the following multiplication factors to the energy estimated for the submerged arc welding process in XI6.1.3:



Note: Energy Input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(a) Single pass SAW fillet welds with web and flange of same thickness

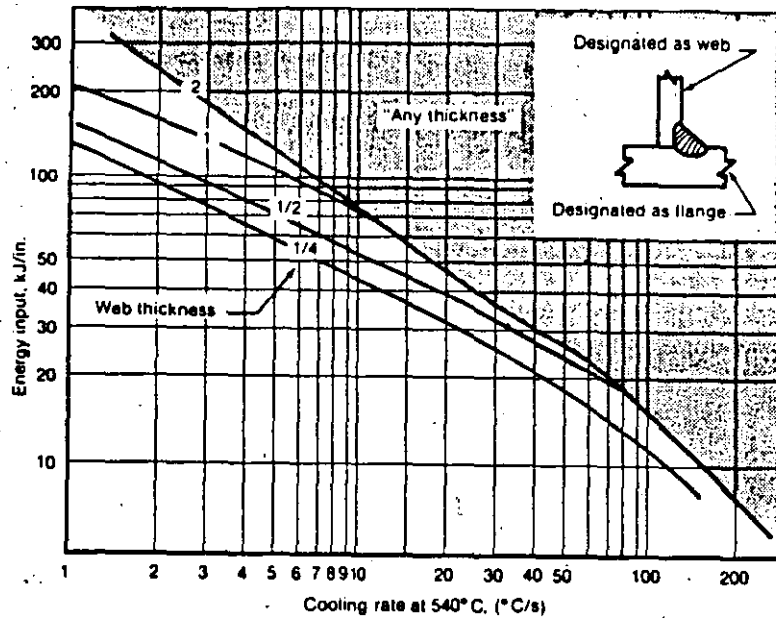
Figure X13 — Chart to Determine Cooling Rates for Single Pass Submerged Arc Fillet Welds



Note: Energy input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(b) Single pass SAW fillet welds with 1/4-in. flanges and varying web thicknesses

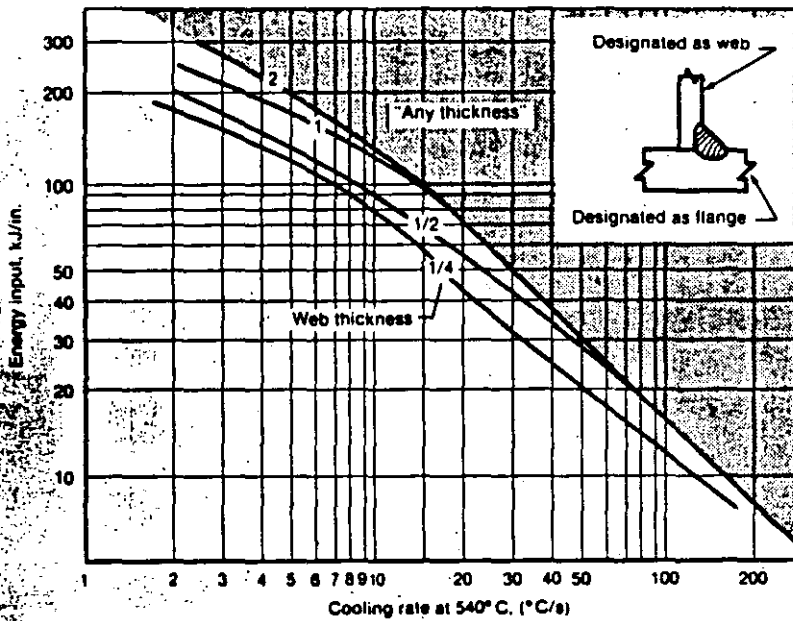
Figure X13 (continued) — Chart to Determine Cooling Rates for SAW Fillet Welds



Note: Energy input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(c) Single pass SAW fillet welds with 1/2-in. flanges and varying web thicknesses

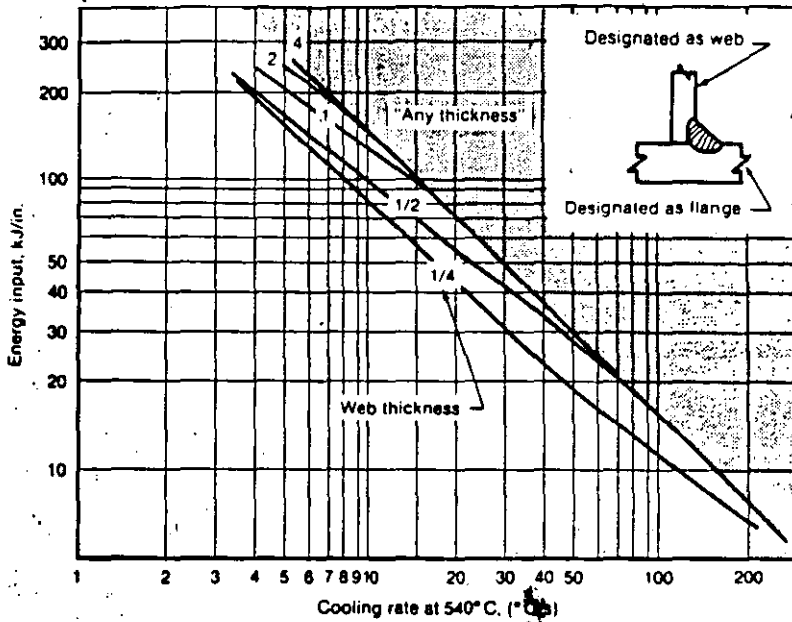
Figure XI3 (continued) — Chart to Determine Cooling Rates for SAW Fillet Welds



Note: Energy input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(d) Single pass SAW fillet welds with 1-in. flanges and varying web thicknesses

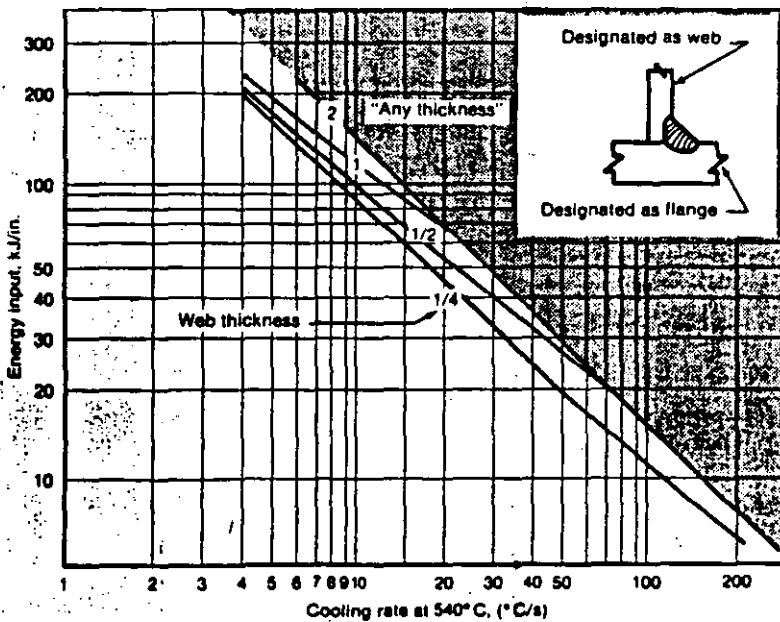
Figure XI3 (continued) — Chart to Determine Cooling Rates for SAW Fillet Welds



Note: Energy input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(e) Single pass SAW fillet welds with 2-in. flanges and varying web thicknesses

Figure XI3 (continued) — Chart to Determine Cooling Rates for SAW Fillet Welds



Note: Energy Input determined from chart does not imply suitability for practical applications. For certain combination of thicknesses melting may occur through the thickness.

(f) Single pass SAW fillet welds with 4-in. flanges and varying web thicknesses

Figure XI3 (continued) — Chart to Determine Cooling Rates for SAW Fillet Welds

Welding Process	Multiplication Factor
SAW	1
SMAW	1.50
GMAW, FCAW	1.25

XI6.1.5 Figure XI4 may be used to determine fillet sizes as a function of energy input.

XI6.2 Hydrogen Control Method

XI6.2.1 Calculate the value of the composition parameter, P_{cm} :

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

The chemical analysis shall be determined as in XI6.1.1.

XI6.2.2 Determine the hydrogen level.

The hydrogen level shall be defined as follows:

(1) H1 Extra Low Hydrogen

These consumables give a diffusible hydrogen content of less than 5ml/100g deposited metal when measured using ISO 3690-1976(E) or, a moisture content of electrode covering of 0.2% maximum in accordance with AWS A5.1 or A5.5. This may be established by testing each type, brand, or wire/flux combination used after removal from the package or container and exposure for the intended duration, with due consideration of actual storage conditions prior to immediate use. The following may be assumed to meet this requirement:

(a) Low hydrogen electrodes taken from hermetically sealed containers, dried at 700° F-800° F for one hour and used within two hours after removal.

(b) GMAW with clean solid wires.

(2) H2 Low Hydrogen

These consumables give a diffusible hydrogen content of less than 10ml/100g deposited metal when measured using ISO 3690-1976 or a moisture content of electrode covering of 0.4% maximum in accordance with AWS A5.1. This may be established by a test on each type, brand of consumable, or wire/flux combination used. The following may be assumed to meet this requirement:

(a) Low hydrogen electrodes taken from hermetically sealed containers conditioned in accordance with 4.5.2 of the Code and used within four hours after removal.

(b) Submerged arc welding with dry flux.

(3) H3 Hydrogen Not Controlled

All other consumables not meeting the requirements of H1 or H2.

XI6.2.3 Determine the susceptibility index grouping from Table XI6.2.3.

XI6.2.4 Minimum Preheat Levels and Interpass. Table 6.2.4 gives the minimum preheat and interpass temperatures that shall be used. Table XI6.2.4 gives three levels of restraint. The restraint level to be used shall be determined in conformance with XI6.2.5.

XI6.2.5 Restraint: The classification of types of welds at various restraint levels should be determined on the basis of experience, engineering judgement, research, or calculation.

Three levels of restraint have been provided:

(1) **Low Restraint.** This level describes common fillet and groove welded joints in which a reasonable freedom of movement of members exists.

(2) **Medium Restraint.** This level describes fillet and groove welded joints in which, because of members being already attached to structural work, a reduced freedom of movement exists.

(3) **High Restraint.** This level describes welds in which there is almost no freedom of movement for members joined (such as repair welds, especially in thick material).

Table XI6.2.3
Susceptibility Index Grouping
as Function of Hydrogen
Level "H" and Composition Parameter P_{cm}

Hydrogen Level, H	Susceptibility Index ⁽²⁾ Grouping				
	Carbon Equivalent = P_{cm} ⁽¹⁾				
	<0.18	<0.23	<0.28	<0.33	<0.38
H1	A	B	C	D	E
H2	B	C	D	E	F
H3	C	D	E	F	G

Notes:

- $P_{cm} = C + \frac{Si}{20} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$ } see commentary
- Susceptibility index — $12 P_{cm} + \log_{10} H$.
- Susceptibility Index Groupings, A through G, encompass the combined effect of the composition parameter, P_{cm} , and hydrogen level, H, in accordance with the formula shown in Note 2.

The exact numerical quantities are obtained from the Note 2 formula using the stated values of P_{cm} and the following values of H, given in ml/100g of weld metal (see Q6.2.2, a, b, c):

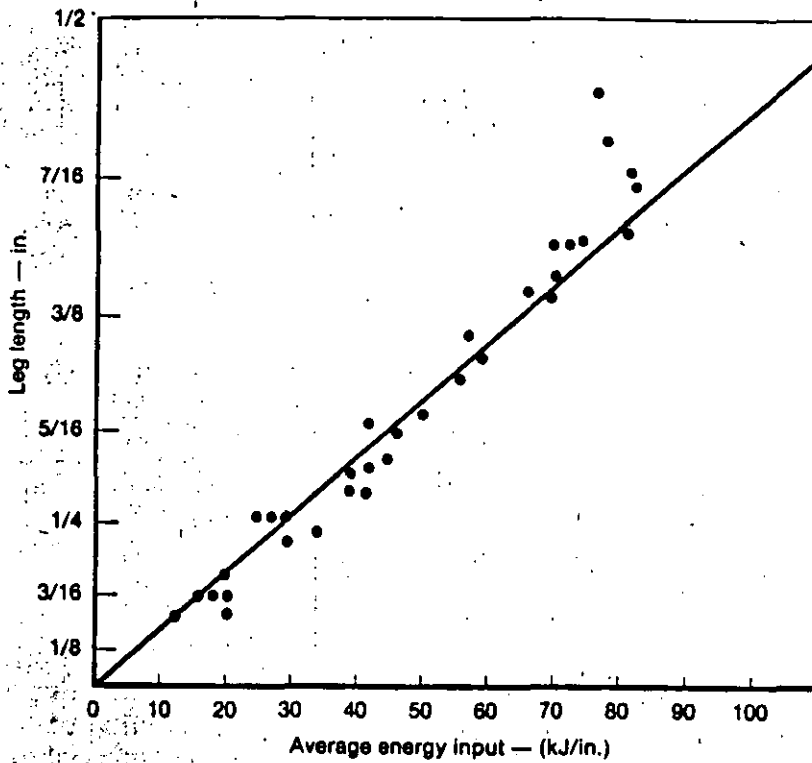
$$H1 - 5; H2 - 10; H3 - 30.$$

For greater convenience, Susceptibility Index Groupings have been expressed in the table by means of letters, A through G, to cover the following narrow ranges:

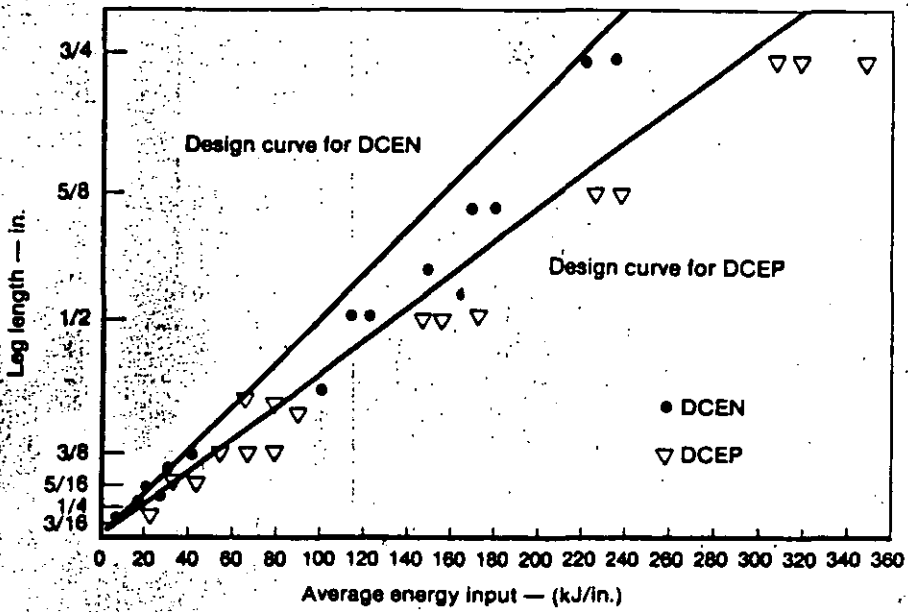
Susceptibility Index Groupings

$$\begin{aligned} A &= 3.0; B = 3.1-3.5; C = 3.6-4.0; \\ D &= 4.1-4.5; E = 4.6-5.0; F = 5.1-5.5; \\ G &= 5.6-7.0 \end{aligned}$$

These groupings are used in Table XI6.2.4 in conjunction with restraint and thickness to determine the minimum preheat and interpass temperature.



(a) Shielded metal arc welding (SMAW)



(b) Submerged arc welding (SAW)

Figure XI4 — Relations Between Fillet Size and Energy Input

Table XI6.2.4
Minimum Preheat and Interpass Temperatures for Three Levels of Restraint

Restraint Level	Thickness* in.	Minimum Preheat and Interpass Temperature (° F)						
		Susceptibility Index Grouping						
		A	B	C	D	E	F	G
Low	<3/8	<65	<65	<65	<65	140	280	300
	3/8-3/4	<65	<65	65	140	210	280	300
	3/4-1-1/2	<65	<65	65	175	230	280	300
	1-1/2-3	65	65	100	200	250	280	300
	>3	65	65	100	200	250	280	300
Medium	<3/8	<65	<65	<65	<65	160	280	320
	3/8-3/4	<65	<65	65	175	240	290	320
	3/4-1-1/2	<65	65	165	230	280	300	320
	1-1/2-3	65	175	230	265	300	300	320
	>3	200	250	280	300	320	320	320
High	<3/8	<65	<65	<65	100	230	300	320
	3/8-3/4	<65	65	150	220	280	320	320
	3/4-1-1/2	65	185	240	280	300	320	320
	1-1/2-3	240	265	300	300	320	320	320
	>3	240	265	300	300	320	320	320

*Thickness is that of the thicker part welded

Table XI6.2.4 (continued)
Minimum Preheat and Interpass Temperatures for Three Levels of Restraint

Restraint Level	Thickness* mm	Minimum Preheat and Interpass Temperature (°C)						
		Susceptibility Index Grouping						
		A	B	C	D	E	F	G
Low	<9.5	<18	<18	<18	<18	60	138	149
	9.5-19	<18	<18	18	60	99	138	149
	19-38	<18	<18	18	79	110	138	149
	38-76	18	18	38	93	121	138	149
	>76	18	18	38	93	121	138	149
Medium	<9.5	<18	<18	<18	<18	71	138	160
	9.5-19	<18	<18	18	79	115	143	160
	19-38	18	18	74	110	138	149	160
	38-76	18	79	110	129	149	149	160
	>76	93	121	138	149	160	160	160
High	<9.5	<18	<18	18	38	110	149	160
	9.5-19	<18	18	66	104	138	160	160
	19-38	18	85	116	138	149	160	160
	38-76	116	129	149	149	160	160	160
	>76	116	129	149	149	160	160	160

*Thickness is that of the thicker part welded

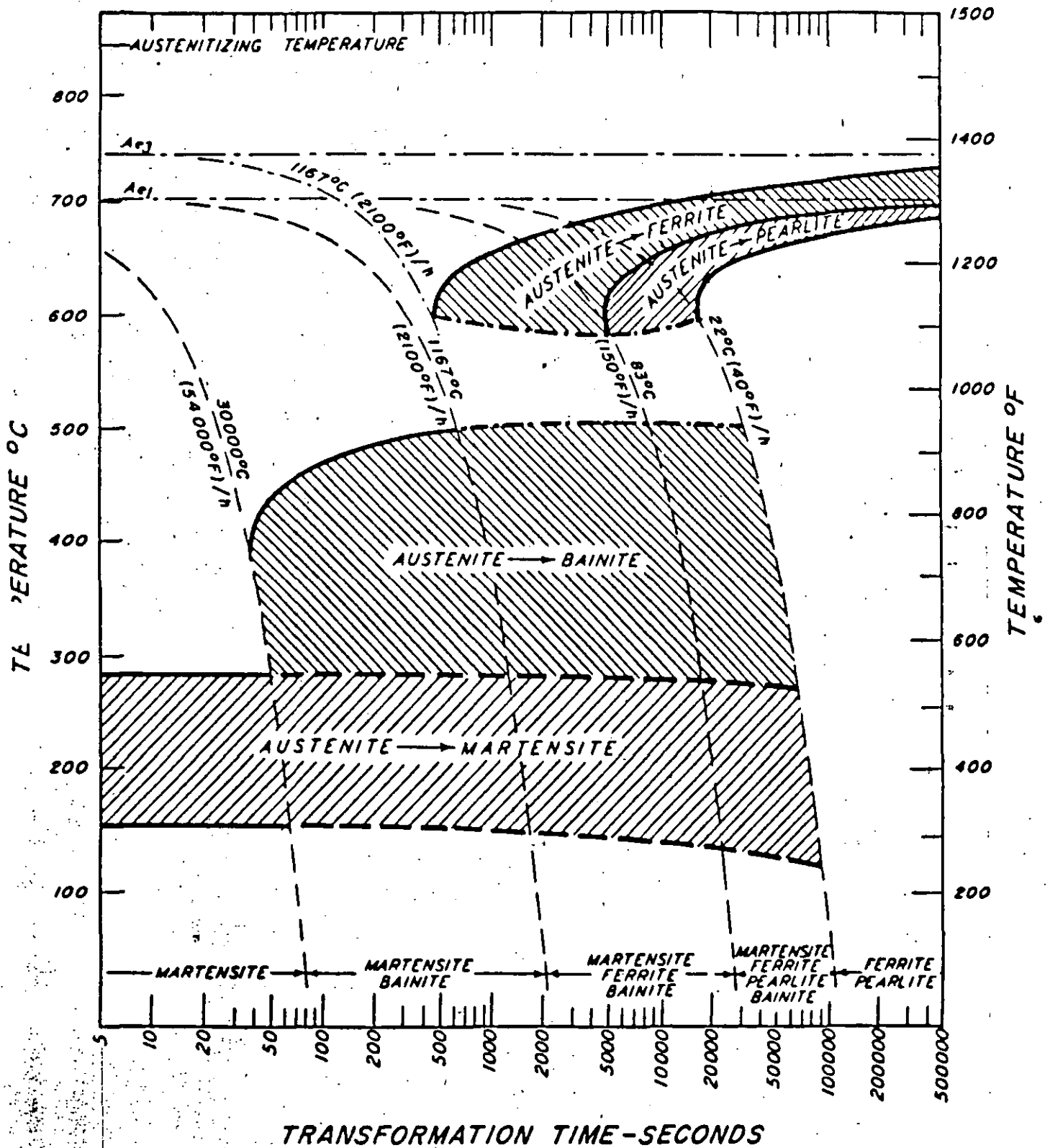
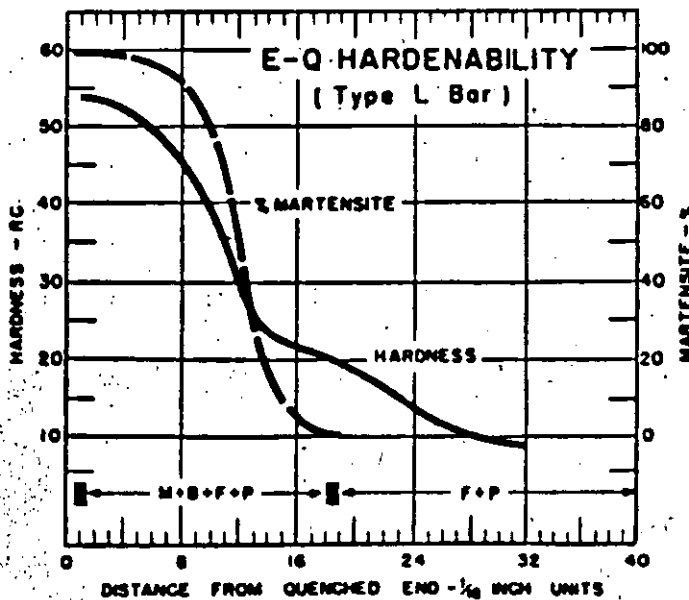
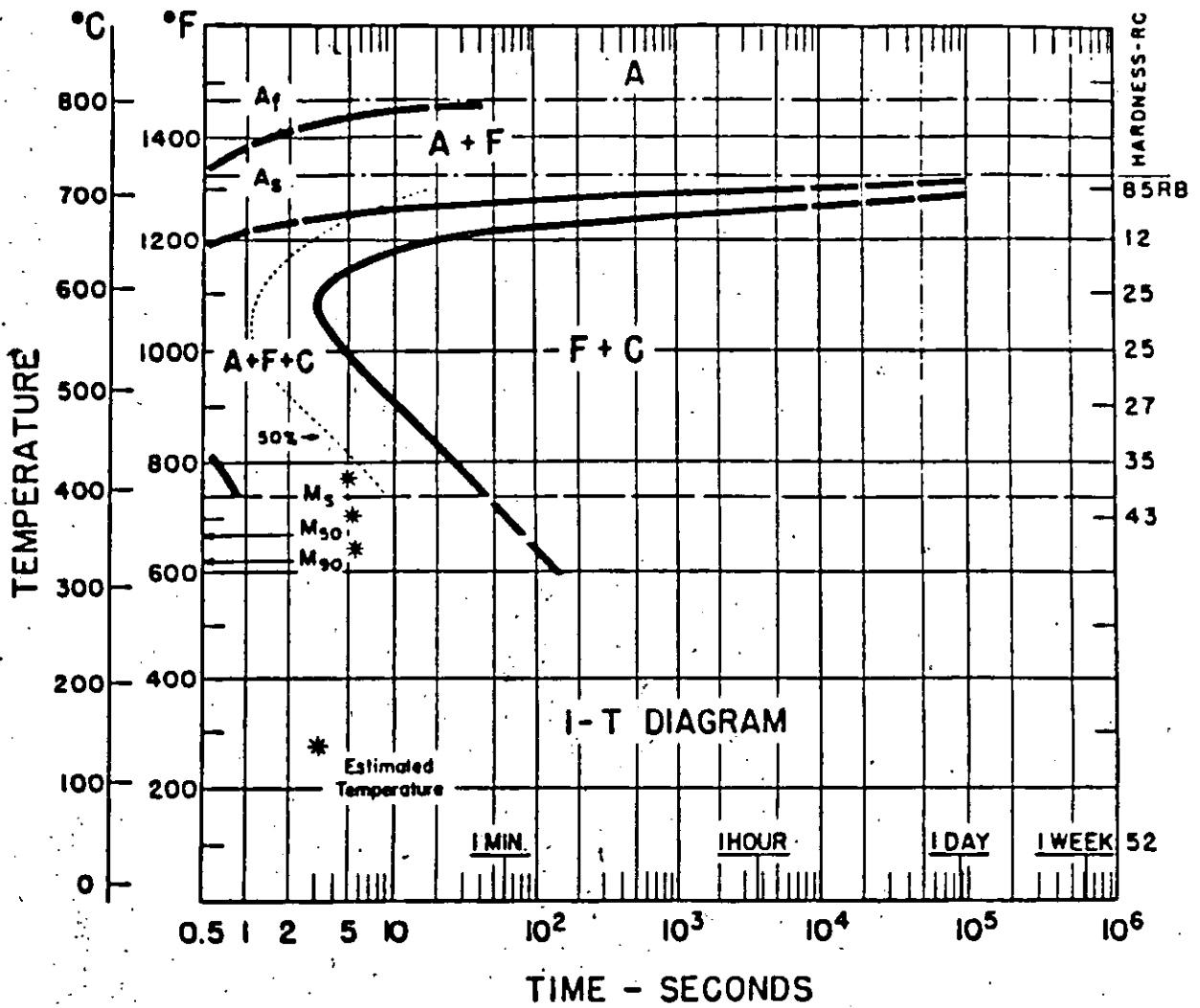


FIG. 41—33. Continuous-cooling transformation diagram for a G4340 (AISI or SAE 4340)-type alloy steel, with superimposed cooling curves illustrating the manner in which transformation behavior during continuous cooling governs final microstructures.



1035 MODIFIED Mn

C-0.35

Mn-0.37

Austenitized at 843°C

Grain Size:

75% 2-3, 25% 7-8

LEGEND

A = Austenite M = Martensite
 F = Ferrite B = Bainite
 C = Carbide P = Pearlite

FIG. 47-17. Time-temperature-transformation diagram (TTT or IT diagram) and end-quench hardenability diagram for 0.35 per cent carbon steel.

CLASIFICACION DE SOLDADURAS

Si se consideran las preocupaciones de los usuarios, estas son diferentes según los tipos de soldadura usada, y puede ser clasificadas, muy burdamente en dos familias.

- SOLDADURAS DE POCA ENERGIA

Se caracteriza por un aporte energético bajo ($< \sim 30$ KJ/cm) por unidad de longitud de Soldadura.

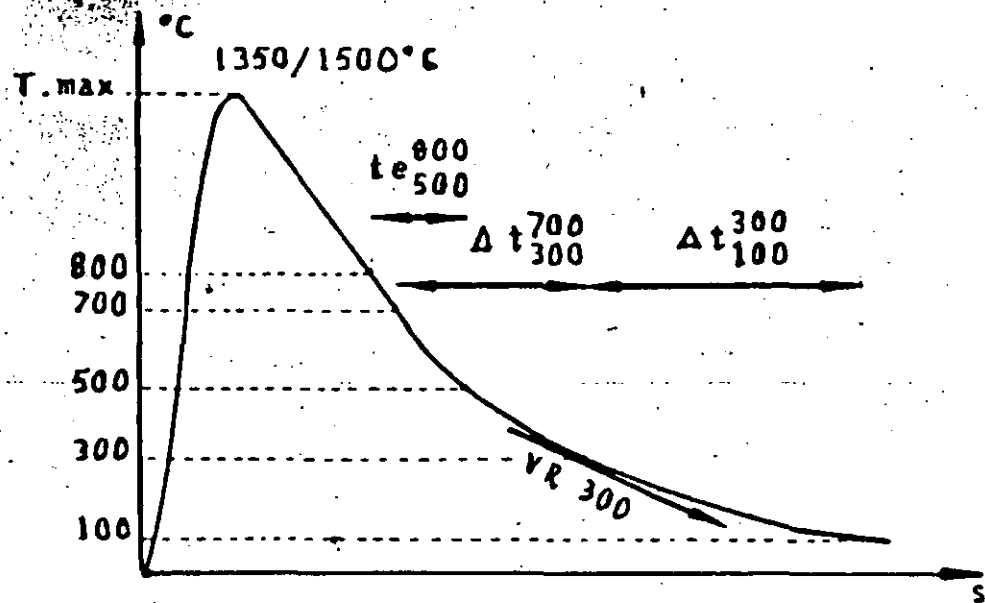
Se encuentran aquí los procedimientos de soldadura semiautomáticos bajo gas (GMAW, GTAW) pero sobre todo la soldadura de electrodo revestido (SMAW) que es todavía ampliamente dominante.

Los problemas planteadas aquí son los de la integridad de la unión y los fenomenos de fisuración llamada "En Frío" son los más importantes.

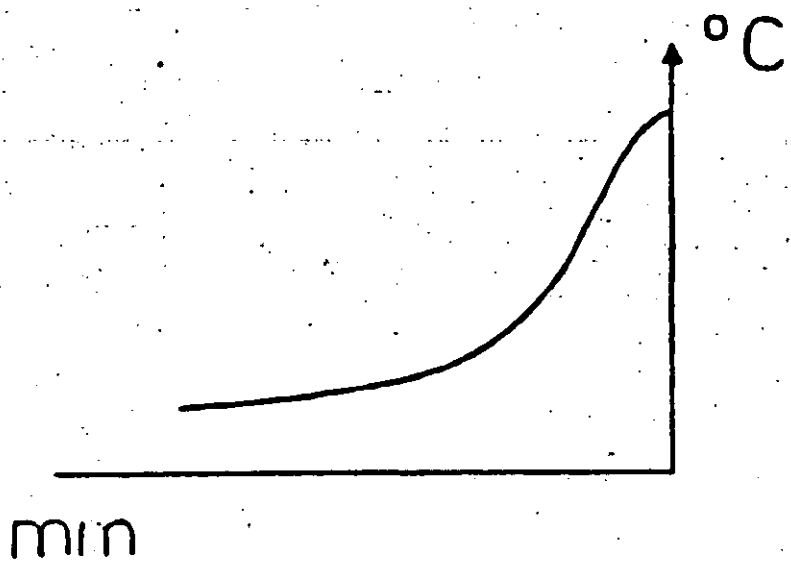
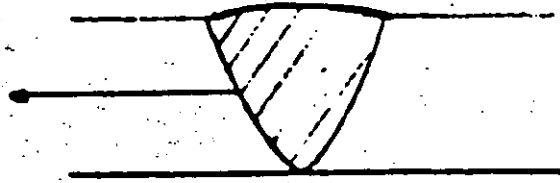
- SOLDADURA DE GRAN ENERGIA

Caracterizado por un aporte energético superior a 30 KJ/cm, -- incluye diversos procedimientos, entre los cuales la soldadura bajo fundente (SAW) es la más utilizada, las preocupaciones de los usuarios se traducen en tenacidad para la Zona fundida por parte, y el metal vecino sobre calentado (ZAC).

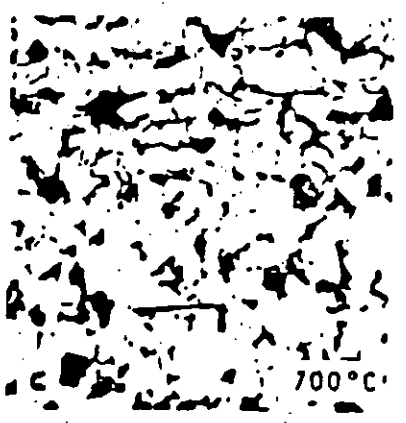
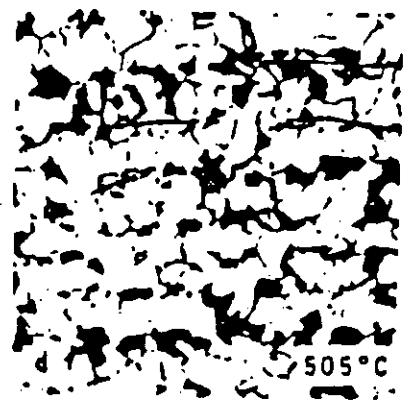
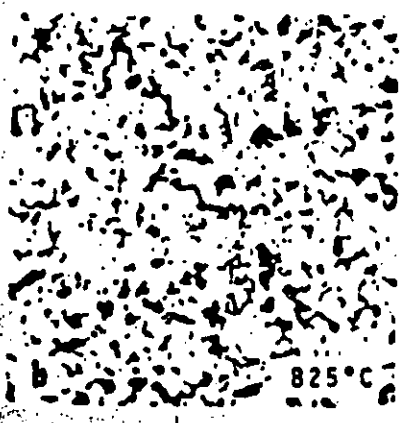
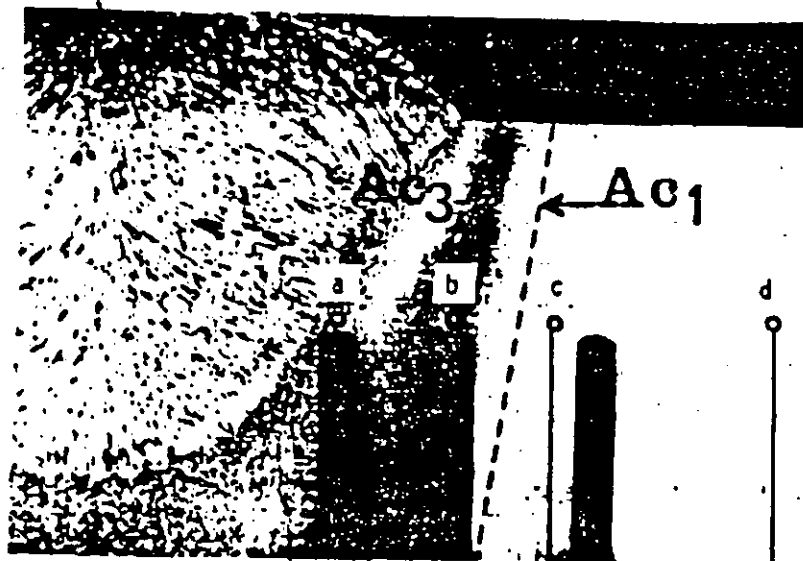
Estos procesos son de fuerte dilución, el metal base participa en 70 a 80% en la composición de los cordones.



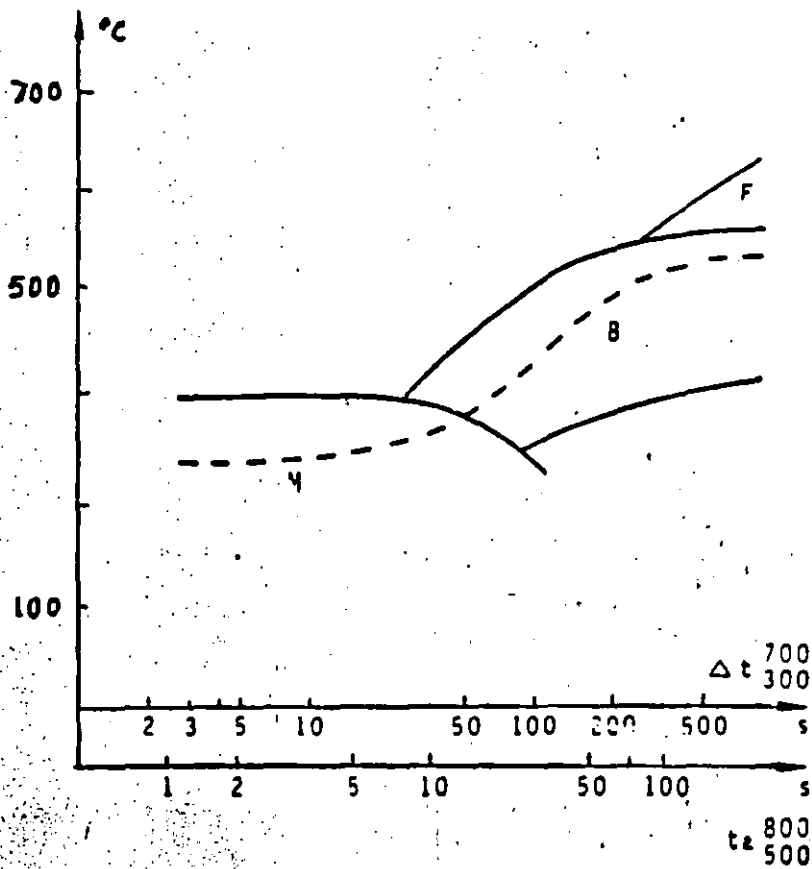
- Ciclo térmico de soldadura y principales parámetros de enfriamiento.



Lugar de las temperaturas maximas en todo punto de la ZAC.

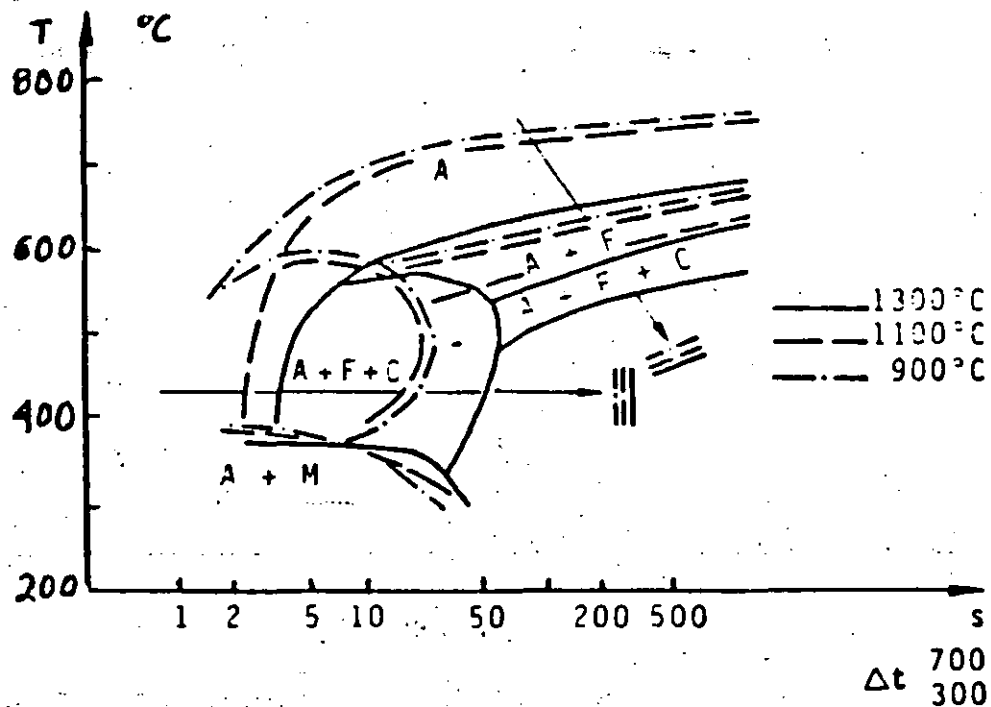


Ejemplo de modificaciones estructurales en las cercanías de una soldadura de un acero al C-Mn normalizado - IRSID.



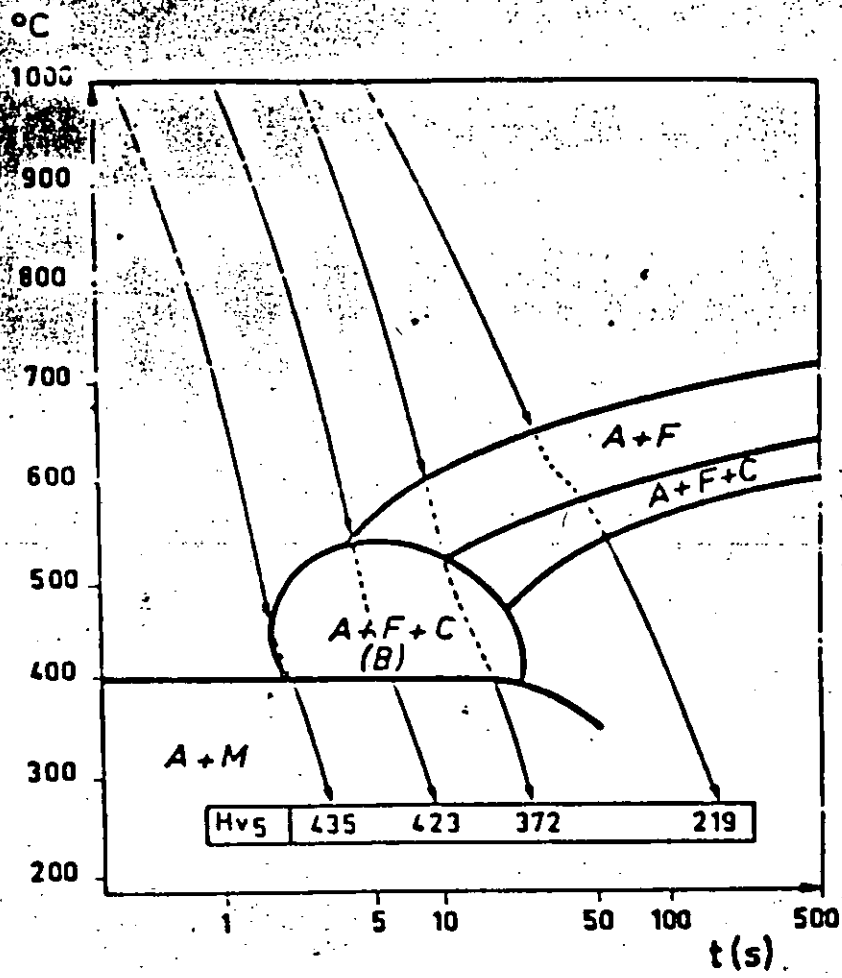
- El diagrama TRC en condiciones de soldadura

C	Mn	SI	S	P	Al	Nb	V	Cu	Cr	Ni	
170	1057	324	1	14	31	29	132	68	90	594	$10^{-3} \%$



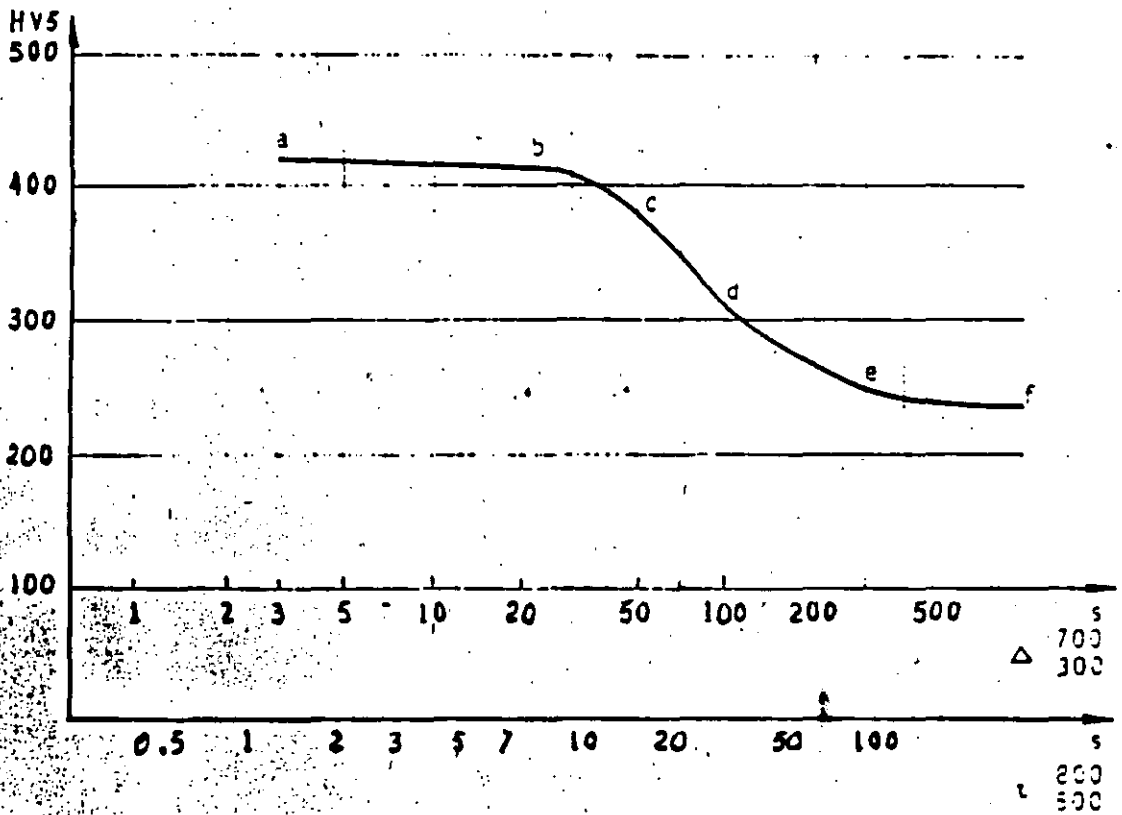
Efecto de la temperatura de austenitización en el diagrama TRC - IRSID.

C	Mn	P	S	Si	Al
200	1370	22	17	350	54



- A = Austenita
- F = Ferrita
- C = Carburo
- B = Bainita
- M = Martensita

Diagrama TRC en condiciones de soldadura para un acero E 355 al Nb.



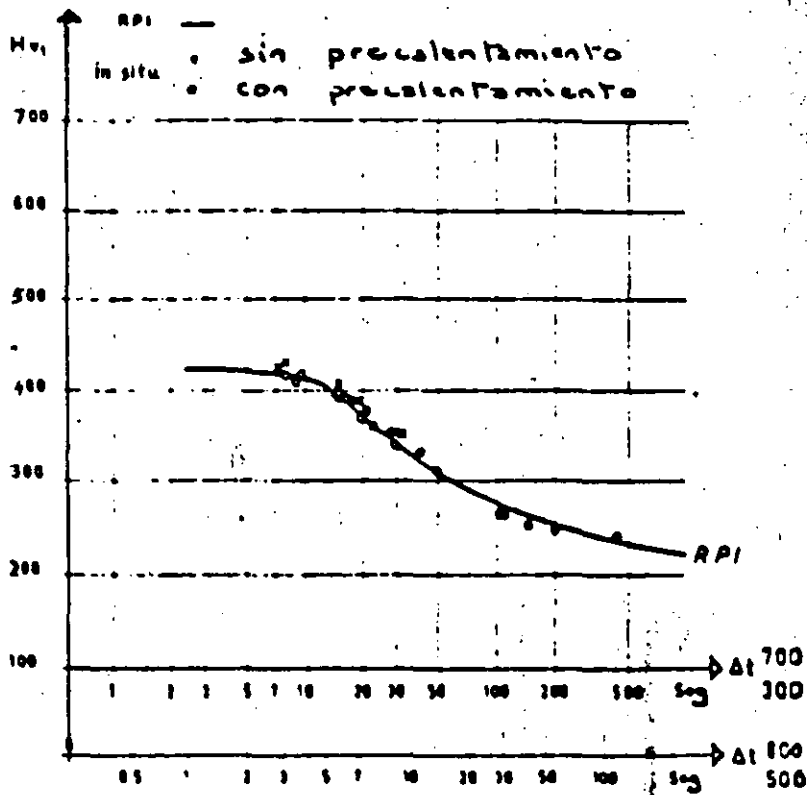
Curva de dureza - parámetro de enfriamiento
(dureza bajo cordón)

C	Mn	Si	S	P	Al	Nb	V	Cu	Cr	Ni	IRSID
170	1507	324	1	14	31	29	132	68	90	534	58

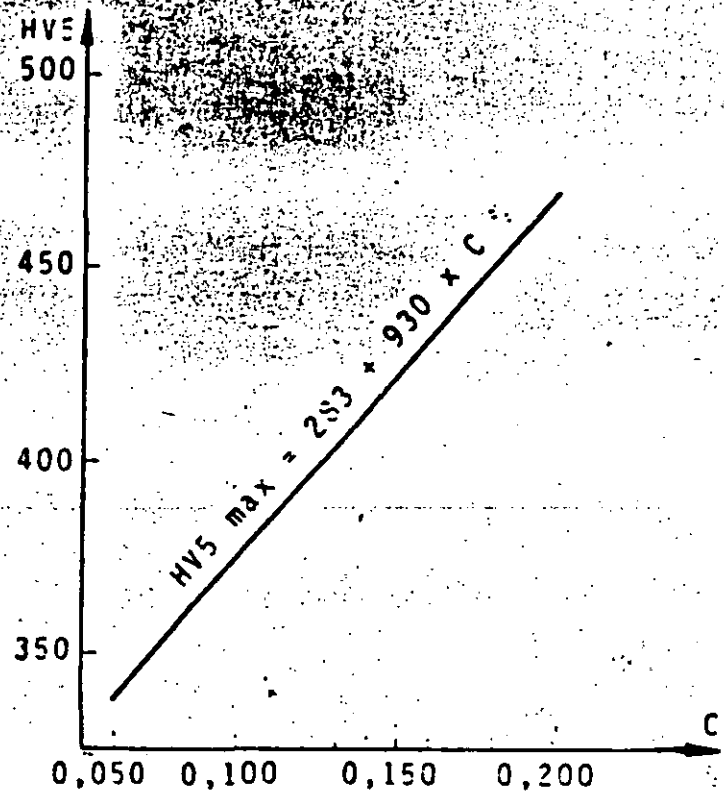


Método in situ de la medición de la dureza bajo cordón (perfil).

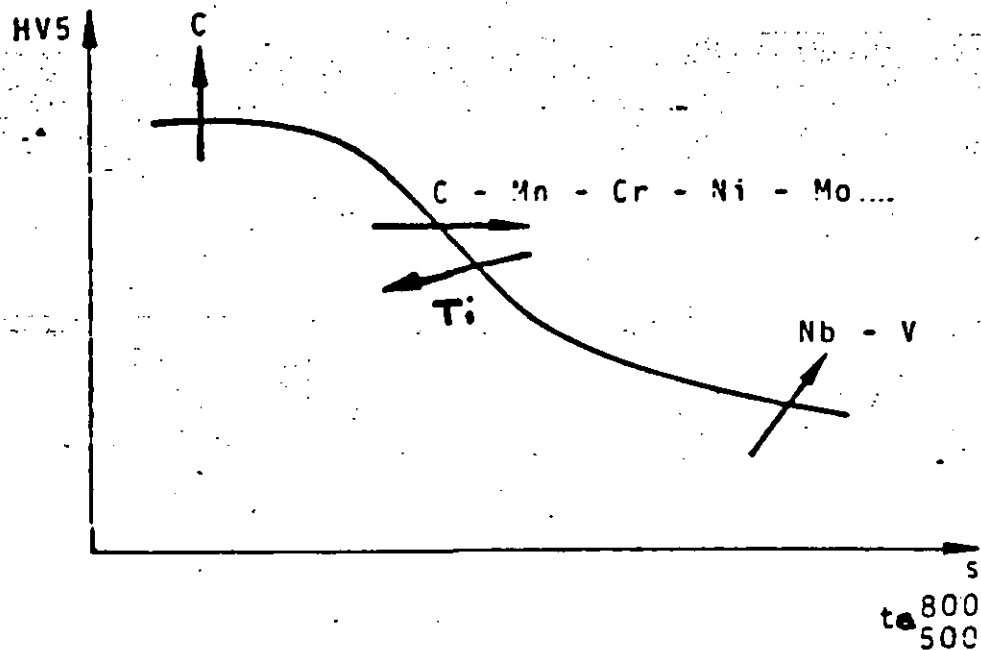
C	Mn	Si	Ni	V	Nb				
0,16	1,50	0,20	0,5	0,08	0,02				



Comparación de las curvas de durezas obtenidas por simulación en la máquina RPI y por pruebas in situ.

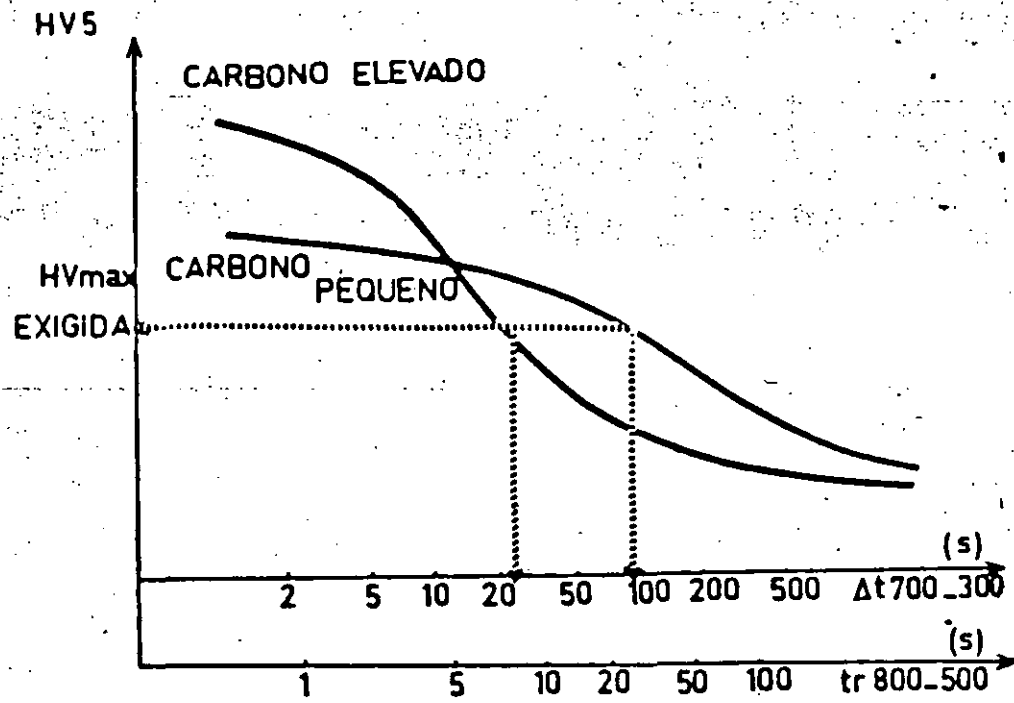


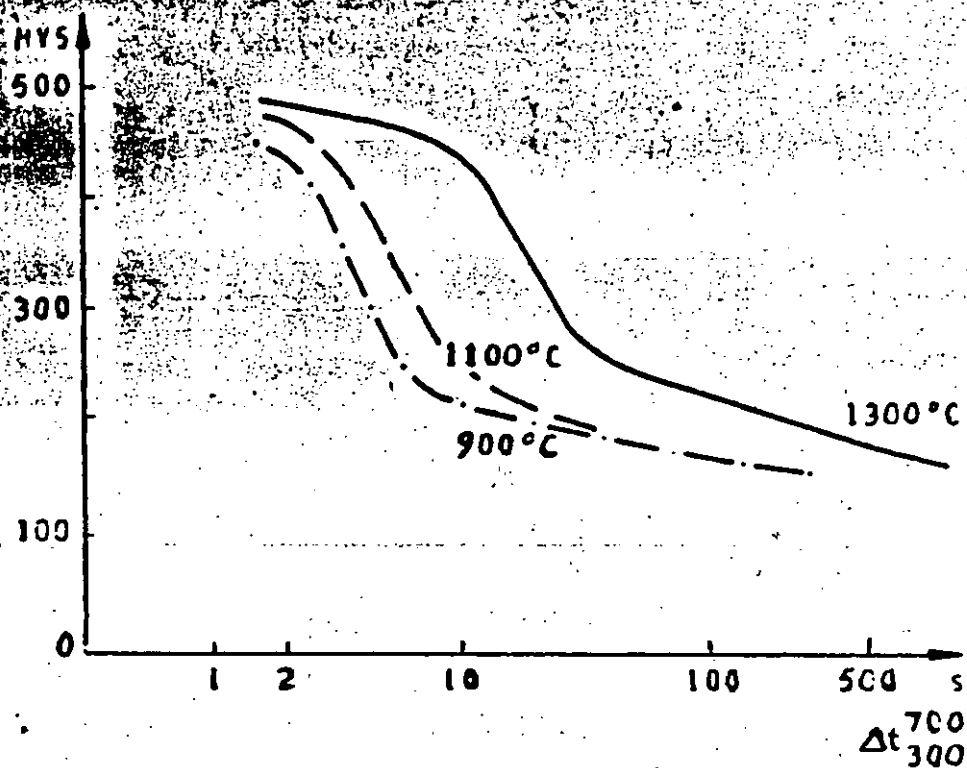
Efecto del carbono sobre la dureza martensítica IRSID.



Influencia de los elementos del análisis químico sobre la curva de dureza bajo cordón.

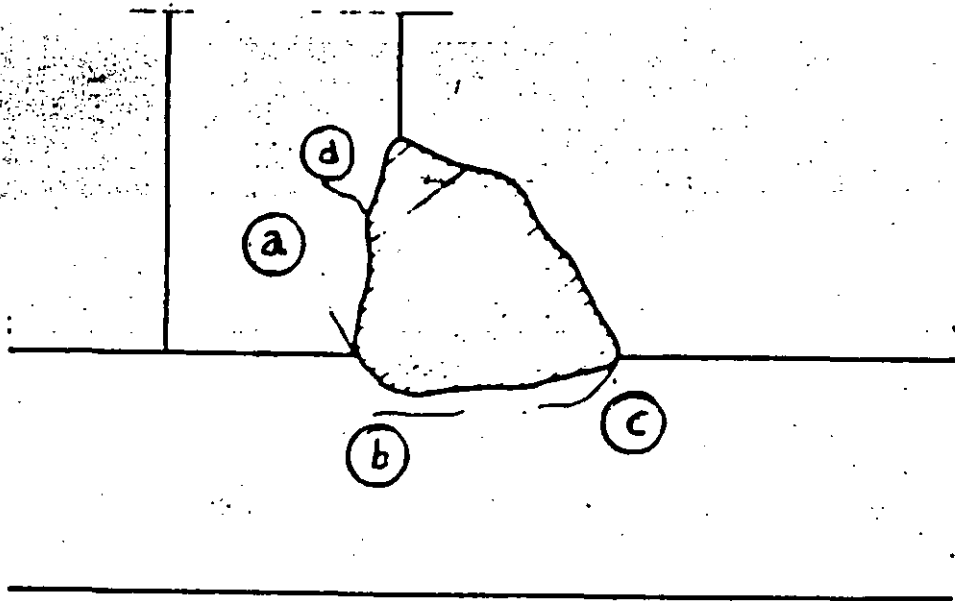
Límites de dureza
de un matiz de acero.



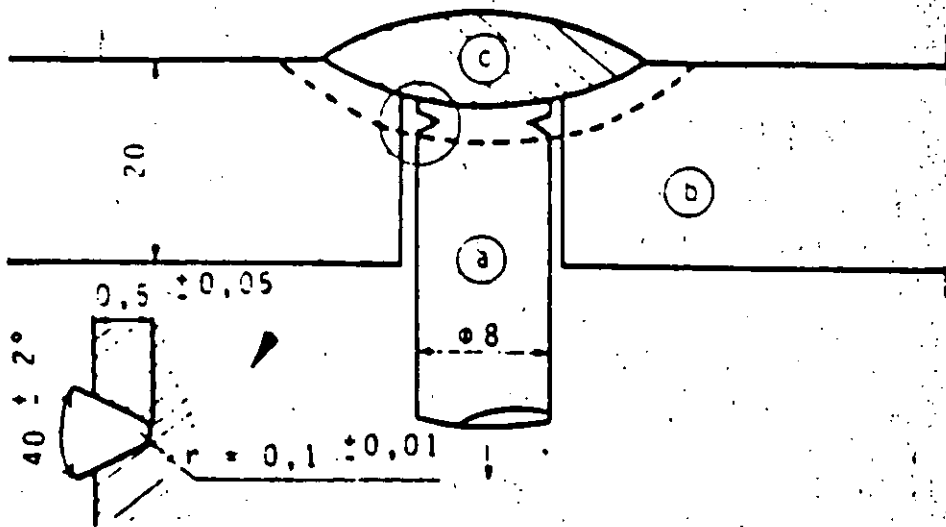


Influencia de la temperatura de austenitización sobre la curva de dureza bajo cordón, IRSID.

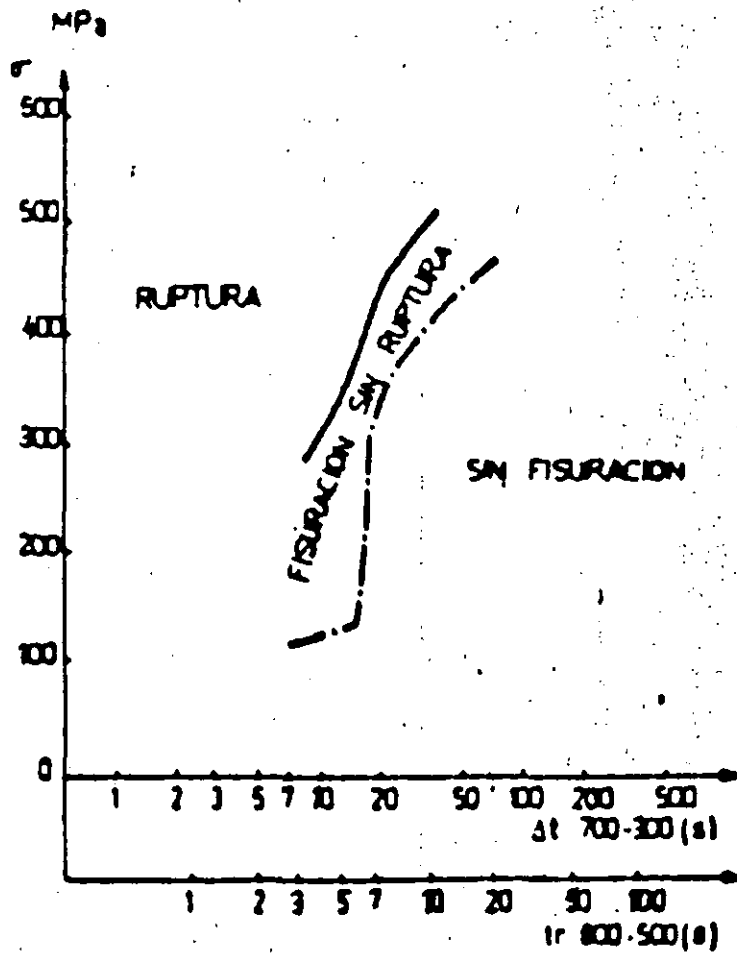
C	Mn	P	S	Si	Al
200	1370	22	17	350	54



- Tipos de fisuras en frío

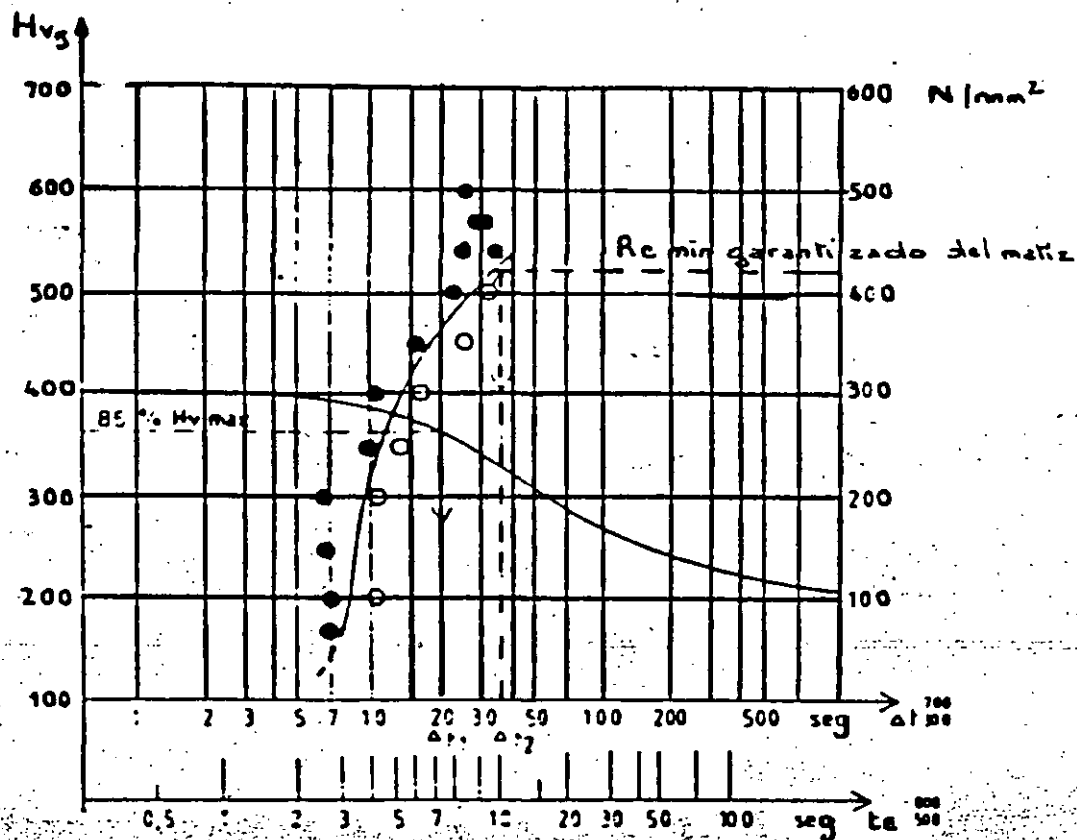


- Definición
 y montaje de la implan-
 tación - a = implantación
 b = chapa soporte
 c = soldadura



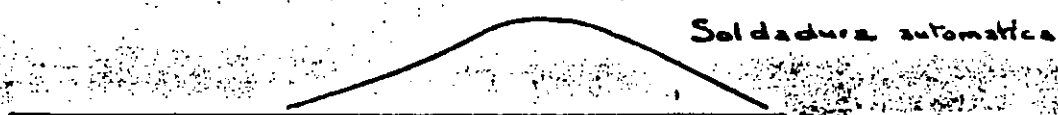
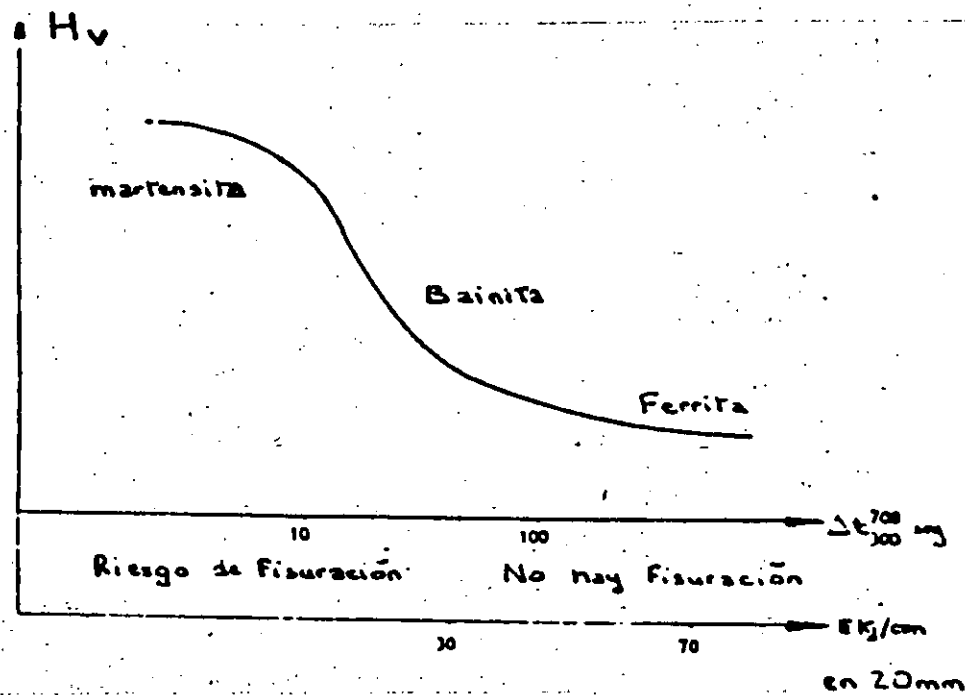
- Curvas de fisuración y de ruptura en la implantación de un acero IRSID

C	Mn	Si	S	P	Nb	Ni
190	1350	310	21	14	35	11

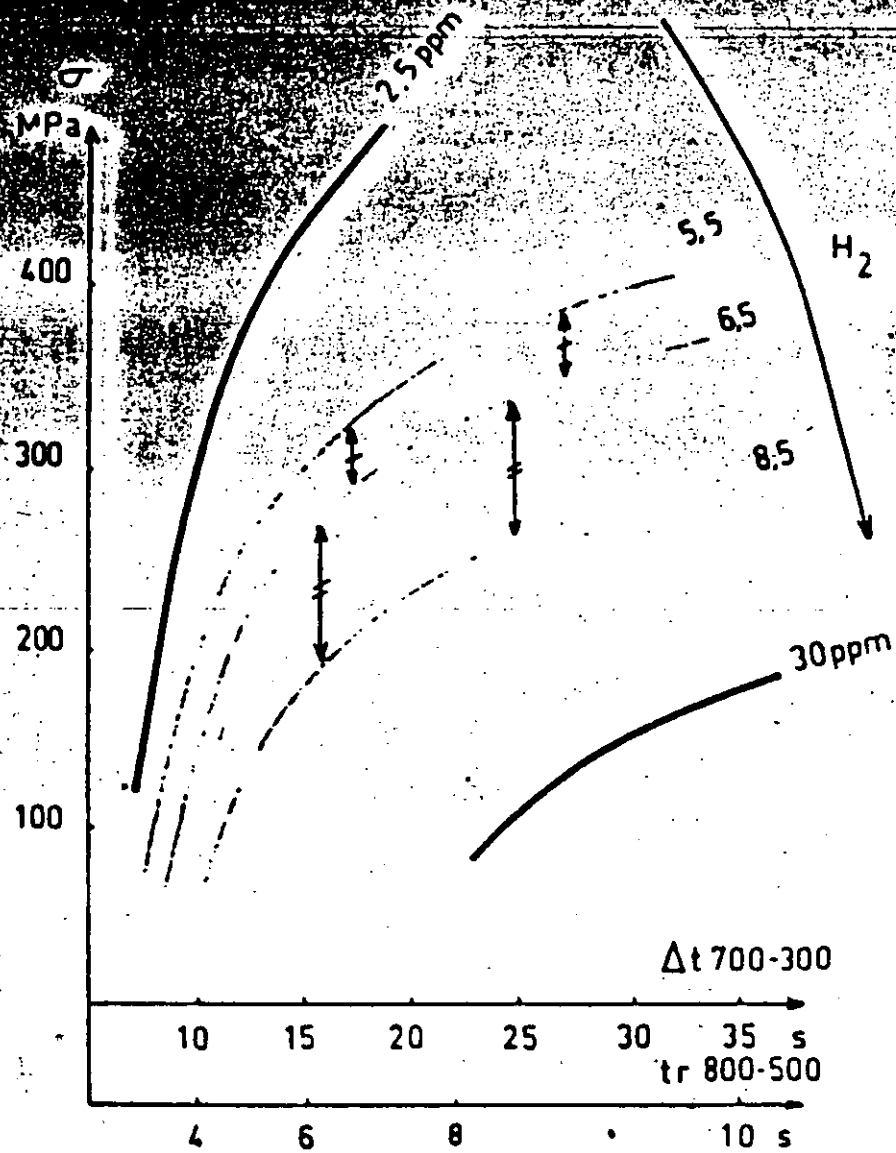


Electr6dos b6sicos secos

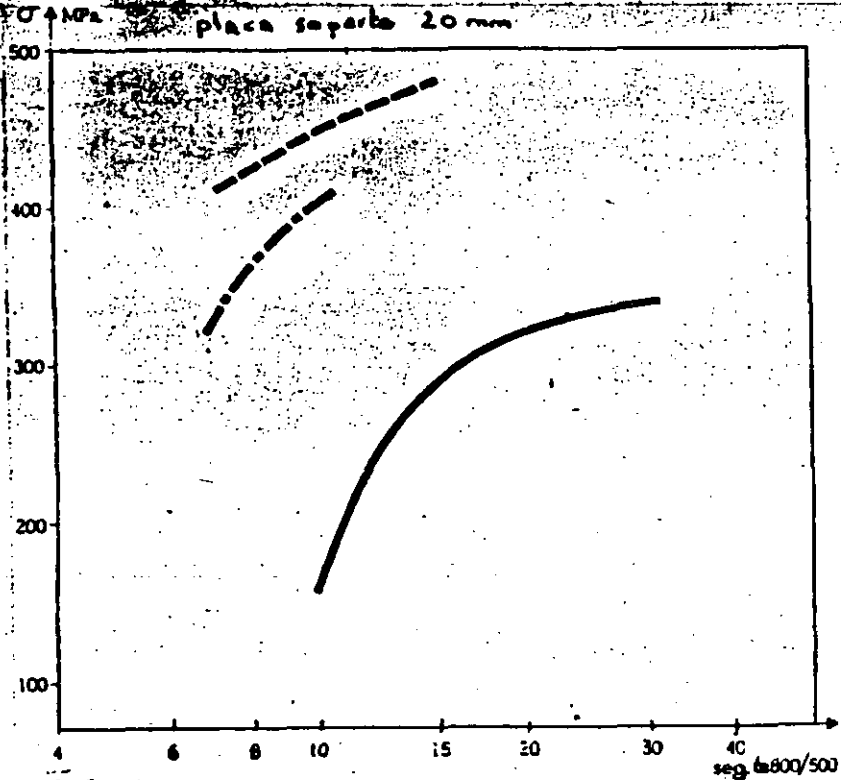
Fig. 20 -Caract6rizaci6n de las soldabilidad de un acero mediante la t6cnica de las implantaciones



- Influencia del procedimiento de soldadura sobre la dureza bajo cordón



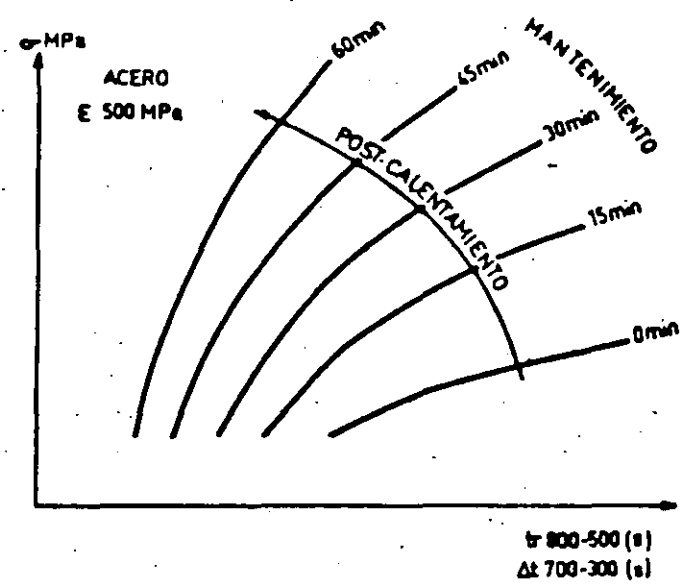
- Efecto del hidrógeno sobre una curva de fisuración IRSID



————— sin precalentamiento
 - - - - - precalentamiento 125°C
 - · - · - pre y postcalentamiento 125°C 15min

- Efecto del pre y postcalentamiento sobre la curva límite de no fisuración de un acero

C	Mn	P	S	Si	Al	Ni	Nb	V	N2
179	1493	18	2	284	45	679	27	119	12



- Influencia del pre y postcalentamiento sobre la curva de fisuración sobre las implantaciones.

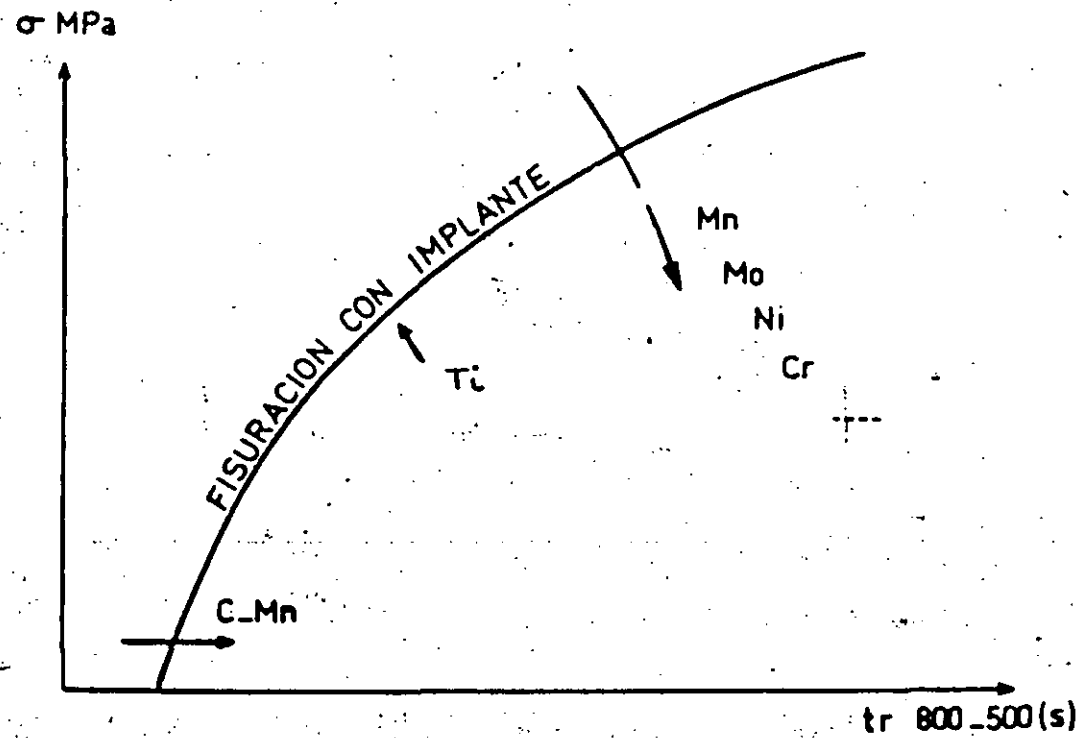
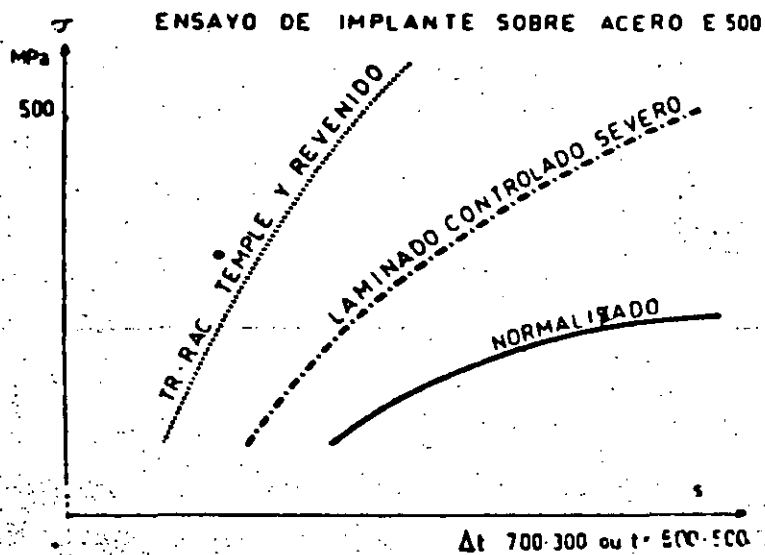
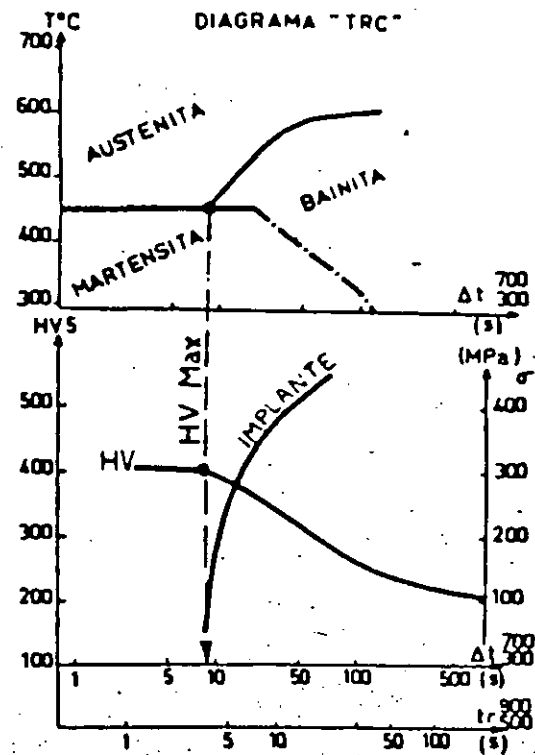


Fig. 29 - Influencia de los elementos del análisis químico sobre la curva de fisuración en implantaciones



- Influencia del modo de obtención del límite de elasticidad sobre la curva fisuración en implantaciones

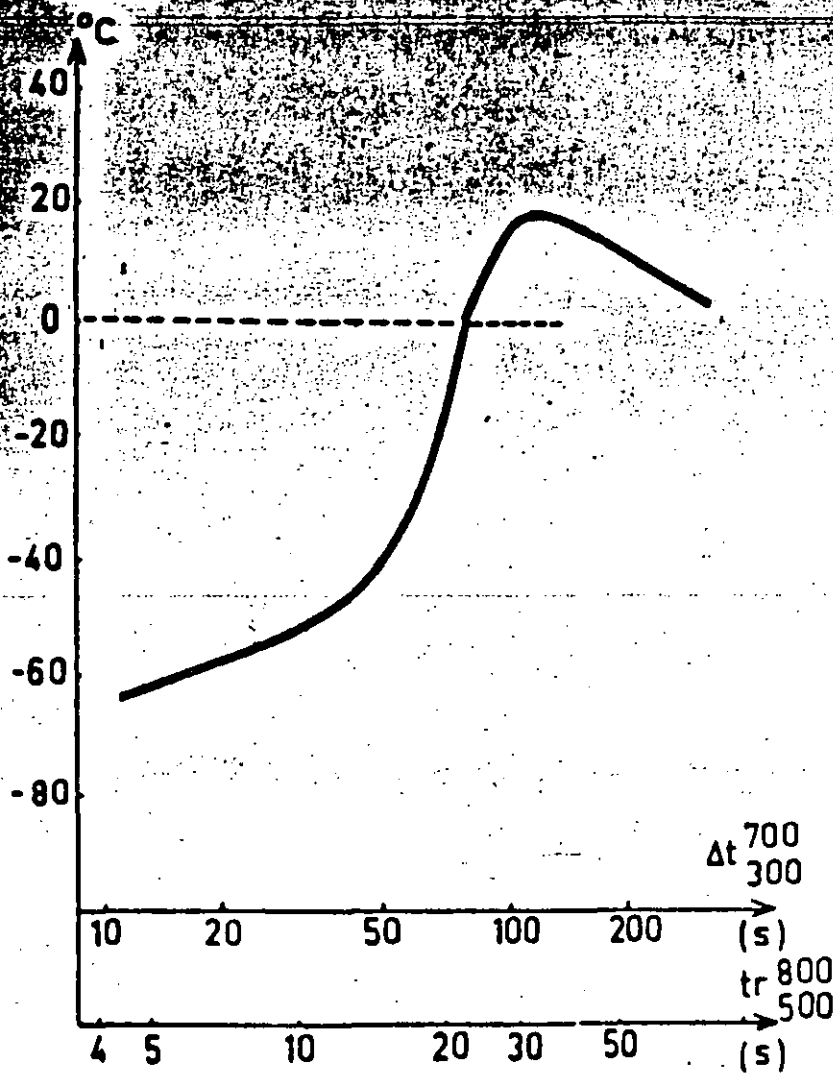


- Relación entre la curva de transformación continua y las características defisuración en implantaciones para un acero



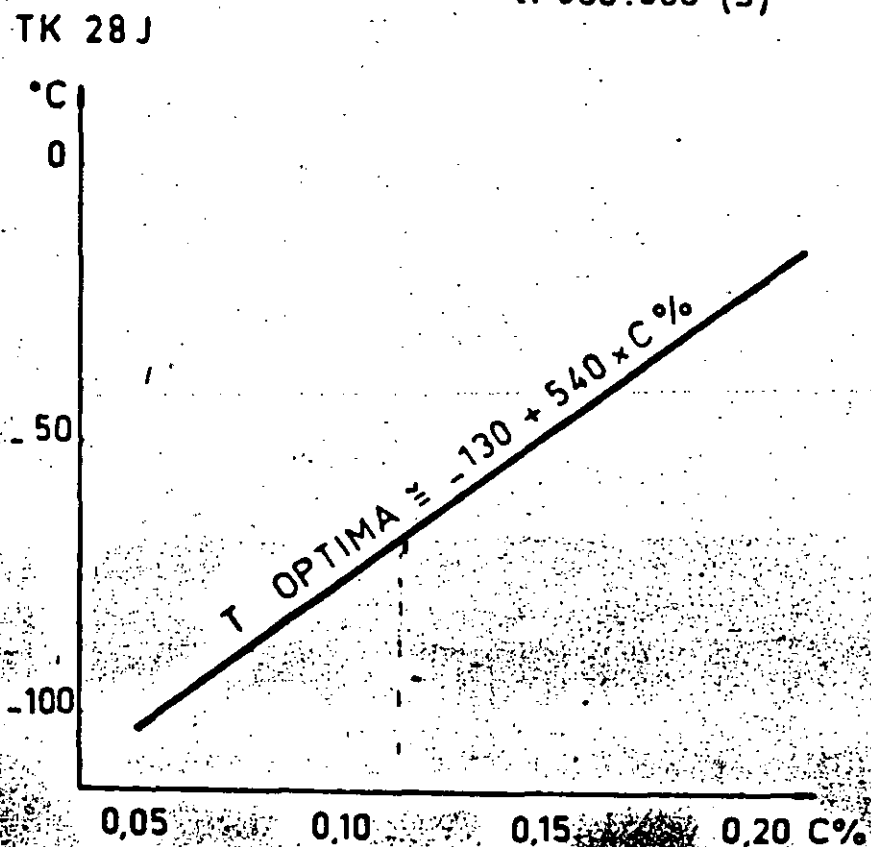
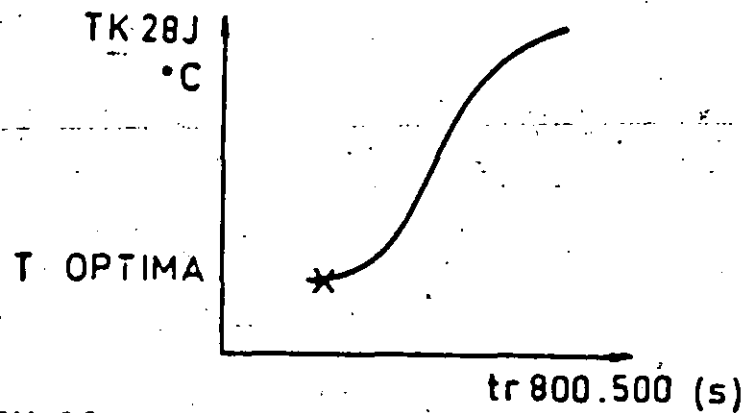
La tensión residual en el espesor (sentido Z) es débil, a diferencia de las fisuras diferidas observadas en otros modos de soldadura.

CHARPY V
TK 28J



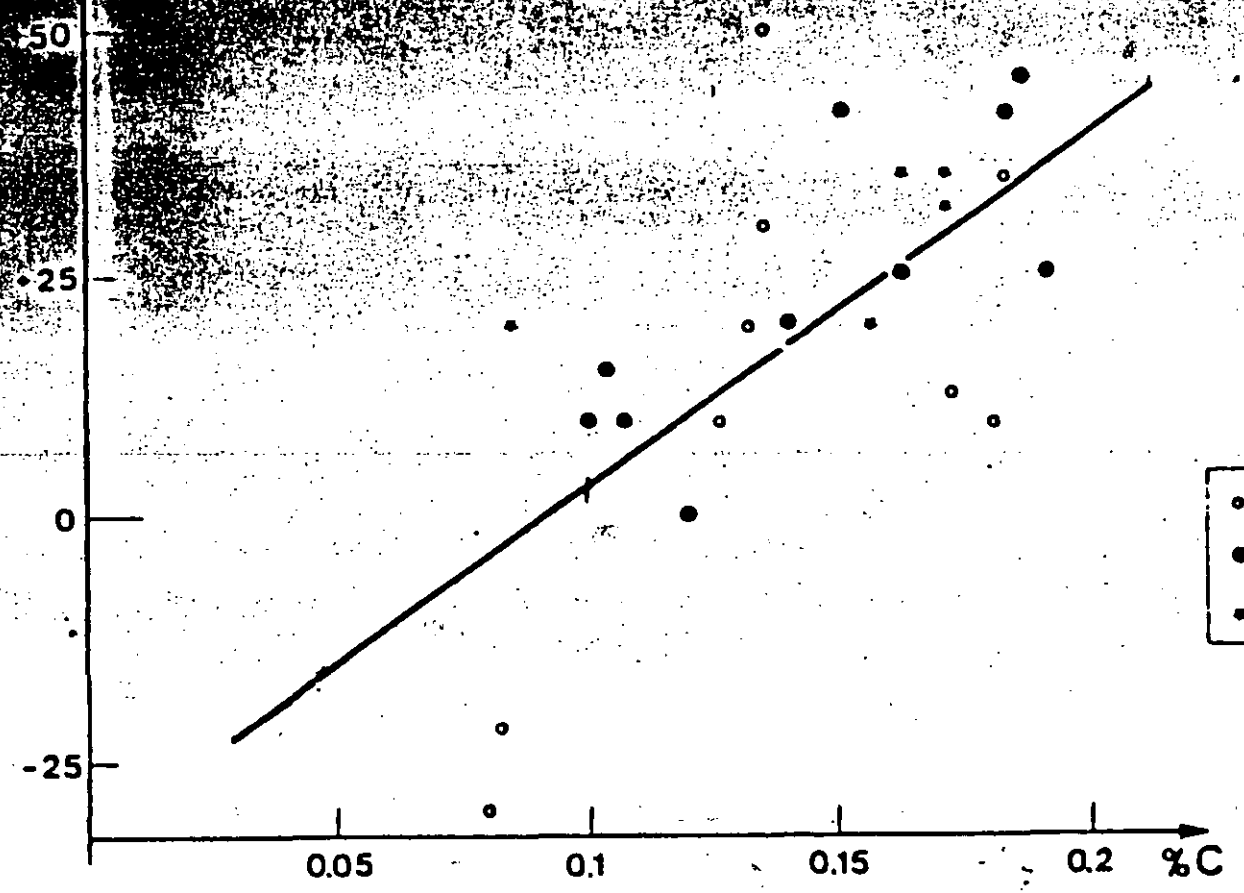
: Temperatura de transición en las ZAC simuladas IRSID

C	Mn	S	Si	Al	Nb
120	1530	12	320	52	21

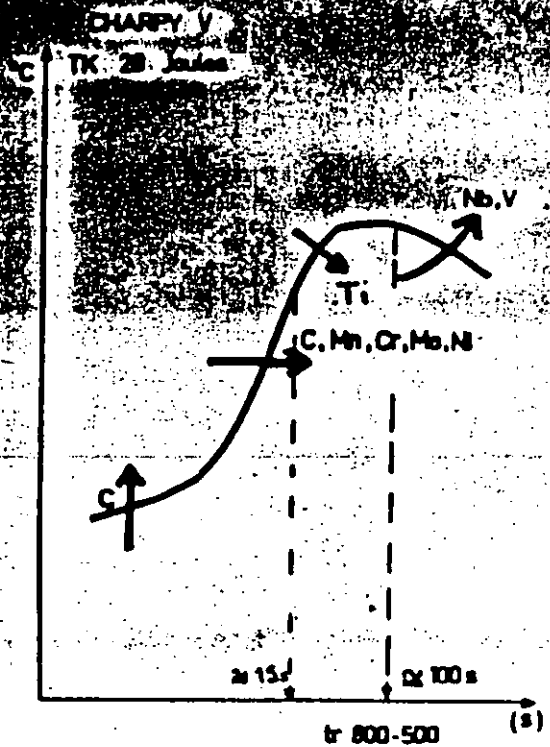


: Influencia del contenido de carbono sobre la temperatura de transición (TK 28 J) de las ZAG "óptimas" (martensita autococida + bainita inferior)

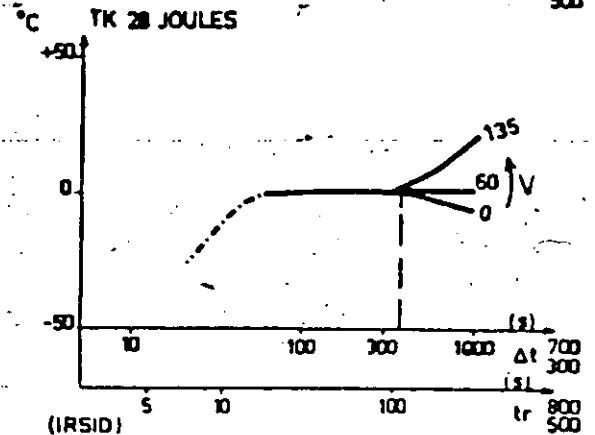
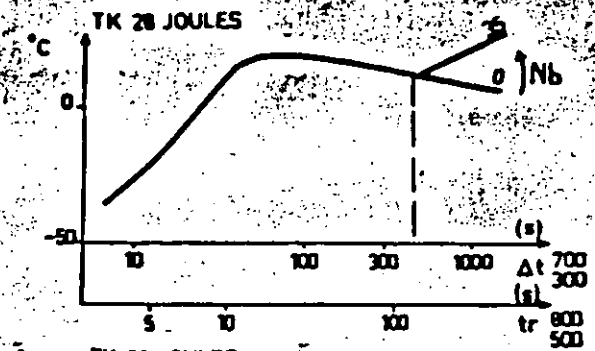
TK 28J °C



: Temperatura de transición de las ZAC simuladas con un te ⁸⁰⁰/₅₀₀ de 100 s en función del contenido de carbono.

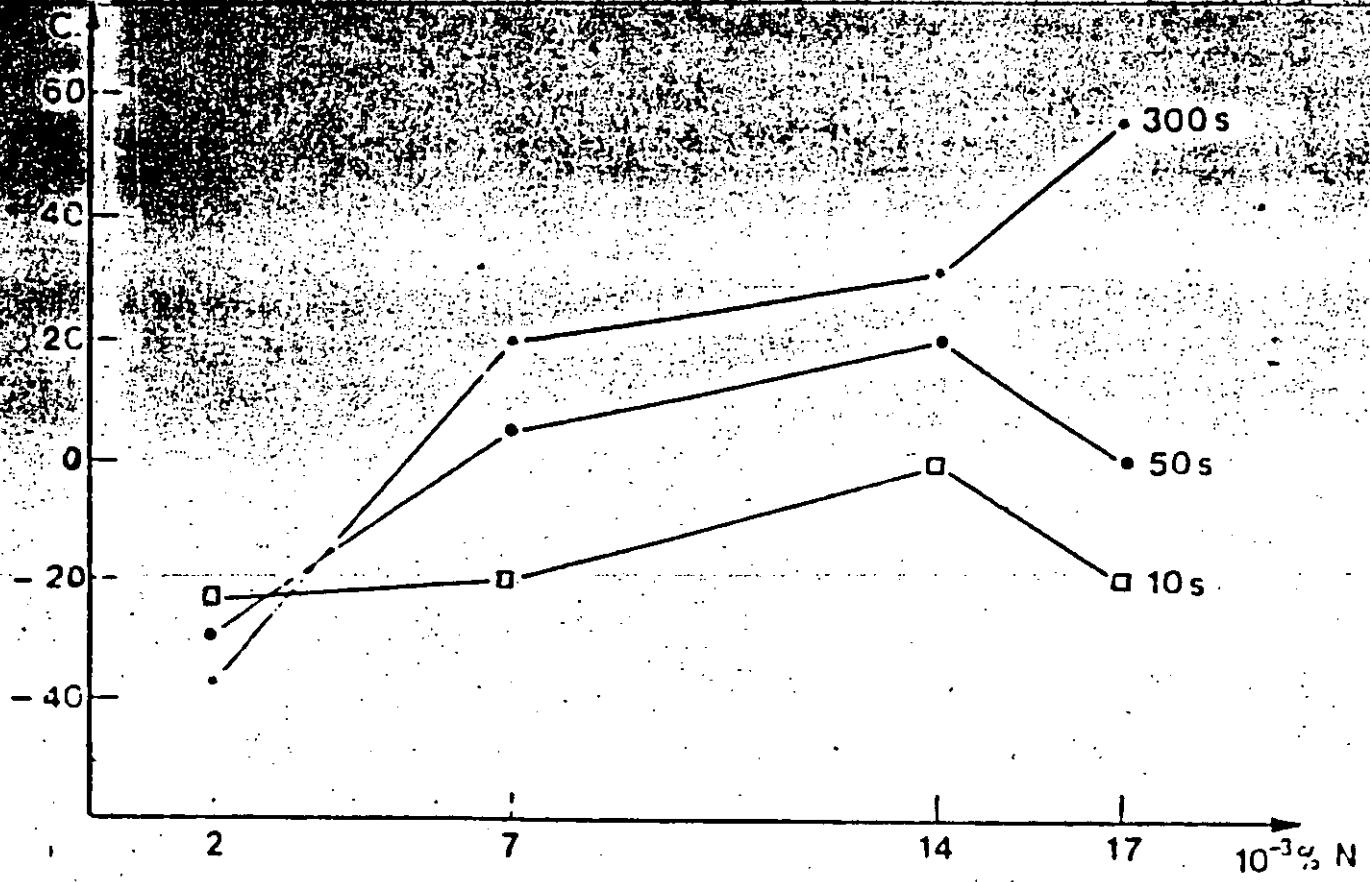


: Influencia de los elementos del análisis químicos sobre las temperaturas de ZAC simuladas.



: Influencia de los elementos Nb y V sobre la temperatura de transición de ZAC simuladas.

TK-28

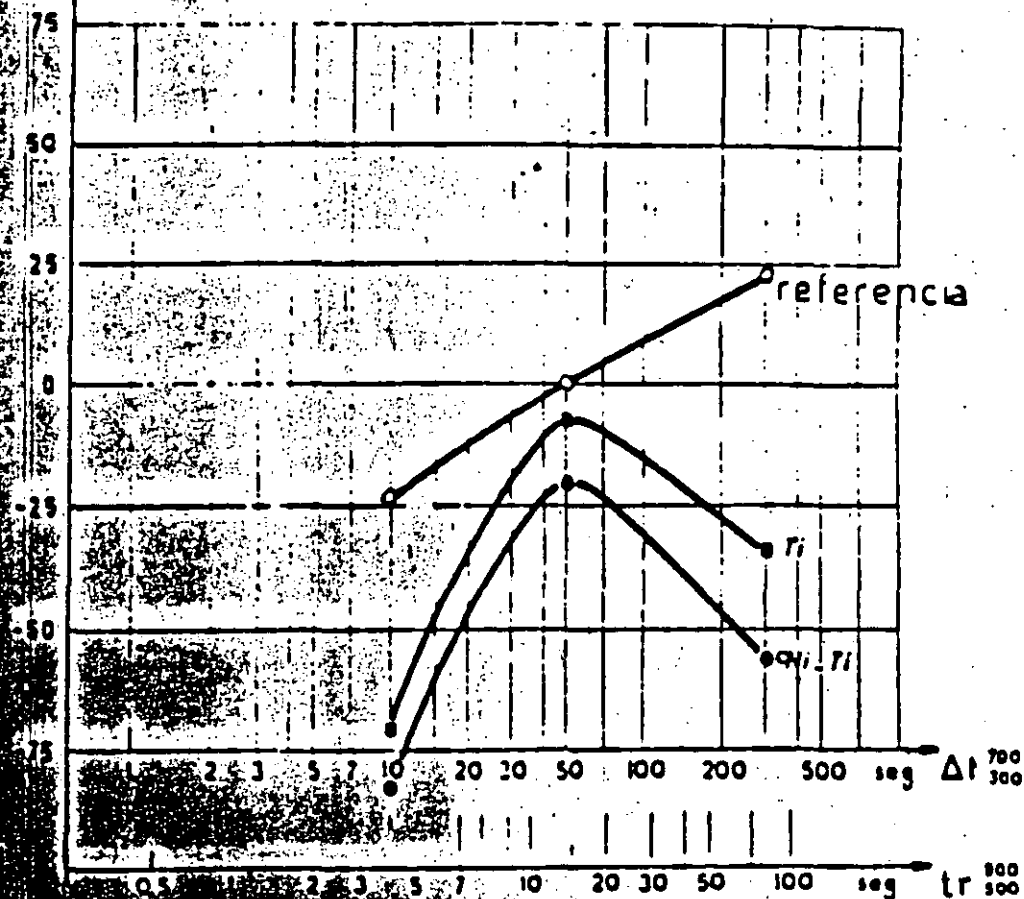


: Temperatura de transición TK 28 J de las ZAC en función del contenido de nitrógeno y el tiempo de enfriamiento Δt ⁷⁰⁰ ₃₀₀.

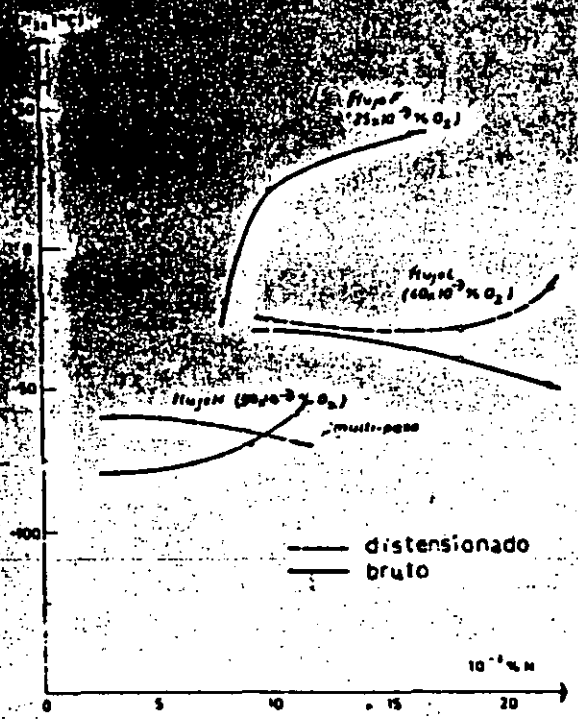
$10^{-3} \%$	C	Mn	Si	Al
	130	1500	250	25

	C	Mn	Si	S	P	N	Al	Ni	Ti
●	137	1459	455	5	19	5	36	435	14
■	140	1457	470	5	19	5	41	0	14
○	132	1570	298			7	29	0	0

TK_{28J}
1°C

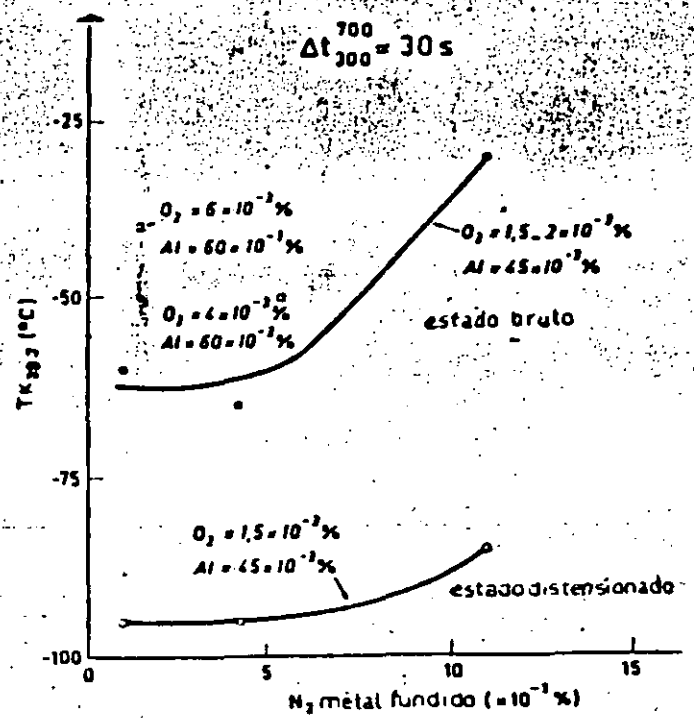


Influencia del Niquel y del Titanio sobre la temperatura de transición de la resiliencia en el nivel 28 Joules, para diferentes velocidades de enfriamiento.

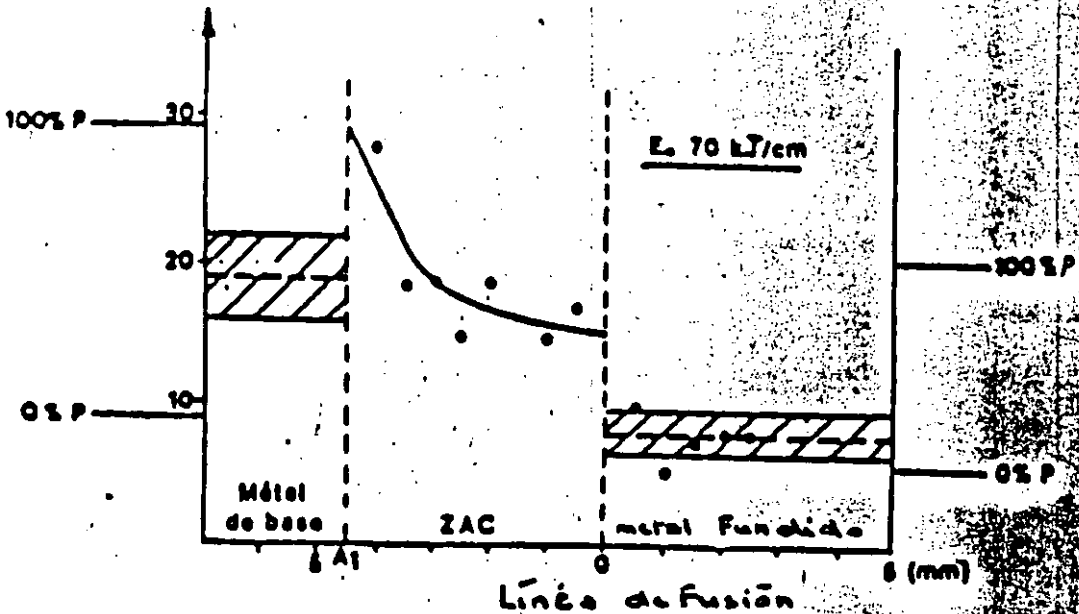
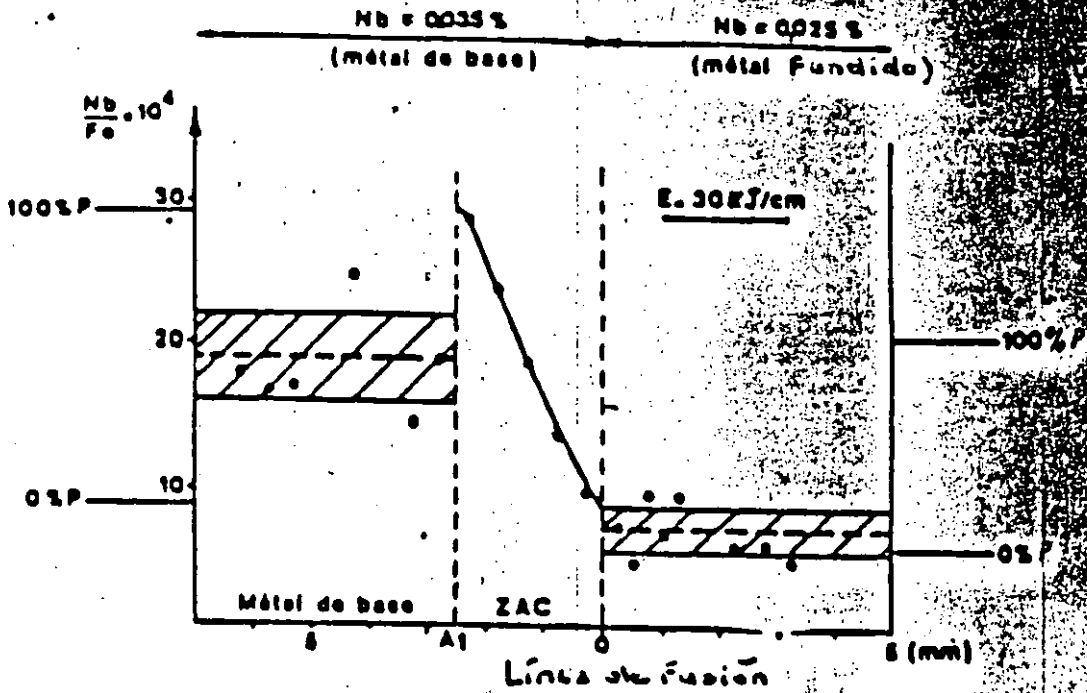


: Temperatura de transición del metal fundido en función de su contenido de nitrógeno para diferentes flujos (monopaso y multipaso).

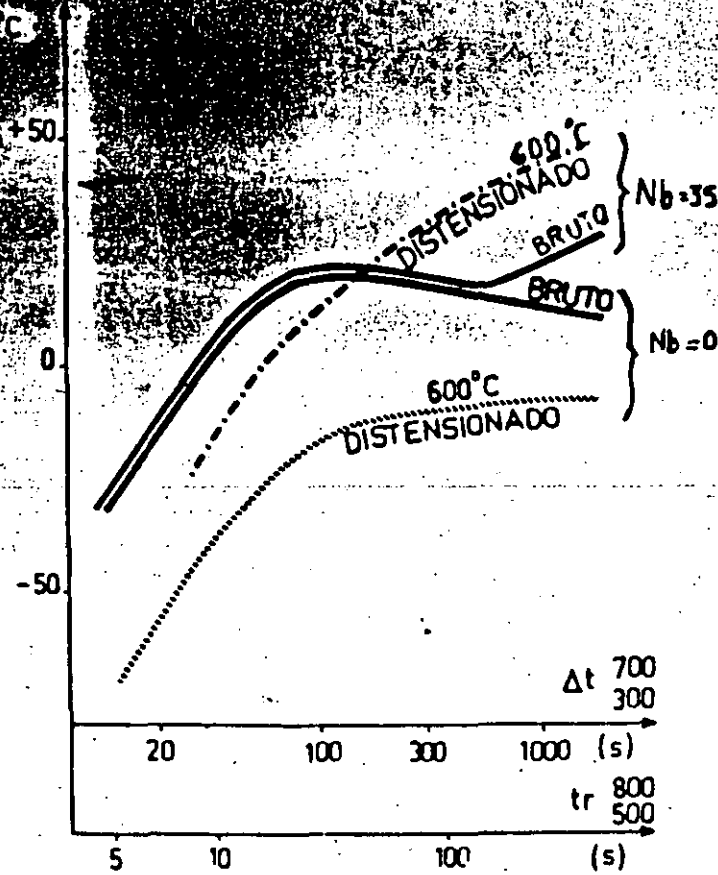
C	Mn	Si	S	P	Al	
150	1220	250	8	15	45/60	$10^{-3}\%$



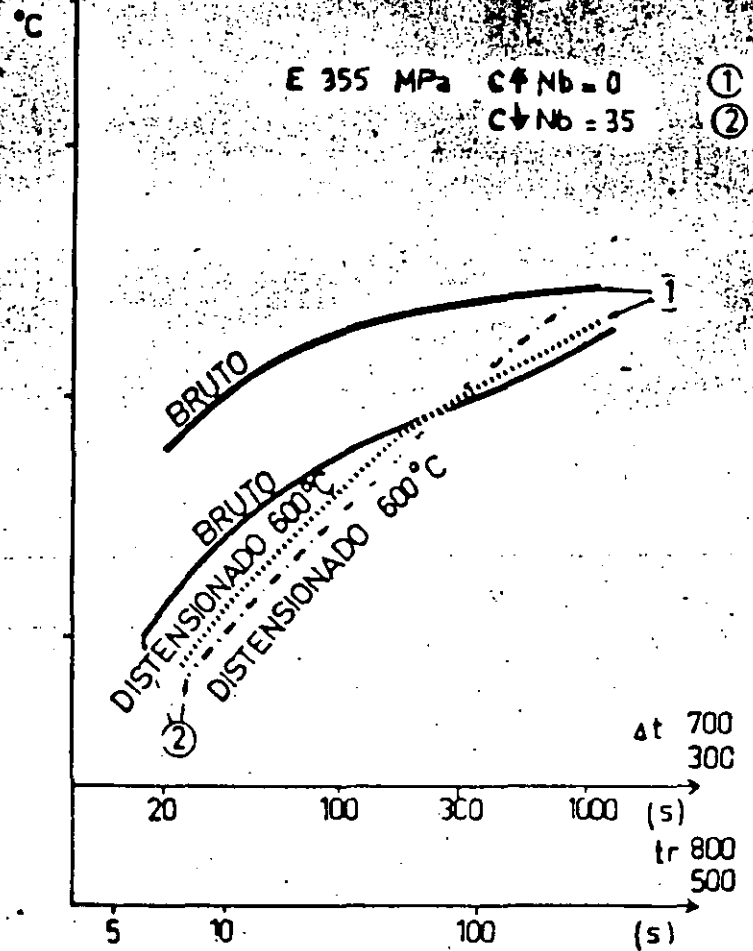
: Variación de la temperatura de transición en el nivel 28 Joules en función del contenido de nitrógeno del metal fundido.



TK 28 JOULES



Influencia del tratamiento de relajación sobre la temperatura de ZAC simuladas de un acero E 355 con y sin Nb.



Efecto del contenido de carbono sobre las temperaturas de transición de ZAC simuladas de un con y sin Nb en el estado bruto y en el estado distensionado.

FISURACION EN CALIENTE

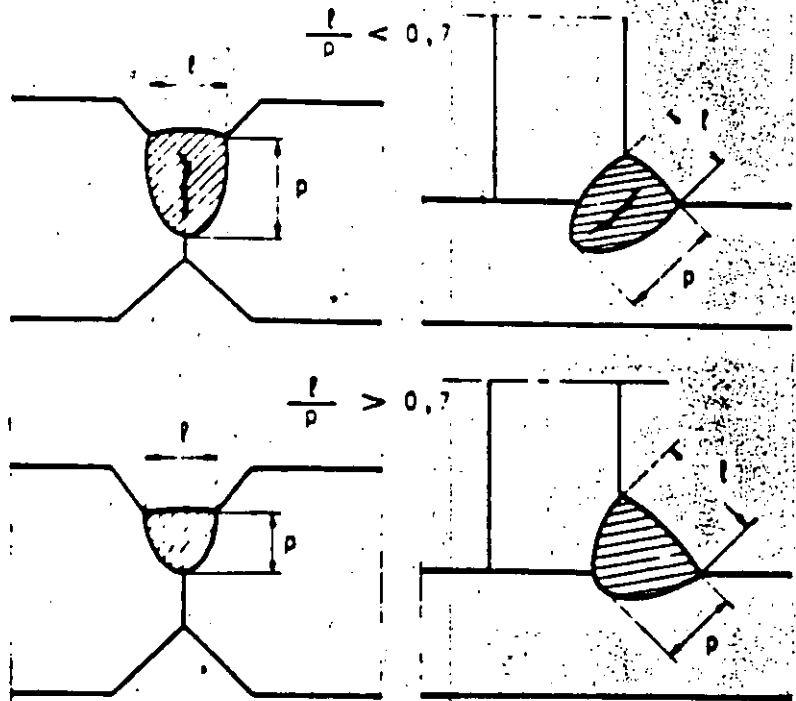
ÍIS CONSIDERA DESEABLE PARA COMBATIR
LA FISURACION EN CALIENTE TENER:

$$S < 0.04\%$$

$$P < 0.04\%$$

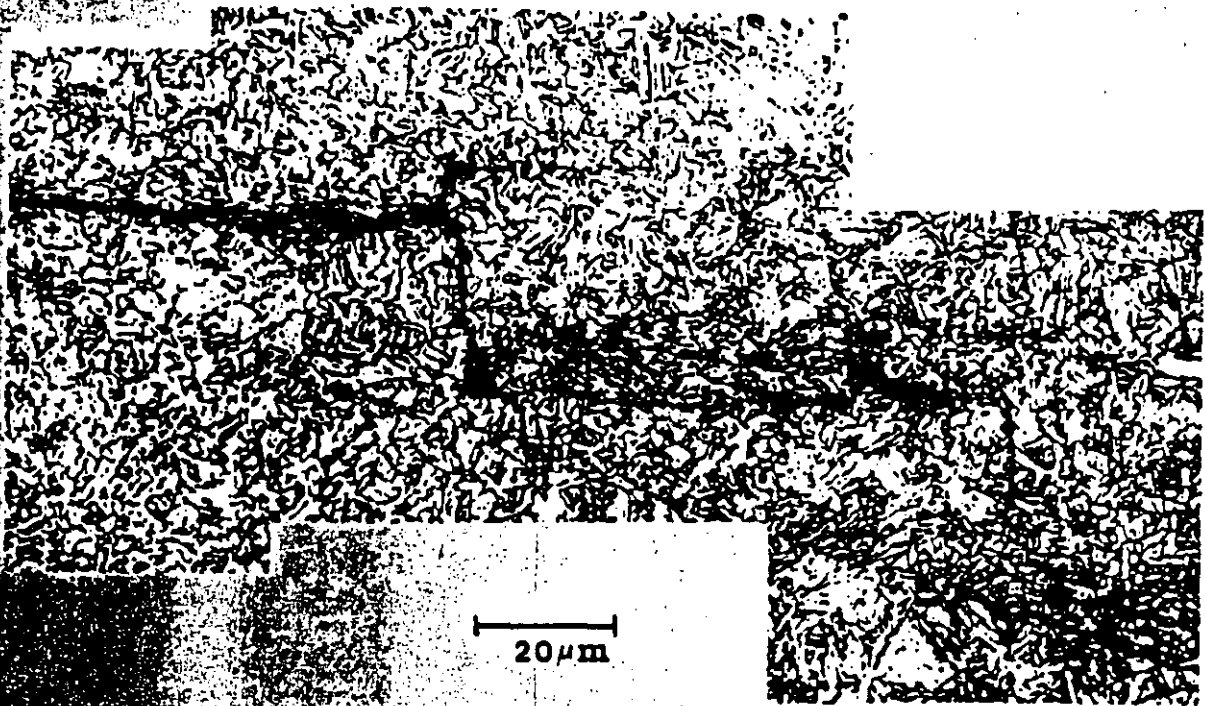
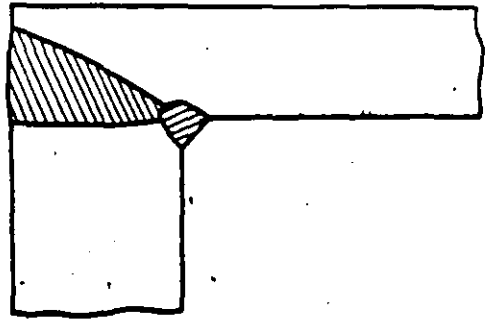
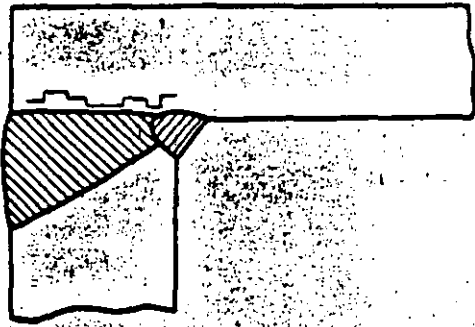
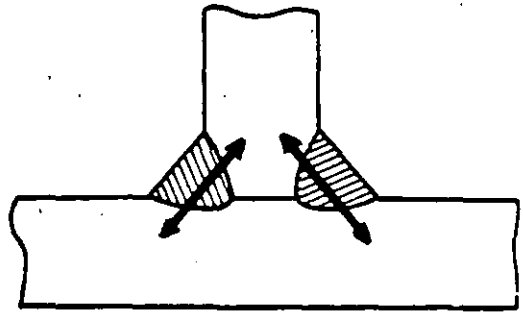
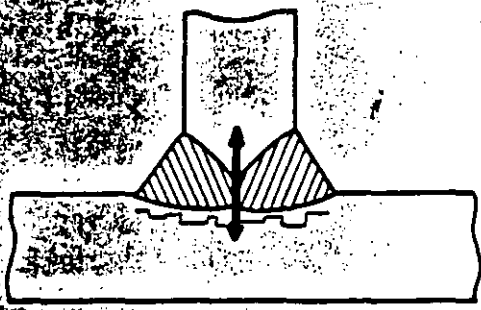
$$C < 0.13\%$$

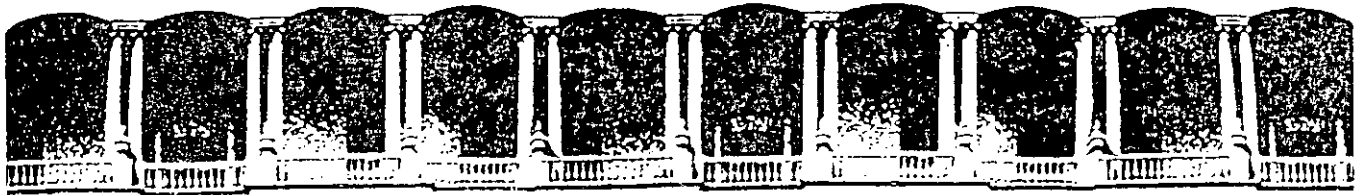
$$\frac{Mn}{S} > 20$$



: Configuración de una soldadura -
relación ancho/profundidad

FISURACION POR ARRANCAMIENTO LAMINAR.-





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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

S O L D A D U R A

ING. FRANCISCO ORTEGA MUÑOZ

JULIO - 1992

SOLDADURA

- TEORIA Y PRACTICA DE LA SOLDADURA CON OXIACETILENO
- OXICORTE CON GASES
- SOLDADURA DE ARCO CON CORRIENTE DIRECTA
- SOLDADURA DE ARCO CON GAS
- SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA
- SELECCION Y CLASIFICACION DE ELECTRODOS
- TENSIONES Y DEFORMACIONES EN LAS SOLDADURAS
- INSPECCION Y PRUEBAS DE SOLDADURAS

SOLDADURA

TEORIA Y PRACTICA DE LA SOLDADURA CON OXIACETILENO

DEFINICION DE SOLDADURA

Es un proceso de trabajo en el cual los metales son llevados hasta su punto de fusión por medio del calentamiento para conseguir una nueva unión muy resistente.

DIFERENTES TIPOS DE SOLDADURA Y CORTE

Los tipos más frecuentes de soldadura son:

- a) Soldadura con Gas
- b) Soldadura de Arco
- c) Soldadura de Arco y Gas
- d) Soldadura de Resistencia

Otros tipos de soldadura más especiales son:

- e) Soldadura atómica y de Hidrógeno
- f) Soldadura de Termita
- g) Soldadura Fría
- h) Soldadura Ultrasónica
- i) Soldadura de Capa de Electrones
- j) Soldadura de Fricción
- k) Soldadura de Laser
- l) Soldadura de Plasma

Los tipos frecuentes de corte térmico son:

- a) Corte de Gas
- b) Corte de Arco

El proceso Oxígeno-Acetileno debe estudiarse primero debido a:

- 1) Los fundamentos de la soldadura con gas incluyen fundamentos importantes

para la mayoría de las otras formas de soldadura.

- 2) El proceso Oxígeno-Acetileno es un proceso manual, lento y fácil de controlar en comparación con otros procesos.

CARACTERISTICAS DE LA FLAMA DE OXIACETILENO

Para obtener la flama con más alta temperatura, mayor limpieza y mayor aportación de calor, es necesario utilizar el equipo que suministre, oxígeno puro para facilitar el proceso de oxidación.

Para realizar una buena soldadura se deben cumplir las siguientes consideraciones:

- a) La temperatura de la flama debe ser suficientemente alta para fundir los metales.
- b) Debe suministrarse suficiente calor para compensar las pérdidas de calor.
- c) La flama no debe "quemar" (oxidar) el metal.
- d) La flama no deberá aportar polvo ó materiales extraños a el metal.
- e) La flama no deberá aportar carbón al metal.
- f) Los productos de combustión no deberán ser tóxicos (venenosos).

La cantidad de calor se determina por la cantidad (pies cúbicos por hora) - de gases quemados. Para obtener más calor el orificio de la boquilla deberá ser más grande y se suministrará gas a mayor presión en la boquilla. Si se usa una boquilla grande o una chica, como quiera que sea la temperatura de la flama es la misma. Debe recordarse que la cantidad de calor generado y - por lo tanto el espesor del metal el cual puede ser soldado, dependera de - la cantidad de gas combustible quemado por unidad de tiempo. Por consiguiente la cantidad de calor depende del tamaño del orificio de la boquilla.

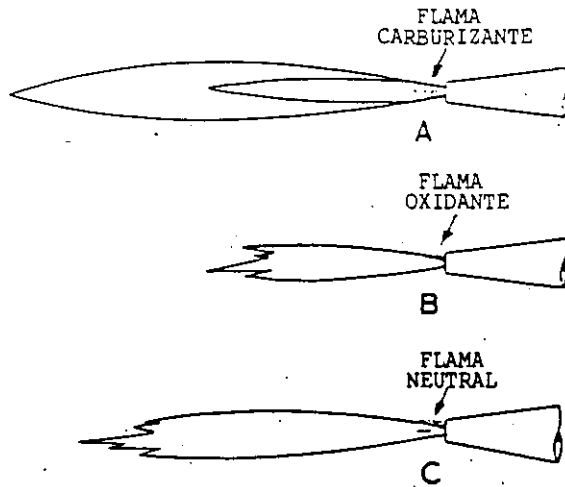
Existen varios gases que se usan comercialmente para producir flamas para - soldadura y corte:

- 1) El Oxígeno-Acetileno
- 2) El Oxígeno-Hidrógeno

- 3) El Oxígeno-Gas Natural
- 4) El Oxígeno-Gas de Petróleo licuado

Flamas oxidizantes ó carburizantes no deseables se presentan cuando las proporciones de Oxígeno y Acetileno son erróneas. Si se utiliza más Acetileno se forma una flama carburizante.

La siguiente figura muestra los tipos de flamas:



La denominada FLAMA NEUTRAL es la correcta y no carburiza ni oxidiza el metal. Esta FLAMA NEUTRAL es el resultado de una perfecta proporción y mezcla de oxígeno y acetileno. Estos dos gases se unen de tal manera que el oxígeno quema el carbón y el hidrógeno en el acetileno y libera únicamente calor y gases poco dañinos.

El hollín en una soldadura puede provenir de dos fuentes:

- a) Polvo en los Gases
- b) Polvo en los equipos

Debe checarsse siempre la calidad de la pureza de los gases.

La flama neutral de oxiacetileno puede tener una temperatura de 5600° a 5900° F. Una flama oxidizante producirá una temperatura ligeramente mayor.

A continuación se enlistan varios metales y su temperatura de fundición:

METAL	PUNTO DE FUNDICION °F
Aluminio	1215

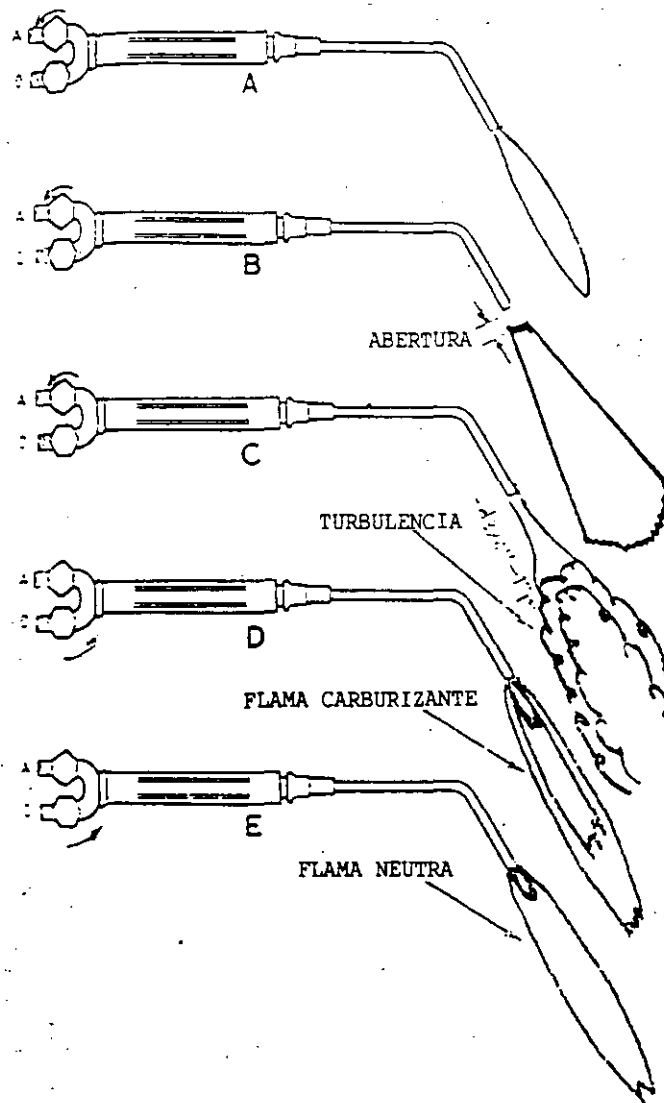
Latón	1640
Bronce	1650
Cobre	1920
Fierro, fundición gris	2200
Plomo	620
Acero (0.20%C) SAE 1020	2800
Zinc	785

La siguiente tabla de tamaños de varillas de soldadura y tamaños de boquillas para soldar varios espesores de metal, nos da datos aproximados para obtener resultados satisfactorios.

ESPESOR DEL METAL	DIAMETRO DE LA VARILLA DE SOLDADURA	TAMAÑO DE LA BOQUILLA	PRESIONES	
			OXIGENO	ACETILENO
1/16	1/16 - 3/32	60 - 69	4	4
1/8	3/32 - 1/8	54 - 57	5	5
1/4	5/32 - 3/16	44 - 52	8	8
3/8	3/16 - 1/4	40 - 50	9	9

Para desconectar el maneral. Si el operador desea suspender el uso del equipo por unos minutos, será únicamente necesario cerrar las válvulas del maneral y dejar este a un lado. Sin embargo, si el equipo no va a hacer uso inmediato, el equipo deberá ser totalmente desconectado, por lo que deberá hacerse lo siguiente:

- 1) Cierre las válvulas del maneral y preferentemente la de Acetileno primero.
- 2) Cierre suavemente las válvulas de los cilindros.
- 3) Abra las válvulas del maneral.
- 4) Espere hasta que los manómetros de alta y baja presión de los reguladores de oxígeno y acetileno, indiquen cero.
- 5) Gire las tuercas de ajuste del Oxígeno y Acetileno de los reguladores -- hasta que estén "cerradas".
- 6) Cierre suavemente las válvulas del maneral y cuelgue el mismo.



Pasos recomendados para encender el maneral para soldadura con Acetileno. -
A. Abra la válvula de Acetileno lentamente y encienda el Acetileno con un -
 encendedor de chispa. **B.** La cantidad correcta de Acetileno esta fluyendo si
 la flama inicia lejos de la boquilla cuando el maneral esta hacia abajo. o,
C. Como se muestra aqui, una turbulencia es creada en la flama de Acetile-
 no y el humo es eliminado. **D.** Comience a girar la válvula para el oxígeno.
E. Continúe girando la válvula para el oxígeno hasta que la mitad de la fla-
 ma esta eliminada y un cono interior redondeado aparece.

POSICIONES Y MOVIMIENTOS DEL MANERAL

El maneral debe ser mantenido a un ángulo de 30 a 45° grados con relación al plano de trabajo. Lo anterior también dependerá del tamaño de boquilla usada, el espesor del metal y otras condiciones para soldaduras. La flama se coloca sobre el plano de trabajo en la dirección de la soldadura, precalentando el metal antes de que este bajo la flama de alta temperatura.

FUNDICION DEL METAL BASE ("TORCHEO O CALDEO")

Antes de iniciar cualquier clase de soldadura, se recomienda que el principiante practique la fundición del metal base que en lo sucesivo denominaremos "caldeo". El "caldeo" es una importante y fundamental parte de la soldadura debido a que en la mayoría de las operaciones de soldadura un "caldeo de metal fundido" es llevado a través de la junta de las partes que serán soldadas. Esta fundición se presenta realmente en la mayoría de las formas de soldadura tanto con gas como con arco eléctrico. Las características del "caldeo de metal fundido" indican la penetración, ajuste del maneral, manejo y movimiento del maneral. Estas características del "caldeo" las cuales son juzgadas por medio de la observación, guían al soldador experimentado para depositar una excelente soldadura.

El tamaño (diámetro) del "caldeo" estará con proporción a su profundidad; por consiguiente el operador puede juzgar la profundidad o penetración de una soldadura por la observación y control del tamaño del "caldeo de metal fundido". Sobre metales muy delgados la penetración o profundidad del "caldeo" será mayor en proporción a el ancho que en el caso de metales de grueso espesor.

La apariencia de la superficie de el "caldeo" indicará la condición de ajuste del maneral. La FLAMA NEUTRAL cuando esta fundiendo el metal dara una apariencia constante y uniforme del "caldeo". La orilla del "caldeo" lejos del maneral tendrá bolitas pequeñas brillantes e incandescentes las cuales se moveran activamente alrededor de la orilla del caldeo. Si estas bolitas estan sobredimensionadas la flama no es NEUTRAL. También si la soldadura de "caldeo", hierve y salpica excesivamente, puede ser que exista un ajuste pobre de la flama y se presente una mala calidad de soldadura en el metal que

se esta soldando.

La flama en forma de cono interior redondeado debe estar colocada dentro de la región del "caldeo" en todo momento. El ajuste correcto de la flama evita que el oxígeno en la atmósfera entre en contacto con la superficie de la zona de "caldeo" y pueda causar una condición de oxidación.

En la gráfica se puede observar como llevar a cabo un correcto procedimiento de "caldeo".

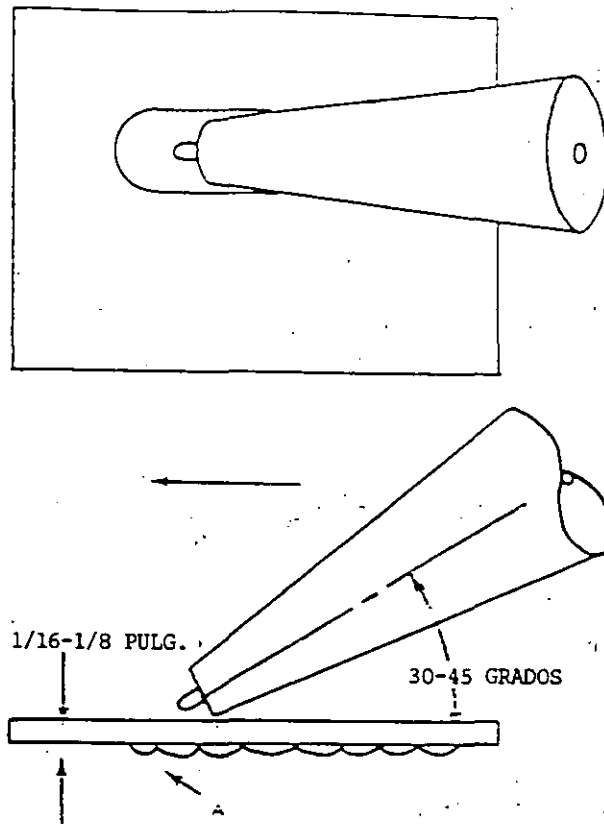
TIPOS DE SOLDADURAS CON OXIACETILENO REALIZADAS CON VARILLA DE APORTE DE SOLDADURA

Las juntas básicas de soldadura son:

- 1) De ranura o abertura (Buttweld)
- 2) De filete (Fulletweld)

Las posiciones básicas para soldar son:

- 1) Horizontal sobre una superficie horizontal
- 2) Horizontal sobre una superficie vertical
- 3) Vertical sobre una superficie vertical
- 4) Sobrecabeza



Procedimiento para efectuar la soldadura por "caldeo de metal fundido":
Esta figura muestra la posición correcta del maneral en relación al metal -
base durante un ejercicio. El detalle "A" muestra la penetración en la par
te inferior del metal base.

Tipo de soldaduras realizadas sin el uso de varilla de aporte de soldadura.
El tipo de soldadura mas común de este tipo es la que se muestra en la siguiente figura:

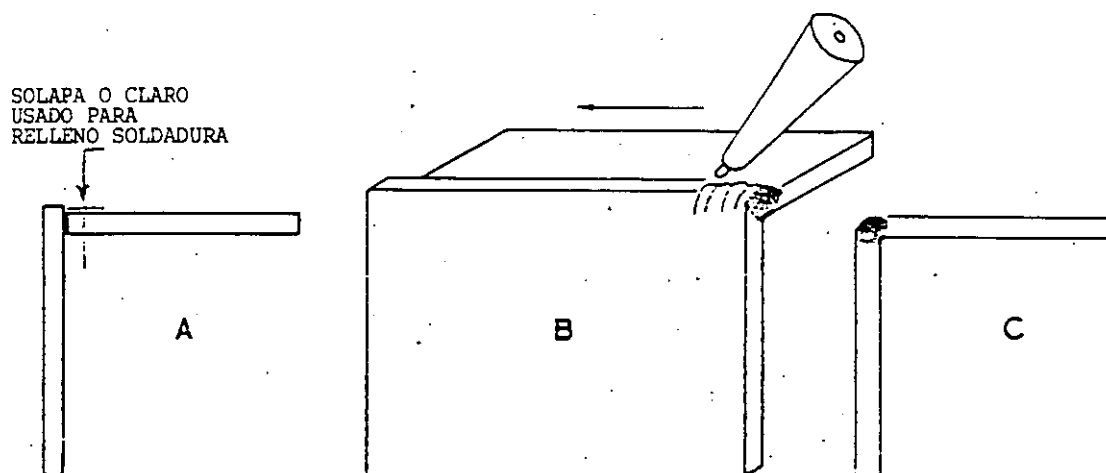


Fig. ____ Etapas en la ejecución de una junta de esquina exterior sin varilla de aporte de soldadura. A. Metal en posición para soldar. B. Soldadura en proceso. C. Apariencia de la soldadura terminada.

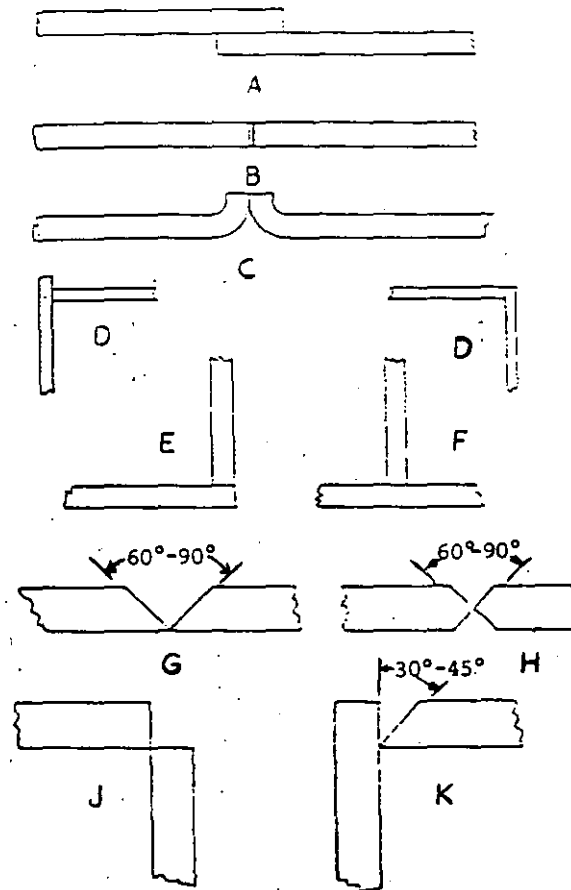
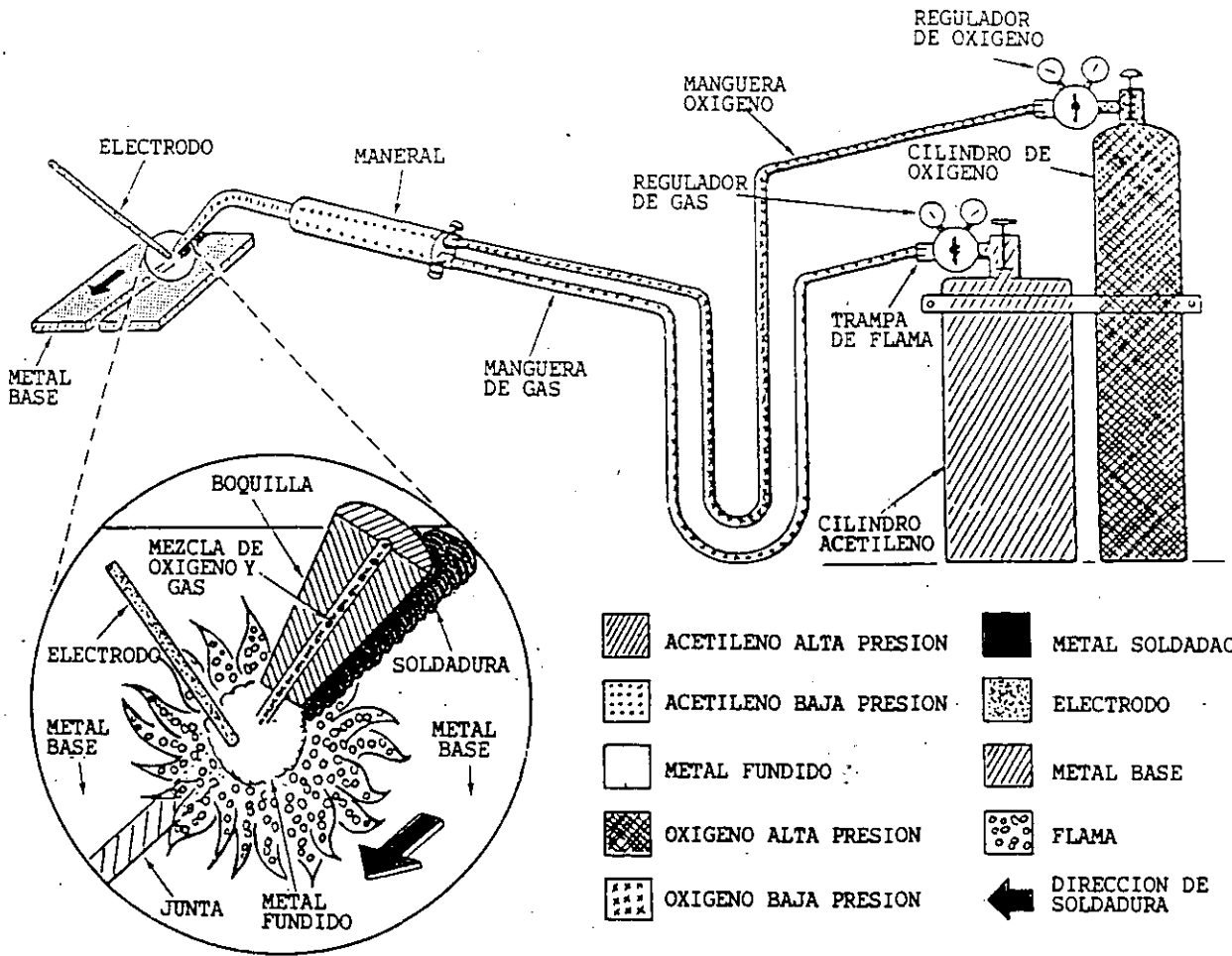
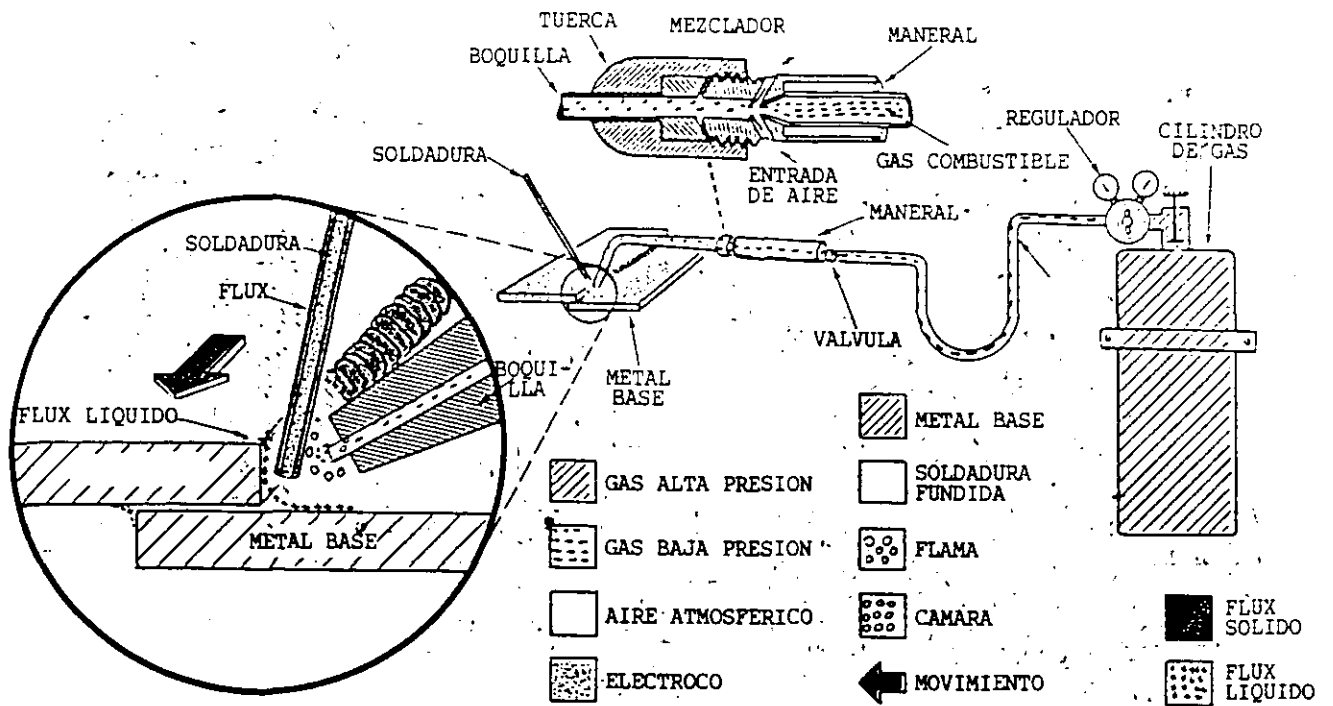


Fig. No. _____ Diseños de algunas juntas típicas para soldadura; A. Junta - de tralape de lámina de acero en posición plana. B. Junta de abertura ó ranura de lámina de acero en posición plana. C. Junta de BRIDA en posición -- plana. D y D juntas de esquina exterior. E y F. Juntas de esquina interior (F comunmente la nombran Junta T). G, H, J y K. Diseños de juntas para -- placa metálica. Observar que para soldar las juntas A, B y D , se requiere utilizar varilla de aporte de soldadura. Para soldar las juntas C y D no se necesita varilla de aporte de soldadura debido a que las partes de metal -- son fundidas entre si formando una cama y uniendo ambas piezas.



SOLDADURA CON EQUIPO OXIACETILENO (OAW)



SOLDADURA AIRE-GAS (TS)

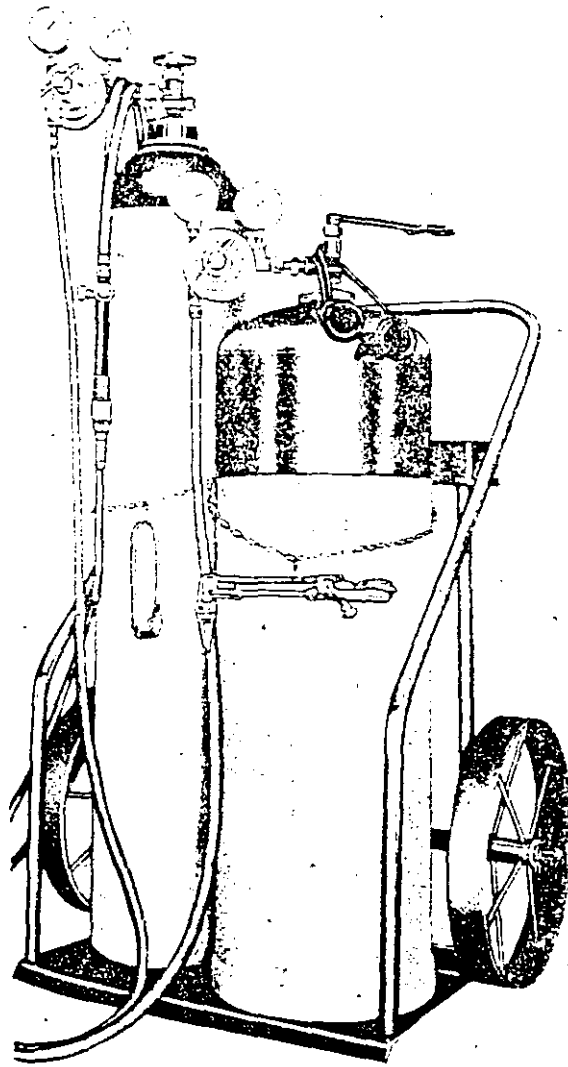
OXICORTE CON GASES

Para el corte de metales se emplean varios procesos, entre los cuales el más usual es el llamado corte con oxiacetileno; en el cual es empleada una flama de oxiacetileno para calentamiento del metal y un chorro de oxígeno para realizar el corte. El arte del corte con oxiacetileno ha progresado rápidamente, siendo ahora posible realizar cortes tanto en placas metálicas muy delgadas como de gran espesor, así como en cortar placas colocadas en capas al mismo tiempo para incrementar la producción en ciertos procesos industriales.

El corte con oxiacetileno es particularmente usado para obtener elementos estructurales para la fabricación de maquinaria y estructuras metálicas para edificios a partir de placas metálicas, este procedimiento da elementos precisos que posteriormente son soldados, resultando un procedimiento económico, que da elementos de gran resistencia y buenos acabados.

El proceso de corte oxiacetileno consiste en usar una ó más flamas de oxiacetileno para calentar un punto de una pieza de acero a una temperatura " rojo cereza " (aproximadamente 1800° F).

La flama de oxiacetileno es ajustada empleada en la misma forma que es usada para soldar, cuando el punto calentado llega a la temperatura " rojo cereza " el chorro de oxígeno es lanzado rápidamente este chorro corta el metal, entonces el soplete cortador es movido en dirección del operador, realizando la operación de corte. La flama de precalentamiento es mantenida encendida durante el proceso de corte manteniendo calor extra en el metal. Un mineral de corte es similar a uno para soldar, pero adicionalmente tiene un conducto para el chorro de oxígeno, en el dibujo podemos apreciar las distintas partes que lo componen. Debido a que la presión del oxígeno es mayor que la usada para soldar, un regulador de oxígeno para alta presión deberá de ser usado, y mangueras adecuadas para esta presión deberán emplearse.



ESPEJOR METAL PULG.	ORIFICIOS DE PRECALENTAMIENTO	ORIFICIOS DE CORTE	PRESION OXIGENO PSIG.	PRESION ACETILENO PSIG.	VELOCIDAD PULG/MIN.
1/8-3/8	70	67	20-30	3	14-18
3/8-3/4	58	62	30-40	5	12-15
3/4-1	57	54	40-45	5	10-12
1 1/2-2	68	51	45-50	5	9-10

Fig. presiones de oxígeno-acetileno para corte de placa de acero.

El corte en metales puede dividirse en dos grupos :

- 1.- Metales en los que sus óxidos tienen una temperatura de fundición más baja que el metal.

2.- Metales en los cuales sus óxidos tienen una temperatura más alta que el metal.

Prácticamente todos los aceros caen dentro de la primera clasificación y presentan dificultades mínimas para su corte.

En el segundo grupo que incluye acero fundido, algunas aleaciones de acero tales como el acero inoxidable y metales no ferrosos, presentan complicaciones porque los óxidos tienen una temperatura mayor de fundición que el metal, lo que hace casi imposible su corte.

Se requiere mucha habilidad para realizar cortes con equipo de oxiacetileno en acero fundido, existiendo otros procedimientos como son :

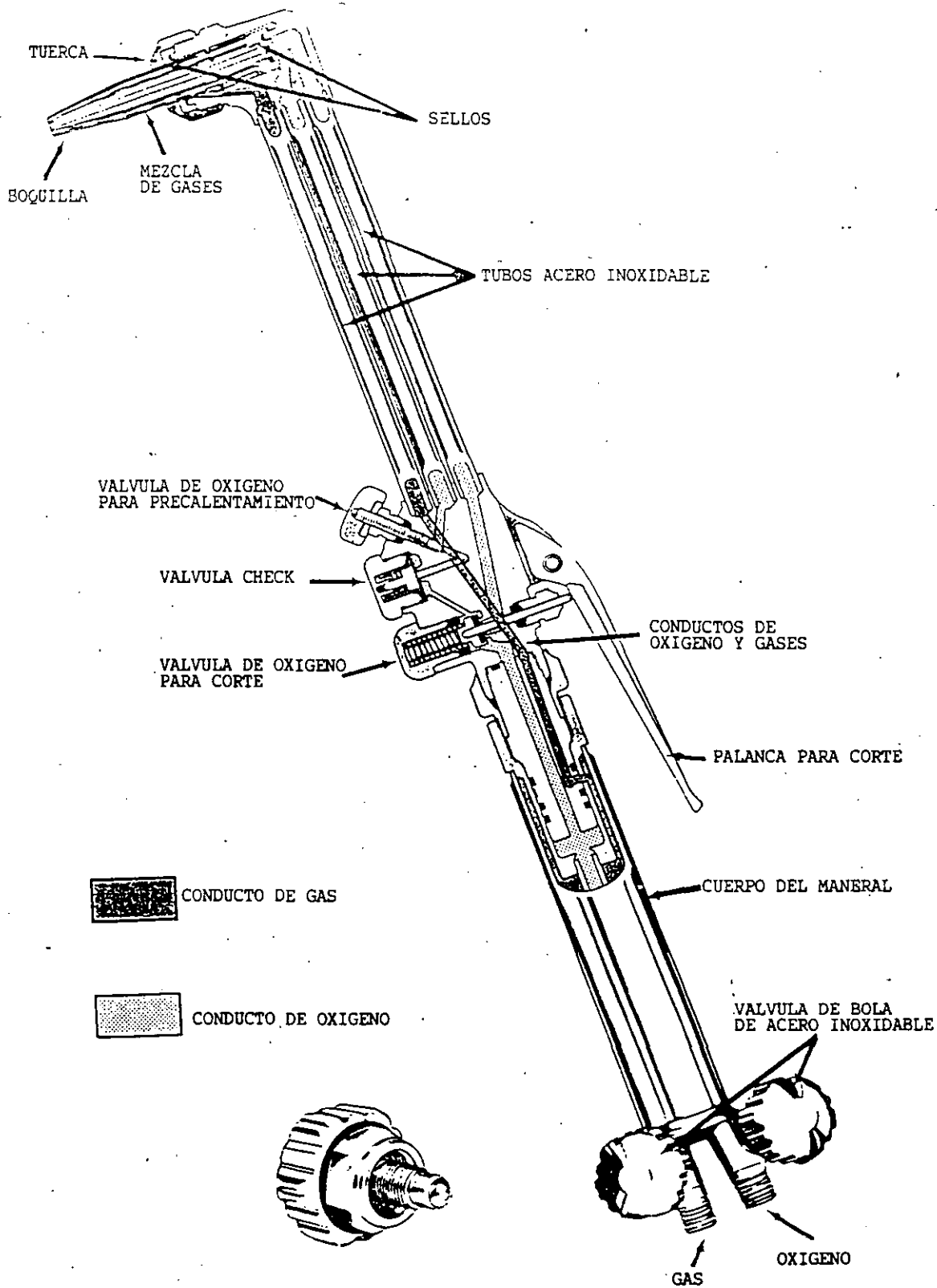
Arco metal	(MAC)
Arco aire	(AAC)
Arco oxígeno	(AOC)
Lanza oxígeno	(LOC)
Oxígeno-gas bajo el agua	(OFGUC)
Gas inerte	(GTAC)
Flux oxígeno	(FUC)
Arco plasma	(PAC)

Anexo se muestran los procedimientos de los mismos.

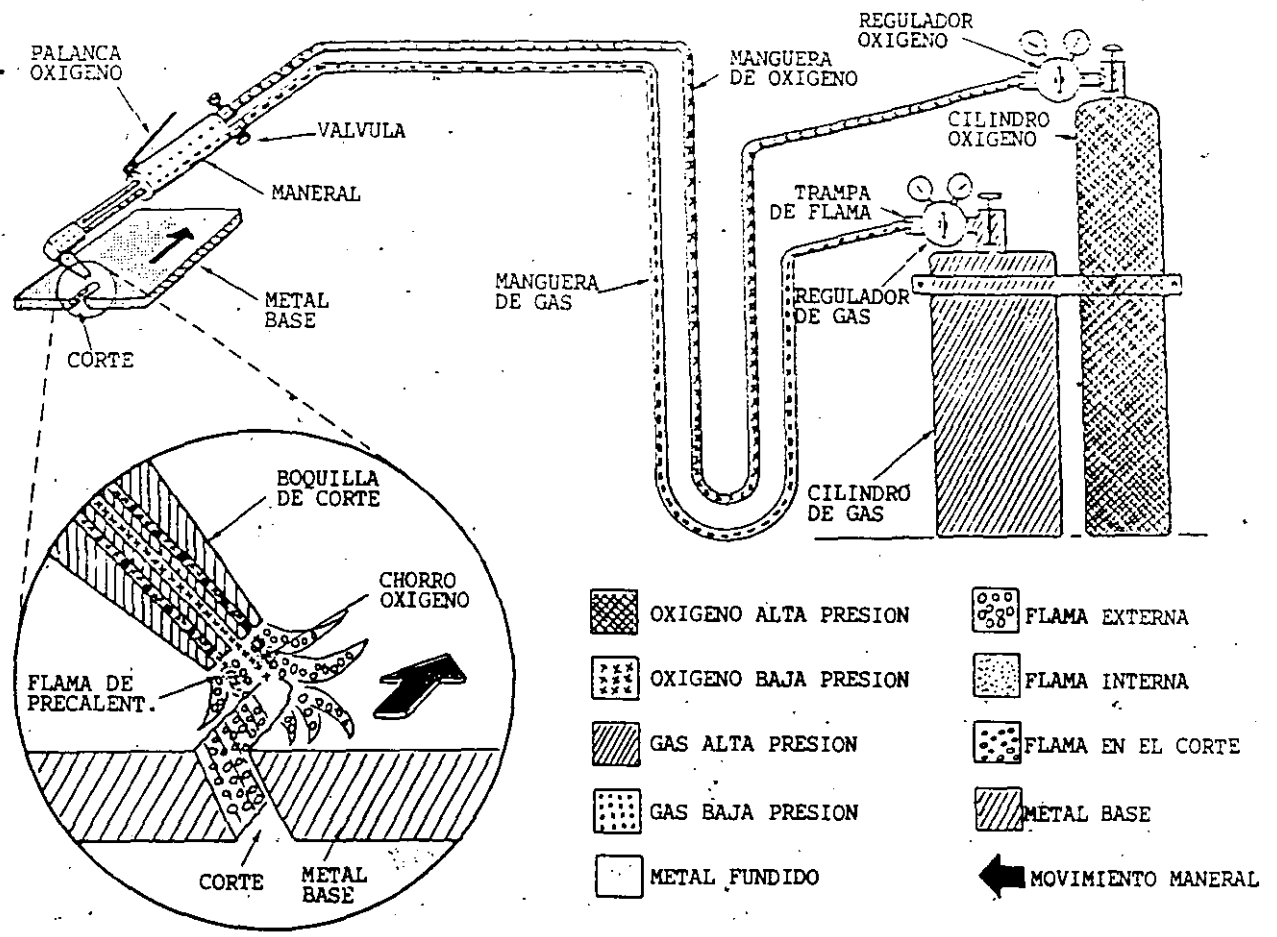
Al manejar equipos de corte es conveniente seguir y aplicar las siguientes prácticas de seguridad para evitar accidentes.

1. Siempre use gafas con los vidrios filtrantes adecuados al utilizar un soplete encendido.
2. Use guantes del tipo de puño acampanado de mayor longitud que los normales, y que sean de piel resistente al calor, para proteger sus manos y muñecas.
3. Tenga cuidado de que su ropa no esté aceitosa y de que los bolsillos y puños no estén abiertos y listos para recibir chispas o escoria caliente.
4. Use una careta resistente al calor, o una careta con casco
5. No utilice equipo que sospeche esté defectuoso.
6. Nunca utilice un cerillo o el metal caliente para encender o volver a encender un soplete.

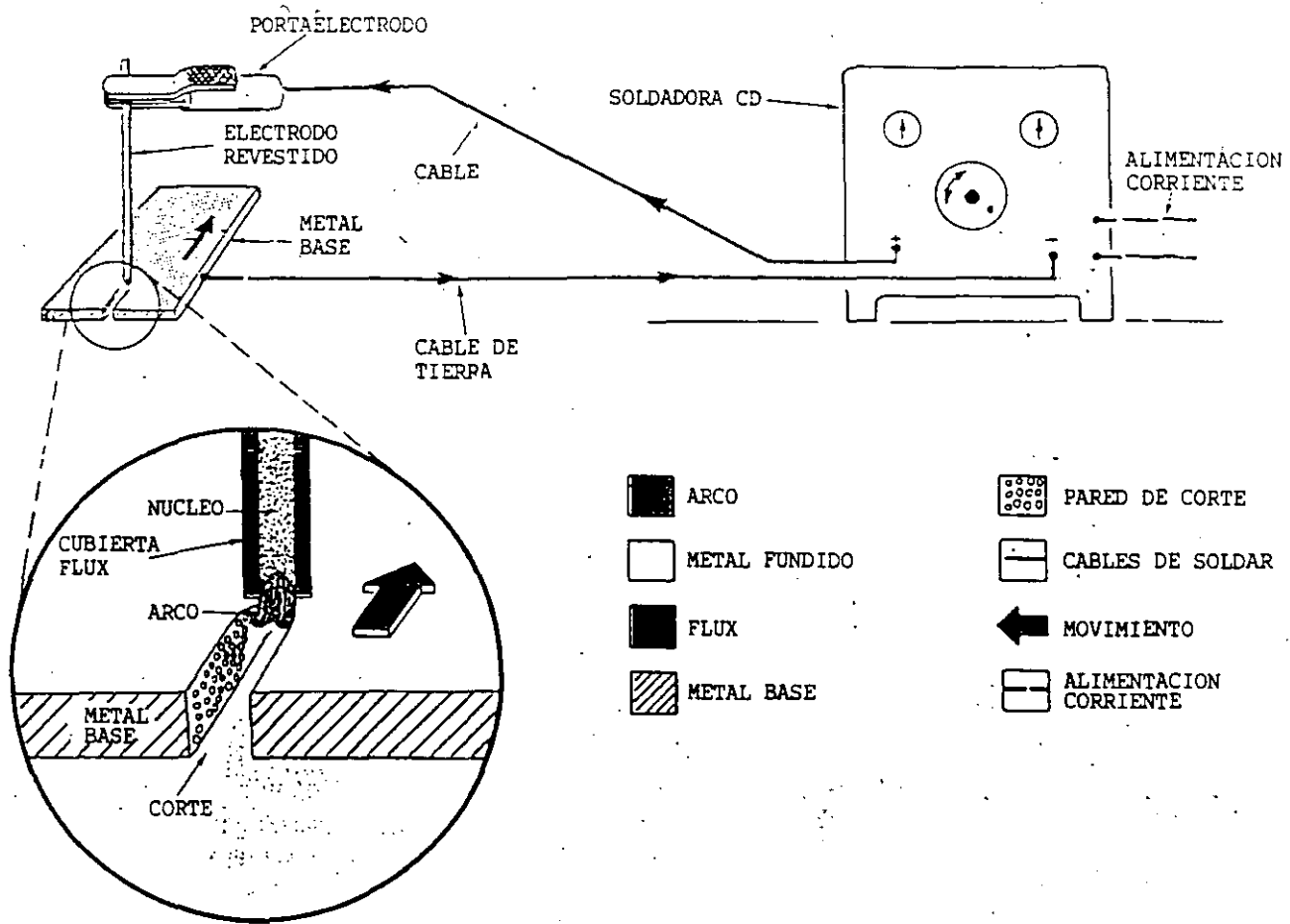
7. Nunca use acetileno a presiones manométricas superiores a 15 libras por pulgada cuadrada.
8. Abra siempre por completo las válvulas del cilindro de oxígeno.
9. Nunca abra las válvulas del cilindro de acetileno más de 1 1/2 vueltas.
10. Use sólo la llave de tuercas que fue surtida con el cilindro para abrir sus válvulas.
11. Mantenga siempre la llave de tuercas de la válvula del cilindro de acetileno sobre la válvula misma, hasta que haya terminado el trabajo y se haya purgado la manguera.
12. Conserve a mano en todo momento extinguidores adecuados contra incendio.



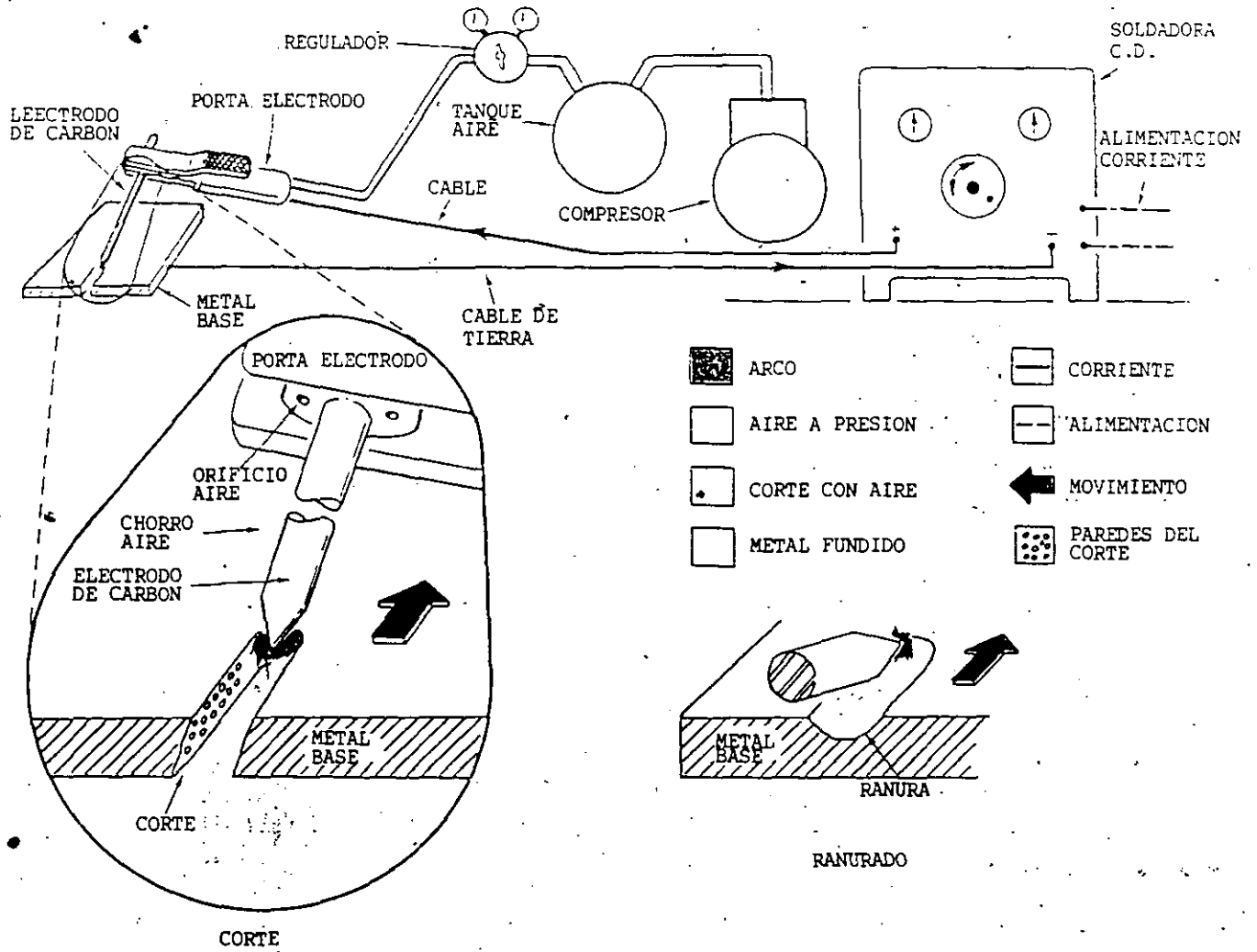
VISTA DE UN CORTADOR ENSAMBLADO EN UN MANERAL DE SOLDAR



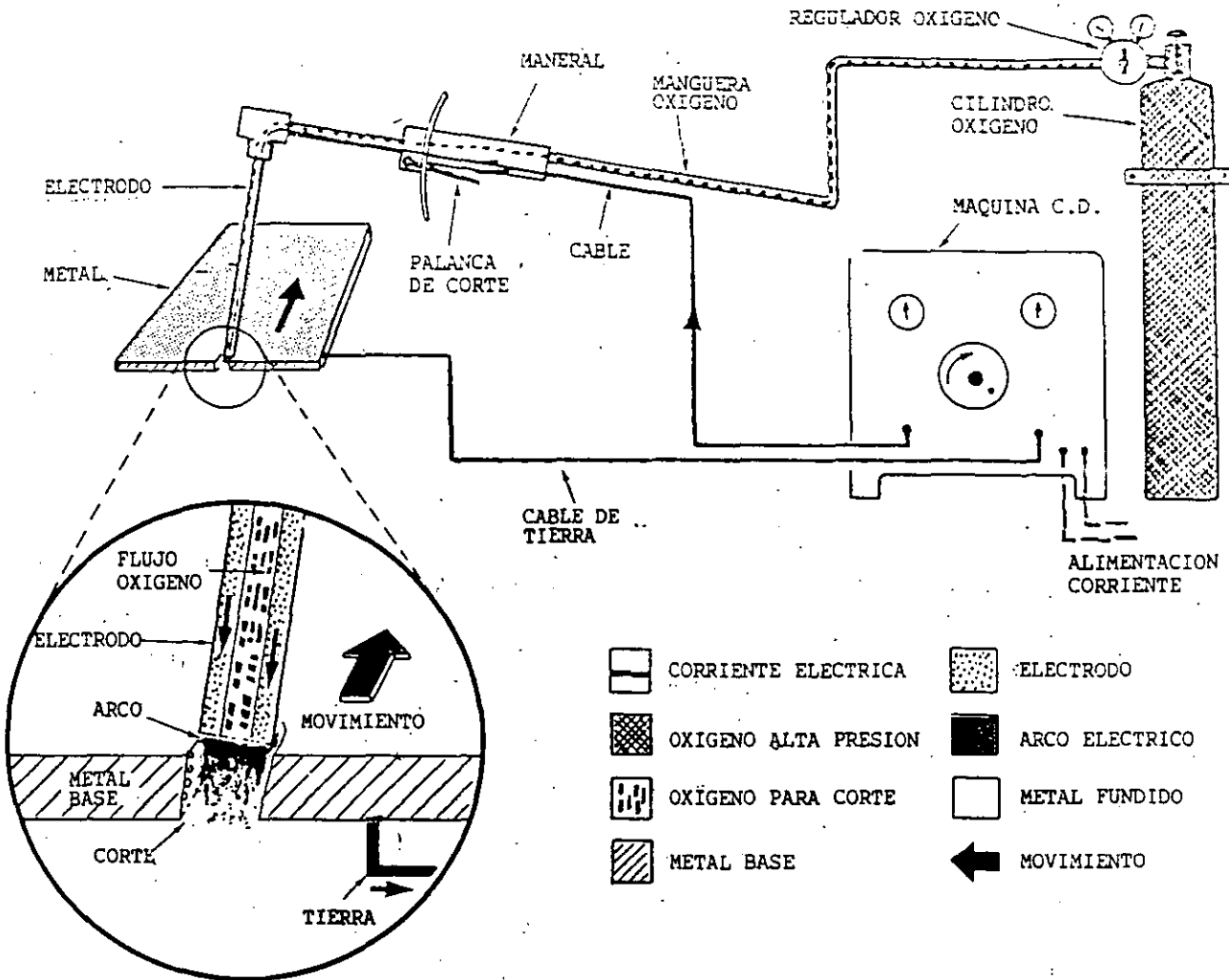
CORTE CON OXIGENO-GAS (OFC)



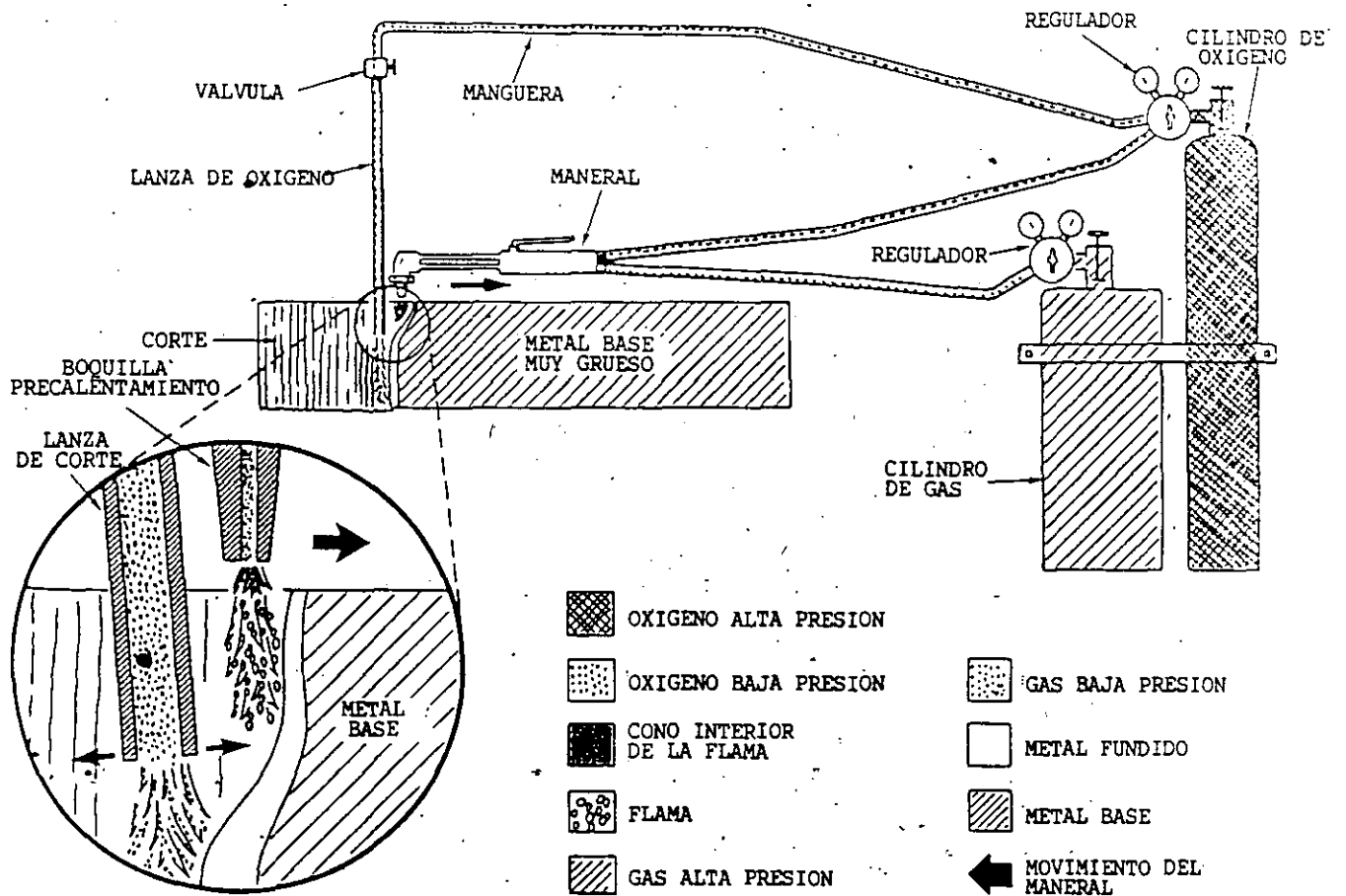
CORTE CON ARCO ELECTRICO (MAC)



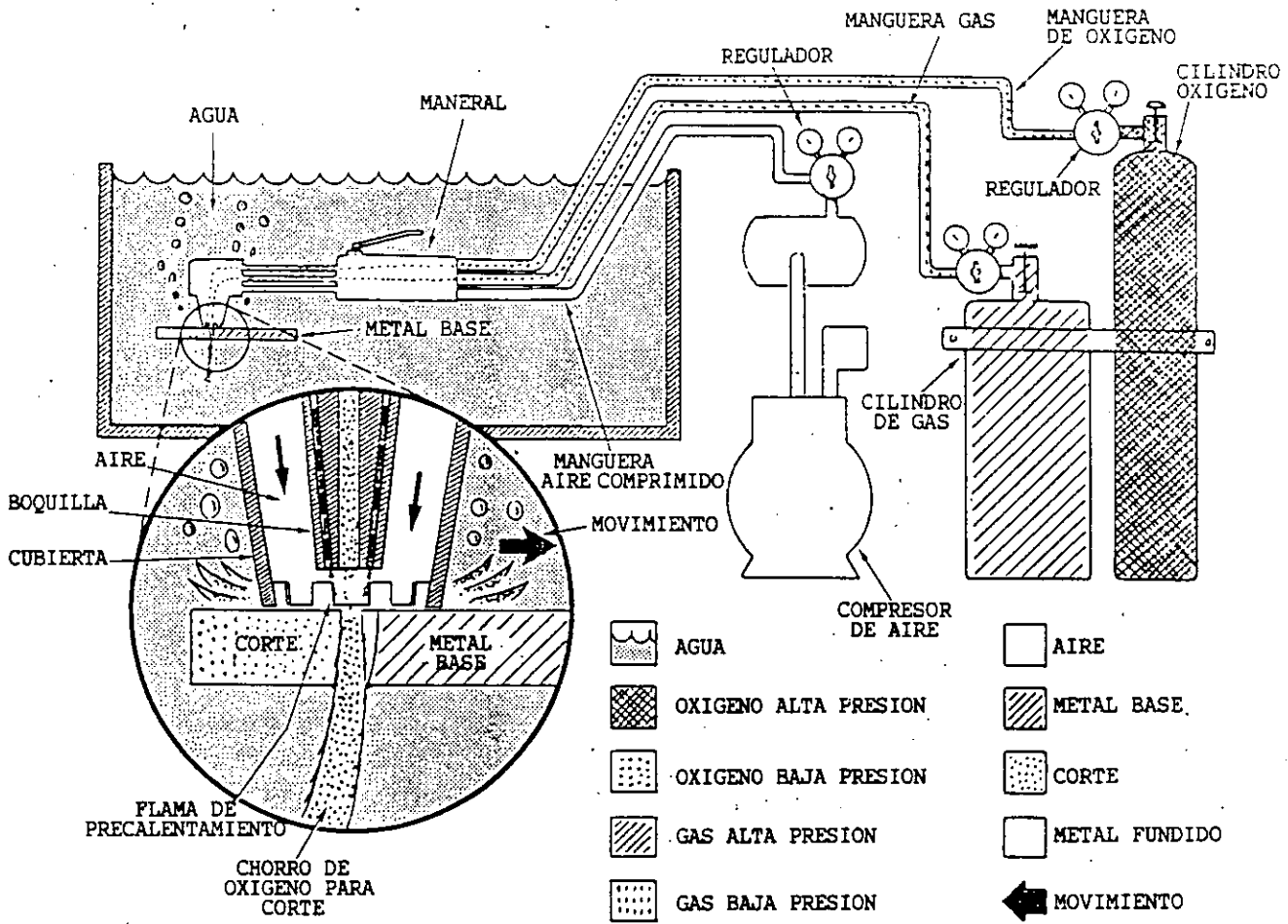
CORTE CON ARC-AIR (AAC)



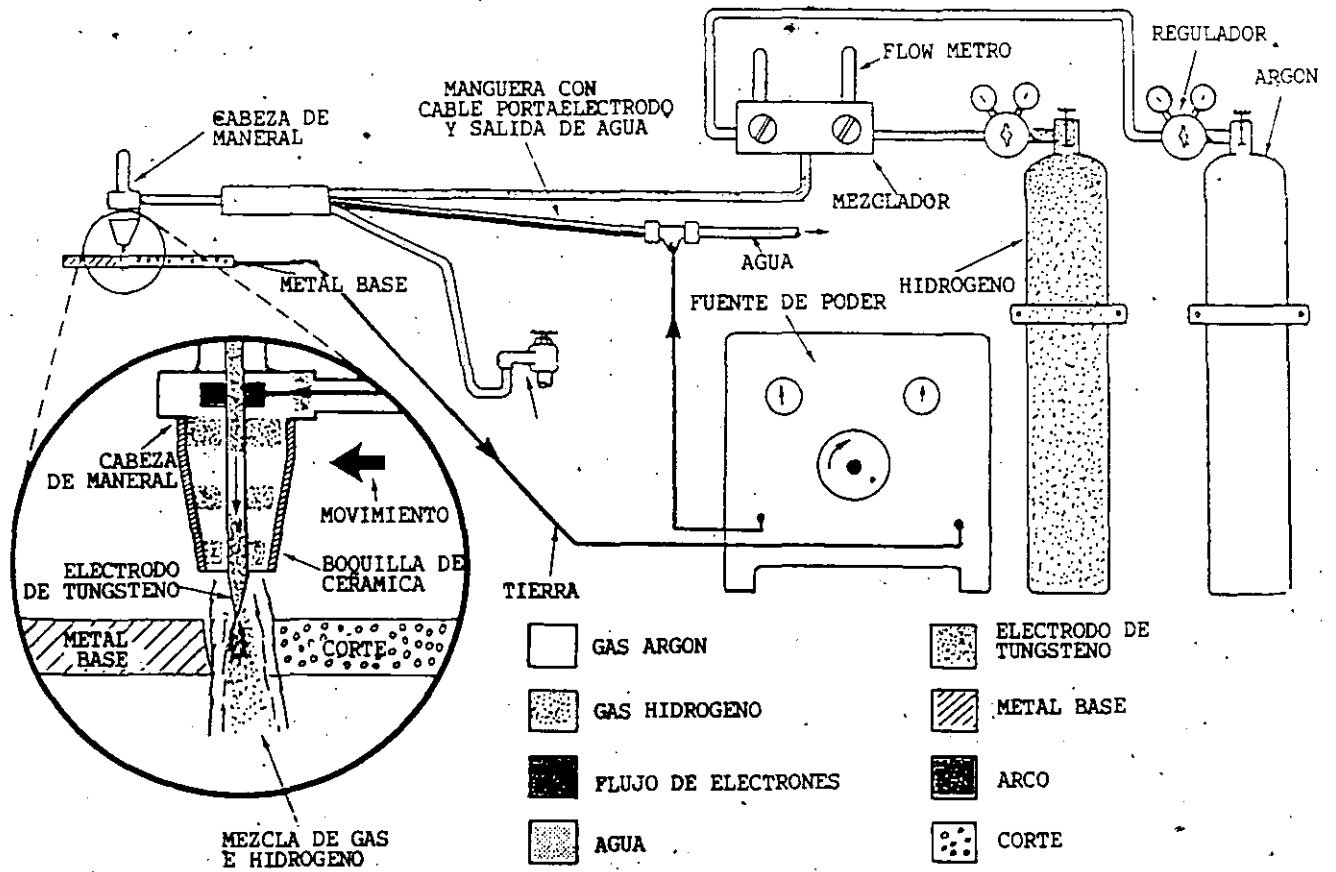
CORTE CON ARCO-OXIGENO



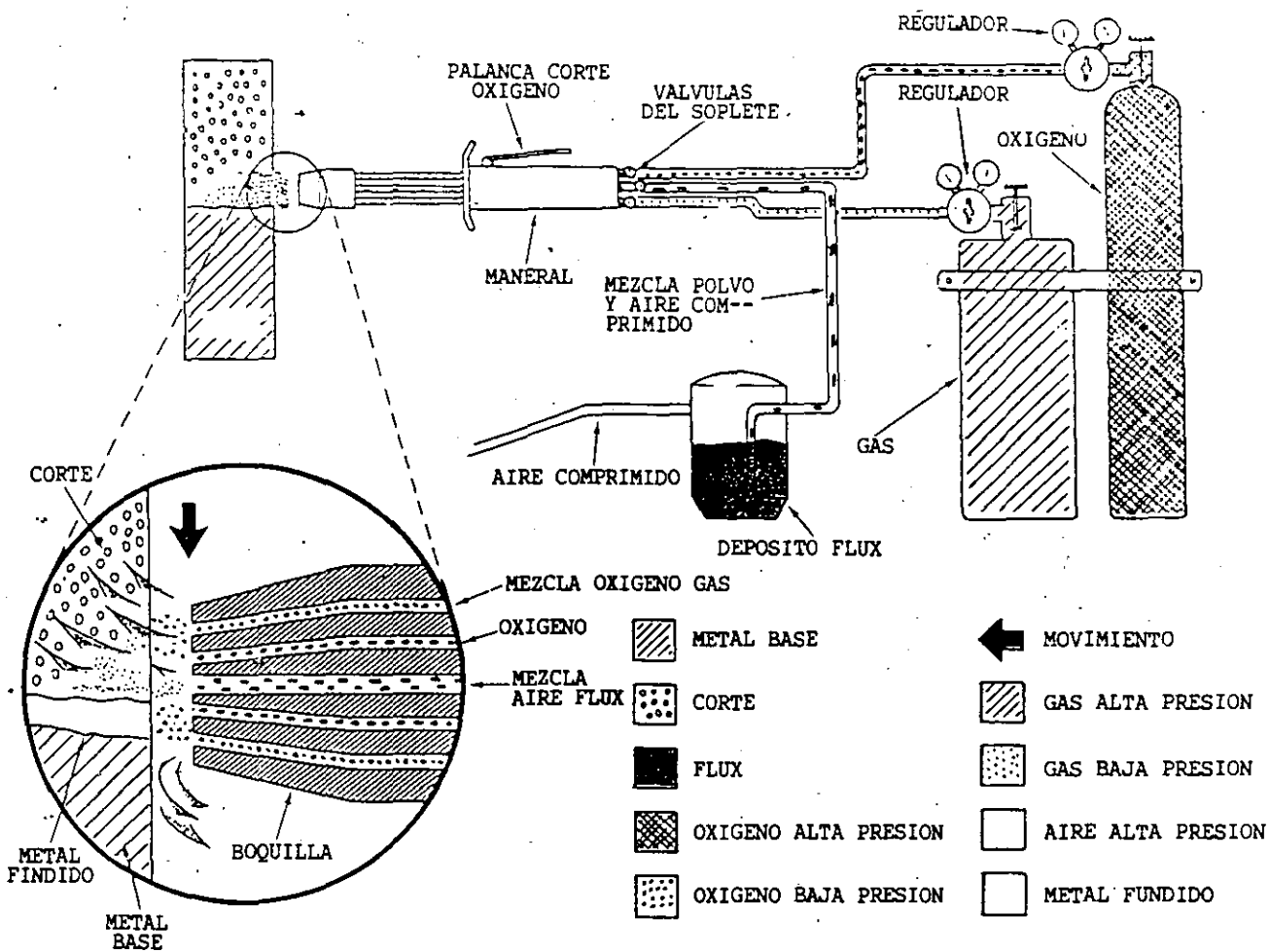
CORTE CON LANZA DE OXIGENO (LOC)



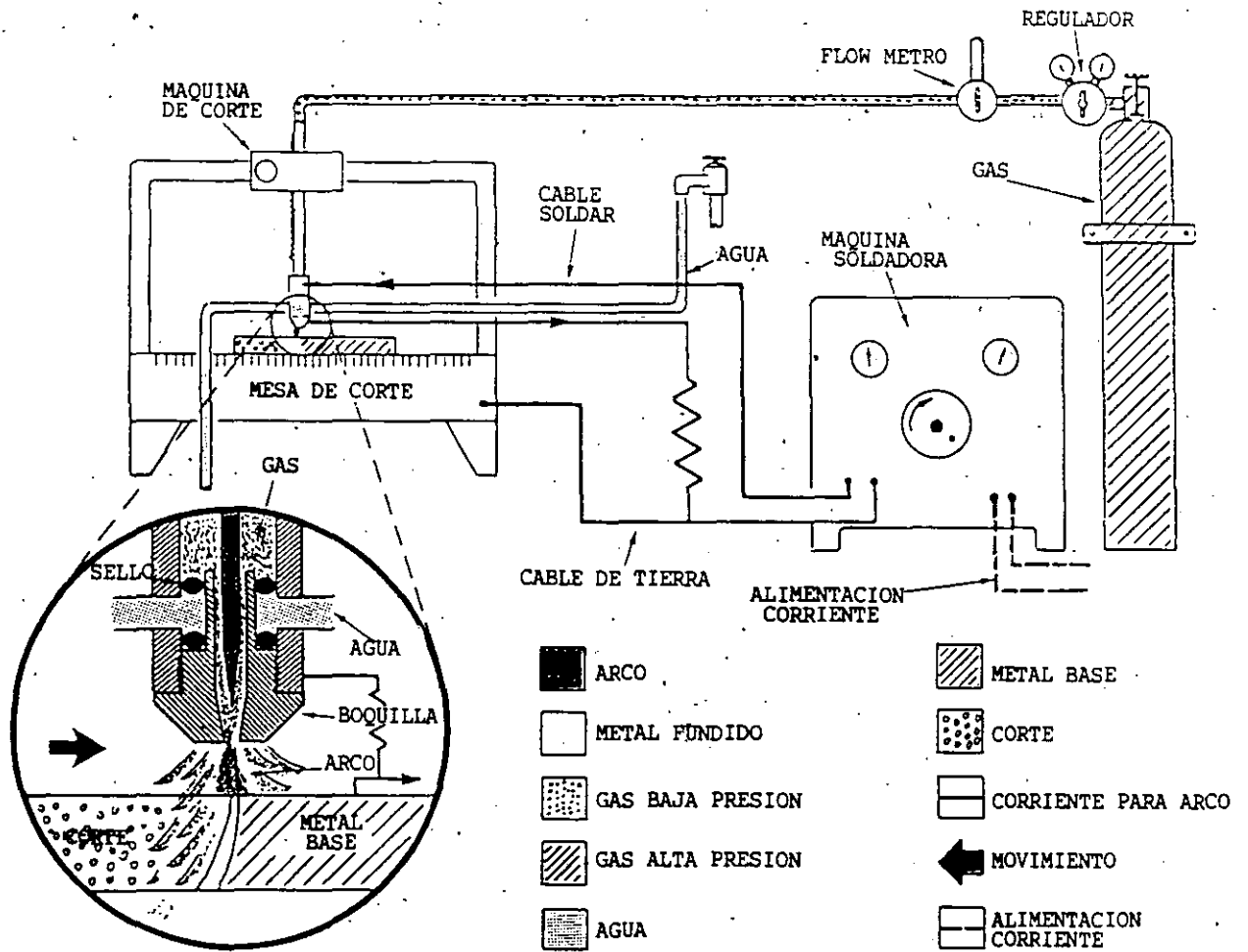
CORTE SUBMARINO CON OXIGENO-GAS (OFGUC)



CORTE CON ARCO-GAS TUNGSTENO (GTAC)



CORTE OXI-FLUX (FOC)



CORTE CON PLASMA (PAC)

SOLDADURA DE ARCO
CON CORRIENTE DIRECTA

La AWS define la soldadura de arco eléctrica :

" Un grupo de procesos de soldadura dentro de los cuales la unión se produce por calentamiento eléctrico, con un arco eléctrico o arcos, con o sin la aplicación de presión, y con o sin metal de relleno " al tocar el electrodo con el metal base se produce un arco eléctrico capaz de alcanzar de 6500 a 7000° F.

Los primeros electrodos se elaboraron desnudos y presentaban mucha dificultad para mantener el arco. La atmósfera abierta no permite la realización de una buena estabilidad de arco debido a la presencia constante del fenómeno de la oxidación.

En la fig. _____ se muestra la forma en que se produce el arco eléctrico. En la fig. _____ se puede observar el detalle de un arco eléctrico con un electrodo desnudo.

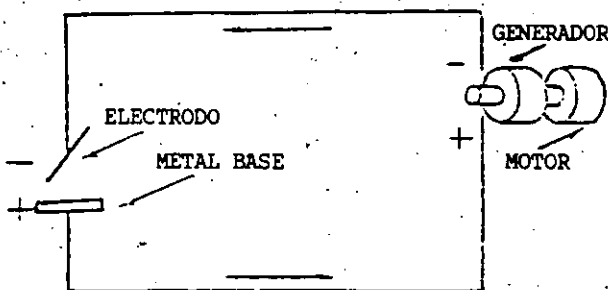


FIG. _____ CIRCUITO DE SOLDADURA DE ARCO CON ELECTRODO METALICO.

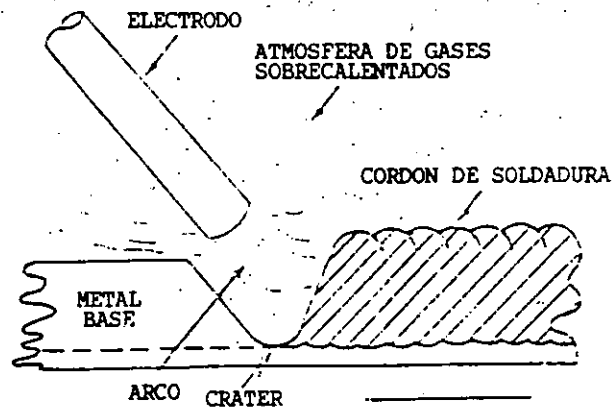


FIG. _____ SOLDADURA DE ARCO DE UN ELECTRODO DESNUDO EN PROCESO

Los electrodos revestidos permiten que el arco tenga mayor estabilidad porque crean una atmósfera de protección que ayuda a expulsar las impurezas del metal fundido y desarrolla gases inertes, los cuales mantienen las superficies exteriores del metal fundido libres de oxidación. Los elementos o componentes del revestimiento, forman una dura incrustación ó escoria que

protege la soldadura de la oxidación a la vez que la enfria.

En la fig. _____ se puede observar el detalle del arco de un electrodo revestido.

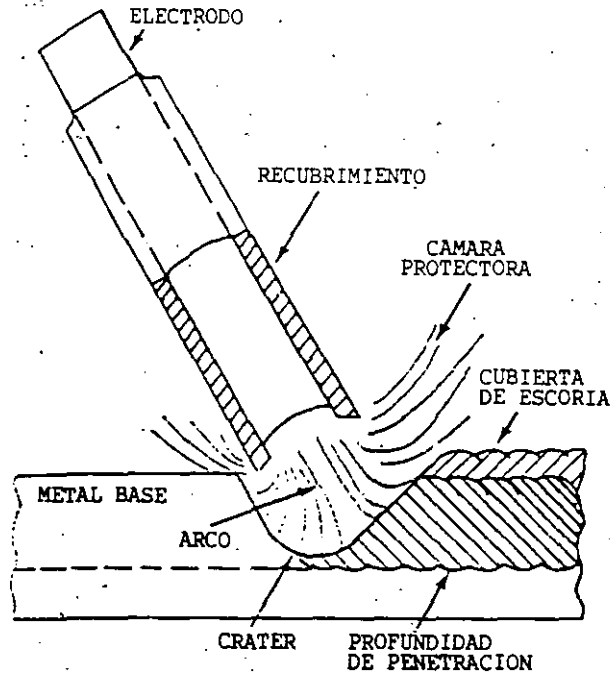


FIG. _____ SOLDADURA DE ARCO DE UN ELECTRODO REVESTIDO EN PROCESO.

En la fig. _____ se muestra una tabla que correlaciona el espesor del metal, el tamaño de electrodo, el amperaje requerido y el voltaje a utilizar.

ESPESOR DEL METAL	TAMAÑO DEL ELECTRODO	AMPERES PARA SOLDAR ¹ (EN PLANO)	VOLTAJE
1/16 - 1/8	3/32	50 - 90	15 - 17
1/8 - 1/4	1/8	90 - 140	17 - 20
1/4 - 3/8	5/32	120 - 180	18 - 21
3/8 - 1/2	3/16	150 - 230	21 - 22
1/2 - 3/4	7/32	190 - 240	22
3/4 - 1	1/4	200 - 300	22

FUNDAMENTOS DE SOLDADURA DE ARCO CON CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD DIRECTA.

El circuito de soldadura que se puede observar en la fig. _____ se conoce como circuito de polaridad directa. Es conocido que los electrones están fluyendo de la terminal negativo (catodo) de la máquina a el electrodo. Los electrones continuan su viaje a través del metal base hacia la terminal positiva (anodo) de la máquina.

Aproximadamente dos tercios del total de calor producido es liberado en el metal base mientras que el tercio restante es liberado para el electrodo. La elección de la corriente directa (polaridad) depende de muchas variables tales como el material del metal base, posición de la soldadura, material del electrodo y el componente de su revestimiento.

FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA DEL ARCO CON CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD INVERTIDA.

Es posible y algunas veces deseable, cambiar la dirección del flujo de electrones en el circuito de la soldadura por arco cuando los electrones viajan desde la terminal negativa (catodo) a el metal base, este circuito es conocido como corriente directa polaridad invertida. En este caso los electrones regresan a la terminal positiva (anodo) de la máquina desde el lado del electrodo arco, tal como se muestra en la fig. _____.

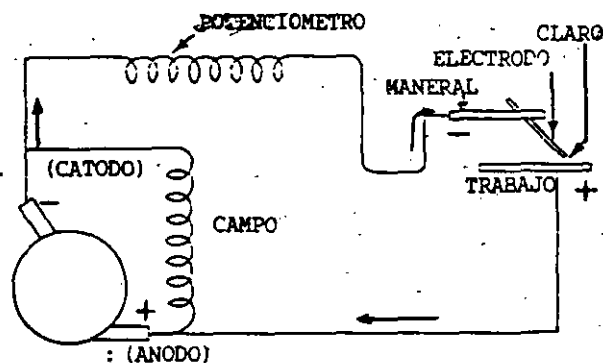


FIG. _____ DIAGRAMA ELECTRICO DE CORRIENTE DIRECTA,
POLARIDAD INVERTIDA.

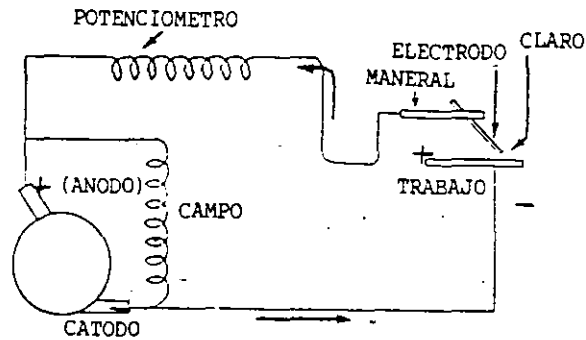
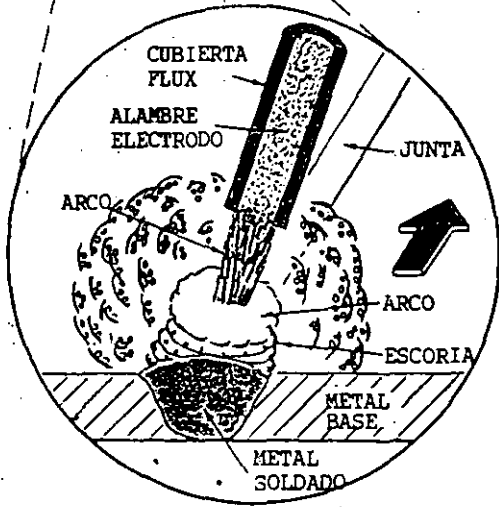
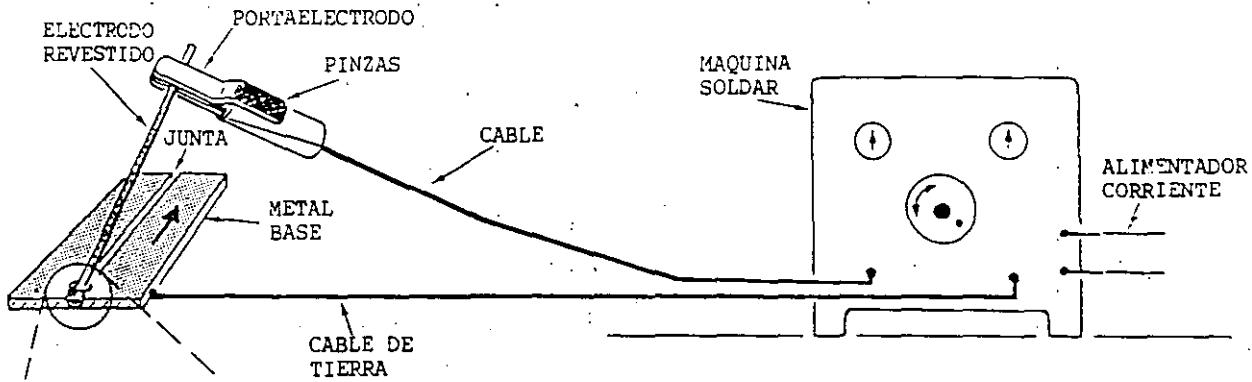













FIG. _____ DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE SOLDADURA DE ARCO, CORRIENTE DIRECTA Y POLARIDAD INVERSA. OBSERVE QUE EL FLUJO DE ELECTRONES VIAJA DEL METAL BASE A EL ELECTRODO.

Cuanto se utiliza la polaridad invertida, un tercio del calor generado en el arco es liberado al metal base y dos tercios son liberados a el electrodo.

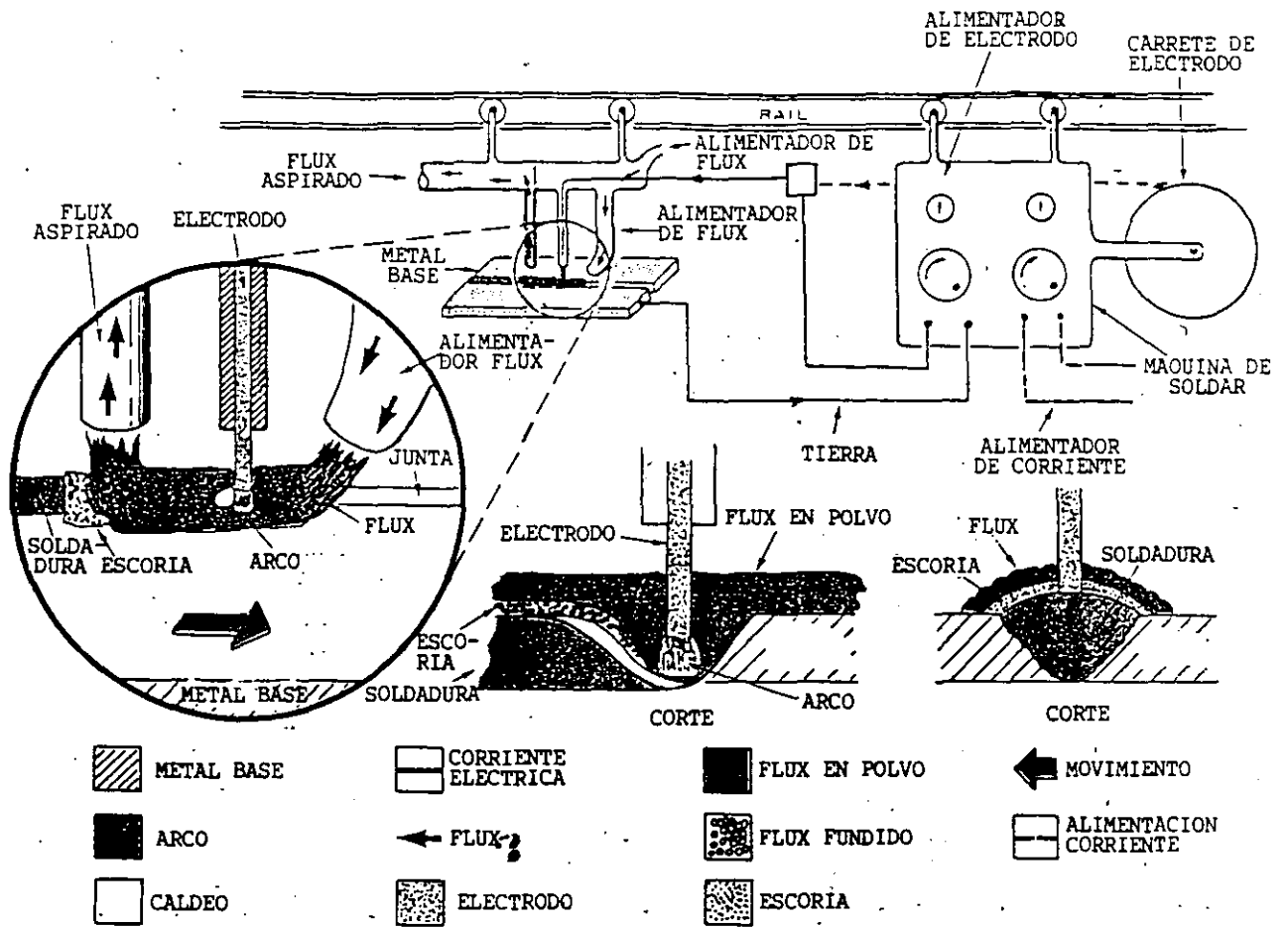
Con dos tercios de calor liberados al electrodo en la polaridad invertida, el electrodo metálico y los gases de protección del arco, son sobrecalentados. Este sobrecalentamiento provoca que el metal fundido del electrodo viaje a través del arco a alta velocidad.

Una penetración profunda resulta de la fuerza de la alta velocidad del arco.

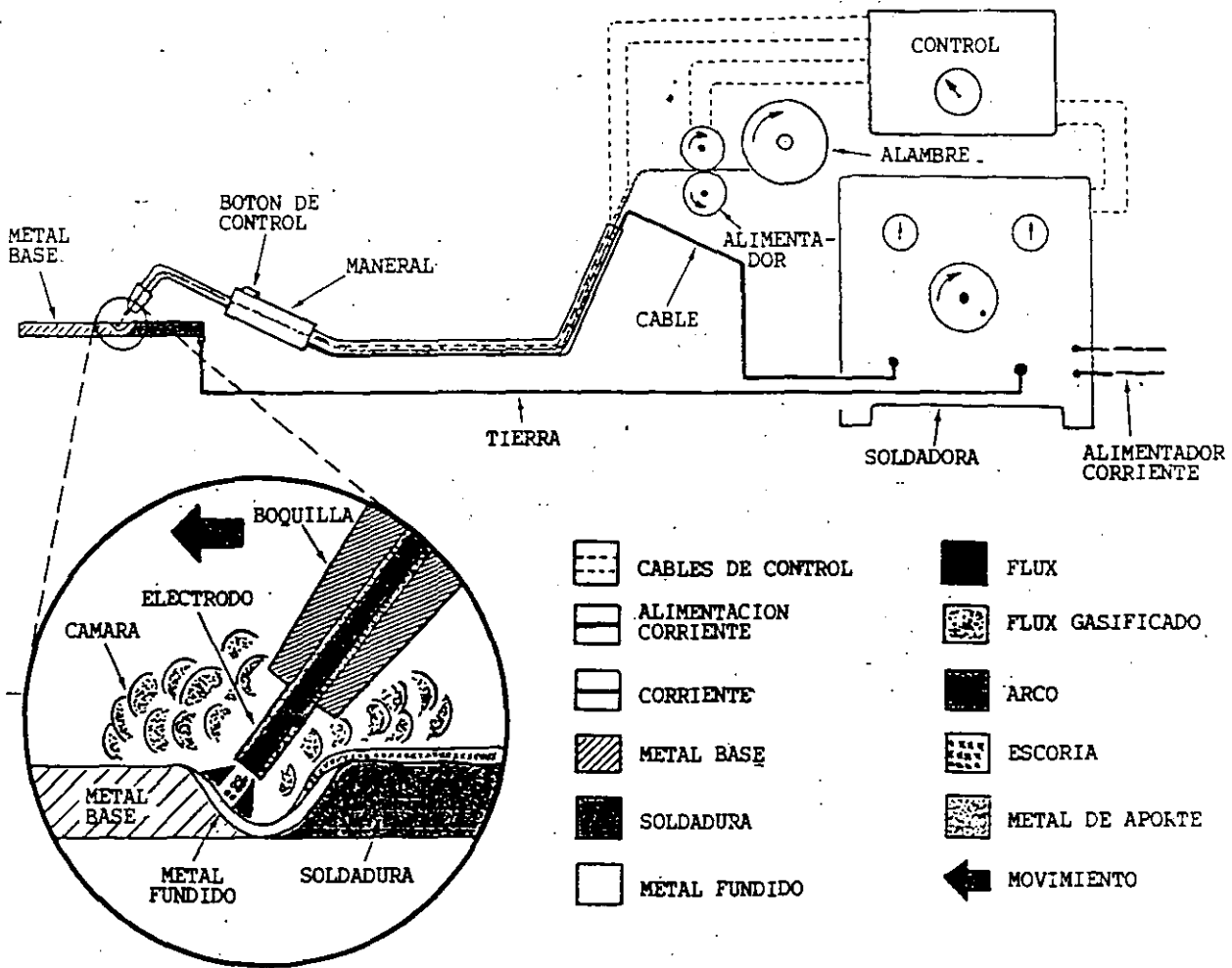


- | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------------|
|  | METAL SOLDADO |  | CIRCUITO ELECTRICO SOLDADURA |
|  | ALIMENTADOR DE CORRIENTE |  | ELECTRODO |
|  | METAL BASE |  | FLUX (GAS) |
|  | ARCO |  | ESCORIA |
|  | METAL FUNDIDO |  | DIRECCION ELECTRODO |
|  | FLUX | | |

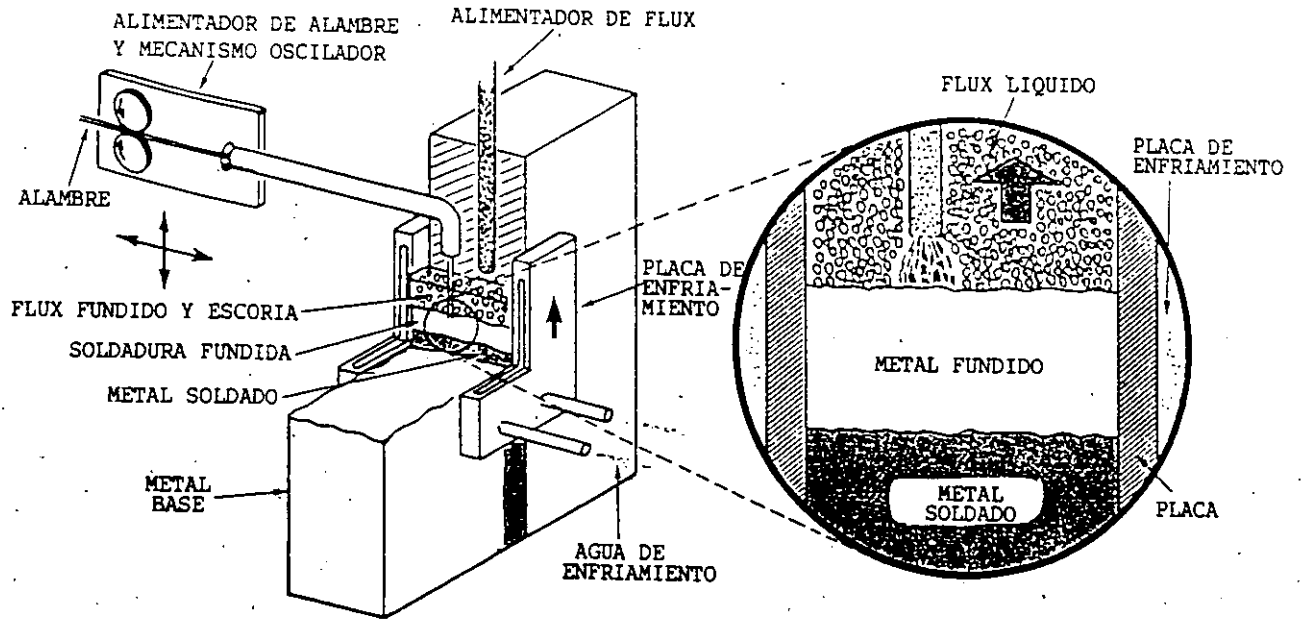
SOLDADURA ARCO ELECTRICO (SMAW)












SOLDADURA ARCO SUMERGIDO (SAW)

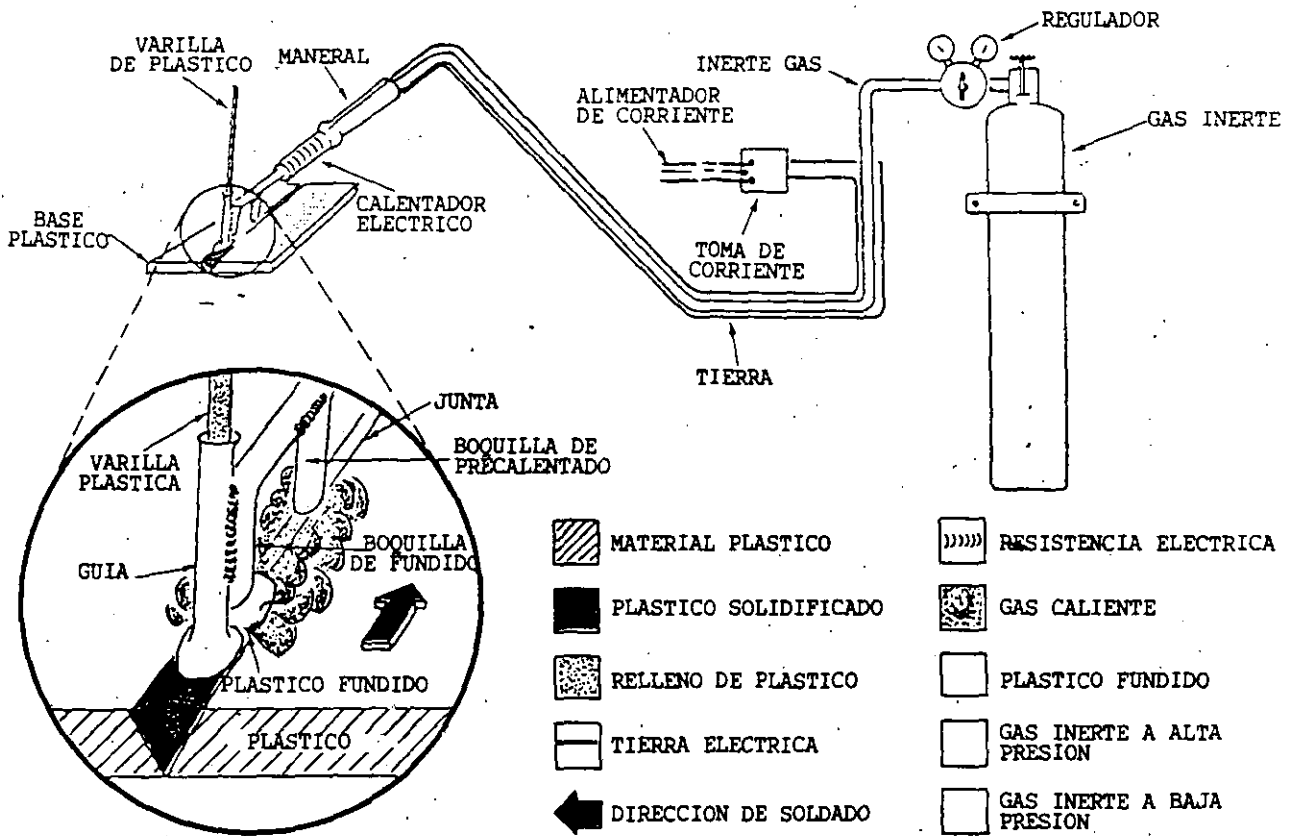


SOLDADURA CON FLUX-ALAMBRE (FCAW)













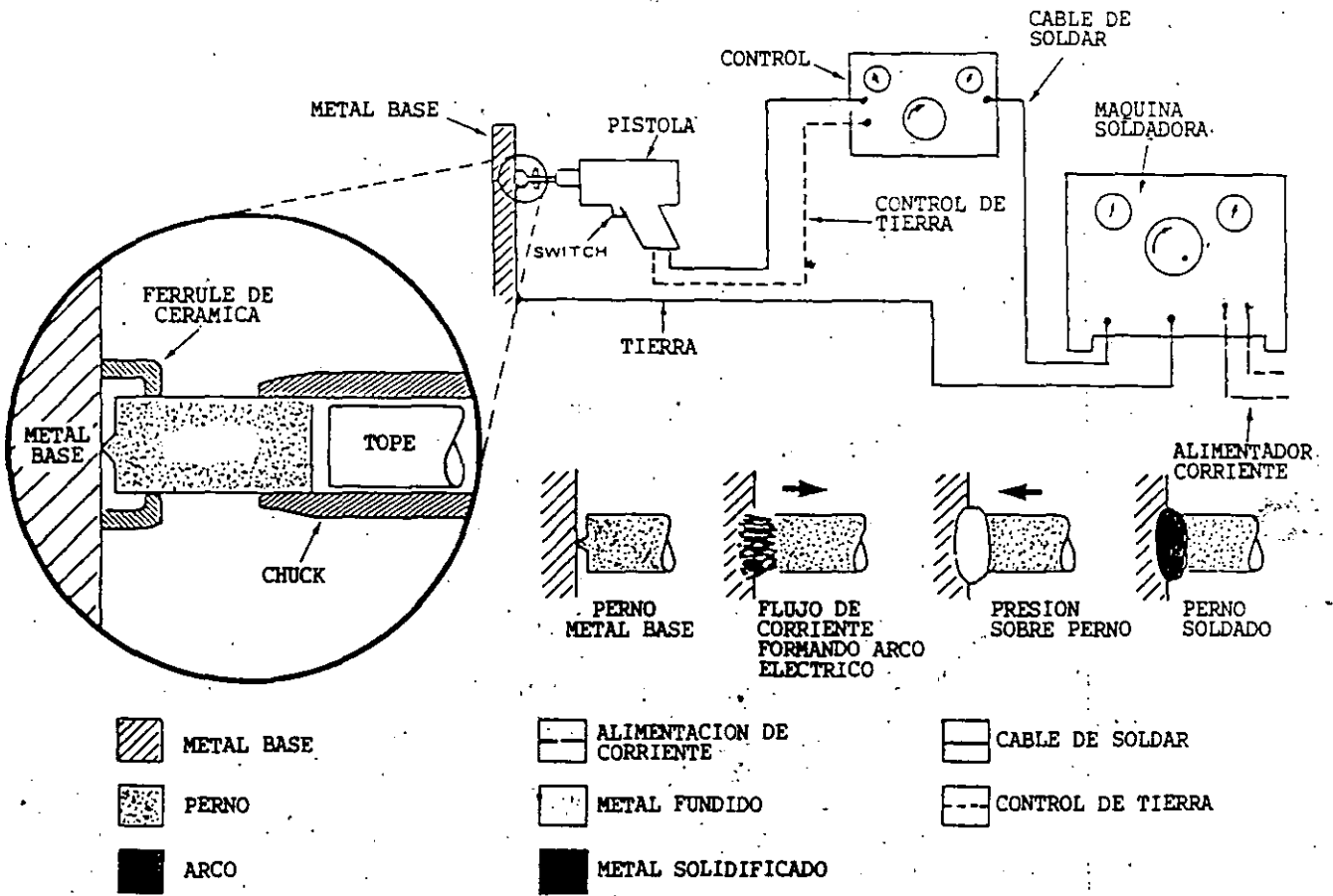
- | | | |
|--|---|--|
|  METAL BASE |  ARCO |  FLUX FUNDIDO |
|  ELECTRODO DE RELLENO |  METAL FUNDIDO |  AGUA |
|  METAL SÓLDADO |  FLUX EN POLVO |  DIRECCION DE SOLDADURA |

SOLDADURA ELECTRO-ESCORIA (ESW)



SOLDADURA DE PLASTICO

- | | | | |
|---|-----------------------|---|---------------------------|
|  | MATERIAL PLASTICO |  | RESISTENCIA ELECTRICA |
|  | PLASTICO SOLIDIFICADO |  | GAS CALIENTE |
|  | RELLENO DE PLASTICO |  | PLASTICO FUNDIDO |
|  | TIERRA ELECTRICA |  | GAS INERTE A ALTA PRESION |
|  | DIRECCION DE SOLDADO |  | GAS INERTE A BAJA PRESION |



SOLDADURA PERNOS (SW)

SOLDADURA DE ARCO CON GAS

En la soldadura de arco con gas, un gas inerte es alimentado hacia la soldadura. Esto es hecho para expulsar el aire atmosférico alrededor de la soldadura. Por otro lado, el oxígeno se combinaría con los metales fundidos y formaría óxidos los cuales debilitarían la soldadura.

El Helio, Argón, Dióxido de Carbón, ó una mezcla de estos puede ser usada como gases de protección. Sustancias tales como oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y vapor de agua en la atmósfera de la soldadura, reducen la calidad de la soldadura.

Actualmente el gas Argón es más empleado que otros debido a su condición de gas pesado. Un gas ligero como el Helio cuando es calentado en el arco eléctrico, se vuelve más ligero aún y fluye lejos del arco. El gas Argón en condiciones de calentamiento permanece en el arco y mantiene a el aire fuera de la atmósfera de la soldadura.

El principio de la soldadura de arco con gas es muy simple. El portaelectrodo está diseñado para suministrar un flujo de gas de protección tal como el Dióxido de carbono, Helio o Argón, el cual rodea el arco eléctrico.

El gas de protección mantiene el oxígeno y otros contaminantes, lejos del metal fundido a alta temperatura. También mantiene otros elementos activos en la atmósfera, lejos del metal fundido. Con la eliminación de la oxidación y otras impurezas, las soldaduras son posibles sobre metales los cuales son imprácticos o muy difícil de soldar.

El principio de soldadura de arco con gas puede ser usado manualmente, semi automáticamente ó completamente automático.

Durante la soldadura de arco con gas el portaelectrodo impulsa gas alrededor del electrodo. Así como fluye, expulsa el aire atmosférico lejos del electrodo y del metal fundido.

La soldadura de arco con gas tiene tres grandes ventajas sobre las formas usuales de soldadura de arco. Estas ventajas son:

- 1) Es más veloz, minimizando la distorsión
- 2) Soldaduras más limpias
- 3) La facilidad para soldar metales que se consideraban muy difíciles o --

casi imposibles de soldar

Los costos por porcentajes, de los accesorios para realizar soldaduras de arco con gas, son aproximadamente:

- El electrodo de Tungsteno (cuando se usa) 3%
- La energía eléctrica 5%
- El gas de protección 92%

Las corrientes eléctricas que se utilizan para este proceso son:

- 1) Corriente directa, polaridad directa
- 2) Corriente directa, polaridad invertida
- 3) Corriente alterna

Cuando se utiliza corriente directa polaridad directa, se obtiene buena penetración debido a que la corriente de electrones fluye hacia el trabajo, concentrando el calor en la zona de trabajo.

Cuando se usa corriente directa polaridad invertida, se obtiene una buena acción de limpieza pero la penetración no es mayor debido a que la mayor parte del efecto de calentamiento toma lugar en el electrodo de Tungsteno (anodo). Este proceso es el mejor usado sobre secciones delgadas de Aluminio, Magnesio y otros materiales difíciles de soldar.

Cuando se utiliza corriente alterna con alta frecuencia, es posible obtener tanto buena penetración como buena limpieza.

SOLDADURA DE ARCO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO Y GAS

Este proceso utiliza un electrodo de Tungsteno que no se consume. El electrodo es montado en un portaelectrodo especial el cual esta diseñado para suministrar un flujo de gas de protección alrededor del arco.

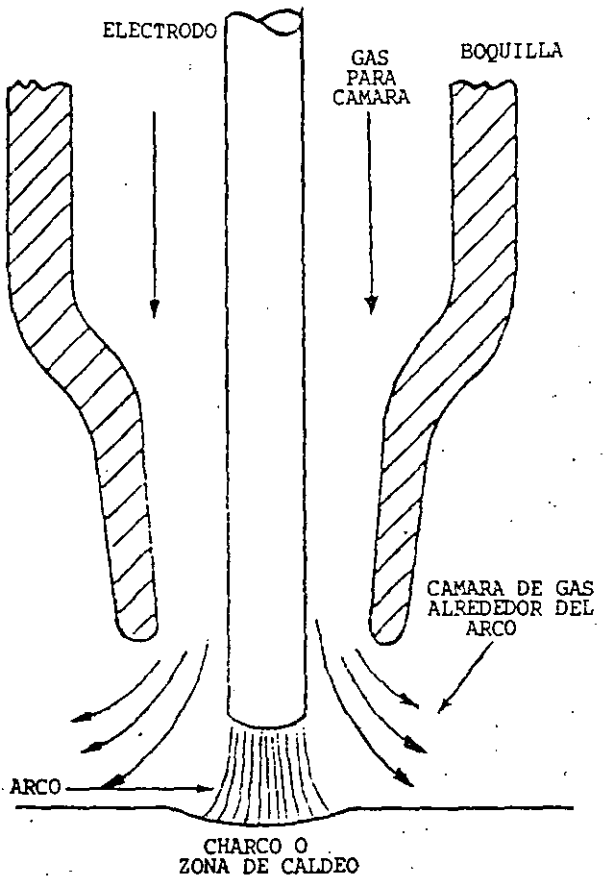


Fig. _____ principio de la soldadura de arco con protección de gas.

Los equipos para soldar con gas pueden estar enfriados por aire ó por agua.

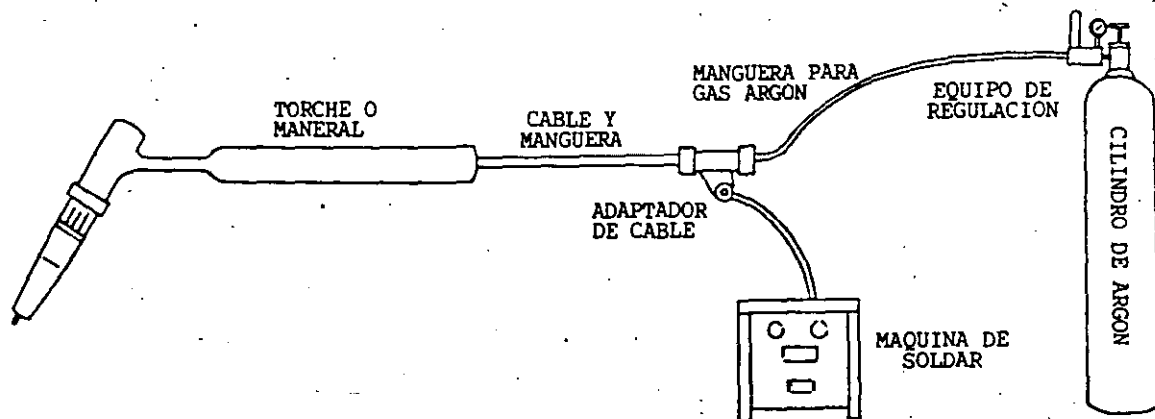


Fig. _____ equipo completo para soldadura de arco con protección de gas. — Esta unidad tiene un portaelectrodo enfriando por aire.

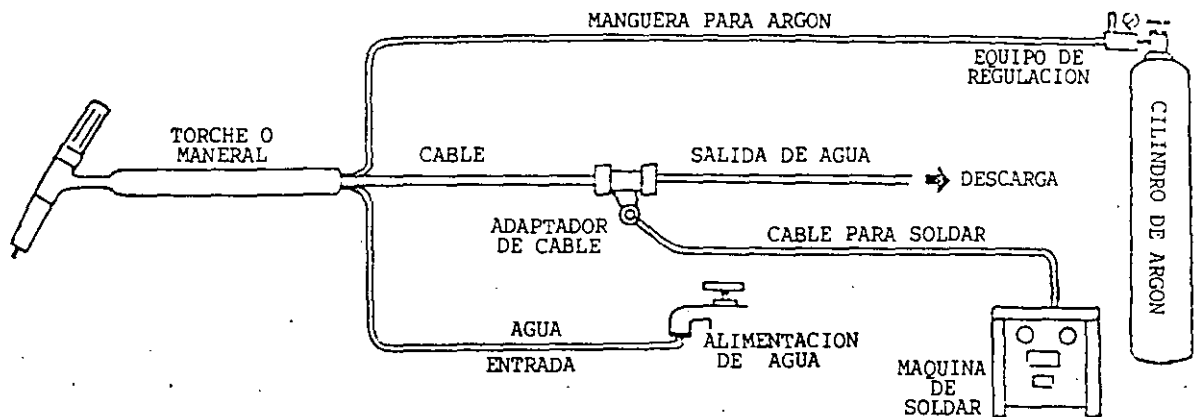


Fig. _____ Esquema de un equipo completo para soldadura de arco con protección de gas. Esta unidad esta enfriada por agua.

A continuación se anexan varios esquemas y tablas que serán de utilidad para el uso de la soldadura de arco con gas de protección.

DIAMETRO DEL TUNGSTENO	CORRIENTE DIRECTA			CORRIENTE ALTERNA	
	POLARIDAD DIRECTA HELIO	POLARIDAD INVERTIDA HELIO	POLARIDAD DIRECTA ARGON	HELIO	ARGON
0.040	50		65	MIN. 30	MIN. 40
1/16	50-125	10- 20	65-150	20-115	20- 60
3/32	125-225	20- 35	140-280	100-185	50-100
1/8	200-300	25- 50	250-375	150-225	75-175
3/16	250-350	30- 75	300-475	200-340	150-240
1/4	300-475	40-125	375	300-445	175-375

Fig. _____ dimensiones de electrodos de Tungsteno y las capacidades e corriente sugeridas para cada una, basada en el diámetro, el tipo de gas usado y el tipo de corriente usada.

DIAMETRO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO	DIAMETRO DE LA BOQUILLA DIAM. INTERIOR	FLUJO DE GAS HELIO PIES CUBICOS POR HORA
0.040	5/32 - 3/8	11
1/16	5/16 - 3/8	15
3/32	3/8 - 1/2	18
1/8	3/8 - 1/2	25
5/32	1/2 - 5/8	32
3/16	5/8	40

Fig. _____ diámetro interior de boquilla (copa) aproximado y valores del -- flujo de gas en relación al diámetro del electrodo de Tungsteno.

M E T A L		FLUJO DE GAS PIES ³ /HR.	
TIPO	ESPESOR	ARGON	HELIO
ACERO	0.35-3/32	8-10	20-30
HIERRO FORJADO	1/4	16	40
ACERO INOXIDABLE	1/16-1/8	11	30
ACERO INOXIDABLE	3/16-1/4	13	32
COBRE	1/16-1/4	15	38
MAGNESIO	1/16-1/8	10	25

Fig. _____ tabla de velocidades de flujo sugeridas para metales diferentes.

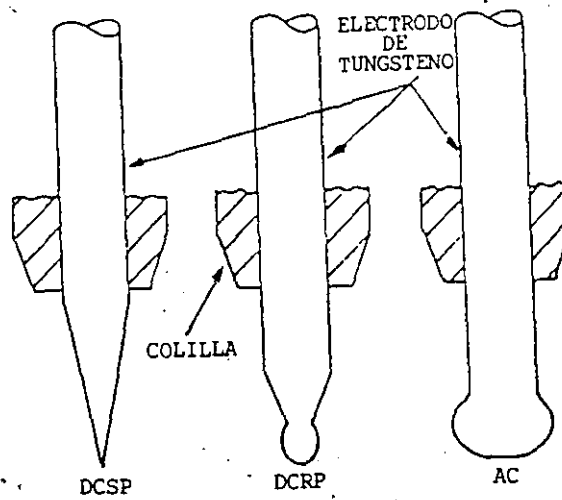
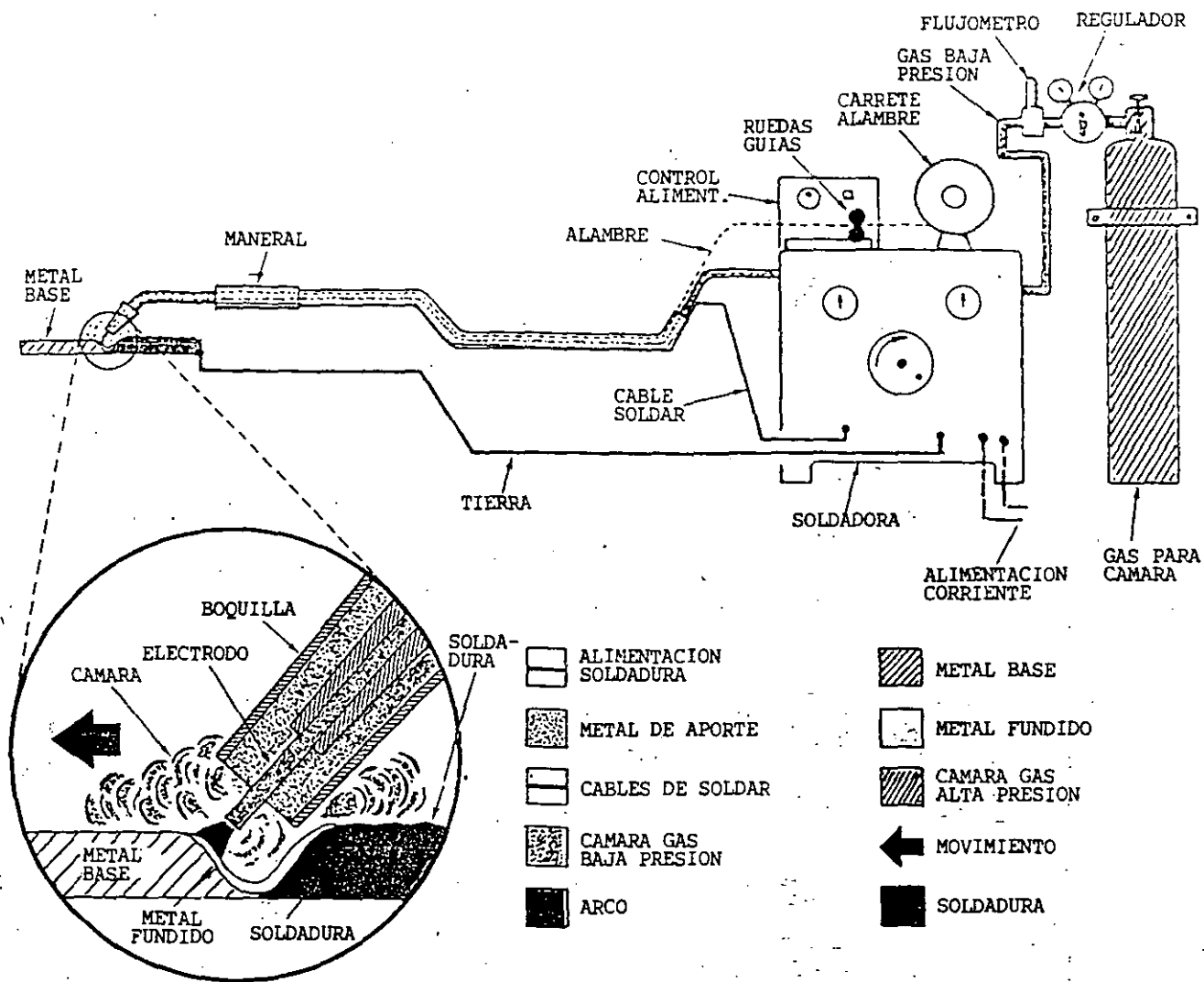
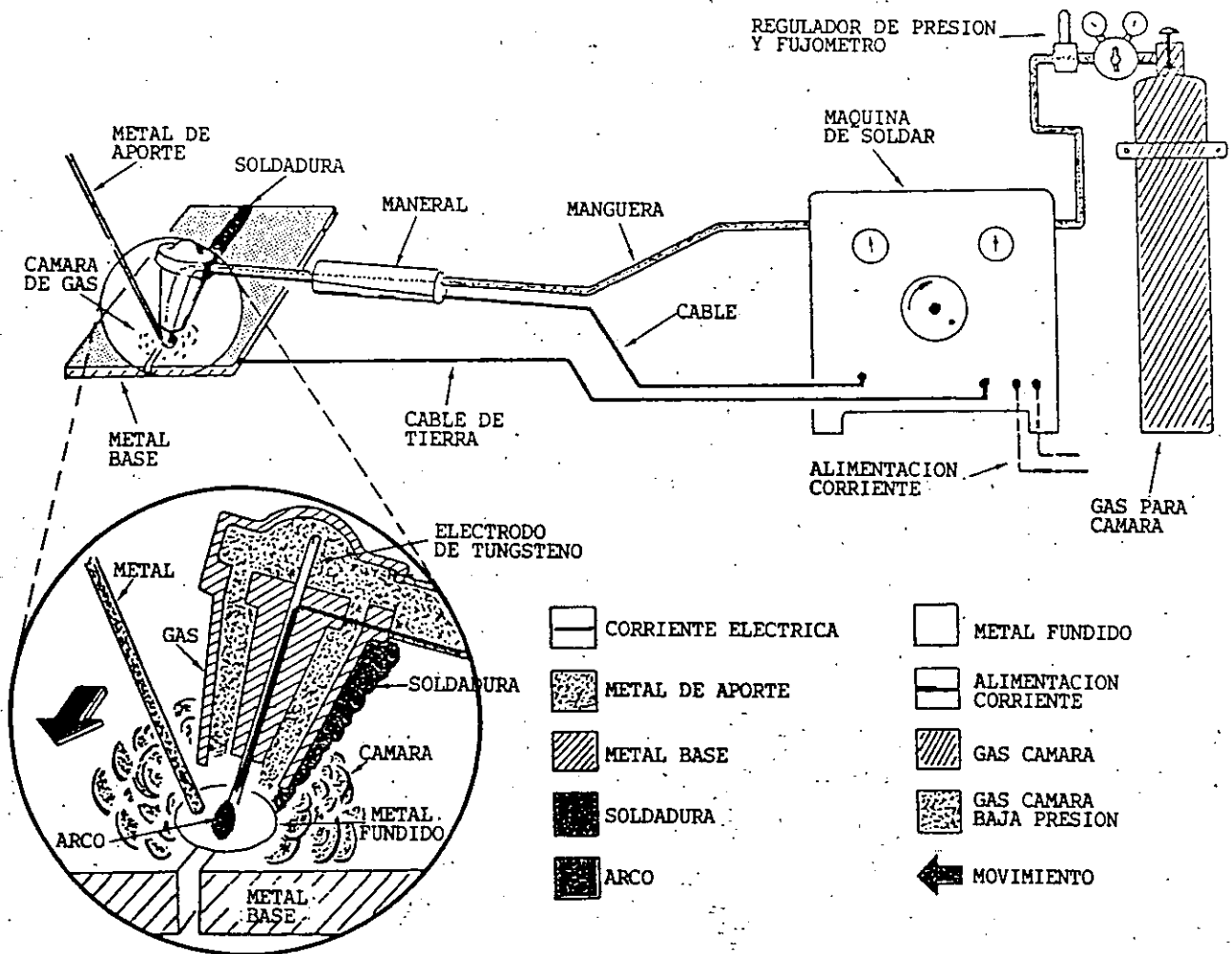


Fig. ____ forma correcta de los electrodos de Tungsteno para corriente directa polaridad directa, polaridad invertida y corriente alterna.



SOLDADURA CON ARCO-GAS METAL (GMAW)



SOLDADURA ARCO-GAS TUNGSTENO (GTAW)

SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA

Toda la soldadura por resistencia esta basada sobre el principio fundamental que cuando una corriente eléctrica es enviada a través del metal, la resistencia de el metal a este flujo eléctrico, calienta este mismo. Por medio de la aplicación de suficiente corriente, la alta temperatura resultante puede producir temperaturas de fusión y hacer posible la soldadura.

El término soldadura por resistencia eléctrica incluye una variedad de aplicaciones de soldadura y es descrito bajo una variedad de nombres tales como soldadura de puntos, soldadura de disparo, soldadura con pistola, soldadura por centelleo, soldadura de perno, soldadura de espiga, soldadura por presión y otras.

Anteriormente se observó que si se utilizaba suficiente, corriente, los metales se volverían plásticos y después se fundirían. Si las dos piezas son prensadas juntas cuando sus superficies estan plásticas ó fundidas, las piezas se fusionarán en una misma pieza. Una máquina de soldadura por resistencia eléctrica es fundamentalmente un transformador eléctrico, operando a -- partir de un circuito de corriente alterna.

Para que la unidad soldadora pueda ejecutar la operación de soldadura, debe producir una corriente muy alta con un relativo bajo voltaje. Este requerimiento significa que el circuito primario tendrá muchas vueltas en el transformador, mientras que el arrollamiento secundario tendrá ordinariamente una sola vuelta.

La aplicación correcta de la soldadura por resistencia depende de la aplicación adecuada y control de las variables siguientes:

- 1) Corriente
- 2) Presión
- 3) Tiempo
- 4) Area de contacto del electrodo

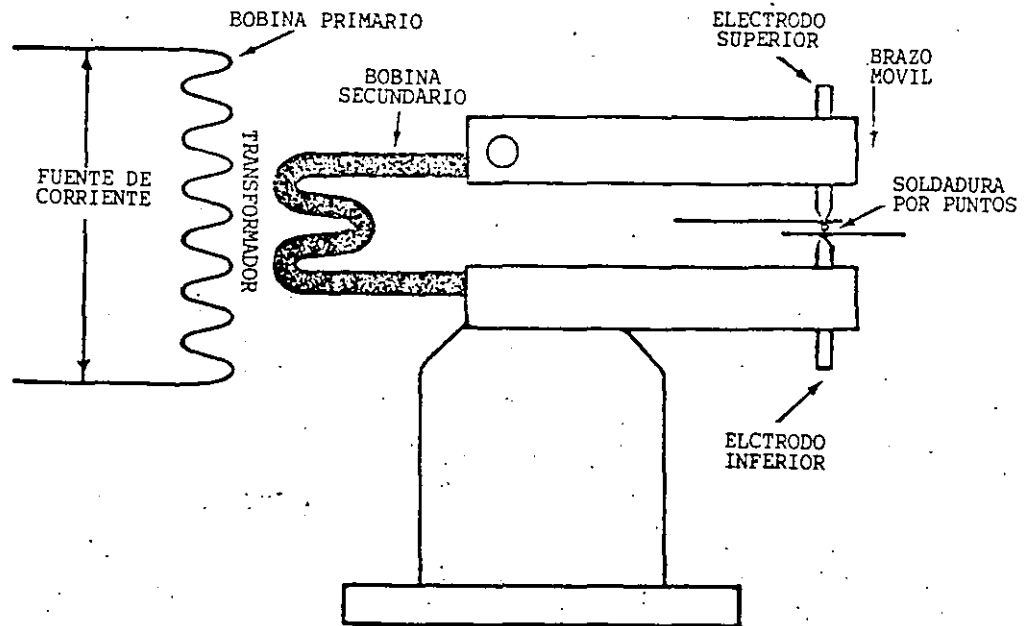


Fig. partes de una típica soldadora de resistencia por puntos.

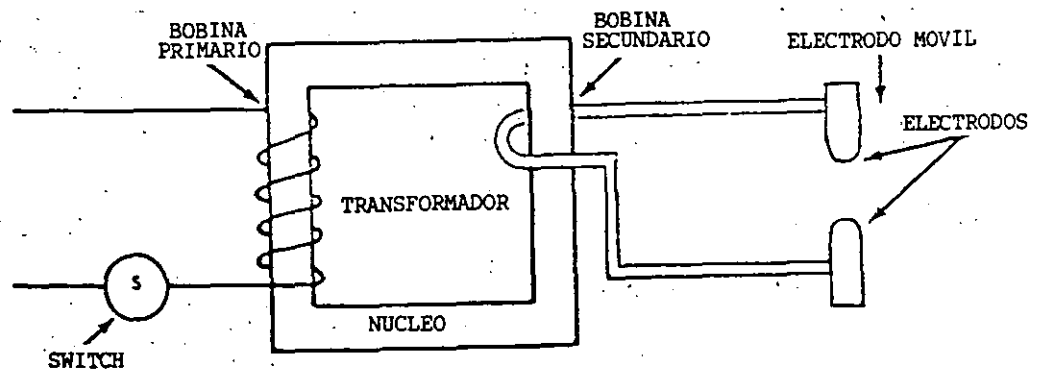
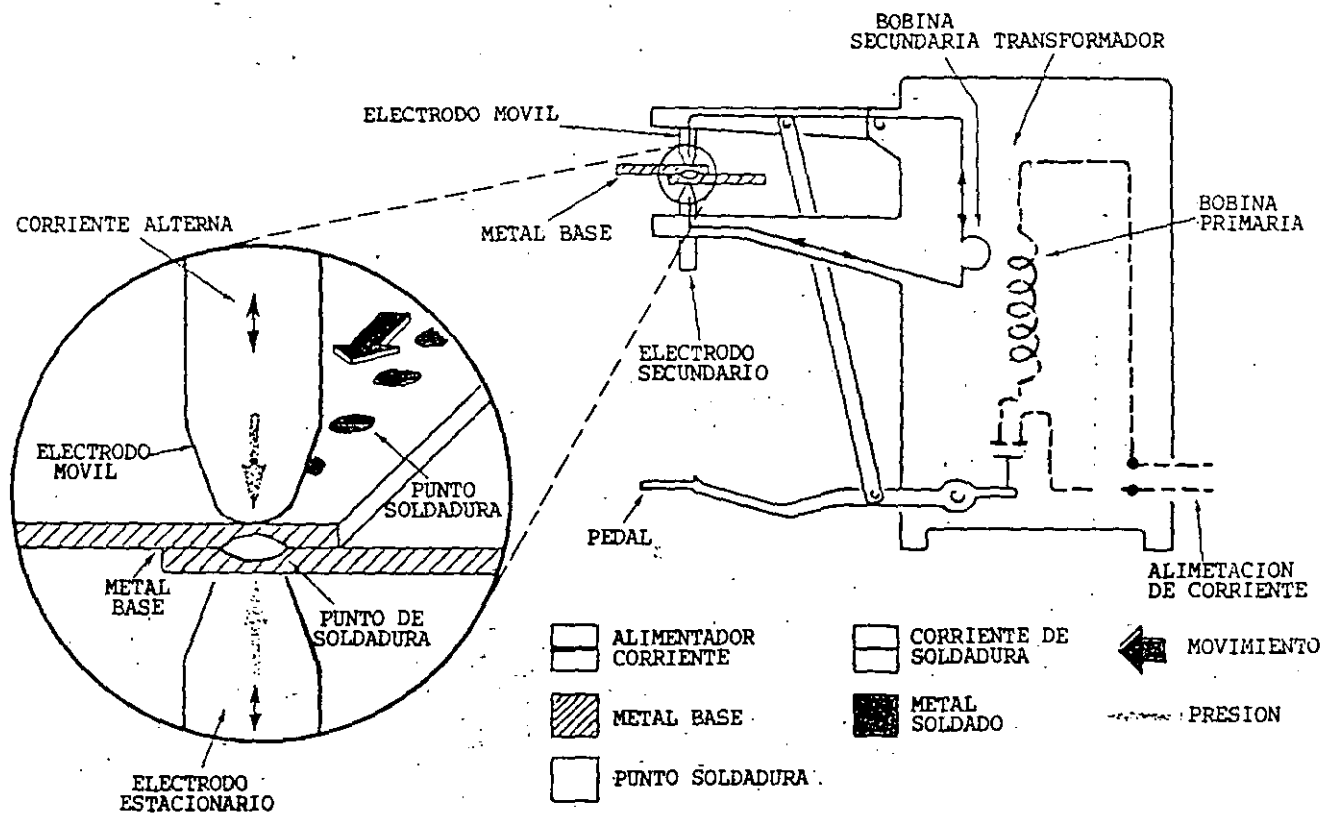


Fig. circuito básico de soldadura eléctrica por resistencia. Note que el devanado primario tiene mucho más vueltas que el devanado secundario. Este es un transformador reducido ó escalonado.



SOLDADURA POR RESISTENCIA (RSW)

SELECCION Y CLASIFICACION DE ELECTRODOS

La selección de electrodo apropiado para un trabajo dado es una de las más importantes decisiones que debe tomar el soldador.

Los electrodos se pueden diferenciar de las siguientes maneras:

- 1) Con recubrimientos ligeros y revestimientos pesados.
- 2) La composición química de la cubierta puede variar para dar los resultados deseados cuando se sueldan diferentes metales y aleaciones o para mejorar las características en posiciones diferentes:
- 3) El recubrimiento del electrodo puede ser diseñado para usarse en corriente directa (polaridad directa o invertida) o en corriente alterna.
- 4) La composición del metal del electrodo.
- 5) Los diámetros deseados de los electrodos.

Los electrodos con revestimiento pesado normalmente producirán soldaduras de resistencias superior y buena apariencia, pero son más caros.

Los electrodos están diseñados y designados por códigos de color y números, tales como E6010, E6011, etc., cada electrodo tiene cualidades las cuales puede hacerlo más deseable que algún otro para un trabajo en particular.

ELECTRODOS METALICOS

Existen muchos tipos de electrodos metálicos. Una de las formas más comunes de clasificar los electrodos es por el recubrimiento sobre el electrodo.

Esto incluye:

- 1) Electrodos desnudos
- 2) Electrodos polveados
- 3) Electrodos sumergidos en flux
- 4) Electrodos extruidos y cubiertos

De estos tipos, el electrodo con una cubierta extruida o sumergidos en flux, es el más popular. El electrodo desnudo es el menos caro. Para aplicación de soldadura en aceros para alta temperatura, aceros para herramien-

tas, aceros al Molibdeno y para soldadura resistente en aceros suaves, los electrodos recubiertos son comunmente utilizados.

Los electrodos más comunes en relación al tamaño de la varilla (dimensiones) son: 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16 y 3/8 en diámetro. Estas varillas vienen en una longitud de 14 pulgadas para todos los tamaños y pueden también en algunos diámetros, conseguirse en 18 pulgadas.

La mayoría de los electrodos son fabricados de acero suave pero también se fabrican en metales aleados:

- 1) Acero suave
- 2) Acero de baja aleación
- 3) Acero al niquel
- 4) Acero al Cromo-Molibdeno
- 5) Acero Molibdeno-Manganeso
- 6) Acero Molibdeno-Niquel-Manganeso
- 7) Acero Niquel-Molibdeno-Vanadio
- 8) Aluminio
- 9) Cobre-Aluminio
- 10) Bronce-Plomo
- 11) Bronce-Fósforo

CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

La American Welding Society (AWS) ha desarrollado unas series de clasificaciones de números de identificación.

La letra E precediendo los cuatro ó cinco números dígitos (EXXXXX) indica un electrodo para utilizarse en soldadura de arco. Esto es en contraste con las letras RG, las cuales indican una varilla de soldadura usada para soldadura con gas. El significado de los números dígitos en la AWS es como sigue: Los primeros dos ó tres dígitos de los cuatro ó cinco dígitos (E60XX) ó (E-100XX) representan el esfuerzo a la tensión. Esto es, 60 significa ---

60,000 libras por pulgada cuadrada y 100 significa 100,000 libras por pulgada cuadrada. El esfuerzo a la tensión puede estar dado en la condición -- "Tal como se soldo" ó "Relevada de esfuerzos". Deberán consultarse las especificaciones de los fabricantes para determinar bajo que condiciones está indicado el esfuerzo a la tensión. "Tal como se soldo" significa sin postcalentamiento. "Relevada de esfuerzos" significa que la soldadura deberá llevar un tratamiento térmico después de terminada para aliviar los esfuerzos causados durante la soldadura.

El segundo dígito de la derecha indica la posición recomendada de la junta para la cual el electrodo está diseñado para soldar. Por ejemplo EXX1X; --- Este electrodo soldará en todas las posiciones; EXX2X significa que este -- electrodo debe utilizarse en plano ó en posición horizontal; el EXX3X indica que el electrodo es recomendado para soldaduras en posición plana únicamente.

Los dígitos de más a la derecha, indican el tipo de suministro de energía -- (corriente DIRECTA POLARIDAD DIRECTA O INVERTIDA, CORRIENTE ALTERNA), el -- tipo de recubrimiento y presencia de polvo de hierro o características de -- bajo hidrógeno o ambos.

Los últimos dígitos deberán ser observados juntos para determinar la aplicación adecuada y la composición del recubrimiento para un electrodo.

Por ejemplo:

NUMERO DE ELECTRODO	COMPOSICION DEL RECUBRIMIENTO
EXX10	Celulosa alta, Sodio
EXX11	Celulosa alta, Potasio
EXX12	Titanio alto, ó Rutilio, Sodio
EXX13	Titanio alto, ó Rutilio, Potasio
EXX14	Polvo de hierro, Titanio
EXX15	Bajo hidrógeno, Sodio
EXX16	Bajo hidrógeno, Potasio
EXX18	Polvo de Hierro, bajo Hidrógeno
EXX20	Alto óxido de Hierro
EXX24	Polvo de Hierro, Titanio
EXX27	Polvo de Hierro, Oxído de Hierro
EXX28	Polvo de Hierro, bajo hidrógeno

Ocasionalmente, un número de electrodo puede tener una letra y número después de los cuatro números normales tales como E-7010-A1 ó E-8016-B2. Esta combinación ó sufijo de letra y número se utiliza para los electrodos con acero de baja aleación. El sufijo indica la composición del metal depositado.

A1	1/2% Molibdeno
B1	1/2% Cromo, 1/2% Molibdeno
B2	1 1/4% Cromo, 1/2% Molibdeno
B3	2 1/4% Cromo, 1% Molibdeno
C1	2 1/2% Niquel
C2	3 1/4% Niquel
C3	1% Niquel, .35% Molibdeno, .15% Cromo
D1 y D2	.25 a .45% Molibdeno, 1.25 a 2.0% Manganeso
G	.50 min. de Niquel, .30 min. de Cromo, .20 min. de Molibdeno, .10 min. de Vanadio

La letra A indica un acero al carbón Molibdeno. La letra B designa a un electrodo al Cromo-Molibdeno. La letra C es para un electrodo al Niquel y la letra D es para electrodos al Manganeso-Molibdeno. El dígito final indica en el sufijo, determina la composición química bajo una de estas clasificaciones químicas. La composición química exacta se puede obtener del fabricante del electrodo.

Un ejemplo de una clasificación completa de un electrodo es el E-8016-B2.

- 1) E indica electrodo para arco eléctrico.
- 2) 80 indica que su esfuerzo a la tensión es de 80,000 libras por pulgada cuadrada.
- 3) 16 indica que puede utilizarse en todas las posiciones; que el recubrimiento contiene bajo Hidrógeno y Potasio.
- 4) El 1 indica que es un electrodo para todas las posiciones con corriente alterna ó corriente directa en polaridad invertida.
- 5) El sufijo B-2 indica que la composición química del metal depositado es un acero de baja aleación al Cromo-Molibdeno, con 1 1/4% de Cromo y 1/2% de Molibdeno.

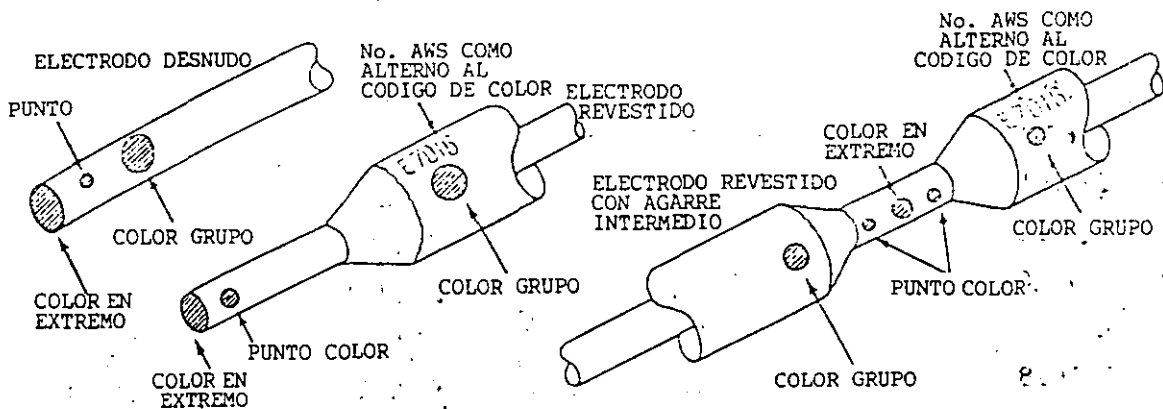


Fig. _____ la AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) ha estandarizado un sistema de numeración para identificar los electrodos para soldadura. Este número de electrodo esta colocado sobre la cubierta cerca de la punta del electrodo. Algunas compañías aún utilizan el código de color para identificarlos.

ELECTRODE AWS NUMBERS	POSITION	USE	TYPE CURRENT USED	ELECTRODE AWS NUMBERS	POSITION	USE	TYPE CURRENT USED
E 4520	all		DCSP	7028-X (iron powder, low hydrogen)	H (Fillets) F		DCRP or AC
E 6010	all	Penetration	DCRP	E 8010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
6011	all	Penetration	DCRP or AC	8011-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP or AC
6012	all	Production	DCSP or AC	8013-X	all		DCSP, DCRP or AC
6013	all	Sheet Metal and Fillets	DCSP, DCRP or AC	8015-X (low hydrogen)	all		DCRP
6020 (iron oxide)	H (Fillets)		DCSP or AC	8016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
6027 (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	8018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
E 7010	all		DCRP	E 9010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
7011	all		DCRP or AC	9011-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP or AC
7014 (iron powder)	all		DCSP, DCRP or AC	9013-X	all		DCSP, DCRP or AC
7015 (low hydrogen)	all		DCRP	9015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7016 (low hydrogen)	all		DCRP or AC	9016-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7018 (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC	E 10010-X	all	Chrome-Moly Steel	DCRP
7020	H (Fillets)	Chrome-Moly Steel	DCSP or AC	10011-X	all		DCRP or AC
7024 (iron powder)	F		DCSP, DCRP or AC	10013-X	all		DCSP, DCRP or AC
7027 (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC	10015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7028 (iron powder, low hydrogen)	H (Fillets) F		DCRP or AC	10016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
E 7010-X	all		DCRP	10018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7011-X	all		DCRP or AC	E 11015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7014-X (iron powder)	all		DCSP, DCRP or AC	11016-X (low hydrogen)	all		DCRP or AC
7015-X (low hydrogen)	all		DCRP	11018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7016-X (low hydrogen)	all		DCRP or AC	E 12015-X (low hydrogen)	all		DCRP
7018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC	12016-X (low hydrogen)	all	Nickel Alloy	DCRP or AC
7020-X	H (Fillets) F	Chrome-Moly Steel	DCSP or AC	12018-X (iron powder, low hydrogen)	all		DCRP or AC
7024-X (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC				
7027-X (iron powder)	H (Fillets) F		DCSP, DCRP or AC				

NOTE: The suffix X stands for the weld metal chemical composition. See Fig. 6-31.

Fig. _____ clasificación de varios electrodos AWS y sus posiciones recomendadas, aplicaciones y polaridad para utilizar cada uno de ellos.

y los de grafito. El grafito tiene mejor conductividad y es usualmente de - calidad más uniforme.

La varilla debe ser insertada en el porta electrodo con la punta del carbón aproximadamente 10 veces el diámetro de la varilla alejado del porta electrodo.

En la siguiente tabla se dan algunos requerimientos de corriente para electrodos de carbón.

DIAMÉTRO DEL ELECTRODO PULGADAS	CORRIENTE DE SOLDADURA		MAXIMA DENSIDAD DE CORRIENTE AMPERES POR PULG.	LIBRAS DEPOSITADAS POR HORA
	MIN.	MAX.		
1/8	0	35	2980	
3/16	25	60	2200	
1/4	50	90	1855	
5/16	80	125	1650	
3/8	110	165	1510	
7/16	140	210	1420	1.5
1/2	170	260	1340	2.5
5/8	230	370	1220	4.5
3/4	290	490	1125	6.0
7/8	350	615	1035	
1	400	750	965	

TENSIONES Y DEFORMACIONES EN LAS SOLDADURAS

PRINCIPIO DE LAS TENSIONES DE SOLDADURA

La dilatación lineal de los cuerpos se rige por la fórmula $L = L_0 \alpha \Delta T$; α es el coeficiente de dilatación y es específico para cada material. Así por ejemplo el coeficiente de dilatación entre 0 y 200°C es de 0,012 mm/m y °C, siendo la del aluminio aproximadamente el doble y la del cobre una vez y media.

Al soldar habremos de tener en cuenta otros parámetros específicos como son el punto de fusión, calor específico, conductividad, límite elástico y módulo elástico que influyen de igual manera en las tensiones y encogimiento.

Un caso similar se produce en las tensiones transversales de la soldadura. Mientras el material de aportación se contrae, los flancos de soldadura tratan de separarse por la dilatación. Al estar fuertemente unidos los biselados con el material depositado, se contraen hacia el centro teórico de la soldadura.

El ancho total de las piezas unidas en frío es menor que antes de soldar. La contracción será mayor cuando mayor sea el calor introducido, menor sea la velocidad de la soldadura y mayor la zona afectada por el calor.

Tensiones en la soldadura.

TENSIONES Y DEFORMACIONES

Las tensiones y deformaciones por soldadura son debidas a la introducción de calor de un material.

El calor introducido por la soldadura no se puede utilizar totalmente para la fusión del material sino que parte se transmite al medio ambiente por conducción.

De esta forma, al introducir calor en un material por soldadura, parte de él sirve para fundir pero una gran parte se transmite al resto del material y

otra se disipa en el aire.

Al soldar dos placas con biseles rectos entre sí, los puntos de igual temperatura en un momento determinado forman elipses (isotermos).

Cada punto afectado por el calor sufre una subida y una bajada de temperatura alcanzando las temperaturas máximas las zonas más cercanas a la soldadura.

El incremento de la velocidad de soldadura supone un estrechamiento de los elipses isotérmicos, siendo menor la zona afectada por el calor y por lo tanto el enfriamiento más rápido y la diferencia de temperaturas más abrupta.

Actuando por una parte la dilatación y por otra la contracción, las zonas afectadas por el calor quedan sometidas a un movimiento mecánico.

Se producen por lo tanto, esfuerzos de tracción y compresión que llegan a un equilibrio en el momento en que el material se enfria.

Las tensiones interiores resultantes son mayores cuando mayor sea la fuerza que impida estos movimientos.

Terminada la soldadura, quedan en la pieza soldada tensiones ya que las contracciones no se pueden liberar nunca totalmente.

Si la pieza a soldar no se puede dilatar, se suelen producir deformaciones plásticas pero donde se producen la mayoría de las tensiones residuales es cuando los esfuerzos de contracción de la soldadura no pueden liberarse.

Se puede afirmar que es casi imposible soldar sin tensiones residuales.

En general, podemos decir que cuando mayor sean las deformaciones menor serán las tensiones residuales y viceversa.

Por este motivo, antes de comenzar la soldadura, tendremos que optar por una de las soluciones o deformaciones grandes con tensiones pequeñas o bien tensiones grandes y deformaciones pequeñas

CONTRACCION DE LA SOLDADURA:

Las contracciones en la soldadura se clasifican en :

contracciones transversales, contracciones longitudinales, contracciones axiales y contracciones angulares.

Aunque surgen al mismo tiempo, tienen forma y reacciones diferentes.

Se denominan contracciones transversales las resultantes en el sentido perpendicular al eje de la soldadura.

El factor de mayor influencia es sin duda el calor introducido en relación con el espesor a soldar. Como quiera que a espesores iguales la cantidad de calor a introducir es mayor cuando mas ancho sea el bisel de soldadura, habra que tener en cuenta la forma de éste.

El bisel ha de ser por lo tanto lo mas estrecho posible, por otra parte, también por razones de economía.

Las contracciones transversales originan las contracciones angulares debido a la forma de los biseles.

Las contracciones longitudinales se producen en el mismo eje de la soldadura.

La contracción axial se produce en el espesor de la soldadura y puede dar problemas en la soldadura de placas gruesas en relación con la rotura frágil.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA TENSION Y DEFORMACION

Sabemos que las tensiones y contracciones de la soldadura son inevitables. Sin embargo, es posible minimizarlas con diseño y ejecución planificada al efecto. Para ello habremos de tener en cuenta los siguientes detalles :

- a) Mínimo de soldadura
- b) Reducir la introducción de calor
- c) Reducir el material de aportación
- d) Subdividir la construcción soldada (diseño)
- e) Fijar las secuencias de soldadura
- f) Pre calentamiento (carbono equivalente)

a) Mínimo de soldadura

La menor construcción soldada es sin duda la que reduce a un mínimo la cantidad de soldaduras y consta de un mínimo de piezas.

b) Reducción de la introducción del calor

Para cada soldadura dependiendo del material, espesor, etc., habrá que elegir el procedimiento de soldadura adecuado para introducir el calor mínimo por unidad de tiempo.

c) Reducción del material de aportación

La elección del tipo de bisel para cada soldadura es de gran importancia.

En las soldaduras a tope elegiremos un bisel de poca abertura que puede ser de 60° para soldadura manual y menor para soldadura automática o semiautomática (arco sumergido, MIG, MAG).

La separación entre labios (GAP) será mínima con objeto de que la sección de soldadura se reduzca.

En las soldaduras a solape no se rebasará la medida de cálculo indicada en los planos, sino que se mantendrá estrictamente a lo indicado.

d) Subdividir la construcción en subconjuntos cuando se trata de soldar construcciones grandes; en el diseño ya se indicarán los subconjuntos a soldar con lo cual ahorraremos tiempo en el manejo y reduciremos a un mínimo las tensiones.

Se soldará desde dentro a afuera, primero las soldaduras a tope y después a solape, primero las cortas y después las largas, primero las transversales y luego las longitudinales.

En depósitos se soldarán primero las longitudinales y luego las circunferenciales.

e) En construcciones soldadas críticas, hemos de fijar la secuencia de cada cordón con objeto de reducir las tensiones o deformaciones.

f) Precalentamiento (carbono-equivalente)

Se denomina precalentamiento al calentamiento previo a la soldadura.

El precalentamiento no solo se recomienda sino que es imprescindible en muchos casos. Cuando soldamos una placa gruesa el calor introducido por la soldadura es absorbido por la masa de la placa rapidamente enfriando a velocidad crítica la zona afectada por el calor, pudiendo incluso formarse martensita.

En estas zonas de dureza extrema (400 - 750 HB) se forman grandes tensiones al actuar la contracción y no poder deformarse plásticamente.

Con un precalentamiento se consigue sobre todo :

- reducir la velocidad del enfriamiento
- reducir la temperatura diferencial entre material y base y soldadura.
- la posibilidad de fisuración en frio (300C) se reduce ya que se forman estructuras mas ductiles (menos martensita)
- las cargas de tracción y compresión transcurren más suaves y en una zona mas amplia
- el hidrógeno tiene mas tiempo para difundirse

La tendencia a formar zonas duras durante la soldadura depende de la composición química del acero, siendo el carbono el elemento que mas influencia tiene.

La dureza en la zona afectada por el calor no solo depende del porcentaje de carbono sino además de la velocidad de enfriamiento.

Con objeto de unificar de algún modo la influencia del carbono y otros elementos en la estructura de la soldadura y la zona afectada por el calor, se dedujo una fórmula que se denomina equivalente (E C = equivalente carbón; valor K).

$$EC = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu}{13} + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2} + \frac{V}{5}$$

El porcentaje de cada elemento resultante del análisis químico se introduce en la fórmula resultando un valor.

Las temperaturas de precalentamiento se rigen por el resultado de este carbono equivalente.

EC	Precalentamiento recomendado °C
----	---------------------------------

< 0,45	100°C
0,45 - 0,60	100 - 200°C
> 0,60	250 - 350°C. (o superior)

TRATAMIENTOS TERMICOS DE LAS SOLDADURAS

En muchos casos es necesario efectuar un tratamiento después de la soldadura con objeto de conseguir las propiedades óptimas de los aceros empleados o para el alivio de las tensiones que se han formado durante el proceso de soldadura.

En el sinóptico anexo tenemos un resumen de los tratamientos después de la soldadura.

De todos los tratamientos térmicos, los más importantes son sin duda, el normalizado y el distensionado.

El normalizado es un tratamiento térmico con un calentamiento un poco por

encima (20 - 50°C).

El material sufre una transformación doble que consigue una recristalización completa. Se consigue pues, un grano homogéneo en todas las direcciones.

El distensionado es un tratamiento térmico por debajo del punto de transformación, inferior con un enfriamiento lento con objeto de que puedan aliviarse las tensiones.

No se produce ninguna transformación en la estructura del grano.

El temple es un tratamiento térmico con enfriamiento rápido de temperaturas superiores al punto de transformación superior. Este tratamiento térmico se emplea para conseguir durezas superficiales o totales altas.

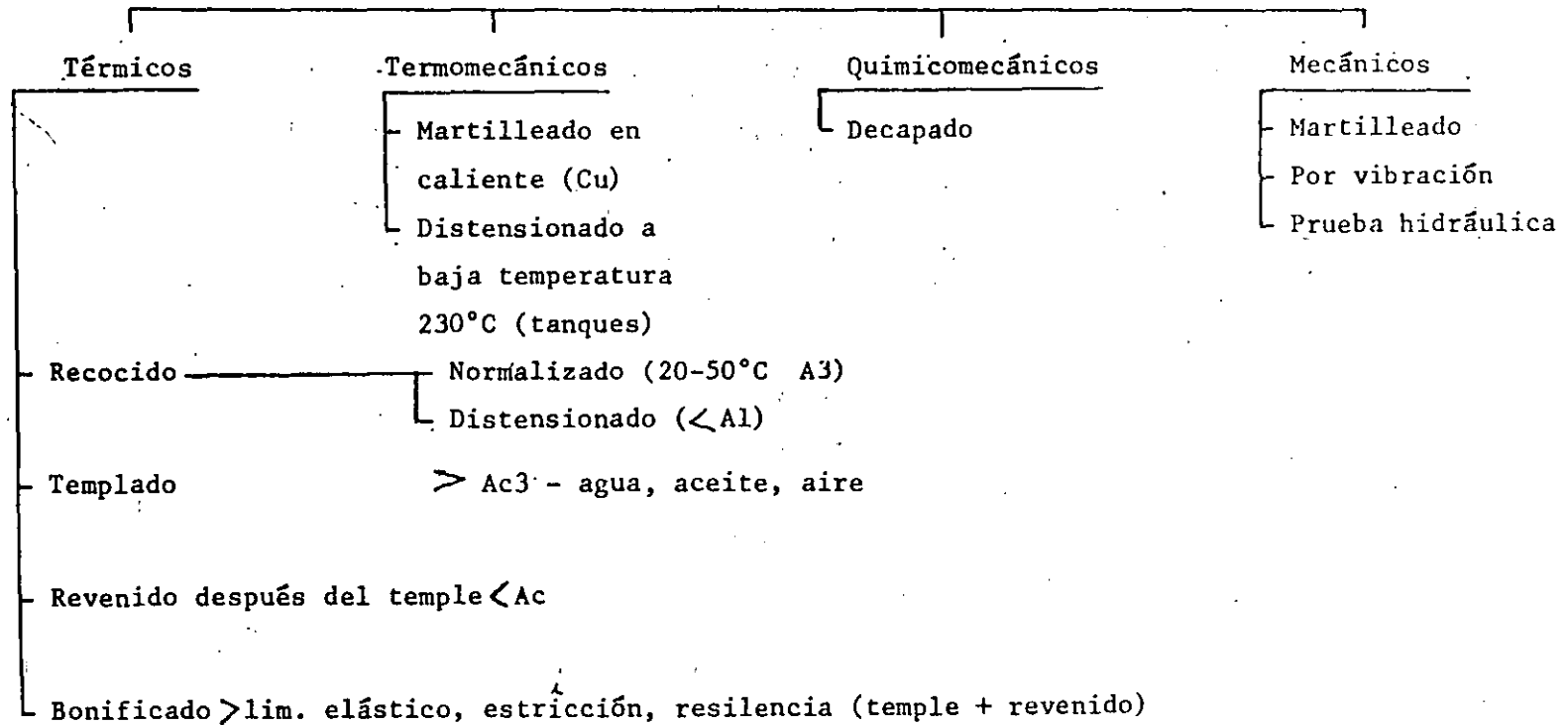
Para el enfriamiento se utiliza agua, aceite, sales o aire.

El revenido es un tratamiento térmico para conseguir tenacidades altas con cargas de rotura constantes.

Se efectúa a temperaturas inferiores al punto de transformación inferior variando la velocidad de enfriamiento para conseguir los resultados óptimos.

Se recomienda efectuar todos los tratamientos térmicos de la pieza completa aunque hay excepciones en las que se puede efectuar un tratamiento local.

Tratamientos después de la Soldadura



INSPECCION Y PRUEBAS DE SOLDADURAS

Una soldadura terminada no es siempre tan buena o tan mala como pueda parecer de acuerdo a su superficie. Debido a el incremento de altos estandares de produccion, se requieren adecuados métodos de inspeccion y pruebas en las soldaduras.

Los métodos usados para determinar la calidad de una soldadura pueden ser divididos en dos clasificaciones generales :

1. Pruebas no destructivas
2. Pruebas destructivas

El método de soldadura utilizada, la forma del artículo y el tipo de metal, influyen el tipo de prueba o inspeccion requerido.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Los métodos que pueden caer bajo esta clasificación incluyen :

1. Inspeccion visual
2. Inspeccion de partículas magnéticas
3. Inspeccion de líquidos penetrantes
4. Inspeccion de ultra sonido
5. Inspeccion de rayos X
6. Inspeccion de corriente de Eddy
7. Deteccion por espectógrafo de masas
8. Prueba de fuga de presión de aire
9. Prueba de fuga de gas halógeno

PRUEBAS DESTRUCTIVAS

Ciertos tipos de elementos soldados deben ser cortados y preparados mediante esmeril para determinar las diferentes propiedades físicas. Cuando la soldadura es destruída o dañada después de su uso, la prueba es denominada como destructiva.

Algunas pruebas destructivas son :

1. La prueba de tensión
2. Análisis químicos
3. Prueba de doblés
4. Prueba microscópica
5. Prueba macroscópica
6. Prueba de dureza
7. Prueba charpy
8. Prueba hidrostática para destrucción
9. Prueba de corteza

INSPECCION VISUAL

Una soldadura la cual no requiere tener una alta resistencia física puede ser inspeccionada para observar fracturas, inclusiones, contornos y otras cualidades visuales.

Este tipo de inspección es subjetivo por naturaleza y usualmente no es definitivo en sus límites de aceptabilidad.

Una plantilla puede ser usada para checar el contorno de la capa de soldadura. Utilizando el método de inspección visual, una inspección puede comparar una soldadura terminada con un estándar aceptado y pasar o rechazar una soldadura por el método de comparación únicamente.

INSPECCION DE PARTICULAS MAGNETICAS

Este método es el más efectivo en el chequeo de una soldadura cercana a una superficie. Es utilizado únicamente en materiales que pueden ser magnetizados.

Una solución líquida que contiene pequeñas partículas magnéticas, se rocia sobre la superficie que se va a checar y entonces el metal es sometido a un fuerte campo magnético. Estas partículas están pintadas de rojo o negro y están suspendidas en un fino vehículo de aceite. Cualquier falta de continuidad en o cerca de la superficie del metal cuando está magnetizado crea

un polo magnético local norte y sur y atrae las partículas metálicas en la solución usada. Cuando el campo magnético es retirado, el inspector encontrará una concentración de partículas magnéticas en el área de cada defecto. Si las imperfecciones son encontradas estas son esmeriladas, la parte es nuevamente soldada y de nuevo se prueba.

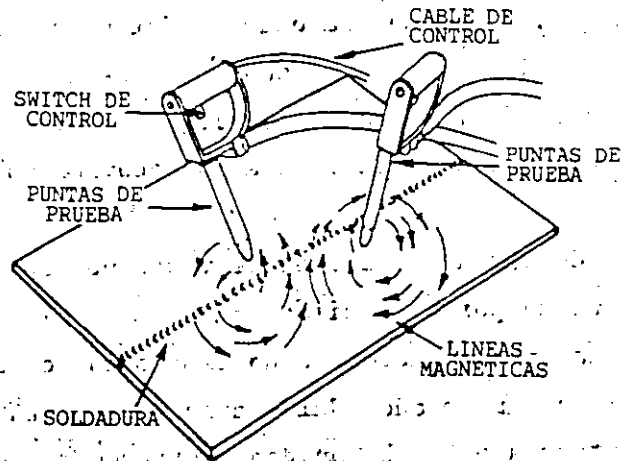


FIG. CAMPO MAGNETICO CREADO ALREDEDOR DE UNA SOLDADURA. LA CORRIENTE PASA A TRAVES DE LA SOLDADURA ENTRE LAS DOS PINZAS DE PRUEBA.

INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES

El método de inspección de líquidos penetrantes utiliza líquidos coloreados y líquidos fluorescentes para checar fallas en la superficie. Este sistema puede ser utilizado para detectar fallas en la superficie de los metales, plásticos, cerámicas y vidrio. Este método no detectará defectos bajo la superficie.

El líquido penetrante es rociado sobre la superficie limpia que va a ser inspeccionada. Después de esperar un tiempo corto para que el líquido penetre. La cantidad excedente se limpia con un buen limpiador y se seca. Después de que la superficie está completamente seca, un revelador se rocía sobre la superficie el cual regresa el color del líquido penetrante que ha penetrado dentro de alguna fisura o poro.

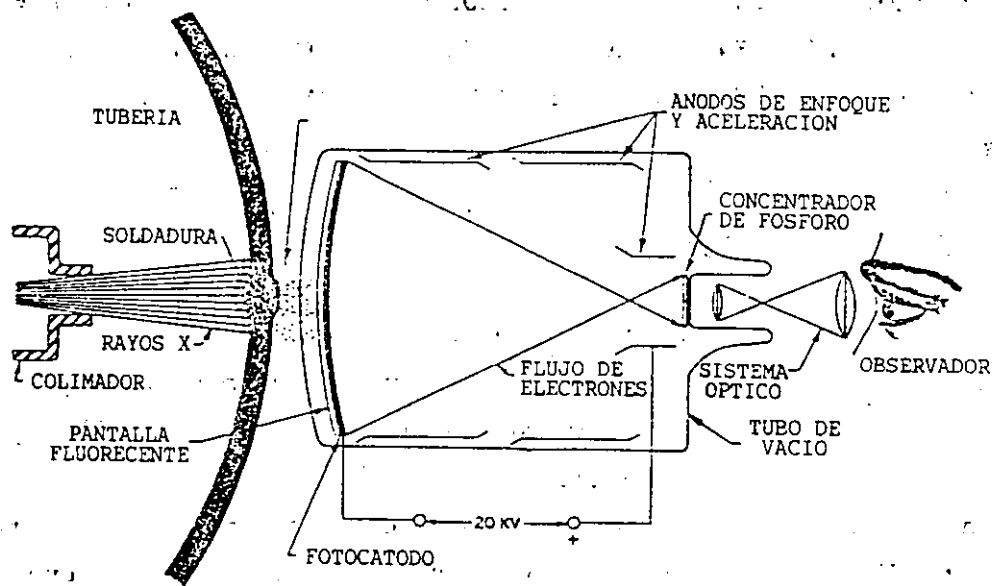


FIG. EXPLICACION DIAGRAMATICA DE UNA EXAMINACION FLUOROSCOPICA A UNA SOLDADURA DE TUBERIA.

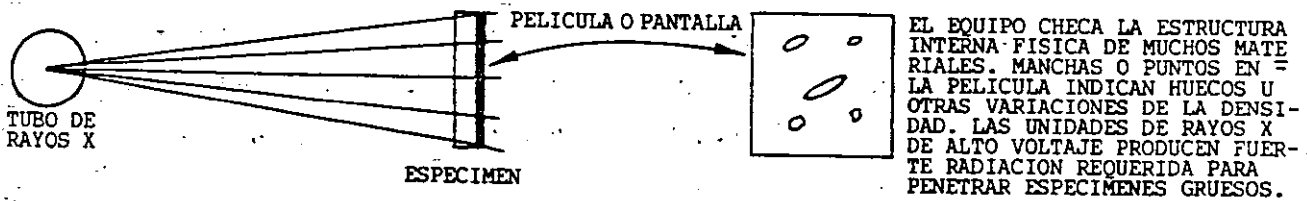


FIG. ESQUEMA DE UNA FOTOGRAFIA DE RAYOS X A UNA SOLDADURA.

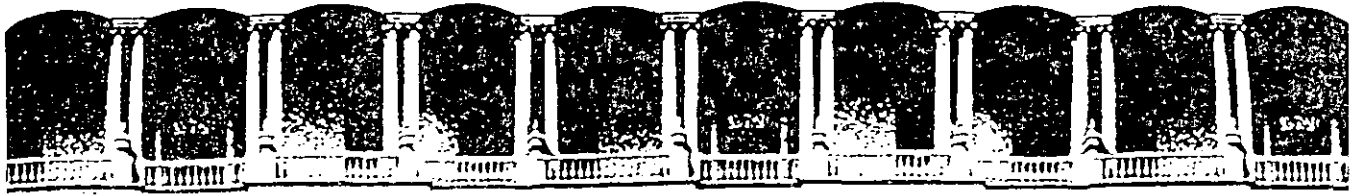
BIBLIOGRAFIA

- CINSA:
CURSO GENERAL BASICO SOBRE SOLDADURA
Y TRATAMIENTOS TERMICOS; ESPAÑA

- HENRY HORWITZ:
SOLDADURA, APLICACIONES Y PRACTICA
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.; MEXICO

- SCHIMPKE PAUL:
TRATADO GENERAL DE SOLDADURA
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A.; ESPAÑA

- JACOME JARVIO ALBERTO:
CONEXIONES SOLDADAS ESTRUCTURALES
TESIS. UNIVERSIDAD DE XALAPA, VER. 1986



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

PLATAFORMAS DE PERFORACION MARITIMA

ING. VICTOR SAEZ DE OCARIZ

JULIO - 1992

ESTOS APUNTES FUERON DESARROLLADOS POR EL
ING. FRANCISCO JAVIER DE LA TORRE, QUIEN
SIEMPRE CON GRAN DEDICACION HA COLABORADO
AL DESARROLLO DE NUEVOS TECNICOS Y PROFE-
SIONISTAS.

C O N T E N I D O

- I.- LA EXPLOTACION MARINA EN MEXICO.
- II.- DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS
- III.- SELECCION DE ZONAS PROPICIAS PARA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS.
- IV.- INFRAESTRUCTURA DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS (INSTALACIONES, EQUIPO Y PERSONAL).
- V.- INFORMACION BASICA PARA EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS (BASE DE DISEÑO, ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS QUE RIGEN EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS)...
- VI.- ACCIONES A LA QUE ESTARA SUJETA UNA ESTRUCTURA DURANTE SU FABRICACION, TRANSPORTE, INSTALACION Y VIDA UTIL EN LA ZONDA CAMPECHE.
- VII.- ETAPAS DE LA PERFORACION, SEPARACION DE CRUDO, BOMBEO, COMPRESION Y EQUIPOS-UTILIZADOS.
- VIII.- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES.
- IX.- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.
- X.- PROTECCION ANTICORROSIVA.
- XI.- DINAMICA EN LA FABRICACION, SUPERVISION, INSPECCION Y CONTROL DE OBRA.
- XII.- CARGA DE ESTRUCTURAS, FIJACION Y TRANSPORTE SOBRE CHALAN.
- XIII.- INSTALACION E INTERCONEXION DE PLATAFORMAS.
- XIV.- ESTADISTICA DE LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS EN MEXICO.

I.- LA EXPLOTACION MARINA EN MEXICO.

ES DE ESPERARSE QUE DURANTE LOS PASADOS AÑOS HUBIERON QUE HABERSE EXPLORADO ZONAS DESERTICAS, MONTAÑOSAS, LACUSTRES, PANTANOSAS, ETC. DE NUESTRO TERRITORIO NACIONAL, UTILIZANDO NUESTROS TECNICOS - UN SINNUMERO DE EQUIPO TAN VARIADO EN SU FORMA, PESO Y FUNCIONAMIENTO, ALGUNOS PARA ESTUDIOS PRELIMINARES Y OTROS PARA PERFORAR DIRECTAMENTE EN UN SITIO PRECISO Y OBTENER FISICAMENTE LA INFORMACION NECESARIA PARA QUE POSTERIORMENTE SE LLEVARAN AL CABO LOS TRABAJOS DE PERFORACION Y DESARROLLO DE LOS CAMPOS PETROLIFEROS.

PARA EL CASO DE LAS ZONAS PANTANOSAS, COMO ES EL SURESTE DE MEXICO LOS EQUIPOS DE PERFORACION HAN SIDO MONTADOS EN PEQUEÑOS CHALANES, DRAGANDO EN OCASIONES O ABRIENDO CANALES SUPERFICIALES HASTA LLEGAR A LA LOCALIZACION REQUERIDA. (FIG. 1-A)

EN LAS ZONAS LACUSTRES, COMO ES EL CASO DE LA LAGUNA DE TAMIAHUA -- POR CITAR ALGUNO, PETROLEOS MEXICANOS HA UTILIZADO UN TIPO DE PLATAFORMA SEMEJANTE A UN TAPANCO, CONSTRUIDO BASICAMENTE CON MATERIAL TUBULAR Y EN SECCIONES, APOYANDOSE DIRECTAMENTE EN EL FONDO MARINO DE LA LAGUNA CON TIRANTES DEL ORDEN DE 1.5 M. A 4.0 MTS.

EL CONJUNTO DE SECCIONES, DEBIDAMENTE COLOCADOS, Y NIVELADOS PROPORCIONAN BASICAMENTE LA SUPERFICIE DE SUSTENTACION PARA LOS EQUIPOS - QUE SE REQUIERAN DURANTE EL PROCESO DE PERFORACION. (FIG. 1-B)

LO ANTERIOR NOS LLEVA A PENSAR RESPECTO A LA PARTICIPACION QUE NUESTROS TECNICOS HAN TENIDO EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES PARA OBTENER INFORMACION TOPOGRAFICA, BATIMETRICA, MECANICA DE SUELOS Y LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS QUE PREVALECEN EN DETERMINADAS ZONAS.

LA INFORMACION OBTENIDA A TRAVES DE ESTOS ESTUDIOS, TENDRIA -- QUE ESTAR MUY LIGADA A LOS CODIGOS Y NORMAS DE CONSTRUCCION PARA ESTRUCTURAS DE ACERO A INSTALARSE EN ZONAS MARINAS. SIN EMBARGO, NO FUE HASTA LAS DECADAS DE LOS 60'S Y 70'S CUANDO PEMEX DECIDIO LANZARSE A LA EXPLORACION Y EXPLOTACION FUERA DE COSTA, LLEGANDO A INSTALAR PLATAFORMAS MARINAS EN LOS CAMPOS TIBURON, ATUN "A" Y "B", BA

GRE "A" Y "B", MORSA, MARSOPA, ESCUALO, ARENQUE "A", "B" Y "C". LOS RESULTADOS OBTENIDOS, HABLANDO ECONOMICAMENTE, FUERON PARCIALES, DERIVANDOSE CON ELLO UN SLUM O UN RECESO EN CUANTO A LA ACTIVIDAD DE NUESTROS TECNICOS, QUIENES ESTABAN ENCARGADOS DE ESTUDIAR LA TECNOLOGIA MARINA.

SOLO PARA UBICARLO EN EL TIEMPO, A ESTOS PRIMEROS TRABAJOS DE INSTALACION DE 10 PLATAFORMAS MARINAS, EN LOS CAMPOS ANTES CITADOS Y UBICADOS ENTRE LOS PUERTOS DE TAMPICO Y TUXPAN, SE LE HA DADO POR LLAMARSE PRIMERA ETAPA, ESTO EN CUANTO A LA FABRICACION E INSTALACION DE PLATAFORMAS MARINAS. (FIG. 2)

POSTERIORMENTE A ESTA PRIMERA ETAPA, PETROLEOS MEXICANOS PROSIGUIO ESTUDIANDO LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE MEXICO, CON LA FINALIDAD DE ENCONTRAR ESTRUCTURAS GEOLOGICAS RICAS EN ACEITE -- CRUDO. ESTOS ESTUDIOS, COMO SON: METEREOLÓGICOS, OCEONOGRAFICOS, -- GEOLOGICOS Y DE PERFORACION MARINA DIRECTA EN EL SUELO MARINO, SE HAN DESARROLLADO CON EL AUXILIO DE BARCOS DE PERFORACION, ESTOS --- ADAPTADOS DE BUQUES MERCANTES DE CASCO PLANO, EN LOS CUALES SE LES INSTALA EL EQUIPO REQUERIDO SEGUN LA FUNCION QUE VAYA A DESEMPEÑAR.

LO ANTERIOR DIO COMO RESULTADO EL HALLAZGO DE GRANDES YACIMIENTOS DE CRUDO UBICADOS AL OCCIDENTE DE LA PENINSULA DE YUCATAN. A -- ESTA GRAN AREA PRODUCTORA DE CRUDO SE LE HA DENOMINADO SONDA DE CAMPECHE, LA CUAL COMPRENDE UNA SUPERFICIE KM^2 . UBICADA ESTA EN LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS

O EN LAS COORDENADAS EQUIVALENTES (U.T.M.)- UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR. (FIG. 3A Y 3B)

EL APROVECHAMIENTO DE LOS YACIMIENTOS DE PETROLEO LOCALIZADOS DEBAJO DEL FONDO MARINO, SIGUE EN LO FUNDAMENTAL, EL MISMO ESQUEMA UTILIZADO EN TIERRA FIRME. EL PRIMER PASO LO DAN LOS GEOLOGOS Y GEO FISICOS AL EMPRENDER LA BUSQUEDA DE NUEVOS YACIMIENTOS, VALIENDOSE PARA ELLO DE SUS CONOCIMIENTOS DE HISTORIA NATURAL.

LA MAYORIA DE LOS YACIMIENTOS DESCUBIERTOS HASTA LA FECHA TIE-

NEN SU ORIGEN EN EL PERIODO TERCIARIO, EN EL CRETACICO, EN EL PALEOZOICO PRIMARIO Y EN EL CAMBRICO, ES DECIR 10 A 600 MILLONES DE AÑOS ANTES DE NUESTRA ERA.

LA BUSQUEDA DE LOS YACIMIENTOS MARINOS SIGUE CONCENTRANDOSE TO DAVIA EN LAS PLATAFORMAS CONTINENTALES, O SEA, EN LAS REGIONES UBICADAS ENTRE LAS COSTAS Y EL QUIEBRE DE LOS CONTINENTES HACIA LAS REGIONES ABISMALES DE LOS OCEANOS. ESTAS REGIONES, CON UNA PROFUNDIDAD EN EL BORDE DE UNOS 200 METROS, ABARCAN EN SU CONJUNTO UNA SUPERFICIE DEL TAMAÑO DE AFRICA Y PROMETEN DAR UN GRAN RENDIMIENTO PETROLIFERO.

PERO TAMBIEN EN EL BORDE CONTINENTAL SE INCLUYE LA PRESENCIA DE GRANDES DEPOSITOS DE HIDROCARBUROS; SIN EMBARGO LAS CONCEPCIONES TECNICAS PARA SU EXPLOTACION NO REBASAN AUN LA FASE DE PLANEACION.

LA LOCALIZACION DE LOS YACIMIENTOS EN EL MAR, ES DECIR COSTA AFUERA, REQUIERE DE UN ESFUERZO CIENTIFICO Y TECNICO MUCHO MAYOR QUE EL QUE SE EXIJE PARA LAS EXPLOTACIONES EN TIERRA FIRME. NO IMPORTA CUAN OPTIMISTA SEAN LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS GEOLOGOS; LA ULTIMA PALABRA EN CUANTO LA EXISTENCIA DENTRO DEL SUBSUELO DE YACIMIENTOS DE PETROLEO PUEDE DARLA UNICAMENTE UNA PERFORACION DE PRUEBA. A FIN DE PODER EFECTUAR ESTE TIPO DE PERFORACIONES EN EL MAR SE HAN DESARROLLADO EN LOS ULTIMOS AÑOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION, LAS QUE POSTERIORMENTE CITAREMOS.

LAS CANTIDADES, ASI COMO LAS POSIBILIDADES DE EXISTENCIA DE CRUDO QUE SE MANEJARON INICIALMENTE EN LA SONDA DE CAMPECHE NO FUERON REALMENTE LAS QUE ACTUALMENTE SE MANEJAN, SIN EMBARGO ERAN SUFICIENTES Y PROMETEDORAS QUE DE INMEDIATO SE PENSO EN IMPLEMENTAR TECNICAS ADECUADAS PARA LA EXPLOTACION DE ESTOS YACIMIENTOS, DANDO LUGAR A LA SEGUNDA ETAPA LA CUAL CONSISTIO EN UNA PLANEACION GLOBAL, OBVIAMENTE INTERVINIERON EN FORMA DIRECTA LAS SUBDIRECCIONES DE PRODUCCION PRIMARIA, DE CONSTRUCCION, DE FINANZAS Y ADMINISTRATIVA, ELABORANDO ANTEPROYECTOS DE FACTIBILIDAD EN LA EXPLORACION, PERFORA

CION, PRODUCCION, TRANSPORTE Y AUNADA A ESTA LA DE CONSTRUCCION DE-
PLATAFORMAS MARINAS, OLEOGASODUCTOS, BOYAS, TERMINALES, ETC.

EN ESTA PLANEACION SE REQUIRIO DE LA ASESORIA DE TECNICOS CAPA
CITADOS MUCHAS DE LAS VECES EXTRANJEROS PERO CADA DIA TENDIENTES A-
QUEDAR EN MANOS DE PERSONAL NACIONAL.

CADA UNO DE ESTOS FRENTE DE TRABAJO IMPONE POR SI SOLO LA NE-
CESIDAD DE CORRER PROGRAMAS EN SISTEMAS COMPUTACIONALES QUE PERMI--
TAN ACEPTAR LA INTRODUCCION DE NUEVAS INFORMACIONES, PRODUCTO DEL -
PROPIO CRECIMIENTO QUE CON CARACTER DE RETROALIMENTACION DE DATOS -
REQUIEREN ADECUAR LOS EVENTOS CONSECUENTES CON REPERCUSSION EN TODOS
LOS DEMAS FRENTE DE TRABAJO, OBTENIENDOSE ASI EL ESTABLECIMIENTO -
DE FECHAS TENTATIVAS PROGRAMADAS DE PRODUCCION, QUE A SU VEZ REQUE-
RIA DE FECHAS PREESTABLECIDAS PARA CONTAR CON LAS INSTALACIONES EN-
CONDICIONES DE OPERAR HASTA MANEJAR EL PRODUCTO TOTAL.

ES OPORTUNO ENFATIZAR QUE LO ANTERIOR CUBRE LAS OBRAS CIVILES-
Y LAS INSTALACIONES PARA MANEJO DE PRODUCCION EN SUELO CONTINENTAL,
DUCTOS SUBMARINOS, PLATAFORMAS PARA DIFERENTES SERVICIOS, INVESTIGA
CION Y ESTUDIO DE LA INGENIERIA BASICA, INGENIERIA DE DISEÑO, PRO--
YECTO Y CALCULO, ADQUISICIONES POR MATERIALES Y EQUIPOS, FABRICAS,-
TRANSPORTAR ESTRUCTURAS, INSTALAR E INTERCONECTAR EN EL MAR Y FINAL
MENTE PROBAR Y ARRANCAR TODAS LAS INSTALACIONES EN MAR Y TIERRA.

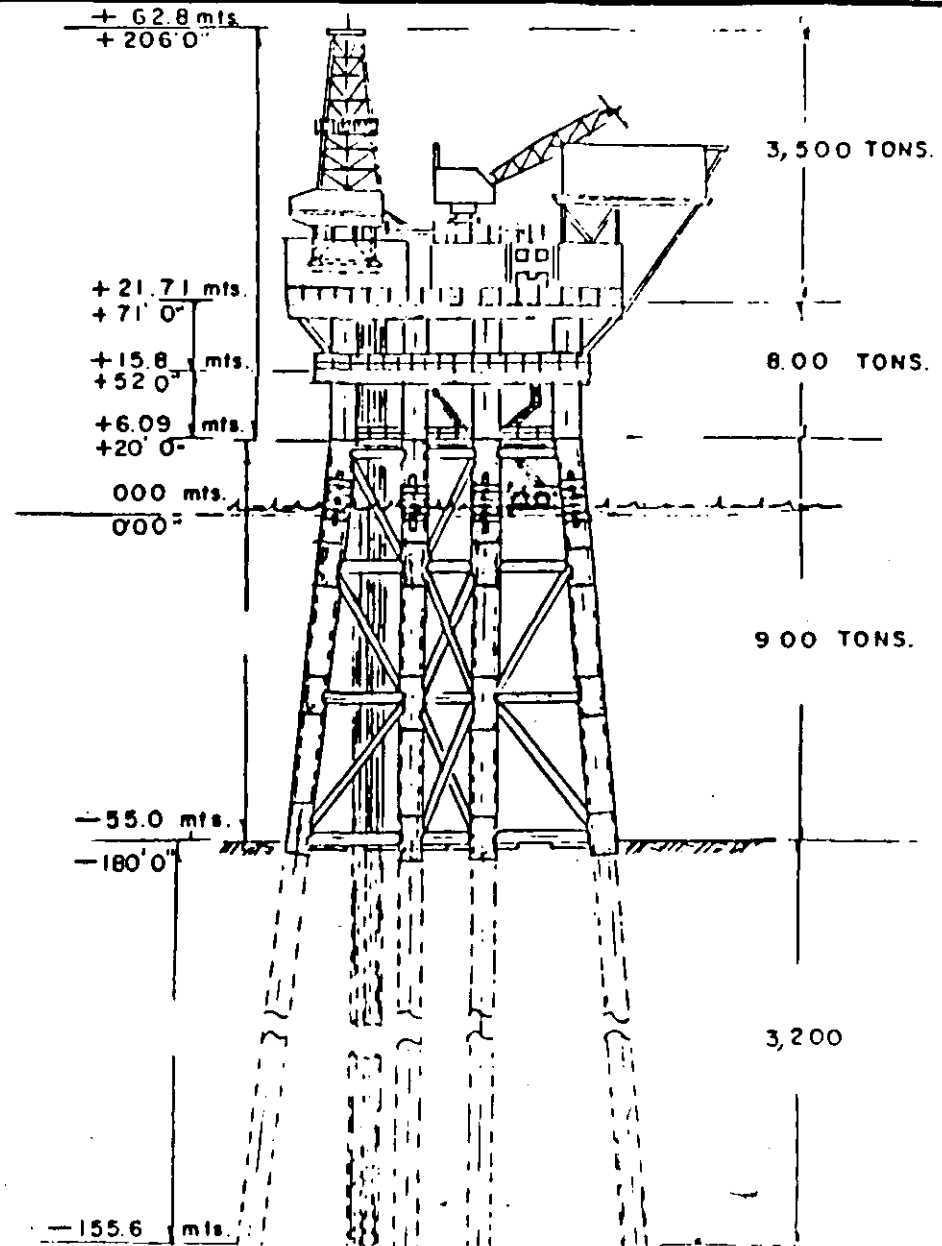
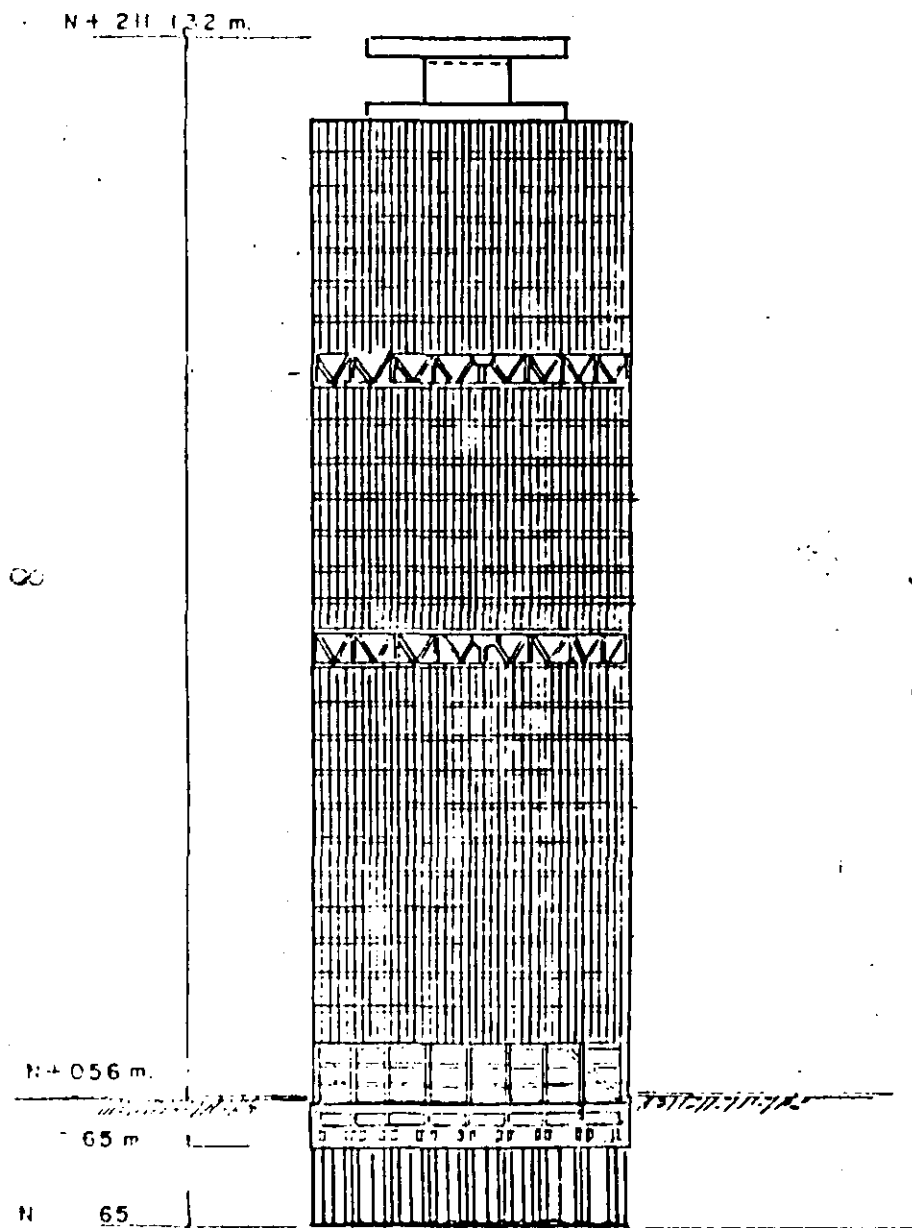
COMO PUEDE APRECIARSE CADA FRENTE DE TRABAJO SE INICIO CON LI-
MITES DE TIEMPO BIEN DEFINIDOS, CONSIDERANDO HOLGURAS LIMITADAS POR
LAS INCLEMENCIAS DEL TIEMPO, IMPREVISTOS Y UNA SERIE DE CAMBIOS QUE
SOBRE LA MARCHA Y QUE COMO ADECUACION SE HAN HECHO.

EN CADA FRENTE DE TRABAJO SE ELABORARON PROGRAMAS DE CAMINO --
CRITICO CON DIAGRAMAS DE FLECHAS, DANDO FECHAS DE INICIACION TEMPRA
NA Y TARDIA PARA CADA EVENTO Y CON HOLGURAS QUE LAS MISMAS REDES RE
QUERIAN SE FUERON ESTAS AJUSTANDO Y OBTENIENDO ASI LAS FECHAS DE --
TERMINACION QUE CON EL CRITERIO DE LA DISPONIBILIDAD OPORTUNA QUE -
EN EL SITIO REQUERIDO SE TIENE PARA CADA UNIDAD QUE SE TRATE.

PARA UNA MEJOR OBJETIVIDAD, SIENDO SOLO PARA CONSTRUCCION, SE-

PRESENTA UN CUADRO (FIG. 7) EN EL QUE SE APRECIAN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES Y SU INTERRELACION ENTRE ELLAS.

COMPARATIVA TORRE DE PEMEX VS PLATAFORMA MARINA



EQUIPO DE PERFORACION SOBRE CHALAN, EN UN CANAL DRAGADO EN ZONA PANTANOSA.

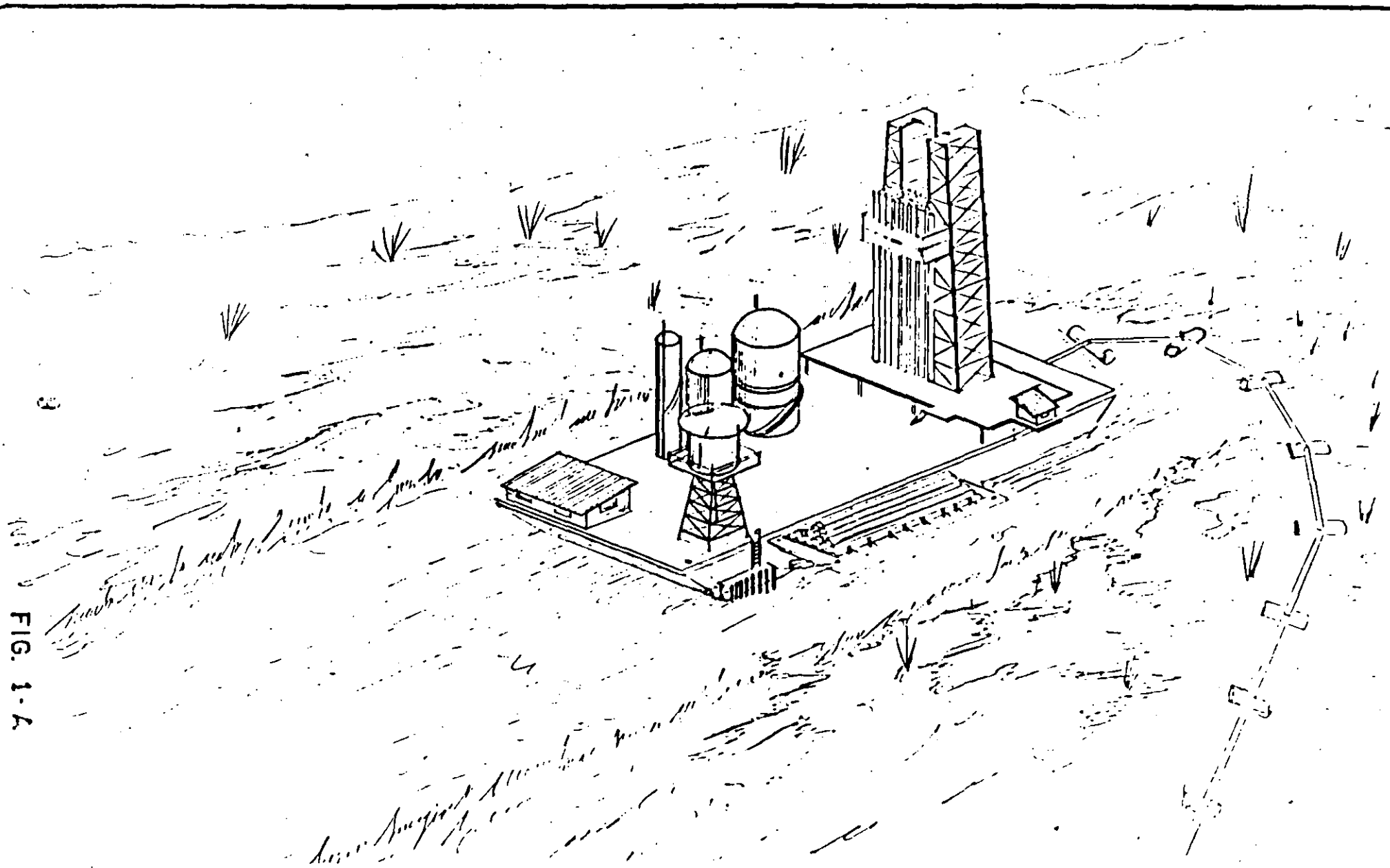
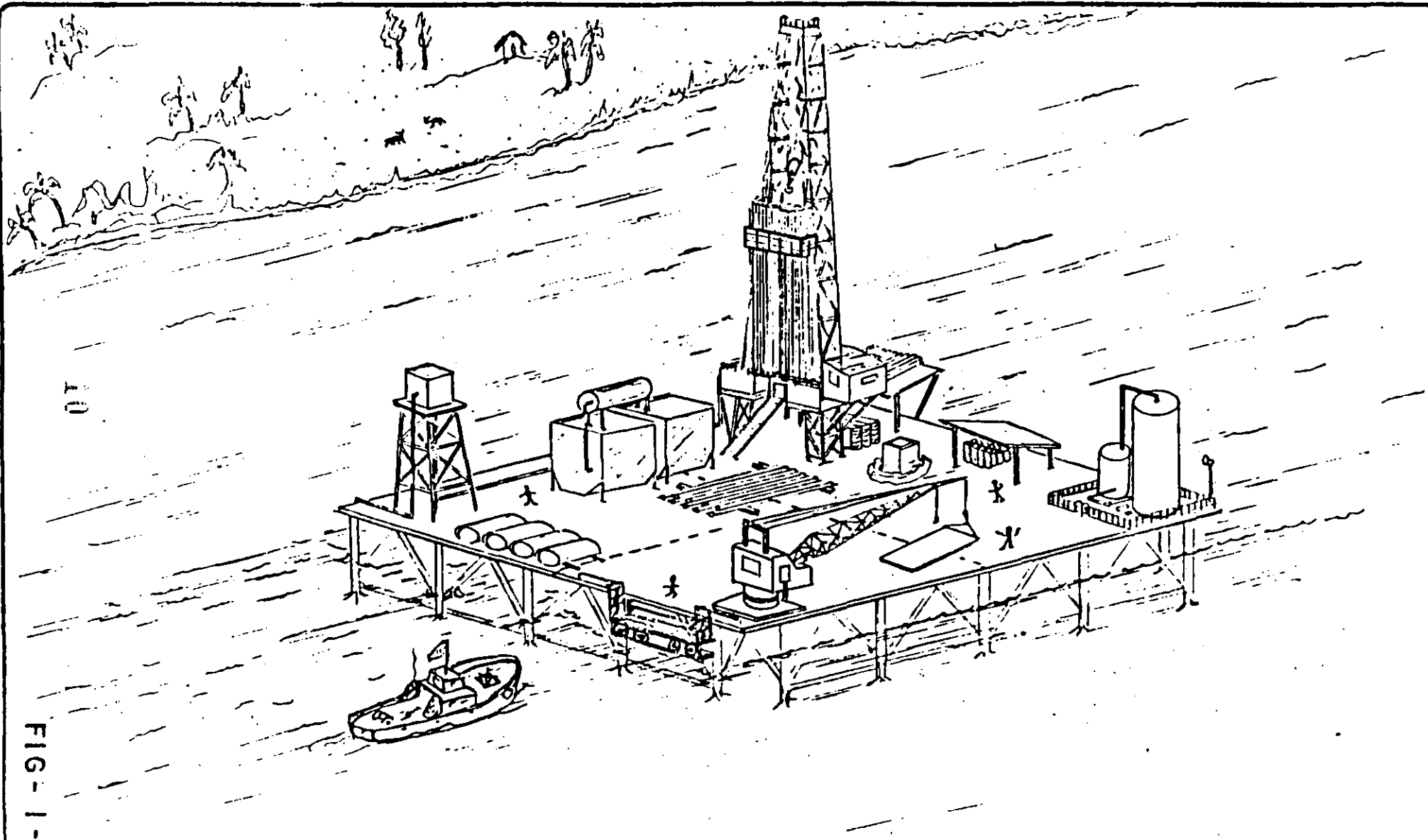


FIG. 1-A

EQUIPO DE PERFORACION SOBRE UNA ESTRUCTURA TIPO TAPANCO EN ZONA LACUSTRE



10

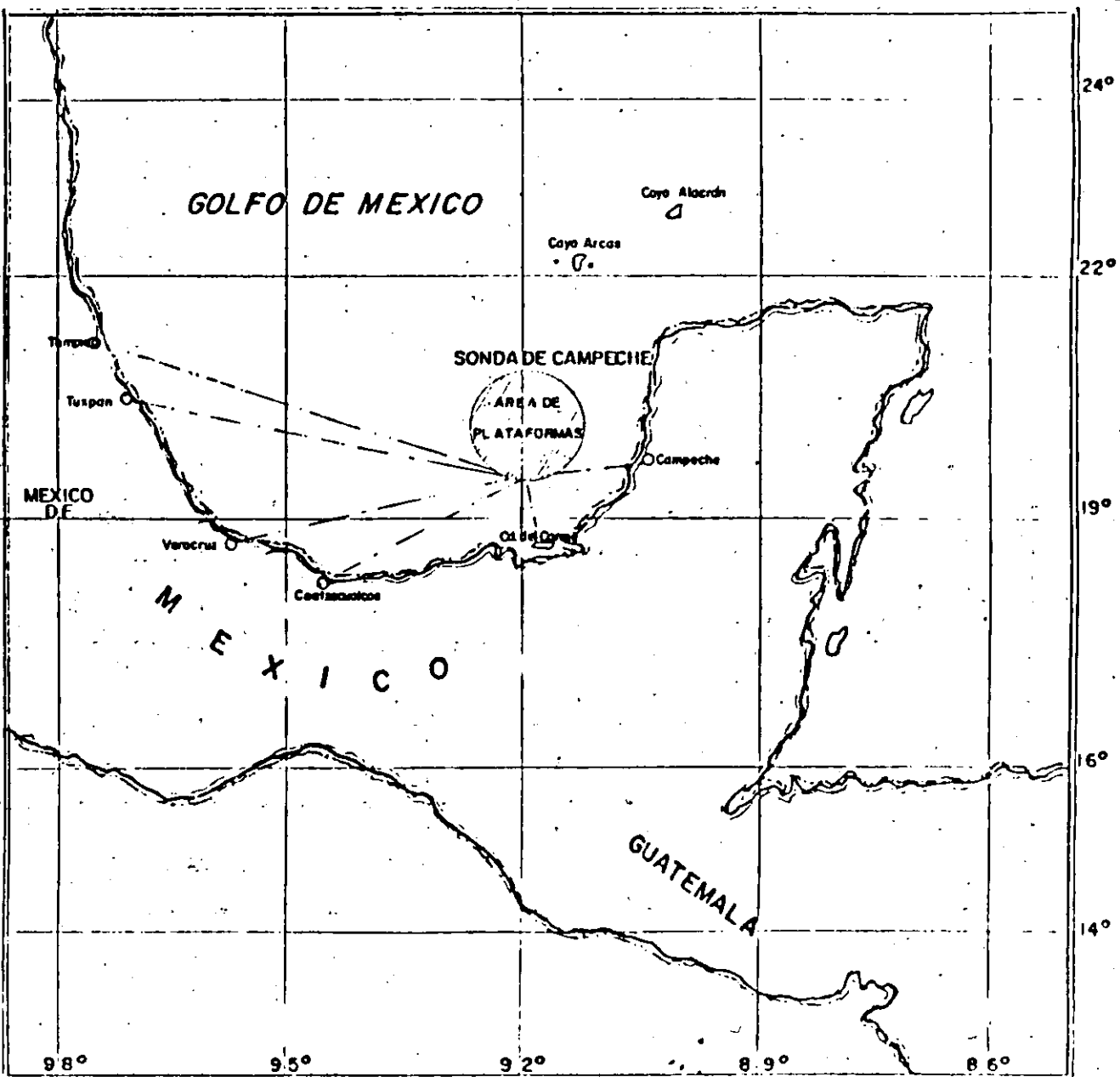
FIG - 1 - B

SONDA DE CAMPECHE EN EL GOLFO DE MEXICO

NOTAS GENERALES

El sistema de coordenadas es Cuadrícula Universal Transversal de MERCATOR (U.T.M.), Esferoide de Clarke 1866, Meridiano Central $93^{\circ}00'00''$ W.G., y están referidas al NORTH AMERICAN DATUM de 1927.

Las coordenadas definitivas de las plataformas fueron obtenidas mediante el Sistema de Translocación utilizando receptores GEOCEIVER MX-502 y Satélites Topográficos TRANSIT.



LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS MARINOS

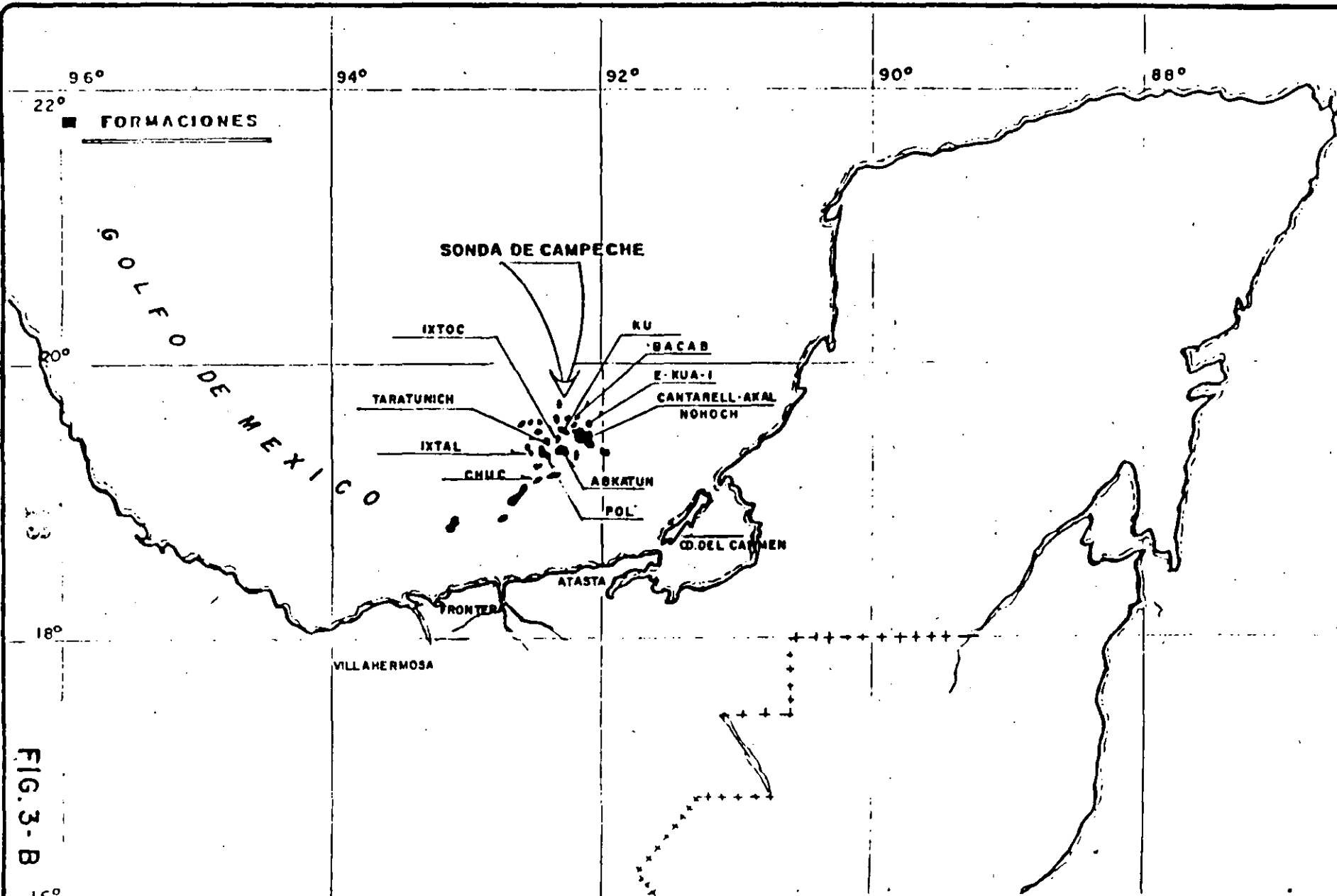
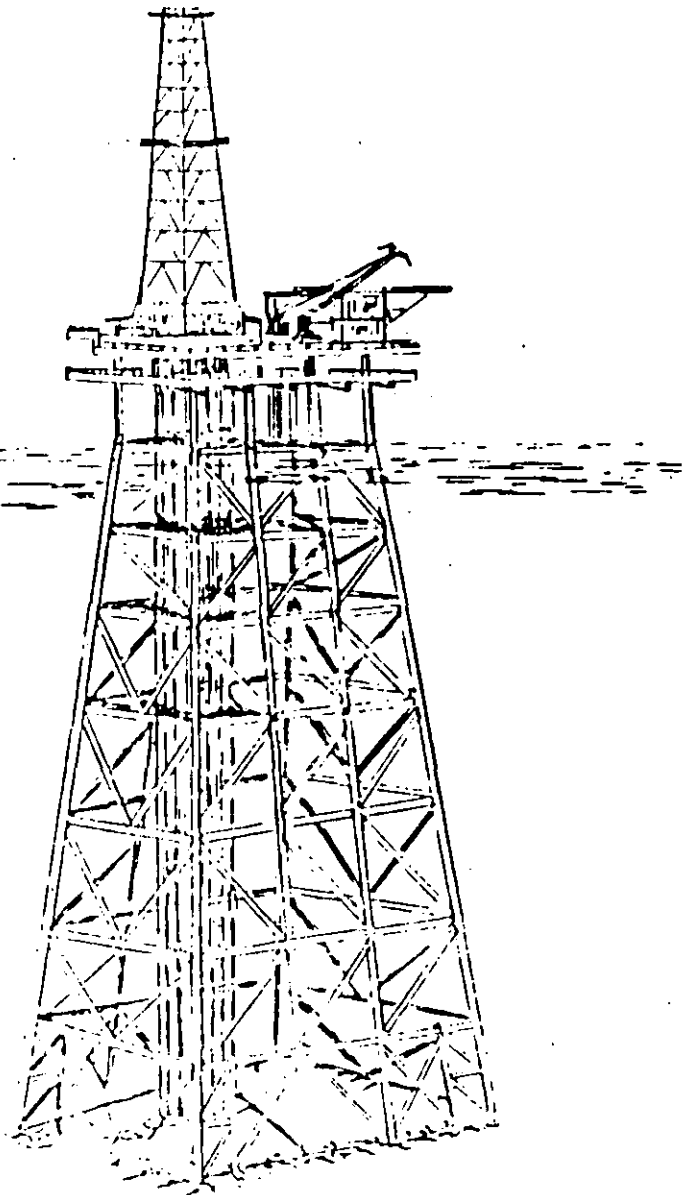
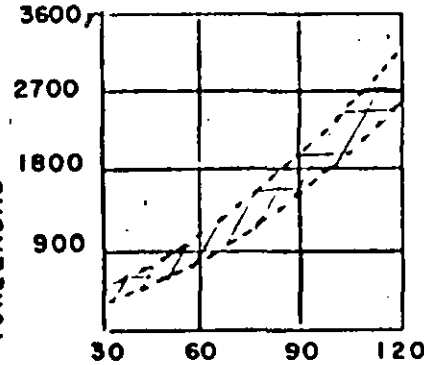


FIG. 3-B

PLATAFORMA MARINA



PESO DE LA SUBESTRUCTURA
TONELADAS



RESUMEN DE DATOS DE LA PLATAFORMA

CONDUCTORES	12 o 24 de 26 pulgadas de diametro
DIMENSIONES DE LA CUBIERTA	
PERFORACION	22 m. x 47 m.
PRODUCCION	22 m. x 50 m
CONDICIONES DEL SITIO	
TIRANTE DE AGUA	120 m
ALTURA DE OLAS	18 m
VIENTO	266 KPH
CARGA DE PERFORACION	3000 o 3500 TONS.
TIEMPO REQUERIDOS PARA DESARROYO	
INGENIERIA	4 meses.
FABRICACION	9 meses
INSTALACION	1 mes.
PESOS ESTIMADOS	
CUBIERTA	680 o 940 TONS.
SUBESTRUCTURA	2750 o 3200 TONS
PILOTES	2200 o 2500 TONS.
COSTO ESTIMADO EN MILLONES DE PESOS	
INGENIERIA	2 o 7
MATERIALES Y FABRICACION	180 o 220
INSTALACION	35 o 50
TOTAL	217 o 277

BARCO EN TENDIDO DE TUBERIA

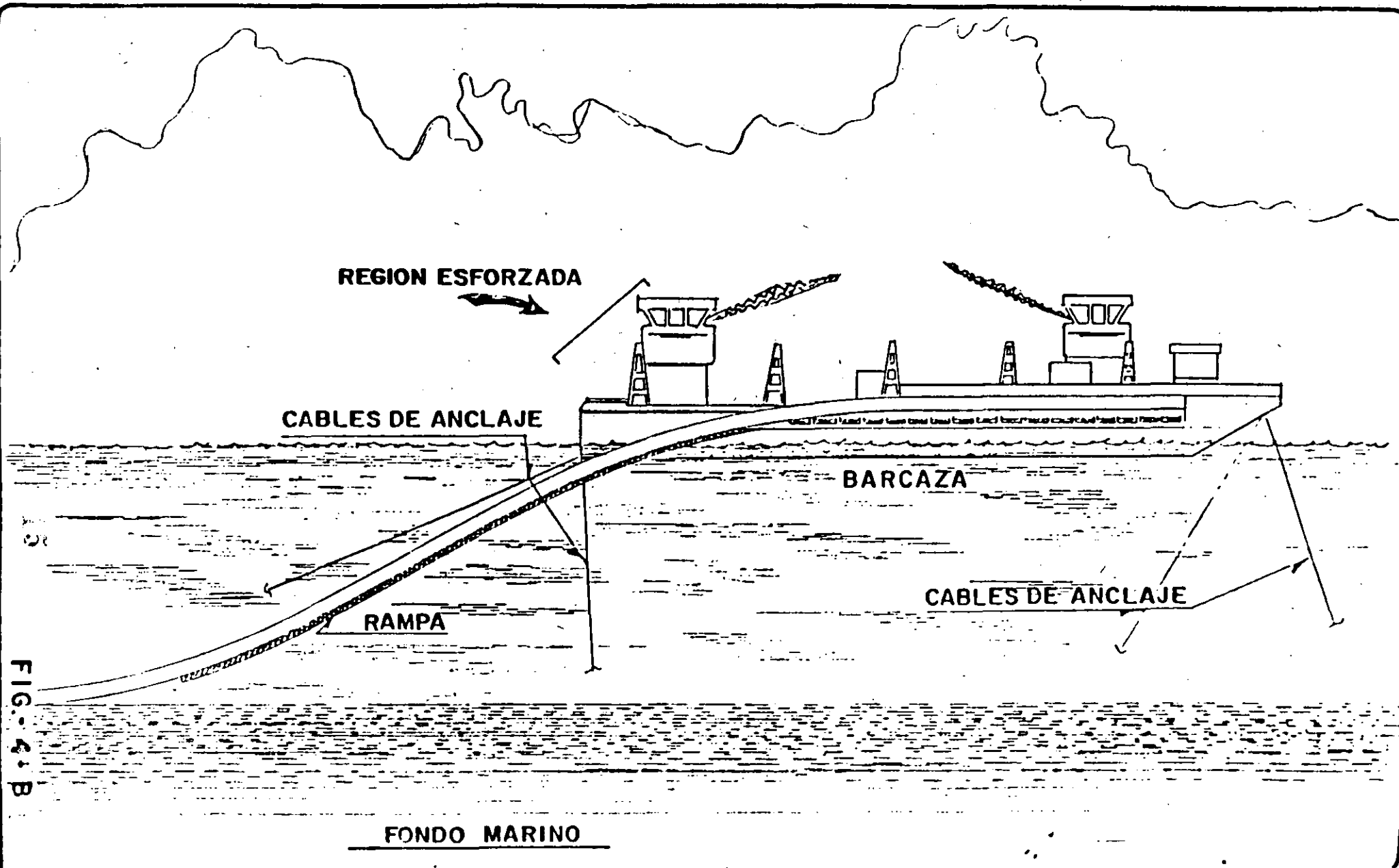
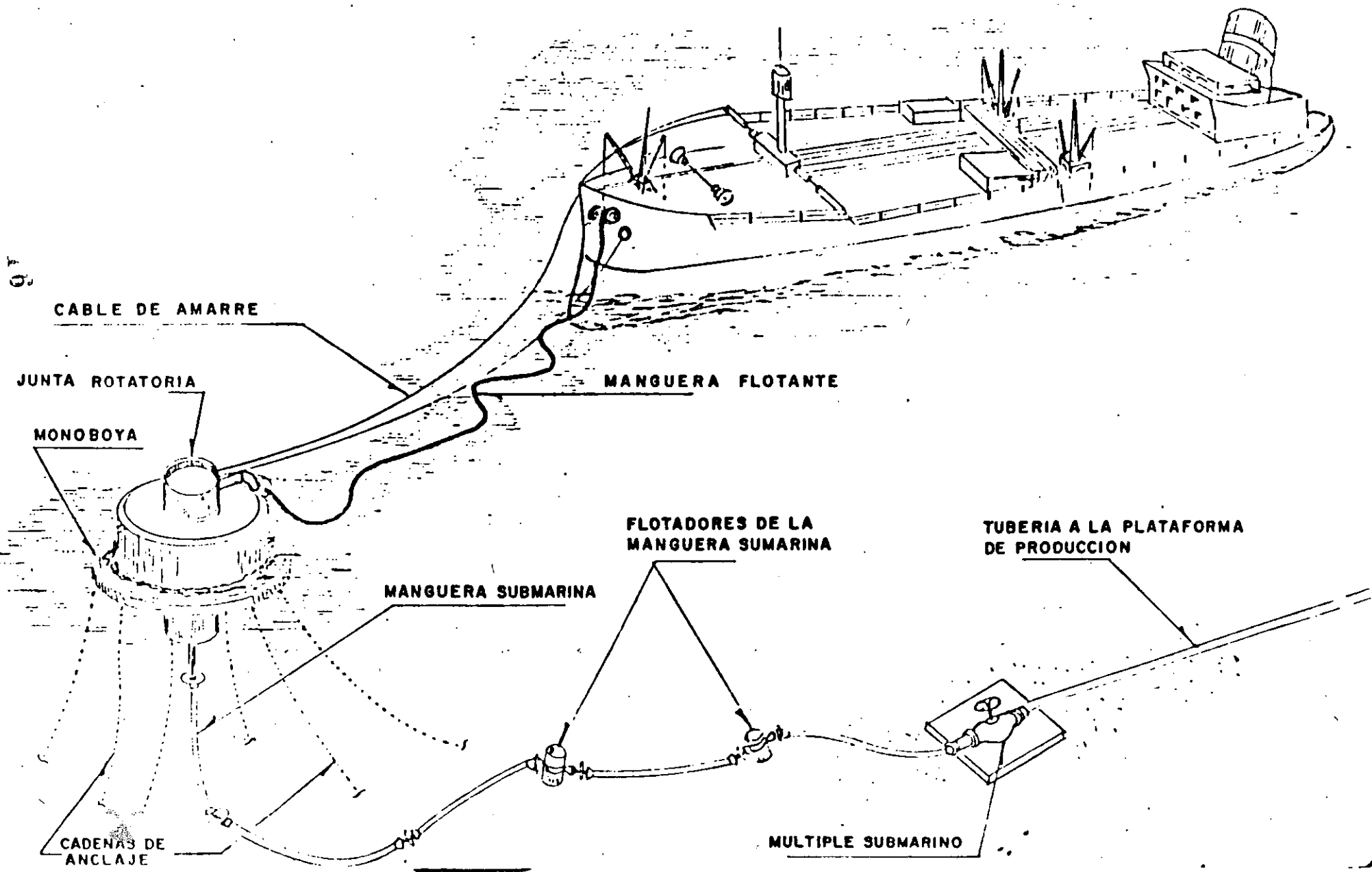


FIG. 4. B

BOYA DE CARGA Y BUQUETANQUE



OPERACION DE ENTERRADO DE TUBERIA

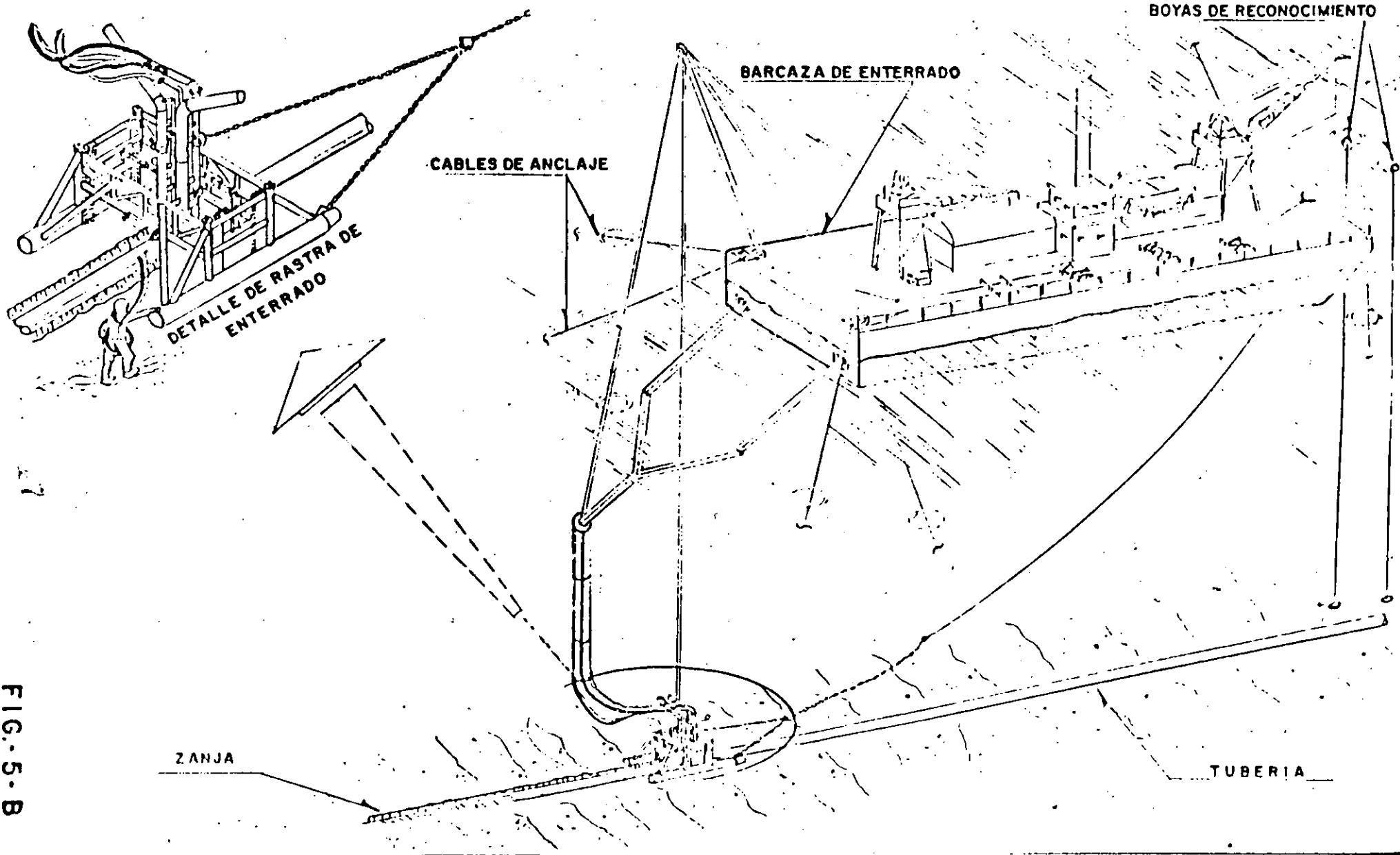
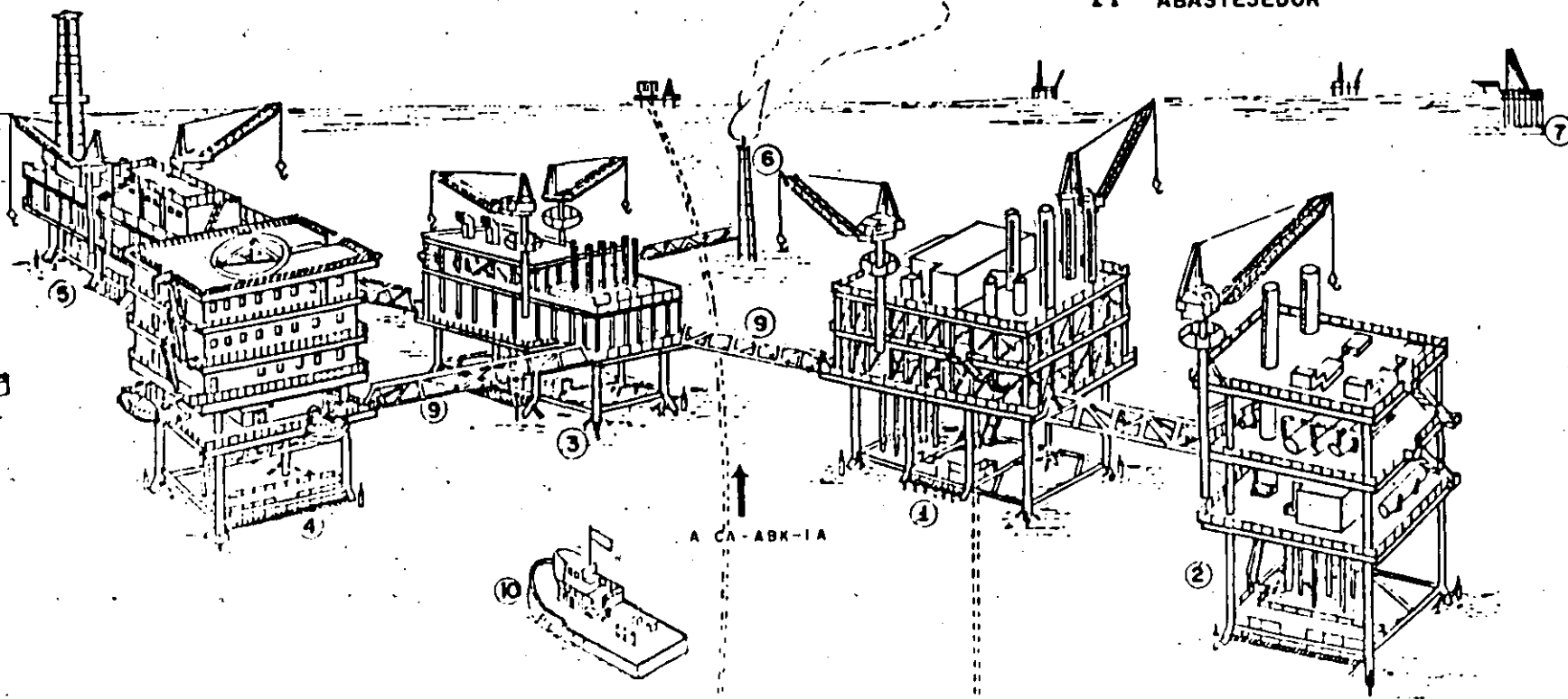


FIG.-5.-B

VISTA GENERAL DE UN COMPLEJO DE PLATAFORMAS

- 1 = PLATAFORMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO
- 2 = TETRAPODO DE TRATAMIENTO
- 3 = PLATAFORMA DE CONTROL Y SERVICIOS
- 4 = TETRAPODO HABITACIONAL
- 5 = PLATAFORMA DE PERFORACION
- 6 = TRIPODE DEL QUEMADOR
- 7 = PLATAFORMA DE INYECCION DE AGUA
- 8 = HELICOPTERO
- 9 = PUENTES DE COMUNICACION
- 10 = REMOLCADOR
- 11 ABASTESEDOR



COORDINACION GENERAL EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS

INGENIERIA BASICA

FABRICACION

OPERACIONES MARINAS

ESTUDIOS OCEANOGRAFICOS	OLEAJE CORRIENTES MARINAS MAREAS VIENTOS TORNMENTAS EVAPORACION PRECIPITACION HUMEDAD
ESTUDIOS GEOFISICOS	BATIMETRICOS TOPOGRAFICOS FOTOGRAFICOS
ESTUDIOS GEOTECNICOS	MECANICA DE SUELOS SONDEOS MUESTREOS RESISTENCIAS HUMEDAD CLASIFICACION PRUEBAS FISICAS
DESARROLLO DE INGENIERIA DE PROYECTO	PROYECTAR ANALIZAR DISEÑAR COORDINAR COMPRAS ASISTIR A CAMPO INVESTIGACION

PROGRAMACION OBRA
 INGENIERIA DE TALLER
 PROCURACION DE MATERIALES
 RECEPCION DE MATERIALES Y
 ALMACENAMIENTO
 HABILITADO
 MONTAJE
 SOLDADURA
 PINTURA
 INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD
 CARGA Y AMARRE
 REPARACION Y PINTURA
 CONTROL DE OBRA
 PAGOS
 ADMINISTRACION GENERAL

TRANSPORTE
 OPERACION DE LANZAMIENTO
 INSTALACION
 INTERCONEXION
 PRUEBAS Y ARRANQUES
 MANTENIMIENTO
 CONTROL DE CALIDAD
 CONTROL DE OBRA
 PAGOS
 ADMINISTRACION GENERAL

II.- DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS

EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE PLATAFORMAS ES UNA PROBLEMATICA-RESUELTA EN ETAPAS CUYA ORIENTACION OBEDECE A VARIOS FACTORES, QUE-ORDENADOS PODEMOS RESUMIR EN:

- DEFINICION DE FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA: ELECCION DEL TIPO DE -- PLATAFORMA EN ATENCION A SU OBJETIVO DE USO.
- MEDIO AMBIENTE DE LOCALIZACION: OLEAJE, CORRIENTES, MAREAS, VIEN- TOS, CICLONES, EVAPORACION, LLUVIAS, HUMEDAD, SISMOS, SUELOS Y -- SUBSUELOS MARINOS, CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y MECANICAS, TIRAN- TE DE AGUA, ETC.
- FUNCIONES DE OPERACION: CARGAS ESTATICAS, VIVAS Y ACCIDENTALES, - RIESGOS POTENCIALES DE OPERACION, SU INTERRELACION CON OTRAS INS- TALACIONES, OPERACION DE BARCOS, ETC.
- DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGIA Y ECONOMIA NACIONAL: INFRAESTRUCTURA DE CONSTRUCCION, DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN LA ZONA, INFRAES- TRUCTURA DE TRANSPORTE, CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION, - ETC.

DEL ANALISIS DE LOS FACTORES ANTERIORES RESULTA LA DECISION -- DEL TIPO DE PLATAFORMA ASI COMO SU ESTRUCTURACION, DISTRIBUCION AR- QUITECTONICA, DIMENSIONES, CAPACIDAD, PROTECCION, ETC., QUE CONSTI- TUYE EN SI EL PROYECTO DE LA PLATAFORMA.

LAS TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS HAN EVOLUCIONADO EN FUNCION A LAS NECESIDADES DE EXPLORACION Y EX-- PLOTACION DE YACIMIENTOS EN AREAS FUERA DE COSTA Y A LAS CONDICIO-- NES DINAMICAS Y ESTATICAS DEL MEDIO AMBIENTE. LA PRIMERA PLATAFORMA FUERA DE LA COSTA FUE CONSTRUIDA POR ESTADOS UNIDOS EN VERMILION, - FLORIDA EN 1947. EN ESTA SE UTILIZARON POR PRIMERA VEZ MIEMBROS TU- BULARES PARA LAS COLUMNAS DE SOPORTE; SU INSTALACION SE EFECTUO CON UNA BARCAZA DE 75 TON. Y EL TIRANTE DE AGUA ERA DE 6 M.

LA EXPERIENCIA ANTERIOR DEFINIO UN SISTEMA DE DISEÑO QUE AUN -

SE MANIFIESTA EN PROYECTOS RECIENTES, EN LAS CUALES LAS PLATAFORMAS ESTAN CONSTRUIDAS POR SUPERESTRUCTURAS Y SUBESTRUCTURAS TUBULARES - EN LOS ULTIMOS QUINCE AÑOS LA TECNOLOGIA DE DESPLANTE DE PLATAFORMAS EN AGUAS CADA VEZ MAS PROFUNDAS HA PROGRESADO EN FORMA IMPORTANTE, SIENDO YA COMUNES LAS PLATAFORMAS CON TIRANTES DE AGUA DE 150 A 300 M., COMO LAS DE MURCHISON DE 156 M. Y MAGNUS DE 185 M. EN EL MAR DEL NORTE; LA DE HONDO EN CALIFORNIA DE 260 M. Y LA DE COGNAC, EN EL GOLFO DE MEXICO DE 310 M. EN E.U.

ESTA TECNOLOGIA HA DADO LUGAR AL DISEÑO DE DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS, DEPENDIENDO DEL TIRANTE Y EL USO A QUE SE DESTINE, SIENDO LAS MAS COMUNES LAS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN.

"PLATAFORMAS MOVILES PARA EXPLORACION"

PARA TRABAJOS DE EXPLORACION, EXISTEN VARIOS TIPOS DE "PLATAFORMAS MOVILES" ENTRE LAS QUE SE PUEDEN MENCIONAR LAS SIGUIENTES: PLATAFORMAS LASTRALES O SUMERGIBLES.- ESTE TIPO DE PLATAFORMA ES UTILIZADA PARA TIRANTES DE AGUA HASTA DE 50M., SE INSTALAN MEDIANTE LA INUNDACION DE SUS DEPOSITOS FLOTADORES O PONTONES, LOS CUALES QUEDAN APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE EL PISO MARINO. DE ESTA MANERA SE CREAN CONDICIONES DE TRABAJO SEMEJANTES A LAS QUE SE TIENEN EN TIERRA FIRME, ESTO ES, LA UNIDAD NO ALTERA SU POSICION CON RESPECTO AL POZO POR EFECTO DEL OLEAJE.

UNA VEZ TERMINADOS LOS TRABAJOS, LA PLATAFORMA ES PUESTA A FLOTE EVACUANDO EL AGUA DE LASTRE, CON LO QUE PUEDE SER TRASLADADA A OTRO SITIO DE TRABAJO.

LAS UNIDADES TOTALMENTE SUMERGIBLES HAN DEMOSTRADO SER ADECUADAS PARA SU UTILIZACION EN AGUAS BAJAS Y ESPECIALMENTE EN ZONAS PANTANOSAS. SIN EMBARGO, MUESTRAN ASPECTOS DESVENTAJOSOS EN CUANTO A PROBLEMAS DE ESTABILIDAD DURANTE EL TRANSPORTE Y, ADEMÁS, PORQUE LAS EROSIONES EN EL LECHO MARINO PRODUCEN DAÑOS EN LOS PUNTOS DE APOYO DE LOS FLOTADORES. NO OBSTANTE, COMPARADAS CON LOS OTROS

TIPOS, LAS UNIDADES TOTALMENTE SUMERGIBLES REGISTRAN MENOR CANTIDAD DE DAÑOS. (FIG. 8)

PLATAFORMAS AUTOELEVABLES

ESTAS PLATAFORMAS SON LAS MOVILES MAS COMUNMENTE USADAS PARA TRABAJAR EN TIRANTES DE AGUA HASTA DE 100 M. HOY EN DIA, DE LAS -- INSTALACIONES MOVILES DE PERFORACION EL MAYOR NUMERO CORRESPONDE A LAS UNIDADES AUTOELEVABLES. LA PLATAFORMA, SOBRE LA QUE SE ENCUEN-- TRA MONTADA LA TORRE DE PERFORACION, ES CONSTRUIDA EN FORMA DE BALSA Y CONTIENE EN VARIAS CUBIERTAS, DISPUESTAS UNA ENCIMA DE OTRA TO-- DO EL EQUIPO NECESARIO PARA LA PERFORACION, ASI COMO LA PLANTA DE -- FUERZA, ALMACENES, CAMPAMENTOS, ETC.

LAS PATAS SOBRE LAS QUE SE APOYA LA UNIDAD, Y CUYO NUMERO LLEGA A -- SER HASTA DE 12, ESTAN DISPUESTAS EN SU PERIMETRO. ESTAS PATAS ES-- TAN HECHAS A BASE DE CILINDROS HUECOS O ARMADURAS DE ACERO. SU LON-- GITUD DEPENDE DE LA PROFUNDIDAD DE OPERACION PREVISTA.

CUANDO LA UNIDAD SE ENCUENTRA SOBRE EL PUNTO DE OPERACION, LAS PATAS SON BAJADAS AL FONDO MARINO, INMEDIATAMENTE DESPUES LA PLATA-- FORMA ES LEVANTADA SOBRE SUS PATAS HASTA UNA ALTURA SUFICIENTE SO-- BRE EL NIVEL DEL MAR, PARA QUE EL OLEAJE NO PUEDA ALCANZAR LA SUPER ESTRUCTURA.

UNA VEZ QUE LA UNIDAD AUTO-ELEVABLE HA SIDO APOYADA, PUEDE SER OPERADA CON BASTANTE INDEPENDENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMATOLOGI-- CAS QUE IMPERAN EN EL SITIO Y EMPLEAR PRACTICAMENTE LA MISMA TECNI-- CA DE PERFORACION QUE EN TIERRA FIRME. NO SE TIENE, COMO EN EL CASO DE LAS UNIDADES SEMISUMERGIBLES Y DE LOS BARCOS DE PERFORACION, LOS PROBLEMAS DE EMPLAZAMIENTO Y ESTABILIZACION. EL CABEZAL DEL POZO Y EL PREVENTOR PUEDEN SER INSTALADOS DIRECTAMENTE POR DEBAJO DE LA -- PLATAFORMA DE TRABAJO SOBRE EL AGUA. CON ESTO SE REDUCE EL PELIGRO DE CONTAMINACION DEL AGUA Y AUMENTA LA SEGURIDAD EN LA PERFORACION.

DADO QUE LAS UNIDADES AUTO-ELEVABLES COMBINAN LA MOVILIDAD -- CON LAS VENTAJAS DE OPERACION DE LAS ESTRUCTURAS FIJAS DE ACERO, -- SE PROCURA EMPLEARLAS SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES DEL FONDO MARINO- LO PERMITAN. SU DESVENTAJA ES SU VULNERABILIDAD DURANTE EL REMOLQUE E INSTALACION. LA MAYOR PARTE DE LOS DAÑOS Y PERDIDAS TOTALES SE -- ORIGINAN CUANDO LAS PATAS SE ENCUENTRAN LEVANTADAS Y SOBRESALEN DE- LA SUPERFICIE DEL MAR. TAMBIEN CORREN GRAVES PELIGROS CUANDO SE PRE- SENTAN ERUPCIONES INCONTROLABLES DE GAS O PETROLEO. (FIG. 9)

"PLATAFORMAS SEMISUMERGIBLES"

DURANTE LOS ULTIMOS AÑOS HA SIDO ESTE EL TIPO FAVORITO DE --- CONSTRUCCION PARA SER OPERADO EN CONDICIONES ESPECIALMENTE ADVERSAS EL OBJETIVO QUE SE PERSIGUIO EN EL DISEÑO DE LAS UNIDADES SEMISUMER- GIBLES FUE EL DE REDUCIR A UN MINIMO POSIBLE LOS EFECTOS DE OLEAJE- EN LOS TRABAJOS DE PERFORACION. ACTUALMENTE GOZAN DE GRAN DEMANDA - ESTAS UNIDADES, ESPECIALMENTE LAS GRANDES DE 30,000 BARRILES DE --- 50,000 TONELADAS. LA PLATAFORMA DE TRABAJO Y DEMAS INSTALACIONES - REPARTIDAS EN VARIAS CUBIERTAS, SE ENCUENTRAN LIGADAS A LOS FLOTADO- RES, DE DIVERSAS FORMAS, SEGUN EL TIPO DE ESTAS, GENERALMENTE ME--- DIANTE COLUMNAS HUECAS DE ENTRE 30 Y 45 METROS DE LONGITUD.

ANTES DE INICIAR LA PERFORACION, LOS FLOTADORES SON ESTABILIZA- DOS A UNA PROFUNDIDAD DE ENTRE 15 Y 25 METROS INUNDANDO LOS TANQUES DE LASTRE. DE ESTA MANERA LOS FLOTADORES SE MANTIENEN EN UNA ZONA - RELATIVAMENTE TRANQUILA Y QUE NO ESTA SUJETA A LOS EFECTOS DEL OLEA- JE EN LA SUPERFICIE.

LAS GRANDES UNIDADES SEMISUMERGIBLES PUEDEN TRABAJAR A UN EN - PRESENCIA DE OLAS HASTA DE 10 METROS DE ALTURA. AL SER OPERADO EN - EL MAR DEL NORTE, PUDIERON EN ALGUNOS CASOS, REDUCIR A UN 5% LAS - INTERRUPCIONES POR MAL TIEMPO.

EXISTE PUES UNA TENDENCIA A EMPLEAR CADA VEZ MAS UNIDADES SE - MISUMERGIBLES EN ZONAS CON PELIGRO DE MAL TIEMPO, YA SEA PARA EL -- TENDIDO DE TUBERIAS, COMO GRUAS FLOTANTES, HABITACIONALES, O BIEN -

COMO PLATAFORMAS DE PERFORACION Y PRODUCCION. LAS UNIDADES FLOTAN -
TES MODERNAS SE ENCUENTRAN EQUIPADAS CON MOTORES DIESEL-ELECTRICOS-
PARA SU AUTOPROPULSION, HACIENDOSE ASI INNECESARIO SU REMOLQUE. EN-
POSICION EMERGIDA LA UNIDAD ALCANZA UNA VELOCIDAD DE CRUCERO SUPE--
RIOR A 15 KM/H.

LA OPERACION DE LAS UNIDADES SEMISUMERGIBLES DE PERFORACION, -
REQUIERE EN COMPARACION CON LAS TORRES DE PERFORACION FIJAS, UNA --
TECNICA DE PERFORACION DIFERENTE Y MAS COMPLICADA PORQUE EL CABEZAL
DEL POZO Y EL PREVENTOR DEBEN DE SER INSTALADOS EN EL FONDO DEL MAR,
YA QUE LA LARGA TUBERIA DE ASCENCION NO PODRIA SOPORTAR LAS GRANDES
PRESIONES QUE EVENTUALMENTE PROVINIERAN DEL YACIMIENTO. ASIMISMO, -
SU SUSPENSION DEBERA SER MUY FLEXIBLE Y A BASE DE CONEXIONES UNIVER
SALES A FIN DE PODER ABSORBER LOS INEVITABLES CAMBIOS DE POSICION -
ENTRE EL POZO Y LA PLATAFORMA DE PERFORACION. ESPECIALMENTE POR LO-
QUE SE REFIERE A MOVIMIENTOS VERTICALES, LA TUBERIA DE BARRENACION-
Y LA TUBERIA DE ASCENCION DEBERAN SER CAPACES DE ABSORVER DESPLAZA-
MIENTOS EN DICHA DIRECCION PARA COMPENSAR LOS MOVIMIENTOS DE LA PLA
TAFORMA (FIG. 10)

"BARCOS DE PERFORACION"

ESTOS BARCOS ENTRAN DENTRO DEL TIPO DE UNIDADES MOVILES, SIEN-
DO LOS PRIMEROS ADPATADOS DE BUQUES MERCANTES O DE BARCOS SOBANTES
DE LAMARINA DE GUERRA DE LOS ESTADOS UNIDOS. A PESAR DE QUE SU GRAN
SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL AGUA HACE A ESTOS BUQUES SUMAMENTE --
SENSIBLES AL OLEAJE, RESULTAN APROVECHABLES Y BARATOS EN SU ADQUI_S
CION.

ALGUNOS DE ESTOS EQUIPOS SIGUEN OPERANDOSE HASTA LA FECHA. LA-
INSTALACION SOBRE EL BUQUE DE LA TORRE DE PERFORACION, LA MESA ROTA
RIA Y LA ABERTURA DE PERFORACION NO PRESENTAN MAYORES DIFICULTADES.

DEBIDO A SU CONDICION DE NAVES PUEDEN SOPORTAR EL MAS FUERTE -
OLEAJE. DE ACUERDO CON INFORMACIONES COINCIDENTES DE LOS ASEGURADO-
RES DE TRANSPORTE, LOS BARCOS DE PERFORACION GOZAN DEL MAS BAJO ---

PORCENTAJE DE DAÑOS TOTALES ENTRE TODAS LAS INSTALACIONES MOVILES.

LA MAYOR DESVENTAJA DE LOS BARCOS DE PERFORACION SIGUE SIENDO SU INMEDIATA REACCION ANTE EL VIENTO Y EL OLEAJE, A PESAR QUE SE INTRODUJO UN SISTEMA DE ANCLAJE QUE PERMITE AL BUQUE COLOCARSE EN EL ANGULO MAS FAVORABLE CON RESPECTO AL VIENTO Y AL OLEAJE, ES DECIR, ROTAR ALREDEDOR DEL EJE DE BARRENACION Y AUN ASI NO LES ES POSIBLE EFECTUAR TRABAJOS DE PERFORACION EN PRESENCIA DE OLAS CON ALTURAS SUPERIORES A 4 O 5 METROS, DEBIDO A QUE NO HA SIDO POSIBLE REDUCIR APRECIABLEMENTE LOS DESPLAZAMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE.

ESTE PROBLEMA PUDO ELIMINARSE MEDIANTE EL DESARROLLO COMPUTARIZADO DEL SISTEMA, ACTUALMENTE CASI PERFECTO DE MARCACION DINAMICA, QUE PERMITE ELIMINAR TOTALMENTE EL ANCLAJE PERO QUE AUN RESULTA EXCESIVAMENTE CARO. (FIG. 11)

"PLATAFORMAS FIJAS DE PERFORACION Y PRODUCCION"

DENTRO DEL GRUPO DE LAS PLATAFORMAS FIJAS DE PERFORACION Y PRODUCCION SE ENCUENTRA LA DE GRAVEDAD, LA DE TORRE DE DESPLANTE, LA DE COLUMNAS A TENSION POR MEDIO DE CABLES Y LA DE EMPOTRAMIENTO PLATAFORMAS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN EN FORMA RESUMIDA.

"PLATAFORMAS DE GRAVEDAD DE CONCRETO"

LA CARACTERISTICA PRINCIPAL DE ESTAS PLATAFORMAS ES SU ENORME PESO, QUE POR SI SOLAS SON SUFICIENTES PARA RESISTIR EL ATAQUE DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO. LAS FUERZAS ASCENCIONALES PRODUCIDAS POR SU VOLUMEN SON REDUCIDAS MEDIANTE LASTRADO. A LA FECHA EXISTE GRAN VARIEDAD DE ESTAS, PRINCIPALMENTE EN EL MAR DEL NORTE. DE ACUERDO CON EL TIPO ELEGIDO SE COMPONEN DE ENTRE 5 HASTA 100 CELDAS CILINDRICAS O RECTANGULARES, OCUPANDO UN AREA DE APOYO QUE POR LO GENERAL ABARCA UNOS 10,000 M² . DE FORMA CIRCULAR O POLIGONAL. LA ALTURA DE LA SECCION DE FONDO ES DE 40 A 65 M. SOBRE ESTA BASE SE LEVANTAN, COMO PROLONGACION DE LAS CELDAS, DE 2 A 4 TORRES O COLUM--

NAS CUYA SECCION SE REDUCE HACIA LA PUNTA SUPERIOR, CON UNA ALTURA DE 100 A 140 M. Y SOBRE LAS CUALES DESCANSA LA CUBIERTA.

POR CONSIDERAR ESTE TEMA DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL SUPERVISOR A CAPACITARSE, SE DESCRIBIRA A CONTINUACION EL PROCEDIMIENTO DE FABRICACION, ASI COMO LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA ESTRUCTURA "CONDEEP", EN ESTE CASO LA STATFJORD "A", PLATAFORMA DE CONCRETO LOCALIZADA ACTUALMENTE EN LA ZONA DEL MISMO NOMBRE EN EL MAR DEL NORTE.

A CONTINUACION Y A TRAVES DE LA FIG. 12 Y 12A SE ILUSTRAN LA FABRICACION, EL TRANSPORTE Y LA COLOCACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD DE CONCRETO.

AL IGUAL QUE LO QUE OCURRE EN LA CONSTRUCCION DE UNA SUPERPLATAFORMA DE ACERO, LOS TRABAJOS COMIENZAN EN UN DIQUE SECO. SE EMPIEZA POR COLAR EL CONCRETO DE LA SECCION INFERIOR DE LAS CELDAS. UNA VEZ QUE LAS PAREDES HAN ALCANZADO LA ALTURA NECESARIA PARA PODER FLOTAR, SE ABREN LAS COMPUERTAS, LLENANDOSE EL DIQUE DE AGUA PARA QUE POSTERIORMENTE ESTA PRIMERA SECCION SE PONGA A FLOTE Y SE REMOLQUE A AGUAS MAS PROFUNDAS PARA PROSEGUIR SU CONSTRUCCION. DE LAS 19 CELDAS, 16 SON TAPADAS POR LA PARTE SUPERIOR, UNA VEZ QUE HAN ALCANZADO APROXIMADAMENTE 65 METROS DE ALTURA.

SE FORMA ASI UNA BATERIA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON UNA CAPACIDAD DE APROXIMADAMENTE 160,000 M³. LOS 3 CILINDROS RESTANTES SON PROLONGADOS HACIA ARRIBA, ESTOS REPRESENTAN LOS APOYOS PARA LA CUBIERTA DE TRABAJO. DURANTE EL DESARROLLO DEL TRABAJO, LA BATERIA DE RECIPIENTES ES SUMERGIDA PAULATINAMENTE MEDIANTE LA INTRODUCCION DE AGUA Y ARENA DE LASTRE, A FIN DE EVITAR EL TENER QUE TRABAJAR A UNA ALTURA DEMASIADO GRANDE SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA UNA VEZ QUE LAS ULTIMAS CELDAS, QUE POSTERIORMENTE HABRAN DE SOPORTAR LA CUBIERTA DE TRABAJO, HAN ALCANZADO LA ALTURA PREVISTA, EL GRUPO DE FONDO SE DESLASTRA PARCIALMENTE. LA ESTRUCTURA VUELVE A FLOTAR Y ES REMOLCADA NUEVAMENTE HACIA ZONAS MAS PROFUNDAS. AHI VUELVE A SUMERGIRSE LA BATERIA DE RECIPIENTES, LLENANDO LAS DIFE--

RENTES CELDAS CON AGUA HASTA UNA PROFUNDIDAD TAL QUE SEA POSIBLE COLOCAR LA CUBIERTA DE TRABAJO. UNA VEZ TERMINADAS ESTAS OPERACIONES -- SE VACIA PARCIALMENTE LA BATERIA DE RECIPIENTES, DE TAL FORMA QUE -- SOLO EMERJA SOBRE EL AGUA LA PARTE SUPERIOR DE LA MISMA. ENTONCES TO DA LA UNIDAD ES REMOLCADA HASTA EL SITIO EN DONDE SE COLOCARA DEFINI TIVAMENTE LA CUBIERTA O SUPERESTRUCTURA. NUEVAMENTE AHI VUELVEN A -- LLENARSE LOS RECIPIENTES CON AGUA A FIN DE QUE LA PLATAFORMA QUEDE - APOYADA EN EL SUELO MARINO.

EL SUELO EN DICHA ZONA DEBERA SER ABSOLUTAMENTE LISO Y NO PRE-- SENTAR NINGUNA DEPRESION O PROMINENCIA, YA QUE DE OTRA MANERA PODRAN DESARROLLARSE SOBRECARGAS Y ESFUERZOS LOCALES EN LA SECCION DE FONDO DE LA PLATAFORMA, QUE A SU VEZ PODRIA PRODUCIR FISURAMIENTO.

LA ESCASEZ DE SITIOS PARA LA CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS DE GRA VEDAD A BASE DE CONCRETO, QUE SE ENCUENTREN EN LUGARES PROTEGIDOS Y- QUE ADEMAS TENGAN LA PROFUNDIDAD NECESARIA PARA LA CONSTRUCCION, RE- PRESENTA UNA GRAVE DESVENTAJA. ESTE ES EL CASO EN LA REGION COSTERA- DEL MAR DEL NORTE. PRECISAMENTE CUANDO SE TRATA DE PLATAFORMAS DE -- GRAVEDAD, LA IMPORTANCIA DE UN CORTO TRAYECTO ENTRE EL SITIO DE CONS TRUCCION Y EL DE INSTALACION ES DECISIVA, YA QUE EL REMOLQUE, QUE -- DE POR SI REPRESENTA UNA OPERACION NAUTICA DE PRIMER GRADO, SE EFEC- TUA A MUY BAJA VELOCIDAD, APROXIMADAMENTE 1 KM/HORA Y EL PELIGRO DE- QUE SE VEA SORPRENDIDO POR MAL TIEMPO ES SUMAMENTE GRANDE.

COMPONENTES PRINCIPALES DE LA ESTRUCTURA "CONDEEP": LOS PRINCIPALES- COMPONENTES Y LAS DIMENSIONES APROXIMADAS DE LA ESTRUCTURA "CONDEEP" SON COMO SIGUE:

LA BASE CONSTA DE DIECISEIS CELULAS CILINDRICAS DE 66 PIES DE - DIAMETRO POR 213 PIES DE ALTO CADA UNA. TRES CELULAS ADICIONALES SE- LEVANTAN SOBRE EL NIVEL DEL MAR A MODO DE COLUMNAS DE APOYO PARA LA- CUBIERTA Y EL EQUIPO. TODAS LAS CELULAS Y COLUMNAS DE APOYO SON HE-- CHAS DE HORMIGON Y CONSTITUYEN UNA ESTRUCTURA DE GRAVEDAD. EL HORMI- GON TIENE UN ESPESOR DE 31.5 PULGADAS EN LAS PAREDES DE LAS CELULAS-

Y 24 PULGADAS EN LAS COLUMNAS DE APOYO AL NIVEL DEL MAR.

LAS TRES COLUMNAS DE APOYO SON DE CONSTRUCCION CONICA, DISMI -
NUYENDO DE DIAMETRO DESDE 66 PIES EN LA BASE HASTA 42 PIES A UNA AL -
TURA DE 420 PIES SOBRE EL FONDO MARINO. A PARTIR DE ESTE NIVEL, LAS
COLUMNAS SON CILINDRICAS Y EN SU PARTE SUPERIOR SOSTIENEN LA ESTRUC -
TURA DE CUBIERTA A 95 PIES SOBRE EL NIVEL DEL MAR. LA PROFUNDIDAD -
DE AGUA EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLATAFORMA STATF JORD --
"A" ES DE 476 PIES APROXIMADAMENTE.

EL PESO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGON Y ACERO ES DE 225,000 TO -
NELADAS. LA PLATAFORMA HA SIDO DISEÑADA PARA UNA PRODUCCION DE ----
300,000 BARRILES DIARIOS, CON UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE --
1'300,000 BARRILES DE PETROLEO.

CUBIERTA O SUPERESTRUCTURA

LA PLATAFORMA CONSISTE EN UNA ESTRUCTURA DE ACERO CON TRES --
NIVELES DE CUBIERTA, ESTANDO LA PLANTA SUPERIOR A 72 PIES DE LA CU -
BIERTA INFERIOR. LA CUBIERTA INFERIOR ESTA A 580 PIES SOBRE EL FON -
DO DEL MAR Y DESDE LA CUBIERTA INFERIOR HASTA LA PARTE SUPERIOR DE -
LA CUBIERTA DE HELICOPTEROS HAY UNA ALTURA DE 141 PIES.

LA CUBIERTA TIENE 286 PIES DE LARGO Y 178 PIES DE ANCHO.

EN LA CUBIERTA DEL SOTANO Y EL MODULO CONTIENE LA MAYORIA DEL -
EQUIPO DE PROCESO LLEVANDO LA CUBIERTA SUPERIOR EL EQUIPO DE PERFO -
RACION, TALLERES, SALA DE CONTROL, VIVIENDAS Y LA PISTA DE HELICOP -
TEROS. LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA ESTA FABRICADA CON 9714 TONELA -
DAS DE ACERO EN PLANCHAS.

EQUIPO DE PRODUCCION

CAPACIDAD DE 300,000 BARRILES DIARIOS DE PETROLEO. DIARIAMENTE
COMPRIMEN 340 MILLONES DE PIES CUBICOS DE GAS PRODUCIDO A 3100 lbs/
pulg² , DURANTE CUATRO FASES DE SEPARACION MEDIANTE TRES COMPRESO--

RES CENTRIFUGOS ELLIOT DE ACOPLAMIENTO DIRECTO IMPULSADOS POR TRES TURBINAS DE COMBUSTION GENERAL ELECTRIC LM-2500 DE 32,500 C.V.. -- INICIALMENTE, ESTE GAS SERA COMPRIMIDO AUN MAS, O SEA A 600 Lbs/-- pulg², MEDIANTE CINCO COMPRESORES DE PISTON INGERSOLL RAND IMPULSADOS CADA UNO POR MOTORES DE 400 C.V.

EL DISEÑO INCLUYE INSTALACIONES PARA INYECCION DE AGUA CON CAPACIDAD DE 300,000 BARRILES DIARIOS.

TAMBIEN HAY INSTALACIONES PARA TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, - AGUA DE LASTRE ALMACENADA, ASI COMO DEL AGUA SEPARADA DEL PROPIO - CRUDO, ETC.

LA CAPACIDAD DE BOMBEO DEL CRUDO PARA CARGAR LOS BUQUES TANQUES PETROLEROS ES DE 60,000 BARRILES POR HORA. EL PESO TOTAL DE LA SUPERESTRUCTURA INCLUYENDO TODOS LOS EQUIPOS, ES DE 50,000 TONELADAS APROXIMADAMENTE.

GRUPO ELECTROGENO

CUENTA CON 3 GENERADORES DE TURBINA DE COMBUSTION G.E. LM-2500 DE 19 MW CADA UNO.

3 GENERADORES DE TURBINA DE COMBUSTION "KANGSBERT VIKING" DE 1.18 MW CADA UNO.

2 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL "MERCEDES" DE 0.5 MW CADA UNO.

POTENCIA DE CONSTRUCCION: 4 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL CATERPILLAR DE 0.9 MW CADA UNO.

POTENCIA DE PERFORACION: 4 GENERADORES PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL CATERPILLAR DE 1.5 MW CADA UNO.

CAPACIDAD ELECTRICA TOTAL: 68 MW.

SISTEMA DE CALEFACCION Y VENTILACION

LA SEXTA PARTE APROXIMADAMENTE DE LA CUBIERTA DEL SOTANO ESTA

OCUPADA POR EL EQUIPO DE CALEFACCION Y VENTILACION CENTRAL. HAY 22-
VENTILADORES CENTRIFUGOS QUE PROPORCIONAN VENTILACION A TODAS LAS -
AREAS DE LA CUBIERTA Y POZO DE SERVICIO. ESTAS AREAS ESTAN CONECTA-
DAS CON LAS SALAS DE VENTILADORES CENTRALES MEDIANTE UN SISTEMA DE-
CANALIZACION DE 450 TONELADAS APROXIMADAMENTE.

PROTECCION CONTRA INCENDIO

EN EL DISEÑO DE LA PLATAFORMA STATFJORD "A" SE INCLUYERON CIN-
CO TIPOS DIFERENTES DE SISTEMAS AUTOMATICOS DE PROTECCION CONTRA IN-
CENDIOS.

- 1.- ROCIADO DE AGUA
- 2.- ROCIADO DE AGUA DE ESPUMA
- 3.- SISTEMAS DE ROCIADORES DE TUBERIA HUMEDA
- 4.- SISTEMA DE GAS HALON
- 5.- SISTEMA DE POLVO SECO

PARA ACTIVAR ESTOS SISTEMAS Y AVISAR DE LA PRESENCIA DE FUEGO O ACU-
MULACION EXCESIVA DE GASES SE INCLUYE UN EXTENSO SISTEMA DE DETEC-
CION DE INCENDIO, HUMOS Y GASES CON SENSORES DISTRIBUIDOS ESTRATEGI-
CAMENTE POR TODAS LAS ZONAS MODULARES.

IGNIFUGACION

ADEMAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO ANTERIOR-
MENTE MENCIONADOS, LA ESTRUCTURA CONTIENE PROTECCION PASIVA EN FOR-
MA DE UNAS 1300 TONELADAS DE MATERIAL IGNIFUGO APLICADO AL ACERO --
UTILIZADO EN LA PLATAFORMA. EL MATERIAL USADO ES COMPUESTO VERMICU-
LITICO DENOMINADO MARINE MANDOLITE TIPO 40.

VIVIENDAS

EN LA FASE DE CONTRUCCION INICIAL SE PROPORCIONAN INSTALACIO--

NES COMPLETAS PARA ALOJAR HASTA 400 PERSONAS. LA ESTRUCTURA DE VIVIENDAS ESTA DISTRIBUIDA EN SEIS PISOS Y COMPRENDE 100 DORMITORIOS-COMEDOR Y COCINA. TAMBIEN HAY UN SALON DE RECREO, LAVANDERIA Y UNACLINICA CON SERVICIOS COMPLETOS.

COMO PODRA OBSERVARSE LA PLATAFORMA DE GRAVEDAD HACE LAS FUNCIONES DE PERFORACION, ENLACE, SEPARACION, BOMBEO, COMPRESION, ALMACENAMIENTO Y VIVIENDA, QUERIENDO DECIR CON ESTO QUE EN ELLA SE FORMA UN COMPLEJO DE SERVICIOS Y FUNCIONES. (FIG. 13)

PLATAFORMAS DE COLUMNAS TENSADAS

ESTE TIPO DE PLATAFORMAS ESTAN CONSTITUIDAS ESENCIALMENTE POR UNA Balsa SEMISUMERGIDA CON NIVEL DE FLOTACION CONSTANTE Y SOPORTADA MEDIANTE COLUMNAS TUBULARES A TENSION CIMENTADAS EN EL FONDO MARINO MEDIANTE PILOTES.

MUY SEMEJANTE A ESTA, SE HA CONSTRUIDO UNA PLATAFORMA DEL TIPO SEMISUMERGIBLE, CONSTITUIDA TAMBIEN POR UN BARCO O Balsa ASEGURADA-MEDIANTE UN SISTEMA DE TENSORES ANCLADOS EN EL PISO MARINO.

EL SISTEMA DE PERFORACION PARA ESTOS DOS TIPOS DE PLATAFORMAS-IMPLICA MUCHOS RIESGOS, YA QUE EL CABEZAL DEL POZO O LOS POZOS QUE SE VAYAN A PERFORAR, DEBERA INSTALARSE EN EL FONDO MARINO, INCLUYENDO LOS PREVENTORES. TODO EL EQUIPO BAJO EL AGUA SE OPERA A CONTROL-REMOTO POR UN SISTEMA HIDRAULICO.

TORRE MARITIMA ESTABILIZADA CON CUERDAS

ESTA PLATAFORMA HA SIDO DESARROLLADA ESPECIFICAMENTE PARA LA PERFORACION Y PRODUCCION PETROLERA A GRANDES PROFUNDIDADES. LA PRIMERA PLATAFORMA DE ESTE TIPO FUE INSTALADA A 105KM. AL SURESTE DEL GRAND ISLE, ESTADO DE LOUISIANA. EL TIRANTE DE AGUA ES DE 305 M. LA ALTURA TOTAL, INCLUYENDO EL EQUIPO DE PERFORACION ES DE 397M. CUENTA CON TRES CUBIERTAS DONDE SE ALOJAN LOS EQUIPOS DE PERFORACION Y-

PRODUCCION, OPERANDO AMBOS EN FORMA SIMULTANEA. EL PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA, INCLUYENDO EL SISTEMA DE ESTABILIZACION Y LOS PILOTES - PARA ANCLAR LA TORRE, SE ESTIMA EN 43,000 TONELADAS.

VEINTE CUERDAS DE ESTABILIZACION DE TRECE CENTIMETROS DE DIAMETRO, DISPUESTAS SIMETRICAMENTE ALREDEDOR DE LA TORRE, AÑADE ESTABILIDAD Y LE PERMITE UN LÈVE MOVIMIENTO, CON EL VIENTO Y LA FUERZA DE LAS OLAS. (FIG. 14)

PLATAFORMAS TUBULARES FIJAS

COMO UN DISEÑO MAS DE PLATAFORMAS MARINAS FIJAS SE TIENE LA PLATAFORMA FABRICADA CON ELEMENTOS TUBULARES, LA CUAL CONSTA BASICAMENTE DE 4 PARTES, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES. (FIG. 15)

- PILOTES DE SUSTENTACION
- SUBESTRUCTURA
- SUPERESTRUCTURA
- EQUIPOS O MODULOS

ESTE TIPO DE PLATAFORMAS FIJAS SON LAS MAS USUALES EN EL MUNDO, PUDIENDO SER DE 4, 6 Y 8 COLUMNAS, DEPENDIENDO EL SERVICIO PARA LO QUE SE DESTINE. ADEMÁS ESTAS PLATAFORMAS SON DISEÑADAS PARA TIRANTES DE AGUA DESDE 20 M. HASTA DEL ORDEN DE 310M., COMO ES EL CASO DE LA PLATAFORMA "COGNAC", LOCALIZADA A 160 KM. AL SURESTE DE NEW ORLEANS, E.U.

PILOTES

LOS PILOTES ESTAN FORMADOS POR ELEMENTOS TUBULARES Y BASICAMENTE ES LA CIMENTACION DE LA PLATAFORMA. ESTOS SE ALOJAN EN CADA UNA DE LAS PIERNAS O COLUMNAS DE LA SUBESTRUCTURA, FIJANDOSE A ESTA EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS MISMAS, EN DONDE RECIBEN LA DESCARGA DE LA SUPERESTRUCTURA Y EQUIPOS, DETERMINANDO LA LONGITUD DE PENETRACION A PARTIR DEL LECHO MARINO EN FUNCION DE LA CAPACIDAD DEL SUELO.

PARA PLATAFORMAS CON PROFUNDIDADES HASTA DE 150M ES POSIBLE -- DISEÑAR LA CIMENTACION POR MEDIO DE PILOTES ALOJADOS EN LAS PIERNAS Y ADICIONALMENTE ALGUNOS PILOTES LLAMADOS DE FALDON, Y PARA PROFUNDIDADES SUPERIORES A 150M. SE REQUERIRA DE GRUPOS DE PILOTES EN CADA PIERNA.

SUBESTRUCTURA

LA SUBESTRUCTURA EN ESTE TIPO DE PLATAFORMA ES DE FORMA PIRAMIDAL,-

CONSTRUIDA TOTALMENTE A BASE DE ELEMENTOS TUBULARES. SE FORMA POR CUATRO MARCOS TRAPEZOIDALES EN EL SENTIDO TRANSVERSAL Y POR DOS EJES LONGITUDINALES. LA SEPARACION DE SUS EJES Y MARCOS VA DESDE 7.5 M. HASTA 20M. ADEMAS, CUENTA CON DIFERENTES NIVELES DE ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL, DEPENDIENDO DE SU TIRANTE, UNIDOS ESTOS A LAS COLUMNAS CON DIAGONALES O CRUZETAS TUBULARES.

LA SUBESTRUCTURA SE FIJA AL LECHO MARINO POR MEDIO DE PILOTES QUE SERAN INSERTADOS A TRAVES DE LAS COLUMNAS Y SE SOLDARAN EN SU EXTREMO SUPERIOR A LA COLUMNA CORRESPONDIENTE.

UNIDOS A LA SUBESTRUCTURA SE TIENEN DOS EMBARCADEROS DE EMERGENCIA, LOS CUALES AUXILIARAN EN EL EMBARCO Y DESEMBARCO DE PERSONAL. A SU VEZ, ESTOS ATRACADEROS ESTAN PROTEGIDOS CON CUATRO U OCHO DEFENSAS PARA BARCAZAS.

SUPERESTRUCTURA

LA SUPERESTRUCTURA CUENTA BASICAMENTE CON 2 CUBIERTAS, LAS CUALES SON SOPORTADAS POR COLUMNAS Y QUE A SU VEZ SE APOYAN SOBRE LOS PILOTES.

LA ESTRUCTURACION DE LAS CUBIERTAS ES A BASE DE VIGAS LONGITUDINALES, APOYADAS ESTAS EN TRABES DE ACERO LAS CUALES CON LAS COLUMNAS FORMAN MARCOS PRINCIPALES TRANSVERSALES. EN LA CUBIERTA INFERIOR SE ALOJAN LOS EQUIPOS Y TUBERIAS DE SERVICIO Y PROCESO DE LA PLATAFORMA SEGUN EL TIPO. SOBRE LA CUBIERTA SUPERIOR, SE INSTALAN LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE PRODUCCION O MODULOS DE PERFORACION, SEGUN SE TRATE EL USO DE LA PLATAFORMA.

EQUIPOS DE PERFORACION O PRODUCCION

DEPENDIENDO DEL USO DE LA PLATAFORMA, SOBRE LA CUBIERTA SE PUEDE INSTALAR UN EQUIPO DE PERFORACION EN FORMA MODULAR O EQUIPOS TIPO PAQUETE DE PRODUCCION, GENERACION ELECTRICA, HABITACIONALES, ETC.

PARA OBJETIVIZAR LAS PARTES PRINCIPALES QUE INTEGRAN UNA PLA-

TAFORMA; SE RELACIONAN EN FORMA TABULAR LA PARTE, SU USO, DIMENSION, PESO, CAPACIDAD, ETC. (FIG. 16)

ES COMUN INSTALAR UNA PLATAFORMA DE ESTE TIPO SEGUN EL USO QUE SE LE DESTINE. EN EL CASO DE LA SONDA DE CAMPECHE LA MAYORIA DE LOS CAMPOS QUE SE ESTAN DESARROLLANDO ACTUALMENTE, HAN DADO LUGAR A LA INSTALACION DE UN COMPLEJO DE ESTAS ESTRUCTURAS. TAL ES EL CASO DE LOS CAMPOS AKAL, NOHOCH, ABKATUN, POL, KU, ETC. EN LOS CUALES YA -- CUENTAN CON EL SIGUIENTE TIPO DE PLATAFORMAS.

- PERFORACION
- PRODUCCION
- ENLACE
- COMPRESION
- TRIPODES A QUEMADOR

HABITACIONALES

TODAS ELLAS ESTAN UNIDAS ENTRE SI POR MEDIO DE PUENTES DE 100M. DE LONGITUD. (FIG. 6)

ADEMAS, LOS COMPLEJOS ANTERIORES HAN DADO LUGAR A LAS SIGUIENTES -- PLATAFORMAS, LAS CUALES SE ENCUENTRAN RETIRADAS A ESTOS COMPLEJOS -- EN LUGARES ESTRATEGICOS COMO SON:

- REBOMBEO
- ALMACENAMIENTO DIESEL
- TELECOMUNICACIONES
- CONTROL Y SERVICIOS
- TRATAMIENTO Y BOMBEO DE AGUA PARA INYECCION
- ESTABILIZADORA DE CRUDO
- TRIPODES
- PLATAFORMAS DE PERFORACION PARA INYECCION DE AGUA

PROTECCION ANTICORROSIVA

LA PROTECCION ANTICORROSIVA JUEGA UN PAPEL IMPORTANTISIMO EN --

LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS, YA QUE ES BIEN SABIDO QUE EL LUGAR DONDE FINALMENTE SE INSTALAN ES UN AMBIENTE HUMEDO SALINO ALTAMENTE CORROSIVO.

EXISTEN BASICAMENTE TRES ZONAS EN UNA PLATAFORMA DONDE LA CORROSION SE PRESENTA SOBRE LAS SUPERFICIES DE ACERO EN FORMA DIFERENTE.

- ZONA SUMERGIDA
- ZONA DE MAREA Y OLEAJES
- ZONA ATMOSFERICA

EN LA ZONA SUMERGIDA SE ENCUENTRA LA MAYOR PARTE DE LA SUBESTRUCTURA, LA CUAL ES ATACADA POR EL OXIGENO QUE SE ENCUENTRA EN SUSPENSION BAJO EL AGUA. DEBIDO A QUE EL ATAQUE ES UN EFECTO ELECTROQUIMICO, SE HAN DISEÑADO UNOS ELEMENTOS DE ALUMINIO-ZINC DENOMINADOS ANODOS, LOS CUALES, POR SU DIFERENCIA DE POTENCIAL PARA DRENAR CORRIENTE COMPARADO CON EL ACERO, ESTOS PROTEGEN CATODICAMENTE A LA SUPERFICIE DEL ACERO, SACRIFICANDOSE A SU VEZ POR EL EFECTO ELECTROQUIMICO QUE LE IMPRIME EL OXIGENO. EN OTRAS PALABRAS, LA ESTRUCTURA DE ACERO (CATODO), EL AGUA SALADA (ELECTROLITO) Y EL ANODO DE ALUMINIO, FORMAN UNA CELDA GALVANICA.

LOS ANODOS EN UNA PLATAFORMA SON INSTALADOS EN BASE AL RESULTADO QUE EL DISEÑO NOS RESULTE, DEPENDIENDO BASICAMENTE DE LA SUPERFICIE A PROTEGER, LA CONCENTRACION DE SALES EN EL AGUA MARINA, LA TEMPERATURA DEL AGUA Y FINALMENTE LA CORRIENTE REQUERIDA Y EL EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO DE MATERIAL SELECCIONADO ASI COMO LA CANTIDAD REQUERIDA DE ESTE PARA LA PROTECCION EN AÑOS DESEADA.

LA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES COMUNMENTE ES DONDE SE PRESENTA LA MAYOR CORROSION, POR TAL MOTIVO ESTA SE PROTEGE CON UNA RESINA EPOXI DE 100% SOLIDOS. ESTA RESINA SE APLICA A UN ESPESOR DE 6MM (1/4") EN TODA LA SUPERFICIE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE SE ENCUENTRAN EXPUESTOS AL BAÑO DE AGUA Y DEL AIRE, EVITANDO ASI LA AGRESION DEL OXIGENO SOBRE ESTAS SUPERFICIES.

EN LA ZONA ATMOSFERICA SE ENCUENTRA UN PORCENTAJE DE HUMEDAD - MUY ALTO DE ORIGEN SALINO, QUE AUNADO A LA INTENPERISMO, EL AIRE, - SOL Y EN OCASIONES GASES, PROVOCA UNA CORROSION EN LOS MATERIALES - EXPUESTOS EN LAS INSTALACIONES DE LAS MENCIONADAS PLATAFORMAS. DERI VADO DE LO ANTERIOR, ES NECESARIO QUE TODAS LAS PARTES DE LOS EQUI- POS, TUBERIAS, ACERO ESTRUCTURAL SE PROTEJAN CON ALGUN RECUBRIMIEN- TO PROTECTOR A TALES ATAQUES.

COMUNMENTE PARA ESTE TIPO DE PROTECCION EL MATERIAL SE LIMPIA- POR MEDIO DE CHORRO DE ARENA A PRESION (SAND-BLAST) HASTA DEJAR EL- MATERIAL COMPLETAMENTE LIBRE DE OXIDO A UN COLOR BLANCO METALICO, - PARA DESPUES APLICARLE UNA PINTURA PRIMARIA DEL TIPO INORGANICO DE- ZINC A UN ESPESOR DE 0.003" Y SOBRE DE ESTE SE APLICA UN RECUBRI--- MIENTO EPOXI DE ALTOS SOLIDOS CON UN ESPESOR DE 0.010" A 0.012" DE- PULGADA.

LAS TRES ZONAS DE CORROSION EN UNA PLATAFORMA ANTERIORMENTE -- DESCRITAS, ASI COMO EL TIPO DE PROTECCION UTILIZADA, TIENE UNA DURA BILIDAD DEL ORDEN DE 20 AÑOS, DEPENDIENDO NECESARIAMENTE DEL MANTE- NIMIENTO QUE SE TENGA.

PLATAFORMA LASTRABLE O SUMERGIBLE

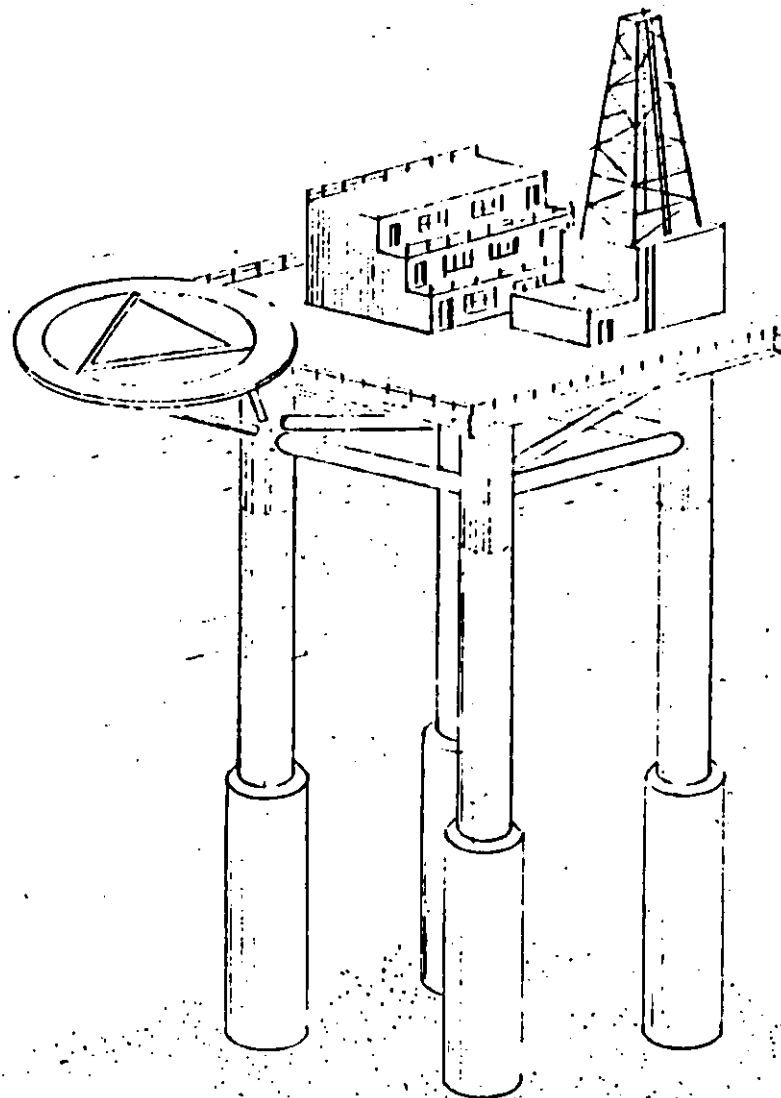
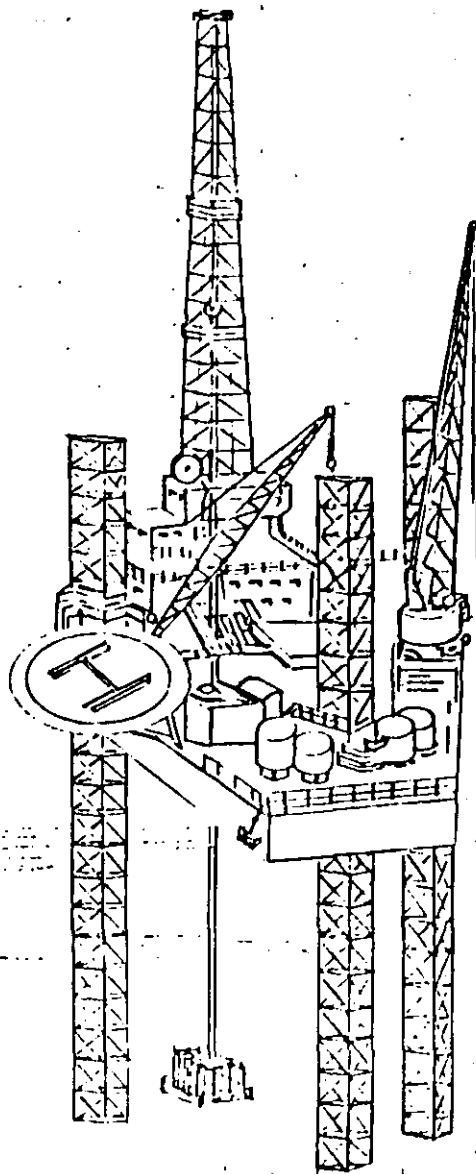


FIG. 8

PLATAFORMA AUTOELEVABLE (JACK - UP)



**UNIDAD AUTO-ELEVABLE SOBRE TRES PATAS
DE SUSTENTACION A BASE DE ESTRUCTURA
TUBULAR Y PLATAFORMA NAVIFORME**

PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE

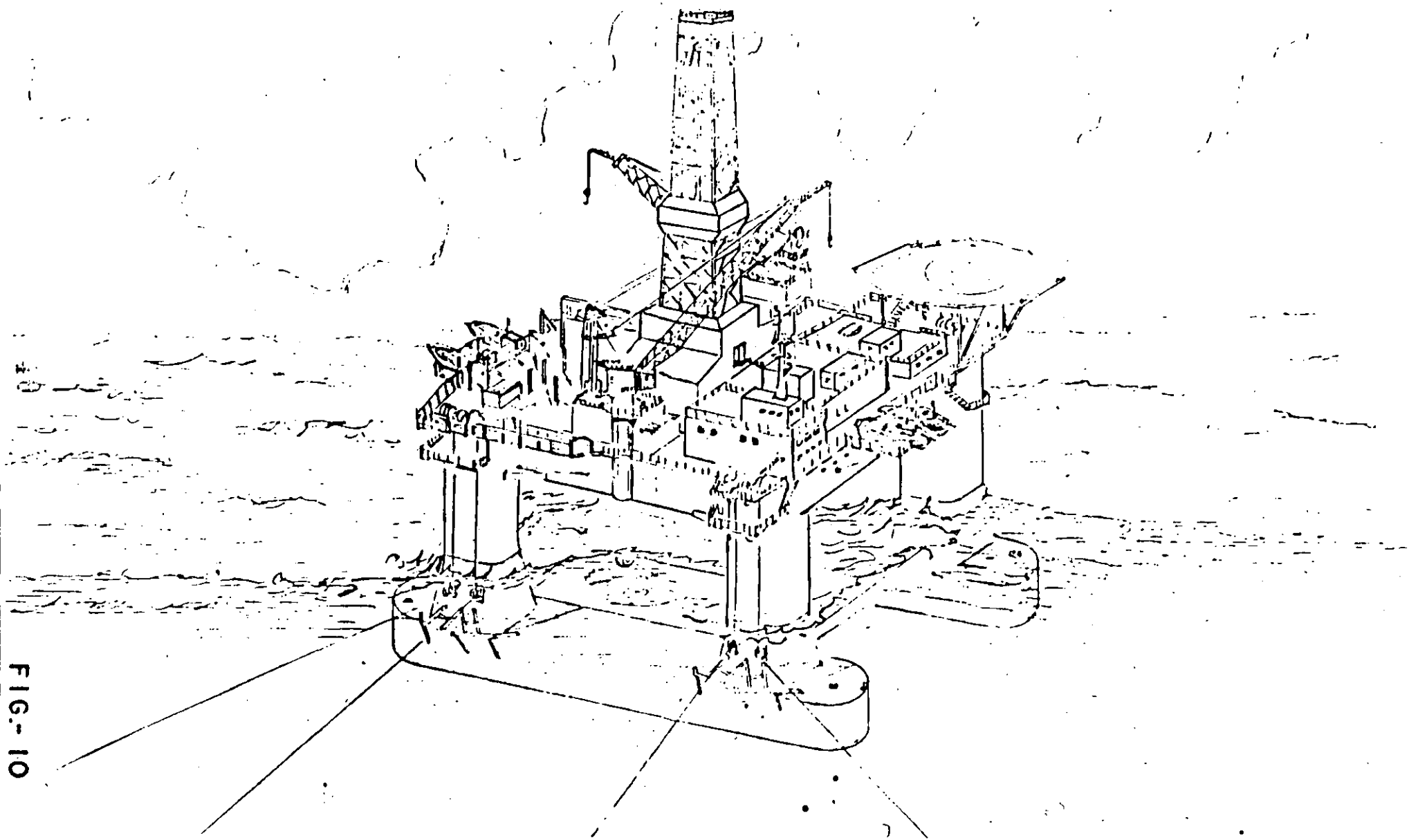


FIG.-10

BARCO DE PERFORACION

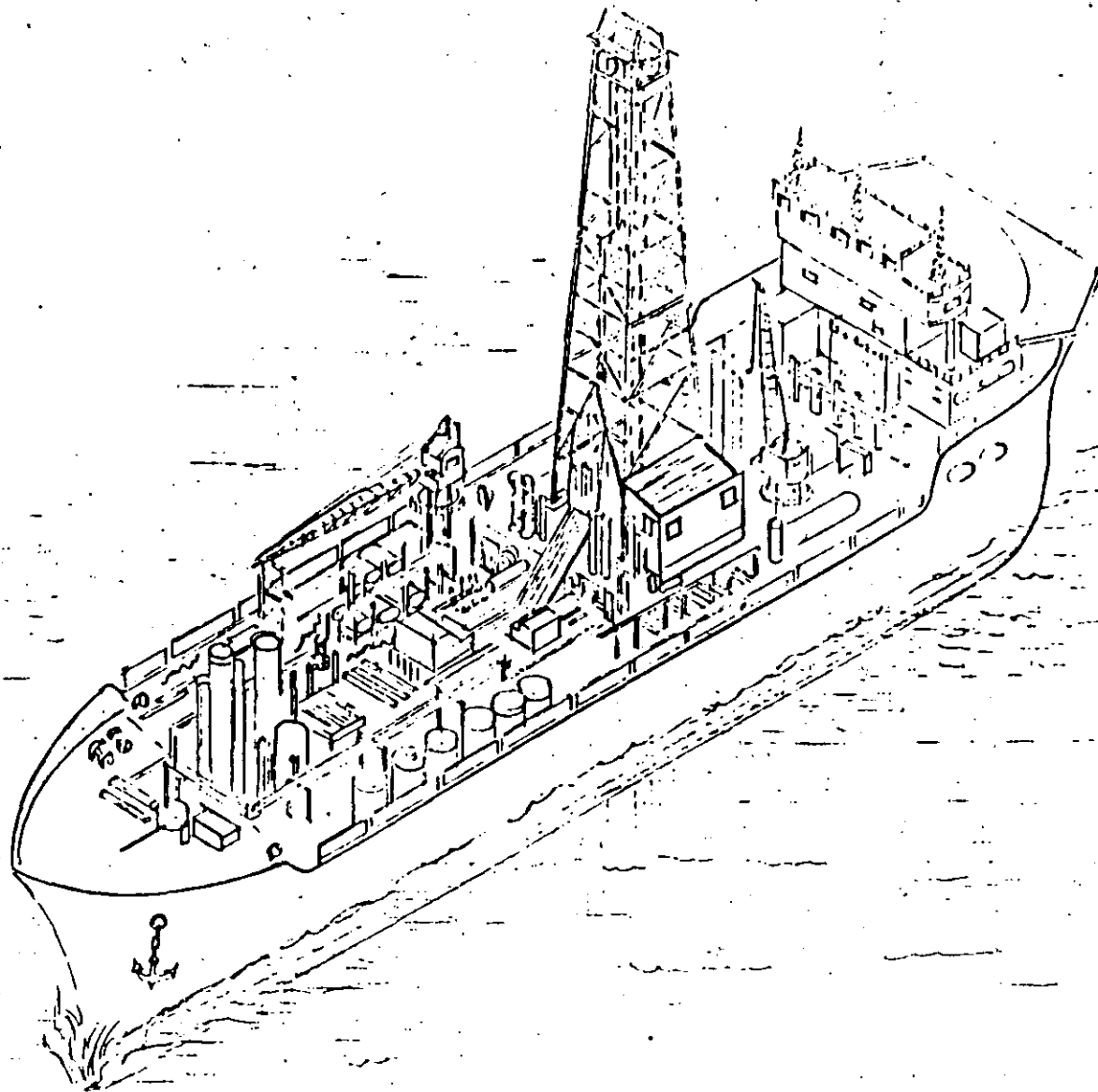


FIG - 11

FABRICACION, TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD

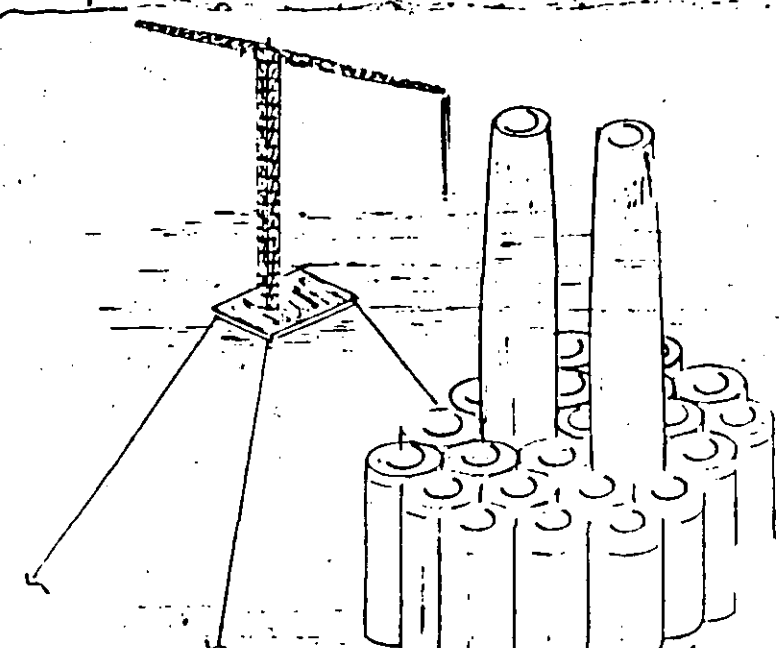
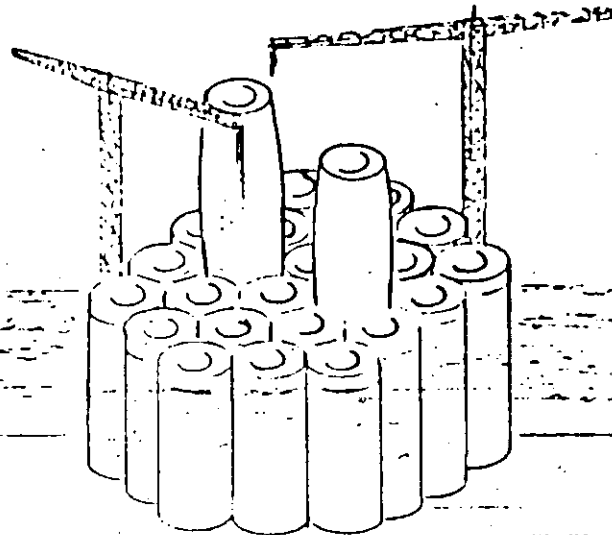
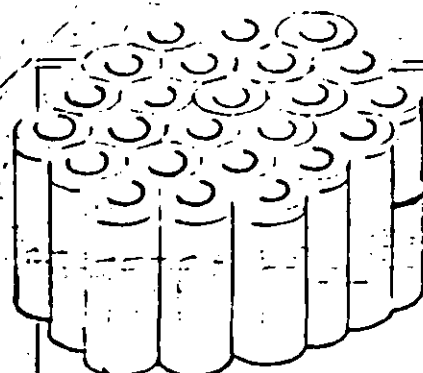
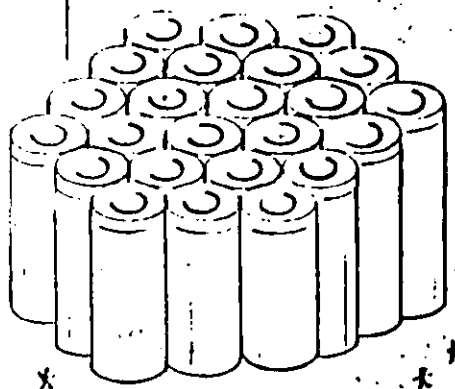
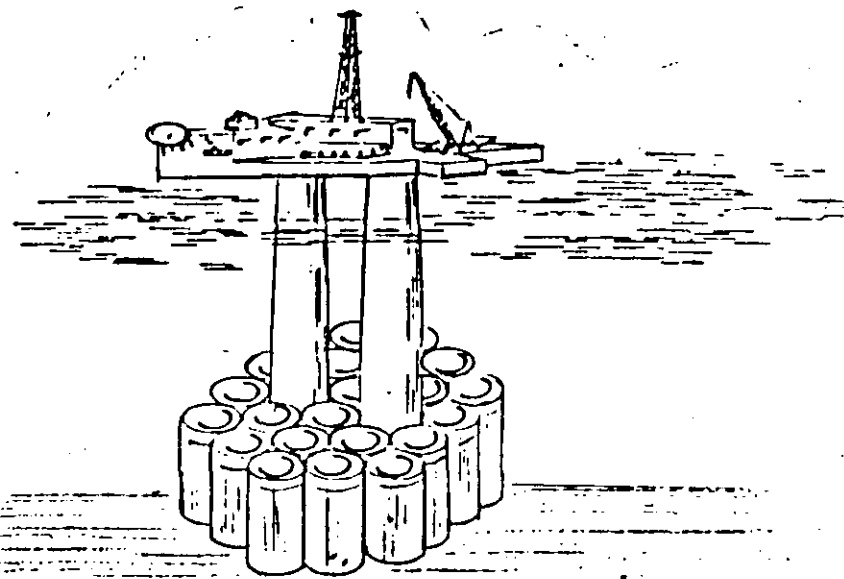
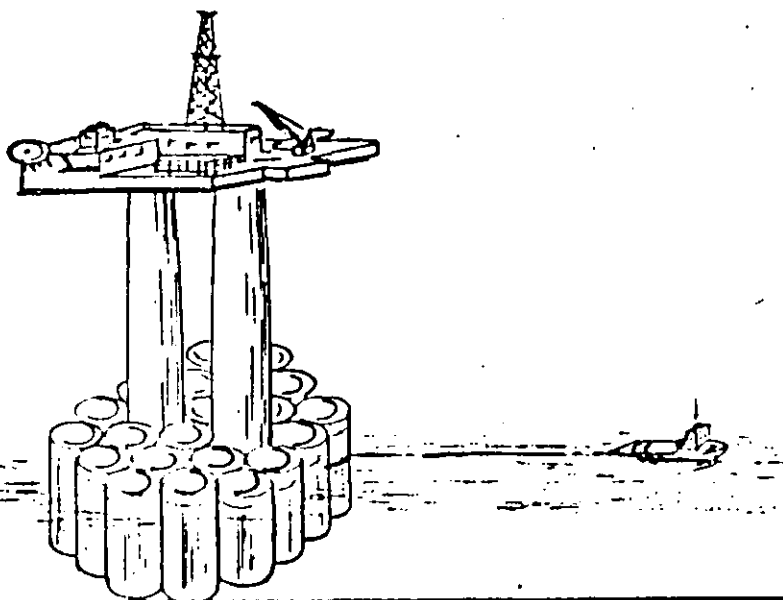
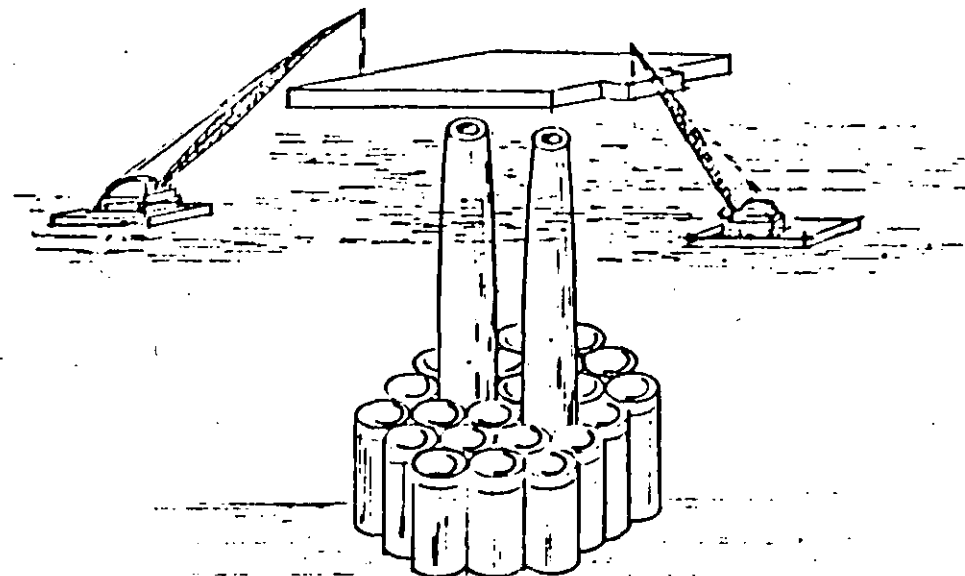
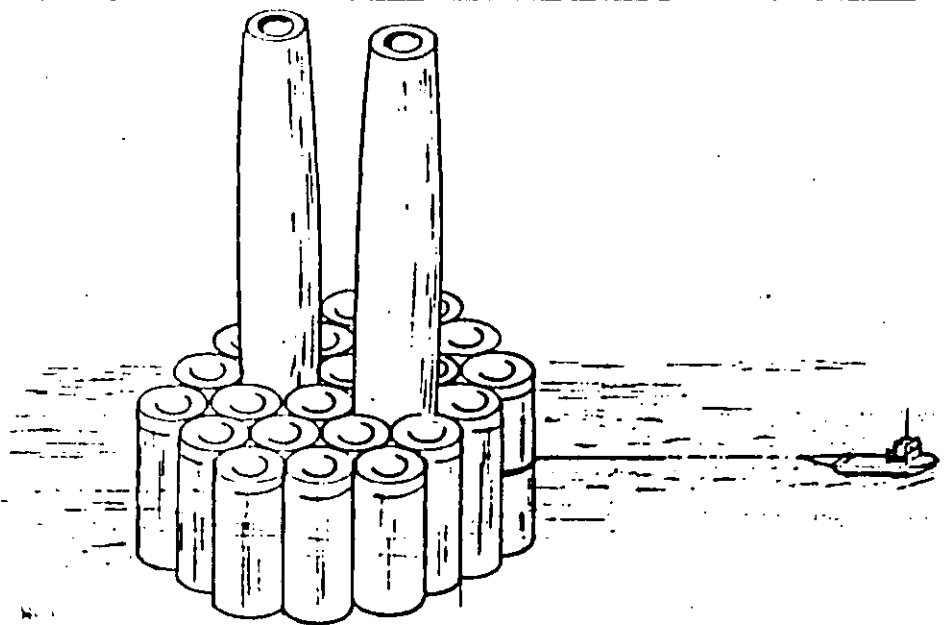
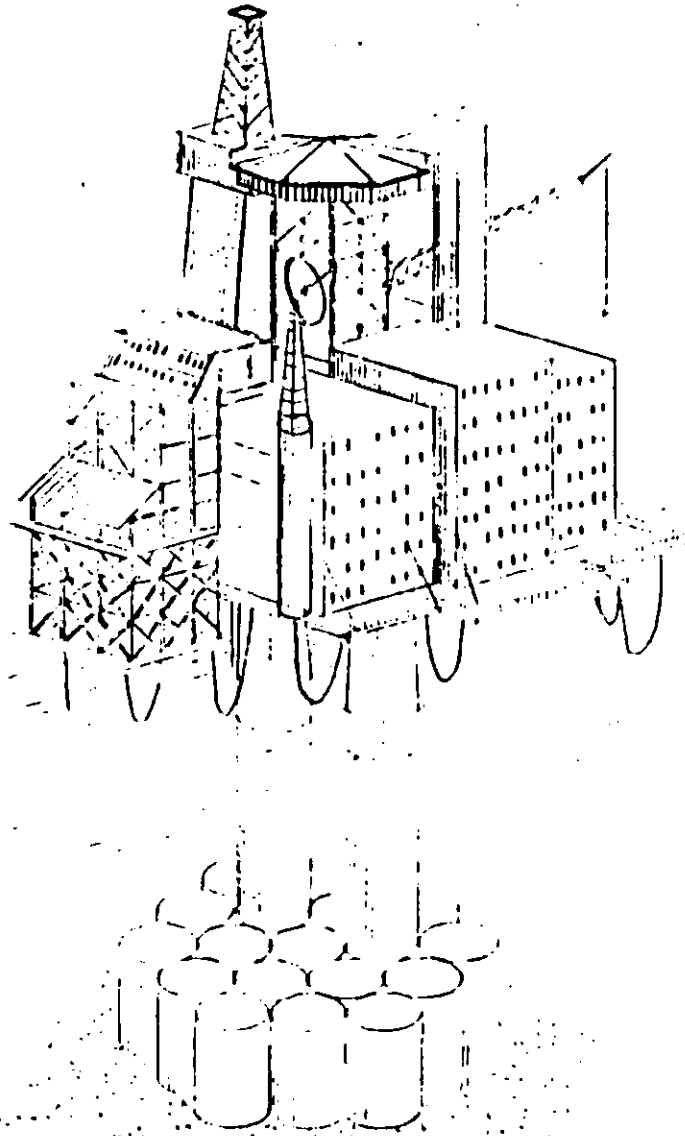


FIG. 12

FABRICACION, TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE GRAVEDAD



PLATAFORMA DE GRAVEDAD (CONCRETO)



44

FIG. 13

TORRE MARITIMA ESTABILIZADA CON CUERDAS

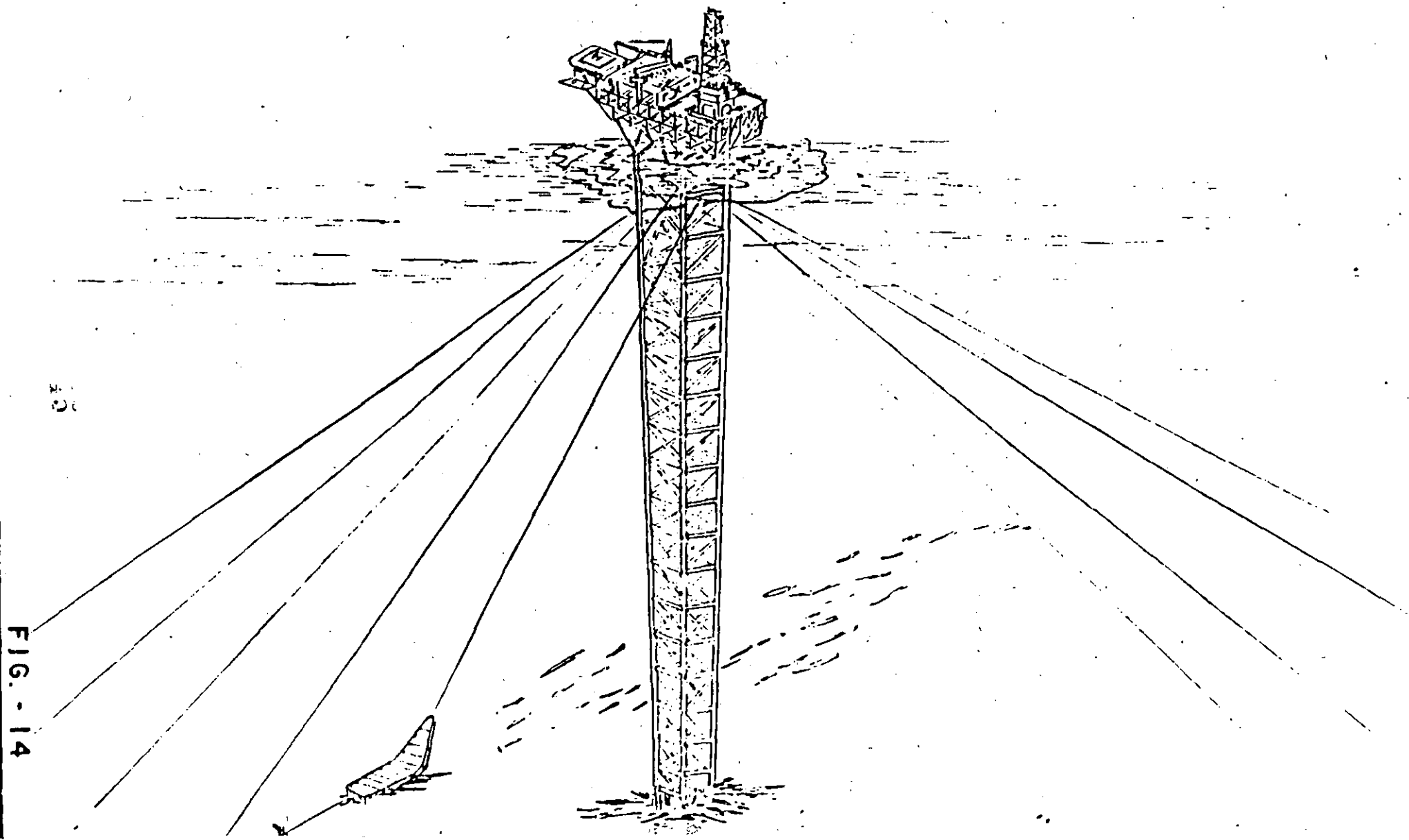


FIG. - 14

PLATAFORMA TUBULAR Y SUS DIMENSIONES

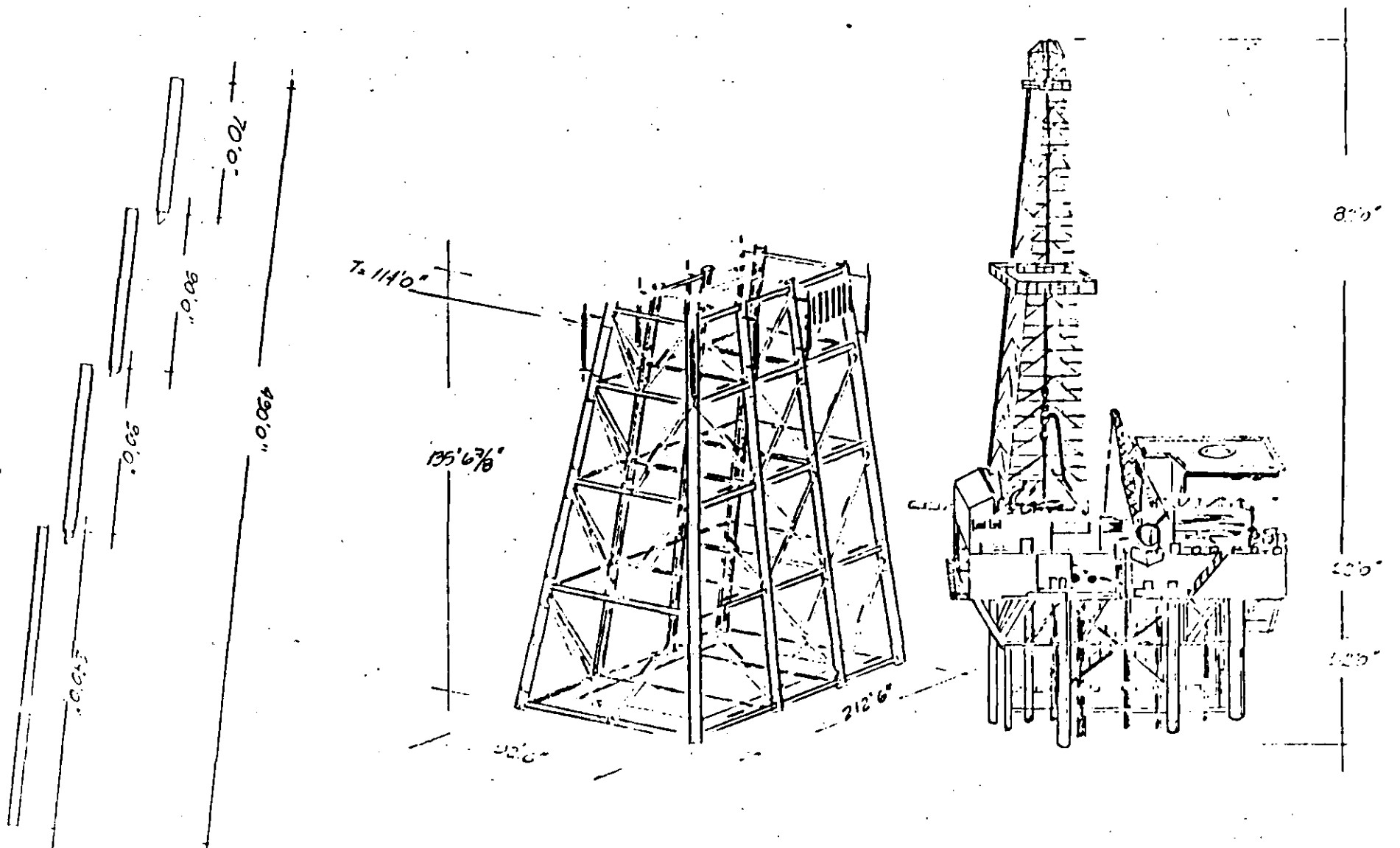


FIG. 15

III.- SELECCION DE ZONAS PROPICIAS PARA LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS.

DENTRO DE LA PLANEACION GLOBAL QUE PETROLEOS MEXICANOS IMPLEMENTO PARA EFECTUAR ESTUDIOS DE EXPLORACION, PERFORACION, PRODUCCION, TRANSPORTE Y EMBARQUE Y ADEMAS, AUNADA A ESTA LOS ESTUDIOS OCEANOGRAFICOS, GEOTECNICOS Y METEREOLÓGICOS DEL AREA DE CAMPECHE, PEMEX SELECCIONO FUERAN LAS PLATAFORMAS TUBULARES APOYADAS EN PILOTES LAS QUE SE FABRICARAN PARA DESARROLLAR LOS CAMPOS PETROLEROS EN ESTA ZONA.

LA ANTERIOR DECISION TUVO QUE ESTAR INTIMAMENTE LIGADA CON LA DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGIA ASI COMO LA ECONOMIA NACIONAL. SE LLEVO AL CABO UN ESTUDIO Y VERIFICACION DE AREAS PROPICIAS PARA CONSTRUIR ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS EN TODA LA COSTA DEL GOLFO DE MEXICO. SE REQUERIA QUE ESTAS AREAS CUMPLIERAN CON INFRAESTRUCTURA COMO VIAS DE COMUNICACION MARITIMA, FERREA, TERRESTRE, AEREA, ASI TAMBIEN ENERGIA ELECTRICA, DISPONIBILIDAD DE PERSONAL ESPECIALIZADO, PERSONAL TECNICO Y EL DESARROLLO URBANO NECESARIO PARA ALOJAR A TODA ESTA FUERZA HUMANA DE TRABAJO.

ERA NECESARIO QUE LAS AREAS SELECCIONADAS CUMPLIERAN CON LA MAYORIA DE LOS REQUISITOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS, YA QUE DE TENERSE QUE CONTEMPLAR POR PRIMERA VEZ, ESTO ENCARECERIA FINALMENTE EL COSTO DE LAS ESTRUCTURAS.

LOS RESULTADOS QUE FINALMENTE SE OBTUVIERON DEL ESTUDIO LLEVADO AL CABO, LLEVO A PEMEX A DECIDIR ASENTARSE EN LAS AREAS DE TAMPICO Y TUXPAN. LAS PROPORCIONES DE TERRENOS QUE DESDE SU ORIGEN SE SELECCIONARON SE LES HA LLAMADO PATIOS DE FABRICACION MISMOS QUE QUEDARON UBICADOS EN LAS MARGENES IZQUIERDA Y DERECHA DEL RIO PANUCO, RIO QUE DELIMITA LOS ESTADOS DE TAMAULIPAS CON EL DE VERACRUZ, EN TUXPAN EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO PANTEPEC.

LOS TERRENOS QUE INICIALMENTE SE SELECCIONARON FUERON PROPIEDAD DE LA INSTITUCION. EL COSTO POR EL ACONDICIONAMIENTO DE ESTOS PATIOS CON TODA LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA FUE COSTEADA POR PETROLEOS MEXICANOS.

LO ANTERIOR TIENE ACTUALMENTE UNA GRAN IMPORTANCIA, YA QUE A LA FECHA ES CUANDO MAS SE ESTAN REFLEJANDO LOS BENEFICIOS DE CONTAR SIEMPRE CON LA DISPONIBILIDAD DE AREAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS. EL PROPIO DESARROLLO QUE PEMEX HA IMPRIMIDO A ESTOS CAMPOS, MOTIVADO A SU VEZ POR LA ECONOMIA DE NUESTRO PAIS, HA SIDO NECESARIO LLEVAR A CABO CAMBIOS EN LOS PROGRAMAS DE FABRICACION, ADECUACION Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS, CAMBIOS QUE DE REALIZARSE EN PATIOS AJENOS A LOS DE LA INSTITUCION, RESULTARIAN ALTAMENTE ELEVADOS.

COMO UN BENEFICIO ADICIONAL SE PUEDE MENCIONAR QUE LA INVERSION DE ORIGEN CONTINUARA USUFRUCTUANDOSE HASTA QUE LOS TRABAJOS DE PRODUCCION DE CRUDO, FUERA DE COSTA ESTEN PRESENTES EN EL GOLFO DE MEXICO.

IV.- INFRAESTRUCTURA DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS.

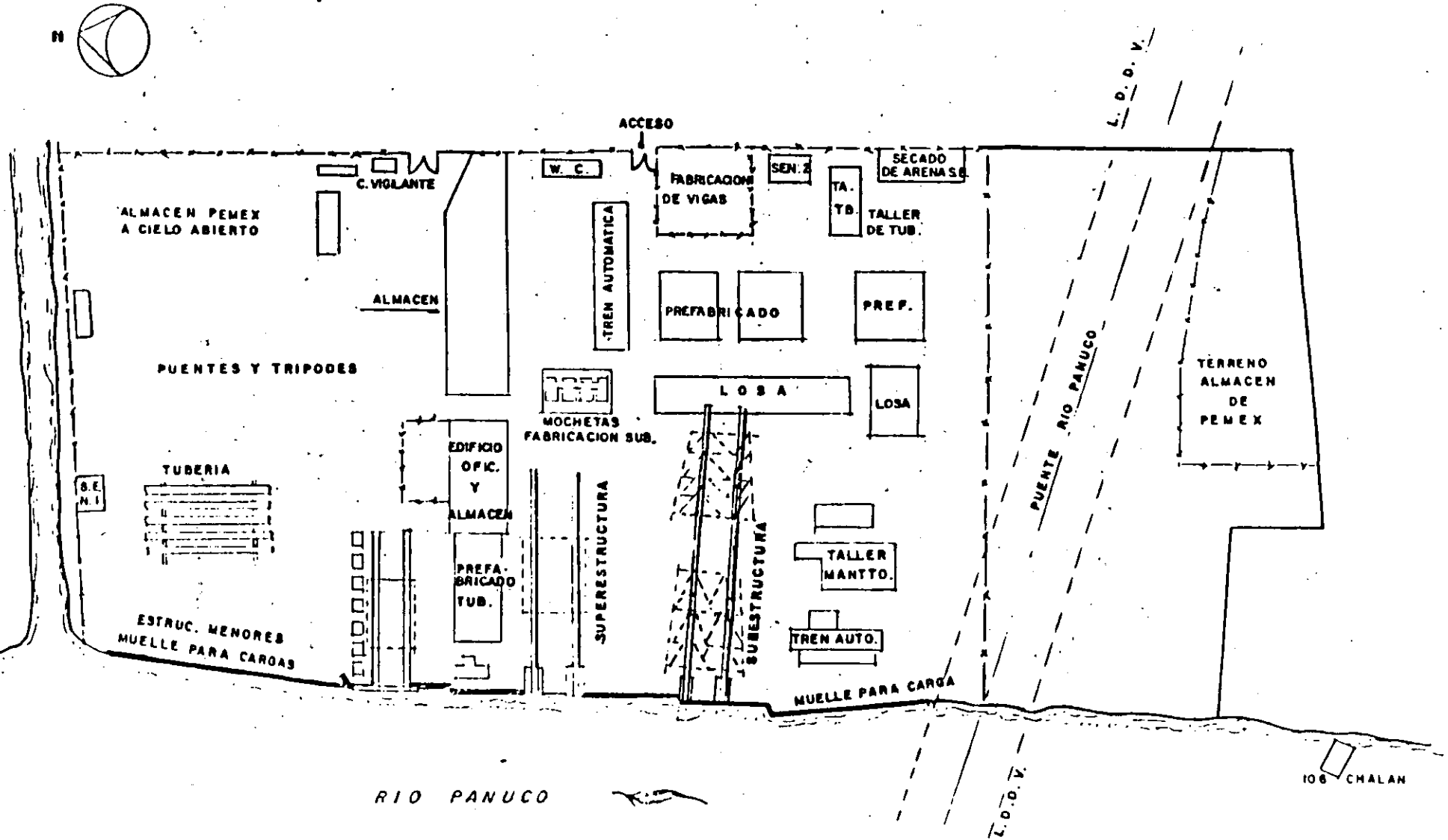
DETERMINADO EL TIPO DE PLATAFORMA A FABRICARSE PARA LOS TRABAJOS DE PRODUCCION DE CRUDO, ASI COMO LOS TERRENOS SELECCIONADOS PARA SU ACONTECIMIENTO, SE ADQUIRIO LA INFORMACION NECESARIA PARA ELABORAR LOS PROYECTOS DE INGENIERIA QUE CONTEMPLARAN LA OBRA CIVIL Y ELECTROMECANICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE CADA PATIO.

ESTOS PATIOS DESDE SU ORIGEN FUERON PROYECTADOS PARA FABRICAR 2 PLATAFORMAS EN FORMA SIMULTANEA DURANTE DOCE MESES EN CONDICIONES NORMALES. LO ANTERIOR NO QUIERE DECIR QUE NO SE PUDIERAN FABRICAR HASTA 4 PLATAFORMAS AL AÑO, COMO SUCEDIO EN EL LAPSO DE 1979 A 1981, EN EL QUE SE TRABAJO EN FORMA CONTINUA DURANTE LAS 24 HORAS DEL DIA, CON LOS RESULTADOS CONOCIDOS POR TODOS.

INICIALMENTE SE ACONDICIONARON 3 PATIOS EN EL AREA DE TAMPICO, SIENDO ESTOS FIMSA, LASSA Y BOSNOR, SIENDO DOS AÑOS DESPUES CUANDO SE SUMARON A LA FABRICACION DE PLATAFORMAS LOS PATIOS DE SOCIEDAD CIVIL, C.E.L.A.S.A. Y C.C.C. A ESTA FECHA SE CUENTA CON DIEZ PATIOS PARA FABRICAR ESTRUCTURAS O MODULOS PARA PLATAFORMAS, OCHO UBICADOS EN EL AREA DE TAMPICO Y DOS EN EL AREA DE TUXPAN.

DERIVADO DE QUE TODOS ESTOS CENTROS DE TRABAJO CUENTAN CON UNA INFRAESTRUCTURA CIVIL Y ELECTROMECANICA MUY SIMILAR, ASI COMO EL EQUIPO MECANICO REQUERIDO Y PERSONAL ESPECIALIZADO SE RELACIONARAN EN FORMA GRAFICA LAS AREAS Y OBRAS MAS SIGNIFICATIVAS DE UN PATIO, ASI COMO EL EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y POR ULTIMO EL PERSONAL, SU ESPECIALIDAD Y EL NUMERO REQUERIDO PARA PRODUCIR, TODO ESTO, DOS PLATAFORMAS EN UN LAPSO DE DOCE MESES Y EN CONDICIONES NORMALES. (GRAF. 17 Y ANEXOS).

PATIO DE FABRICACION TIPO



50

FIG. - 17

RELACION DE EQUIPO DE CONSTRUCCION NECESARIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	GRUA SOBRE ORUGAS	150 TONS.	3	AMERICAN, LINK-BELT, MANITOWOC
2	GRUA SOBRE ORUGAS	100 TONS.	2	" " "
3	GRUA SOBRE LLANTAS	45 TONS	2	P y H, "
4	PETTIBONE	15 TONS.	3	P y H, " GROVE
5	CAMION GRUA TIPO HIAB	8 TONS.	1	
6	CAMION WINCHE	7 TONS.	2	
7	TRACTO CAMION CON PLATAFORMA	30 TONS.	2	
8	COMPRESOR DE AIRE	600 PCM	6	I.RAND, CH.NEUMATIC, ATLAS - COPCO, KOHLER.
9	MAQUINA PARA SOLDAR AUTOMATICA DE ARCO SUMERGIDO DE	800 A 1200 AMPS.	4	LINCOLN
10	MAQUINA PARA SOLDAR SEMIAUTOMATICA	400 AMPS.	25	MILLER, LINCOLN,
11	MAQUINA PARA SOLDAR ELECTRICA	450 AMPS.	50	
12	MAQUINA RELEVADORA DE ESFUERZOS		2	COOPER HEAT
13	CAMION DE REDILAS	3 TONS.	2	
14	POSICIONADORES MOTRICES		4	RANSOME
15	POSICIONADORES LOCOS		20	RANSOME
16	EQUIPOS DE OXIACETILENO		100	SMITH, VICTOR
17	BISELADORAS SEMI-AUTOMATICAS	4"Ø A 60"Ø	10	SMITH
18	EQUIPOS DE SOPLETEO COMPLETOS		15	DEVILEIS
19	EQUIPOS PARA APLICACION PINTURA		8	"

RELACION DE PERSONAL ESPECIALIZADO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

DESCRIPCION ESPECIALIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1.- INGENIEROS DE CAMPO	12	
2.- MAYORDOMOS	4	
3.- CABO DE OFICIOS	10	
4.- PAILEROS	50	
5.- TUBEROS	15	
6.- SOLDADORES	93	
7.- ELECTRICISTAS	12	
8.- MONTADORES	5	
9.- OP. DE GRUAS	5	
10.- MANTENIMIENTO	12	
11.- PINTORES	18	
12.- MANIOBRISTAS	14	
13.- OPERARIOS	35	
14.- AYUDANTES	230	
	<u>230</u> TOTAL: 515 =====	PERSONAL DE CONTRATISTA A P.U. NECESARIO PARA FABRICAR DOS - PLATAFORMAS DE PERFORACION EN UN LAPSO DE UN AÑO.

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

1/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1	TERRENO MARGINAL A UN RIO O CANAL NAVEGABLE HASTA 20' DE PROFUNDO.	DE 10 A 20 HAS.	ALTURA DEL N.A.M.E. AL N.P.T. 1.5 A 2.0 M. CAP.CARGA HASTA 15 TONS/M ² .
2	JGO. TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUBESTRUCTURAS.	SEPARACION 45' A 60'(13.7 A 18.3 M) SECCION TRANSVERSAL 1.0 M X 2.5 M LONGITUD - 450'	TIPO SUSTENTACION a).- PILOTES b).- LOSA DE CIMENTACION c).- PIEDRAPLEN d).- DADOS DE CONCRETO CAP.CARGA HASTA 25 TONS. PO METRO LINEAL.
3	JGO. TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUPERESTRUCTURAS MODULOS HABITACIONALES Y DE PRODUCCION.	SEPARACION 45' A 60'(13.7 A 18.3)M. SECCION TRANSVERSAL 1.0 M. X 2.5 M. LONGITUD - 450'	I D E M. HASTA 35 TONS. POR METRO LINEAL.
4	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUBESTRUCTURAS	LONGITUD - 100 MTS. CALADO - 20'(6.0 M.)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y Y PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M.

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

2/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
5	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUPERESTRUC TURA	LONGITUD - 100 MTS. CALADO - 15' (4.9M)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y - PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M.
6	MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE PILOTES, -- TRIPODES, PUENTES, ETC.	LONGITUD - 120 MTS. CALADO - 16' (4.9M)	I D E M.
7	AREA O MESAS DE TRABAJO PARA EL ARMADO Y SOLDADURA DE COLUMNAS, PILOTES, CONDUCTORES, PEDESTALES, ETC., CON MAQUINAS AUTOMATICAS- DE ARCO SUMERGIDO. 600 A 1,200 AMPS.	AREA DE DESPIESE Y ARMADO (MOCHETAS) (80 M X 10 M)(3 REQ.) MESA DE POSICIONADORES (100M X 10M)(3 REQ.)	
8	ALMACEN CERRADO PARA HERRAMIENTA Y MATERIAL ELECTRO-MECANICO	50M X 15M = 750 M ² .	
9	ALMACEN CUBIERTO PARA MATERIALES MENORES	1,000 M ² .	
10	MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA ESTRUCTURAL	LOSAS DE CONCRETO 60M X 20M = 1,200 M ² .	ADYACENTES A LAS AREAS DE MONTAJE.
11	MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA DE PROCESO Y SERVICIO	60M X 20M = 1,200 M ² .	
12	MESA DE TRABAJO PARA PAILERIA	60M X 20 = 1,200 M ² .	

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

3/4

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
13	AREAS DISPONIBLES PARA LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA (SAND-BLAST) EN LUGARES ESTRATEGICOS	30M X 10M = 300 M ² .	
14	INSTALACION DE TUBERIA NEUMATICA CON MULTIPLES DE DISTRIBUCION UBICADOS CERCA A LAS-AREAS DE TRABAJO	PRESION 90 A 120 LBS/ - PULG ² .	
15	INSTALACION DE UNA RED ELECTRICA DE BAJA TENSION 440/220 VOLTS. ESTRATEGICAMENTE-UBICADA Y CERCANA A LAS AREAS DE TRABAJO.		
16	INSTALACION RED ELECTRICA PARA ALUMBRADO PERMANENTE Y PORTATIL ESTRATEGICAMENTE - UBICADO.	1,500W, 1,000W 500 W	
17	INSTALACIONES DE BAÑOS Y COMEDORES PARA PERSONAL DE CAMPO.	BAÑOS 3 10M X 3 COMEDOR 2.30M X 10	
18	TALLER ELECTRICO	300 M ² .	
19	TALLER MECANICO	500 M ² .	

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

PDA.	DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
20	OFICINAS DE CAMPO.	250 M ² .	
21	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	1,000 M ² .	
22	DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE PARA SERVICIOS, RIEGO Y PRUEBAS HIDROSTATICAS.		

B I B L I O G R A F I A

- 1.- METALURGIA
CARL G. JOHNSON
EDITORIAL REVERTE, S.A.
- 2.- TRATADO GENERAL DE SOLDADURA
P. SHIMPKE Y H. HORN.
- 3.- A.W.S.
AMERICAN WELDING SOCIETY
- 4.- TRATADO DE SOLDADURA
J.F. LANCASTER
EDITORIAL TECNOS
- 5.- ESPECIFICACIONES A.P.I.-RP-2A; RP-2x; 2B:
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
- 6.- CORROSION Y CONTROL DE CORROSION
HERBERT H. UHLIG
EDITORIAL URMO, S.A.
- 7.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- 8.- A.I.S.C.
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCCION
- 9.- GEOTECNICA MARINA DE LA SONDA DE CAMPECHE
PUBLICACION POR LA S.P.C.O.
- 10.- INGENIERIA
ORGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
- 11.- BASES DE DISEÑO GENERALES PARA LAS PLATAFORMAS FIJAS
DE PERFORACION
- 12.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA FABRICACION E
INSTLACION DE PLATAFORMAS MARINAS.

XII .- CARGA DE ESTRUCTURAS, FIJACION Y TRANSPORTE SOBRE CHALAN

ANTES DE IMAGINAR CUALES PODRIAN SER LOS PROCEDIMIENTOS PARA LOGRAR COLOCAR UNA ESTRUCTURA DE 1000 TONELADAS O MAS DESDE SUELO FIRME HASTA ARRIBA DE UN BARCAZA, INICIAREMOS ESTE TEMA DESCRIBIENDO -- LAS CARACTERISTICAS DE ESTAS Y ALGUNA INFORMACION DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL SUPERVISOR DE OBRA.

YA EN ESTE TEMA EL LECTOR SEGURAMENTE TIENE UNA IDEA BIEN CLARA DE LA MAGNITUD DE LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS DE UNA PLATAFORMA MARINA, MAGNITUD EN CUANTO A DIMENSIONES, PESO Y COSTO, ESTO NOS LLEVA A PENSAR QUE LAS EMBARCACIONES UTILIZADAS PARA EL TRANSPORTE DE ESTAS ESTRUCTURAS DEBERAN SER CAPACES Y MUY SEGURAS PARA EVITAR RIESGOS -- DURANTE LA CARGA O LA NAVEGACION.

LAS EMBARCACIONES QUE ACTUALMENTE SE UTILIZAN COMO CHALANES O BARCAZAS, REMOLCADORES Y BARCOS GRUAS SON DE FABRICACION Y BANDERA -- EXTRANJERA, ESTO NO PORQUE EN NUESTRO PAIS NO SE PUEDAN CONSTRUIR -- ESTE TIPO DE EMBARCACIONES, SINO QUE HASTA AHORA NO HA SIDO RENTABLE SU CONSTRUCCION.

PARA EL TRANSPORTE DE LAS ESTRUCTURAS DE UNA PLATAFORMA MARINA -- COMPLETA SE REQUIERE DE LAS SIGUIENTES EMBARCACIONES:

- CHALAN PLANO DE 250' X 72' X 16' - PILOTES Y CONDUCTORES
- CHALAN DE LANZAMIENTO DE 300' X 90' X 20' - SUBESTRUCTURA
- CHALAN PLANO DE 250' X 72' X 16' - SUPERESTRUCTURA
- CHALAN PLANO DE 300' X 90' X 20' - PAQUETES DE PERFORACION

LAS ANTERIORES EMBARCACIONES NO CUENTAN CON PROPULSION PROPIA. -- MOTIVO POR EL CUAL DEBEN DE SER, REMOLCADAS POR UN REMOLCADOR, ACTUALMENTE LA GRAN MAYORIA DE LAS EMBARCACIONES QUE NAVEGAN POR LOS -- MARES DEL MUNDO SON CONSTRUIDOS CON INGENIERIAS, NORMAS, CODIGOS Y -- ESPECIFICACIONES MUY ESTRUCTAS Y ASI PODER SER CLASIFICADAS COMO EMBARCACIONES DEDICADAS A UNA DETERMINADA FUNCION. ES DE SUMA IMPORTAN

CIA LO ANTERIOR YA QUE LAS GRANDES COMPAÑIAS DE SEGUROS QUE EXISTEN-
EN EL MUNDO NO EXTIENDEN SEGURO ALGUNO EL CUAL PUEDA CUBRIR EL VALOR
DE LA EMBARCACION MAS LA CARGA QUE TRANSPORTAN SINO SON CUMPLIDOS AL
GUNOS REQUISITOS COMO:

- CLASIFICACION DEL TIPO DE EMBARCACION
- INSPECCION ANUAL DE LAS CONDICIONES O ESTADO DE LA EMBARCACION
- INSPECCION DEL CASCO EN DIQUE SECO CADA 2 O 3 AÑOS
- CERTIFICADO DE CONTAMINACION DE LA EMBARCACION AL MEDIO AMBIEN
TE.
- CERTIFICADO DE LA LINEA MAXIMA DE CARGA O FRANCOBORDO

ASI MISMO EXISTEN COMPAÑIAS CON REPRESENTANTES Y ESPECIALISTAS-
EN TODO EL MUNDO, QUIENES SON LAS AUTORIZADAS POR LAS COMPAÑIAS DE -
SEGUROS DE INSPECCIONAR Y CERTIFICAR LAS CONDICIONES DE LAS EMBARCA-
CIONES, INCLUYENDO EL EQUIPO MECANICO, ELECTRICO Y DE NAVEGACION PER
TENECIENTE A ESTAS. A CONTINUACION SE MENCIONAN ALGUNAS DE LAS MAS -
CONOCIDAS:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - A.B.S.- AMERICAN BUYEAU OF SHIPPING | E.E.U.U. |
| - D.N.V.- DET NORSKE VERITAS | HOLANDESA |
| - LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING | INGLATERRA |
| - AMERICAN SALVAJE | E.E.U.U. |

EN EL CASO DE PETROLEOS MEXICANOS, ES LA COMPAÑIA ASEGURADORA -
MEXICANA QUIEN CUBRE EL SEGURO POR EL COSTO DE LAS ESTRUCTURAS PARA-
PLATAFORMAS MARINAS QUE SE CARGAN Y TRANSPORTAN EN LAS BARCAZAS AN--
TES DESCRITAS, DESDE LOS PUERTOS DE TAMPICO Y TUXPAN HACIA LA SONDA-
DE CAMPECHE, CABE HACER LA OBSERVACION QUE DEBIDO AL ALTO COSTO TAN-
TO DE LAS ESTRUCTURAS COMO LA DE LAS EMBARCACIONES, LA CIA. ASEGURA-
DORA MEXICANA SE REASEGURA CON ALGUNAS OTRAS COMPAÑIAS DE SEGUROS --
INTERNACIONALES, DEBIENDO PETROLEOS MEXICANOS DE CUMPLIR INVARIABLE-
MENTE CON LA INSPECCION Y CERTIFICACION DE UN ESPECIALISTA QUE TRABA
JE PARA LAS COMPAÑIAS ANTES MENCIONADAS, RESPECTO A LAS CONDICIONES-

DE LAS EMBARCACIONES ASI COMO EL BUEN ASEGURAMIENTO SOBRE CUBIERTA - DE LA ESTRUCTURA O EQUIPO QUE SE VAYA A TRANSPORTAR.

POR TODO LO ANTERIOR, EL SUPERVISOR DE PETROLEOS MEXICANOS ENCARGADO DE LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS, CARGA Y FIJACION SOBRE CHALAN, ADEMAS DE CONOCER EL ASPECTO LEGAL Y ADMINISTRATIVO POR COBERTURA, DEBERA DE TENER CONOCIMIENTOS FISICOS TANTO DE LA ESTRUCTURA, EMBARCACION Y SUS EFECTOS INTERACTUANTES DE AMBOS DURANTE LA CARGA Y LA NAVEGACION.

PARA SER MAS OBJETIVOS RESPECTO A LA PARTICIPACION, DEL SUPERVISOR DURANTE LA EJECUCION DE ESTOS TRABAJOS, SE RELACIONAN A CONTINUACION EN FORMA CONSECUTIVA LAS PRINCIPALES Y MAS IMPORTANTES ACTIVIDADES DE LO QUE ES LA CARGA DE ESTRUCTURAS Y FIJACION SOBRE CHALAN.

1.- EL SUPERVISOR O REPRESENTANTE DE PEMEX DEBERA VERIFICAR QUE LAS EMBARCACIONES DESTINADAS PARA CARGAR ALGUNA DE LAS ESTRUCTURAS, CUENTEN ESTAS CON TODOS LOS CERTIFICADOS VIGENTES ANTERIORMENTE MENCIONADOS.

2.- EL SUPERVISOR DEBERA CONOCER PLENAMENTE LAS DIMENSIONES Y PESOS DE LA ESTRUCTURA, ASI COMO LA UBICACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE ESTA.

3.- POSTERIORMENTE AL RECIBO DEL CHALAN O BARCAZA, EL SUPERVISOR DEBE DE CONOCER LAS DIMENSIONES, PESOS, CAPACIDADES DE LOS TANQUES DE LASTRE, ASI COMO LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA EMBARCACION.

4.- CONOCIDOS LOS PUNTOS 2 Y 3 EL SUPERVISOR DEBERA HACER UN ANALISIS DE FLOTACION PARA ASI DE ESTA MANERA ELABORAR UN PROCEDIMIENTO DE UTILIZACION DE TANQUES PARA LASTRE Y ACHIQUE DURANTE LA CARGA, ADEMAS DE LO ANTERIOR EL SUPERVISOR DEBERA VERIFICAR LA ESTABILIDAD DEL CONJUNTO CHALAN ESTRUCTURA EN CONDICIONES DE NAVEGACION.

POR SER EL PUNTO ANTERIOR DE GRAN IMPORTANCIA EN ESTE TEMA SE HARA UNA EXPLICACION DEL CRITERIO A SEGUIR PARA LA ESTABILIDAD DE UN CUERPO EN FLOTACION Y UN EJEMPLO QUE SE APEGUE A LA REALIDAD.

ANALIZAREMOS AHORA LA ESTABILIDAD DE UN CUERPO EN FLOTACION EN UNA SUPERFICIE LIBRE CON EL PROPOSITO DE ESTABLECER UNA MEDIDA DEL GRADO DE ESTABILIDAD DEL SISTEMA, CONSIDEREMOS UN CHALAN DE CONFIGURACION PARALELEPIPEDO RECTANGULAR, REPRESENTADO EN LA FIG. 38 Y UNA SECCION DEL CASCO SUMERGIDA EN EL AGUA.

DAREMOS AL BARCO UNA PEQUEÑA ROTACION ALREDEDOR DEL EJE LONGITUDINAL, Y ESTUDIAREMOS EL DESPLAZAMIENTO DE LA LINEA DE ACCION DE LA FUERZA DE EMPUJE. EL CENTRO DE EMPUJE CUANDO NO ESTA INCLINADO ES EL PUNTO B Y EN LA NUEVA POSICION O INCLINADA EN B'. EN LA MISMA SECCION SE REPRESENTA EL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL PUNTO G. AL GIRAR EL BUQUE ALREDEDOR DEL EJE "Y", SE OBSERVARON QUE SE DESPLAZA UNA CANTIDAD ADICIONAL DE AGUA HACIA EL LADO IZQUIERDO DE "Y", Y UNA CANTIDAD IGUAL DE AGUA ABANDONA EL LADO DERECHO, LAS SECCIONES DE ESTOS VOLUMENES APARECEN HECHURADAS EN LA FIGURA. PARA FINES DE CALCULO CONSIDERAREMOS QUE AL GIRAR EL BUQUE SE DESARROLLAN FUERZAS HACIA ARRIBA EN EL LADO IZQUIERDO Y HACIA ABAJO EN EL LADO DERECHO, CUYAS FUERZAS CONSTITUYEN UN PAR C. POR LO TANTO, EL EMPUJE TOTAL PARA LA CONFIGURACION INCLINADA PUEDE CONSIDERARSE COMO LA SUPERPOSICION DE LA FUERZA F_B . APLICADA EN B, Y EL PAR DE FUERZAS C. ESTE SISTEMA DE FUERZAS ES EQUIVALENTE ESTATICAMENTE A LA FUERZA UNICA F_B' APLICADA EN B'.

CON LO ANTERIOR, PUEDE DETERMINARSE FACILMENTE LA DISTANCIA δ QUE REPRESENTA EL DESPLAZAMIENTO DE LA LINEA DE ACCION DEL EMPUJE, IGUALANDO LOS MOMENTOS DE DOS SISTEMAS DE FUERZAS, RESPECTO DEL EJE PARALELO QUE PASA POR B', o sea y .

$$-\delta F_B + C = 0 \text{ POR TANTO } \delta = \frac{C}{F_B} = \frac{C}{W} \dots 1$$

LUEGO, CONOCIDOS EL PAR C Y EL PESO DEL BARCO (W), PUEDE DETERMINARSE LA DISTANCIA δ . OBSERVANDO QUE EL PUNTO M ES LA INTERSECCION DE LA LINEA DE ACCION DE F_B' Y DEL EJE VERTICAL DE SIMETRIA DE LA SECCION RECTA DEL BUQUE, PODEMOS CALCULAR LA DISTANCIA MB, MEDIANTE δ , ASI:

$$\overline{MB} = \frac{\delta}{\text{sen } \Delta\theta} \dots 2$$

SI EL PUNTO M, CALCULADO DE ESTE MODO, ESTA POR ENCIMA DE G. VEMOS--
 QUE EL EMPUJE Y EL PESO W FORMAN UN PAR DE FUERZAS ADRIZANTE O TAM-
 BIEN LLAMADO MOMENTO RESTAURADOR, Y EL BUQUE SE DICE QUE ES ESTABLE
 MAS TODAVIA, CUANTO MAYOR SEA LA DISTANCIA \overline{MG} , MAYOR ES EL VALOR --
 DEL MOMENTO ADRIZANTE, Y MAS ESTABLE SERA EL BUQUE O SEGURO PARA NA-
 VEGAR, ASI LA DISTANCIA MG SIRVE DE REFERENCIA PARA LA ESTABILIDAD,
 LLAMANDOSE ALTURA METACENTRICA. SI M Y G COINCIDIERAN, LA ESTABILI-
 DAD ES INDIFERENTE, Y SI M ESTA POR DEBAJO DE G. TENDRIAMOS UNA CON-
 DICION DE INESTABILIDAD DEL BUQUE.

DESARROLLO DE LA ECUACION PARA EL CALCULO DE LA ALTURA METACENTRICA.
 PARA EL CALCULO DE LA ALTURA METACENTRICA, NECESARIAMENTE TENEMOS --
 QUE DETERMINAR EL PAR C, SELECCIONANDO VOLUMENES ELEMENTALES DV DE --
 AMBAS CUÑAS, HECHURADAS, TENEMOS QUE:

$$dv = x \cdot \Delta\theta \cdot dA$$

PARA CADA DV ASOCIAMOS UNA FUERZA DF DE VALOR $y \cdot x \cdot \Delta\theta \cdot dA$, POR LO --
 TANTO, EL PAR C PUEDE DETERMINARSE MOMENTOS CON RELACION A y , DE LA-
 ANTERIOR DISTRIBUCION DE FUERZAS EXTENDIDAS A TODA LA SECCION DEL --
 CASCO DEL BUQUE A LA ALTURA DE LA LINEA DE AGUA.

DESIGNANDO EL AREA DE ESTA SECCION POR $A_f \cdot s$, OBTENEMOS PARA C

$$C = \int_{A_{f.s}} y \cdot x^2 \Delta\theta \cdot dA = y \Delta\theta \int_{A_{f.s}} x^2 dA \therefore C = y \Delta\theta I_{yy}$$

DONDE I_{yy} ES EL MOMENTO DE SEGUNDO ORDEN DEL AREA $A_{f.s}$, RESPECTO DEL EJE y , AHORA, REEMPLAZANDO EL VALOR OBTENIDO PARA C EN LA ECUACION (1).

$$W = y \Delta\theta I_{yy} ; \delta = \frac{y \Delta\theta I_{yy}}{W}$$

SUSTITUYENDO EL VALOR DE

δ DE LA ECUACION (2), OBTENEMOS QUE $\overline{MB} = \frac{y \Delta\theta I_{yy}}{W \sin\theta}$ COMO

$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\sin\theta} = 1$ SEGUN LA REGLA DE L' HOPITAL, TENEMOS QUE

$$\overline{MB} = \frac{y I_{yy}}{W} \dots \dots (3) \text{ LLAMANDO } l \text{ A LA DISTANCIA ENTRE G}$$

Y B (VER FIG. 38), LA ALTURA METACENTRICA PUEDE ESCRIBIRSE EN LA FORMA:

$$\overline{MG} = (\overline{MB} - l) \text{ POR LO TANTO } \overline{MG} = \frac{y I_{yy}}{W} - l \dots \dots (4)$$

COMO CONCLUSION PODEMOS DECIR QUE SI DE LA FORMULA (4) EL VALOR DE \overline{MG} ES POSITIVO HAY ESTABILIDAD EN LA EMBARCACION, DANDO COMO RESULTADO QUE EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CUERPO ESTE MAS BAJO QUE EL CENTRO DE EMPUJE DE LA FUERZA RESTAURADA Y A MAYOR DISTANCIA HACIA ARRIBA DE ESTE PUNTO MUCHO MAYOR ES LA ESTABILIDAD.

POR ULTIMO SI EL VALOR DE \overline{MG} RESULTARA NEGATIVA, SIGNIFICA INESTABILIDAD EN LA EMBARCACION.

EJEMPLO.- SE TIENE UN CHALAN DE FORMA DE PARALELEPIPEDO RECTANGULAR, CUYAS DIMENSIONES SON: 76.0 M DE ESLORA: 22.0 M DE MANGA: 5.0 M. DE PUNTAL, CUYO PESO VACIO ES DE 1,200 T.C., SOBRE CUBIERTA EN LA PARTE CENTRAL SE HA CARGADO UNA ESTRUCTURA DE 900 T.C. (VER FIG.38). PARA NAVEGAR EN ALTA MAR SE HA LASTRADO CON 1000 TONS. METRICAS DE

AGUA. ADEMAS SE SUPONE UNA ROTACION DEL CHALAN ALREDEDOR DEL EJE ---
LONGITUDINAL DE 7°, SE DESEA DETERMINAR LO SIGUIENTE:

A) LA ALTURA METACENTRICA Y ESTABLECER SI EL CHALAN ES ESTABLE.

B) EL VALOR DEL MOMENTO ADRIZANTE O RESTAURADOR

CONOCIDAS LAS ALTURAS DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD DEL CHALAN, --
ESTRUCTURA Y LASTRE, SE CALCULA EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CONJUNTO.

$$l_1 = 14.5M : \quad l_2 = 2.2M : \quad l_3 = 0.35M.$$

$$(900)(14.5) + (1200)(2.2) + (1000)(0.35) = (3100) \ell_G \text{ (FACT. -}$$

DINAMICO)

DONDE $\ell_G = 3.45M$ = CENTRO DE GRAVEDAD DEL CONJUNTO = (21.000) (1.5)

POR EL PRINCIPIO DE ARQUIMIDES SE DETERMINARA DEL DESPLAZAMIENTO TOTAL DEL CHALAN Y ASI CONSECUENTEMENTE ENCONTRAMOS EL CENTRO DE EMPUJE DEL CHALAN.

$$(76)(22) d (1000) = (1200 + 900 + 1000) (1000) \quad \therefore D = 1.85M$$

$$\ell_G - d/2 = \ell_G - D = 3.45 - \frac{1.85}{2} \quad \text{DONDE } \ell = 2.52 M = \text{AL CENTRO DE EMPUJE DEL CHALAN.}$$

LA ALTURA METACENTRICA $\bar{M}G$, SERA $\bar{M}G = \frac{4I_{yy}}{W} - \ell$

$$\bar{M}G = \frac{(1.000) [(76)(22)^3 / 12]}{4650 (1.000)} - 2.52 \quad \therefore \bar{M}G = 11.98 M$$

POR LO TANTO EL CHALAN ES ESTABLE.

EL MOMENTO ADRIZANTE O RESTAURADOR SERA:

$$C = \frac{4\Delta\theta I_{yy}}{W} = (1000) \left[\frac{(2\pi) r d s (7/360)}{12} \right] \frac{(76)(22)^3}{12} = 8.2 \times 10^6 \text{ KG-M}$$

OBSERVACIONES.- PARA FINES DE CALCULO, DEBERA INVARIABLEMENTE DE AFFECTARSE EL PESO TOTAL DEL SISTEMA, CARGA, CHALAN Y LASTRE, POR UN FACTOR DINAMICO DE 1.5 MOTIVADO ESTE POR LA ACELERACION DEL SISTEMA.

5.- UNA VEZ RECIBIDAS Y LIBERADAS LAS EMBARCACIONES POR LAS AUTORIDADES DE EMIGRACION Y ADUANA, EL SUPERVISOR COORDINARA LAS ACTIVIDADES DE REVISION, ARRANQUE Y MANTENIMIENTO DE TODO EL EQUIPO PERTENECIENTE AL CHALAN, COMO SON BOMBAS PARA LASTRE Y ACHIQUE, WINCHES, -- COMPRESOR, ETC.

ADEMAS, VERIFICARA CONJUNTAMENTE CON LA COMPAÑIA CONTRATISTA DE FABRICACION, EL PROCEDIMIENTO Y EL EQUIPO A UTILIZAR DURANTE LA MANIOBRA, COMO SON WINCHES O GRUAS EN TIERRA, BLOCKS DE POLEAS, CABLES GRILLETES Y PERSONAL ENCARGADO, DURANTE EL TIEMPO QUE DURE LA MANIOBRA.

6.- DEBIDO AL ALTO RIESGO DE LA MANIOBRA DE CARGA DE UNA ESTRUCTURA EN LOS PATIOS DE FABRICACION UBICADOS EN AMBAS MARGENES DEL RIO PANU CO, EL SUPERVISOR INVARIABLEMENTE DEBERA PREEVER LAS CONDICIONES DE CORRIENTES POR AVENIDAS DEL RIO, VARIACION DE MAREAS, VIENTOS O NORTES QUE SON FRECUENTES, CONDICIONES DE LAS ZONAS DE CARGA O MUELLES, DRAGADOS ADECUADOS, DISPONIBILIDAD DE REMOLCADORES PARA UTILIZARSE - DURANTE LA MANIOBRA, ETC. CON TODOS LOS ELEMENTOS, ANTERIORES PROMOVERA CON ANTICIPACION UNA JUNTA DE COORDINACION ENTRE EL ENCARGADO DE LA MANIOBRA DE CARGA POR PARTE DE LA COMPAÑIA Y LOS CAPITANES ENCARGADOS DE LOS MOVIMIENTOS DEL CHALAN.

DEBIENDO DE CONTAR CON PERSONAL ESPECIADO PARA EL MANEJO Y AMARRE -- OPORTUNO DE CABOS A BORDO DEL REMOLCADOR DEL CHALAN Y EN TIERRA.

LOS TIEMPOS DE DURACION PROMEDIO PARA LA PREPARACION DEL CHALAN MANIOBRA DE CARGA Y AMARRE O FIJACION DE LA ESTRUCTURA SOBRE CHALAN- SON DE 24 Hs., 30 Hs. Y 72 Hs. RESPECTIVAMENTE, TIEMPOS EN EL QUE LA SUPERVISION DEBERA REVISAR, PREEVER Y COORDINAR TODAS LAS ACTIVIDADES Y ESFUERZOS DEL PERSONAL ESPECIALIZADO ENCARGADO DE TODO LO ANTES DESCRITO.

7.- COMO YA SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE TODAS LAS ESTRUCTURAS QUE SON CARGADAS SOBRE CHALAN, PARA SER TRANSPORTADAS POR MAR ABIERTO, DEBERAN DE CUMPLIR CON EL REQUISITO DE FIJARSE SOBRE CUBIERTA CON ELEMENTOS TEMPORALES. CON LA FINALIDAD DE QUE NO SUFRAN DAÑOS PARCIALES O PERDIDA TOTAL DURANTE LA NAVEGACION, Y EN CASO DE QUE ASI FUERA ESTAR EN POSIBILIDADES DE SOLICITAR A LA COMPANIA ASEGURADORA LA RECLAMACION RESPECTIVA.

LA INGENIERIA QUE NOS INDICA EL TIPO, DIMENSION Y CANTIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES A COLOCAR TEMPORALMENTE PARA EFECTOS DE UN BUEN ASEGURAMIENTO DE LA ESTRUCTURA SOBRE CHALAN, ES EDITADA COMUNEMENTE POR UNA FIRMA DE INGENIERIA ESPECIALIZADA, SIN EMBARGO, EL SUPERVISOR DEBERA CONOCER EL CRITERIO UTILIZADO PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE ESTOS ELEMENTOS TEMPORALES DE FIJACION ENTRE ESTRUCTURA O EQUIPO Y EL PROPIO CHALAN, CRITERIO QUE A CONTINUACION EN FORMA BREVE SE DESCRIBE.

SI EL CHALAN PERMANECIERA ESTATICO, O SEA, SIN ROTACION CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL, ENTONCES EL PROPIO PESO W DE LA ESTRUCTURA POR EL COEFICIENTE DE FRICCION, RESULTA UNA FUERZA NORMAL SUFICIENTE PARA QUE LA ESTRUCTURA PERMANEZCA EN SU LUGAR Y ESTA NO SE DESLICE.

AHORA BIEN, COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE, EL CHALAN EN CONDICIONES DE TORMENTA GIRA SOBRE SU EJE LONGITUDINAL HASTA 15° , PROVOCA DO ESTO POR LAS OLAS, Y QUE A SU VEZ SE GENERAN FUERZAS O EMPUJES LATERALES SOBRE LA CARGA QUE TIENDEN A DESLIZAR HACIA LOS LADOS DE LA ESTRUCTURA O EQUIPO SOBRE CUBIERTA.

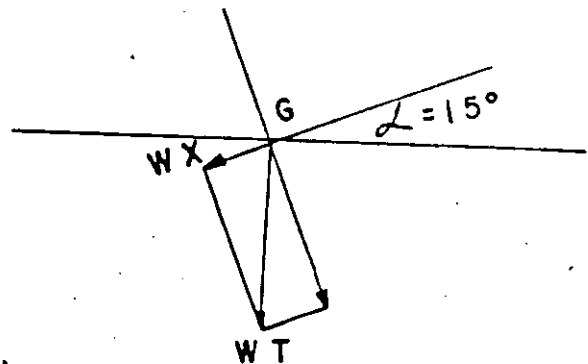
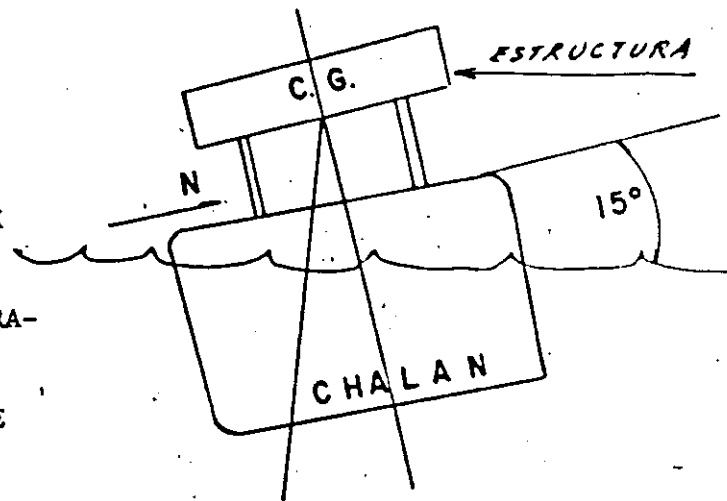
PARA CALCULAR ESTE EMPUJE LATERAL O FUERZA NORMAL A LA CUBIERTA DEL CHALAN, SE DEBERA DE CONOCER EL PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA Y EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA MISMA. POSTERIORMENTE SE SUPONE UN GIRO DEL CHALAN DE 15° CON RESPECTO A LA LINEA DE AGUA O EJE $X-X'$, DEBIENDOSE DE MULTIPLICAR EL PESO DE LA ESTRUCTURA W POR UN FACTOR DINAMICO DE 1.5 Y ASI DE ESTA MANERA DE ACUERDO A LA FIG. DEL EJEMPLO, DESCOMPONER LA FUERZA W_{TOT} EN SUS COMPONENTES Y ASI FINALMENTE W_x SERA LA

FUERZA DE DESLIZAMIENTO BUSCADA . LA CUAL HAY QUE CONTRARRESTAR CON ELEMENTOS DE AMARRE PROVISIONAL, COMO SON BRACES, PLACAS TIPO SIETES, SOPORTES VERTICALES, CABLES DE ACERO, ETC.

EJEMPLO:

ESTRUCTURA DE 900 TONS. SOBRE CHALAN PLANO EL CUAL GIRA 15° CON RESPECTO AL EJE X-X', SE ENCUENTRA HACIENDO CONTACTO X CON LA CUBIERTA EN 8 PATINES O SKIDS, CON BASE DE MADERA Y ENGRASADOS, SE PREGUNTA:

- A) CUAL ES LA FUERZA NORMAL O DE DESLIZAMIENTO QUE SE PRESENTA.
- B) UNA VEZ DISEÑADOS LOS ELEMENTOS SOLDABLES DE AMARRE SOBRE CUBIERTA, QUE CANTIDAD DE SOLDADURA HAY QUE DEPOSITAR AL RAS DE LA CUBIERTA PARA EVITAR SE DESLICE.



$$W_{TOT} = (W) (\text{FACT. DINAMICO}) = (900)(1.5)$$

$$W_{TOT} = 1350 \text{ T.C.}$$

$$\text{SEN} = \frac{W_x}{W_t}$$

$$W_x = (\text{SEN}(15^\circ)) W_t = (0.2588)(1350)$$

$$W_x = 349 \text{ T.C.}$$

$$\text{FZA. NORMAL} = W_x (\text{COEF. FRICCIÓN}) = (349)(0.2)$$

$$\text{F.N.} = 69.8 \text{ T}$$

AHORA, LA CARGA O FUERZA RESISTENTE PARALELA ADMISIBLE POR CENTIMETRO LINEAL DE SOLDADURA DE FILETE CARGADA ESTATICAMENTE, ESTA DADA POR:

$$F = FC \cdot A$$

EN DONDE

FC= ESFUERZO CORTANTE ADMISIBLE = 960 KG/CM²
ELECTRODO E-7018

A= AREA DE LA GARGANTA DE UN CENTIMETRO DE SOL-

DADURA.

A 45° LA CUAL ES 0.707 B

B= LONGITUD DEL CATEO EN CM

SU SPONE UNA SOLDADURA 1/2" (1.27CM) DE FILETE, POR LO TANTO SE SUSTITUYE:

$$F = 960 (0.707) (1.27) = 862$$

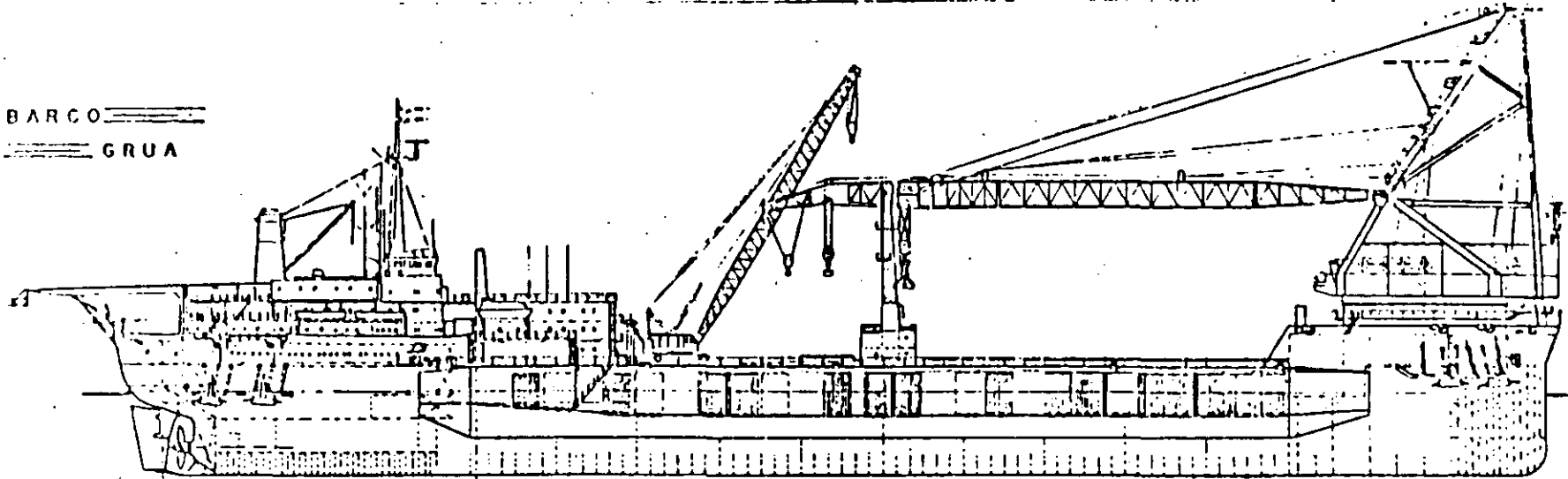
F = 862 KG. QUE RESISTE CADA CM. LINEAL DE LA SOLDADURA PROPUESTA. PARA EL CALCULO DE LA CANTIDAD DE SOLDADURA SOLO SE TOMA EN CONSIDERACION LA FUERZA NORMAL SIN AFECTARLA POR EL COEFICIENTE DE FRICTION.

$$\text{CANT. SOLD.} = \frac{Wx}{F} = \frac{349000}{862} = 405$$

RESULTADO.-

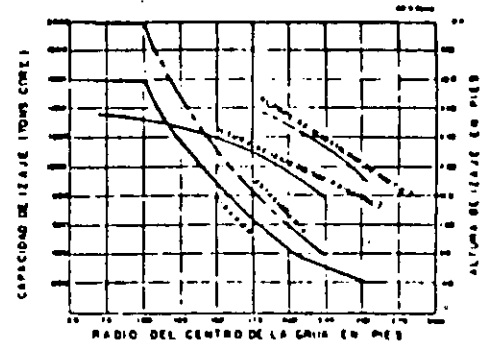
SE REQUIEREN 405 CM. DE SOLDADURA DE FILETE DE 1/2" (1.27 CM) AL RAS DE LA CUBIERTA.

BARCO
GRUA

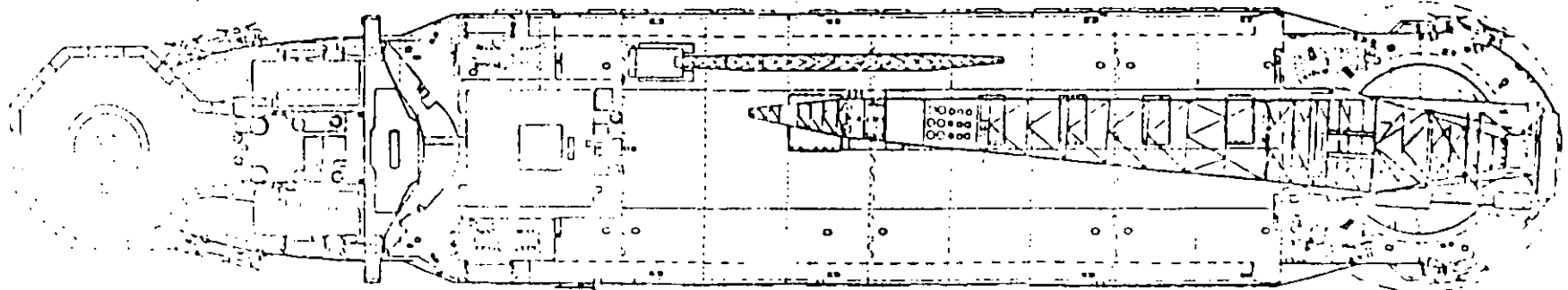


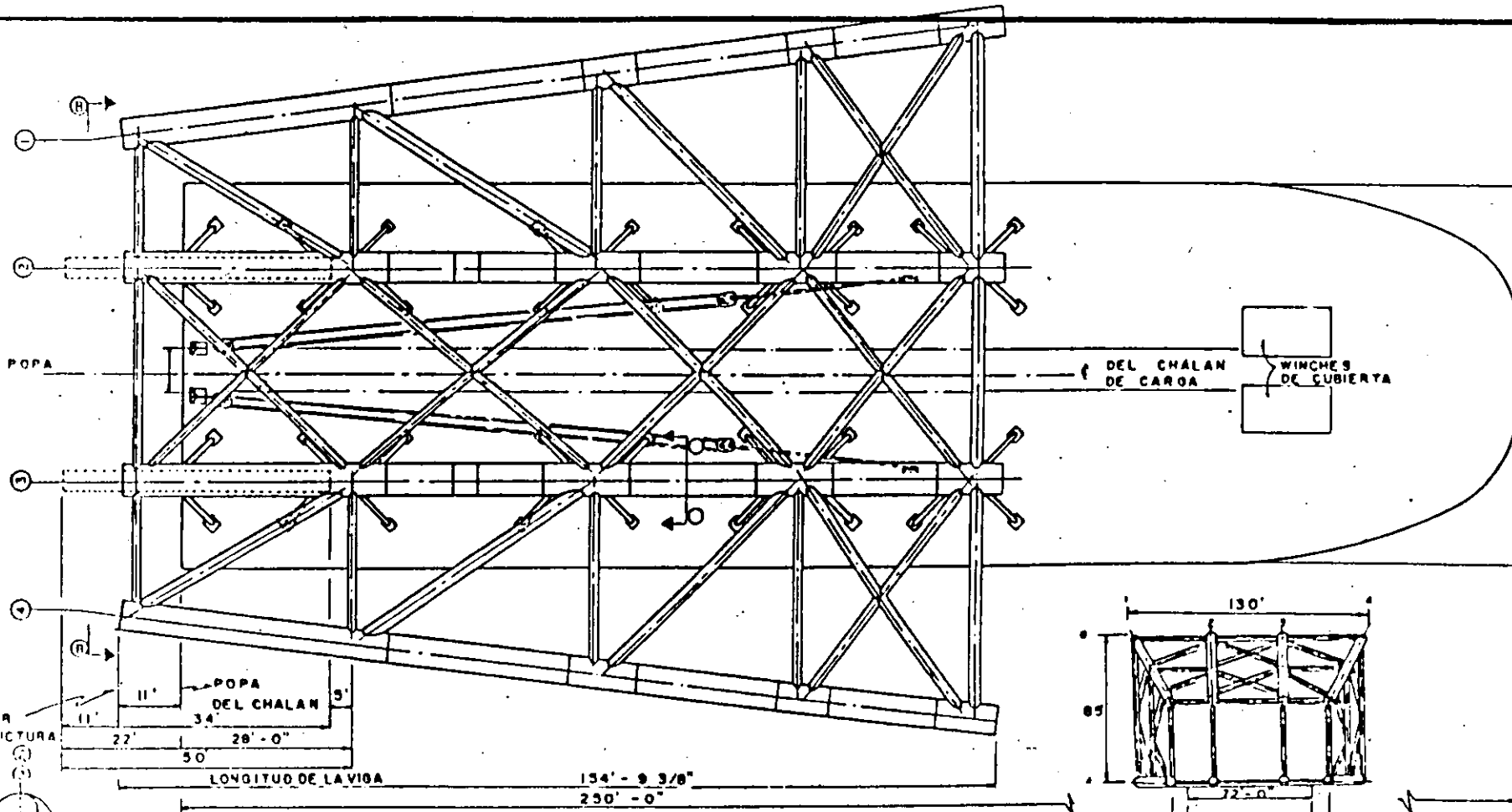
ELEVACION

GRUA PRINCIPAL 2000 T.C.
 GRUA PORTATIL 165 T.C.
 l = 206 ■ A = 37 ■ P = 15.5 ■
 B ANCLAS 10 T c/u CON 4000' CABLE 3" #
 ALOJAMIENTO PARA 200 PERSONAS
 PROPULSION 15400 V.H.P.
 GENERACION ELECTRICA 5500 KW
 TALLERES, ALMACENES, HELIPUERTO
 RADIOCOMUNICACION.

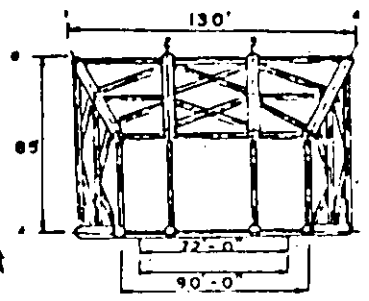
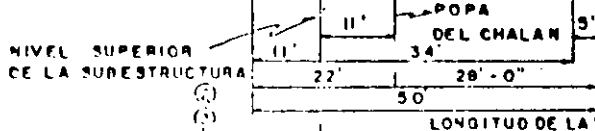


PLANTA





NIVEL SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA

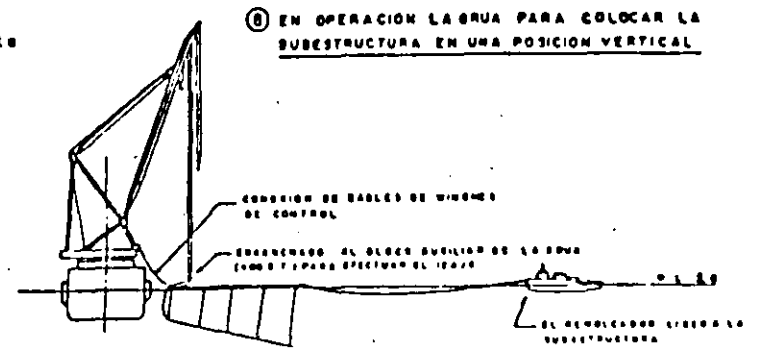
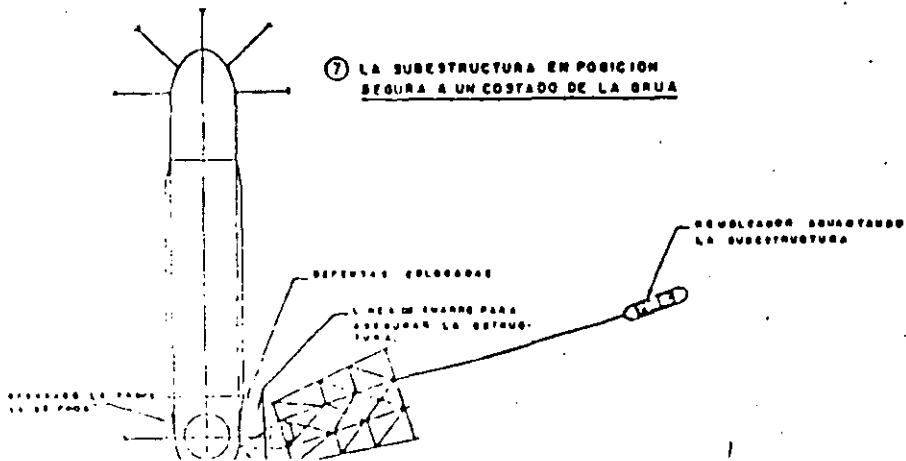
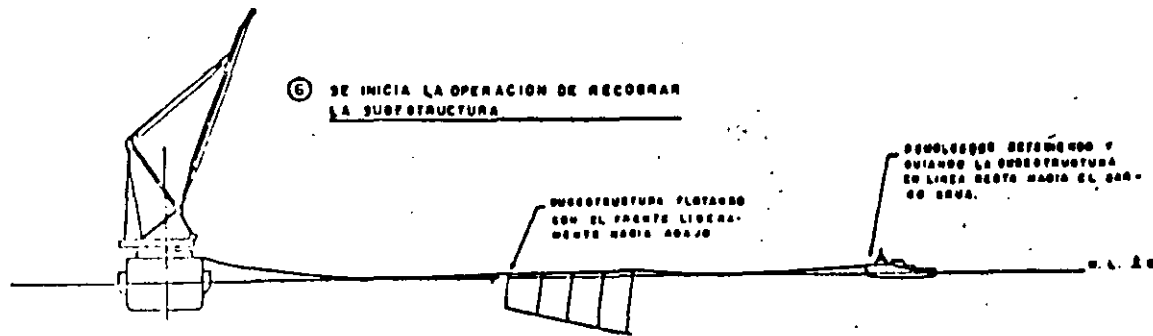
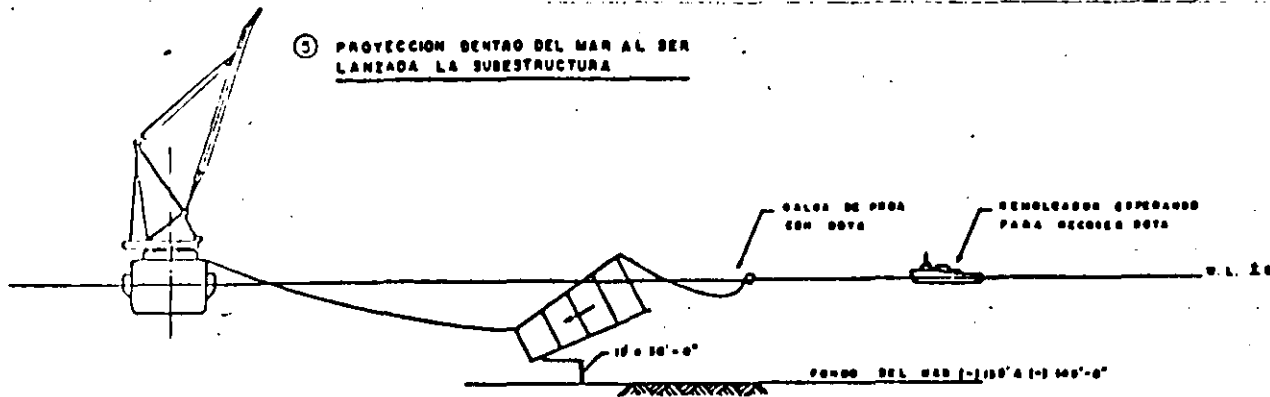


SECCION B-B

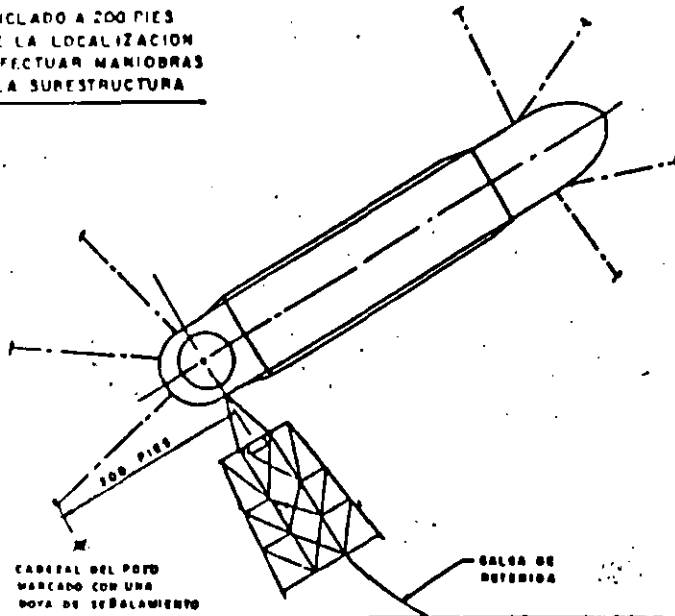
3/4" SOLDADA A LA CUBIERTA DEL CHALAN

PLANTA

SECCION A-A

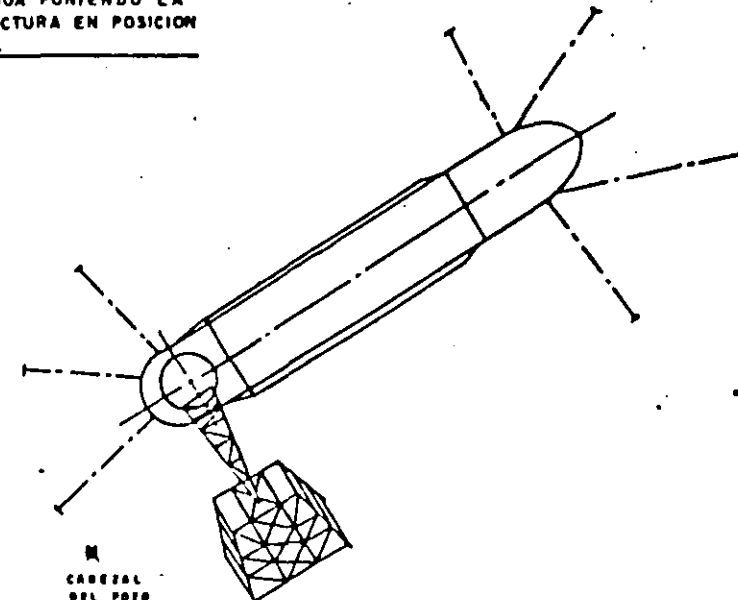


- ① BARCO GRUA ANCLADO A 200 PIES HACIA POPA DE LA LOCALIZACION FINAL PARA EFECTUAR MANIOBRAS DE IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA

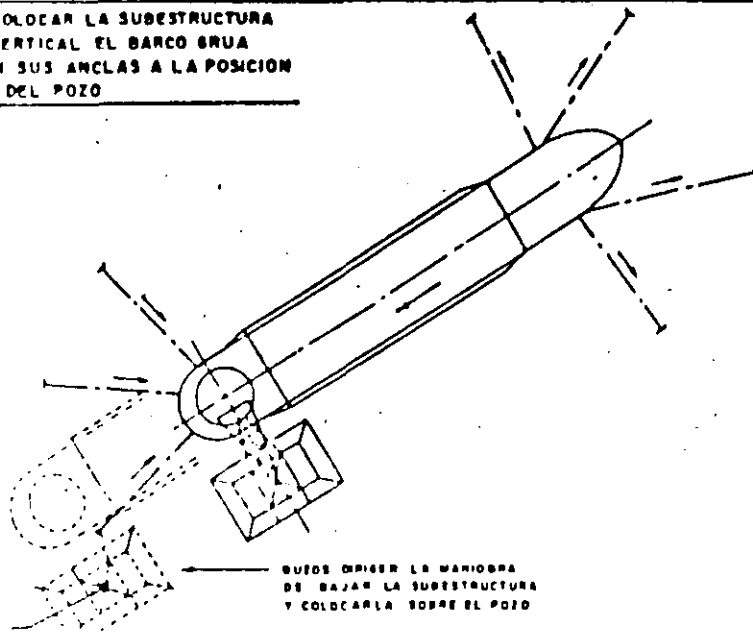


CABEZAL DEL POZO MARCADO CON UNA BOYA DE SEÑALAMIENTO

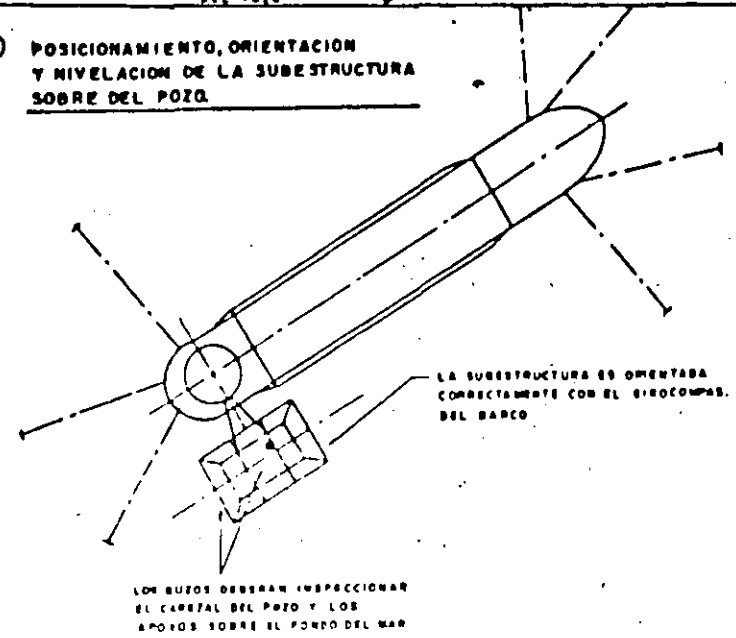
- ② BARCO GRUA PONIENDO LA SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL



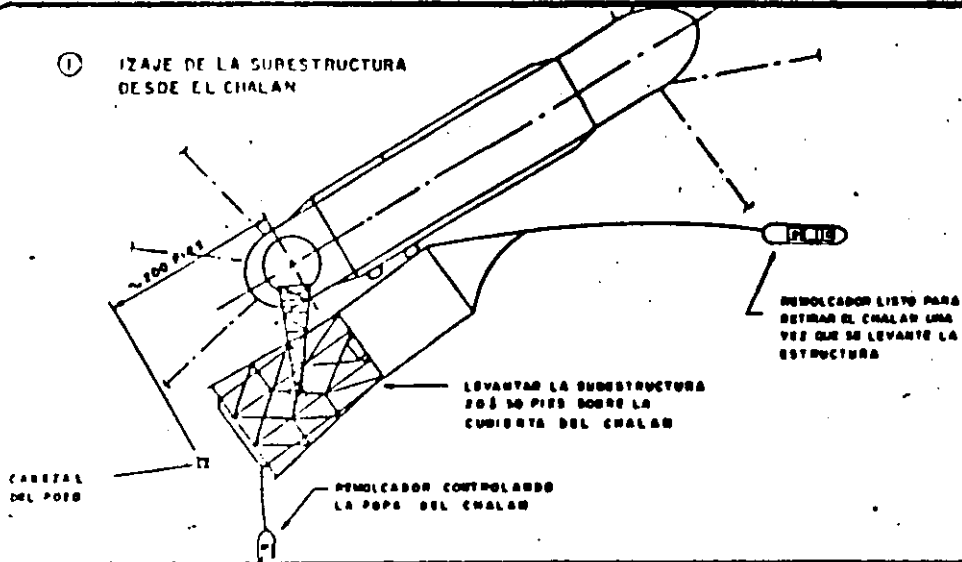
- ③ DESPUES DE COLOCAR LA SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL EL BARCO GRUA SE MUEVE CON SUS ANCLAS A LA POSICION DEL CABEZAL DEL POZO



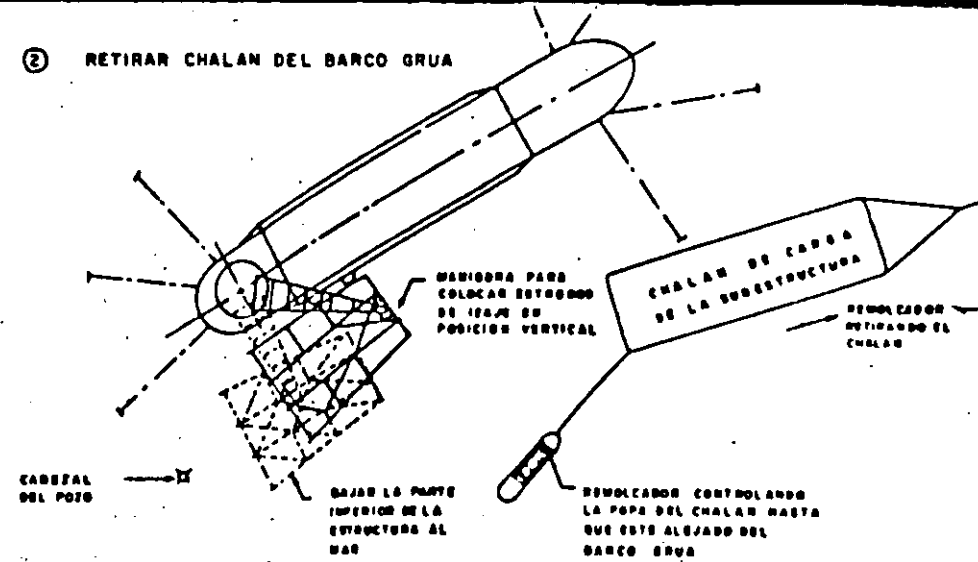
- ④ POSICIONAMIENTO, ORIENTACION Y NIVELACION DE LA SUBESTRUCTURA SOBRE DEL POZO



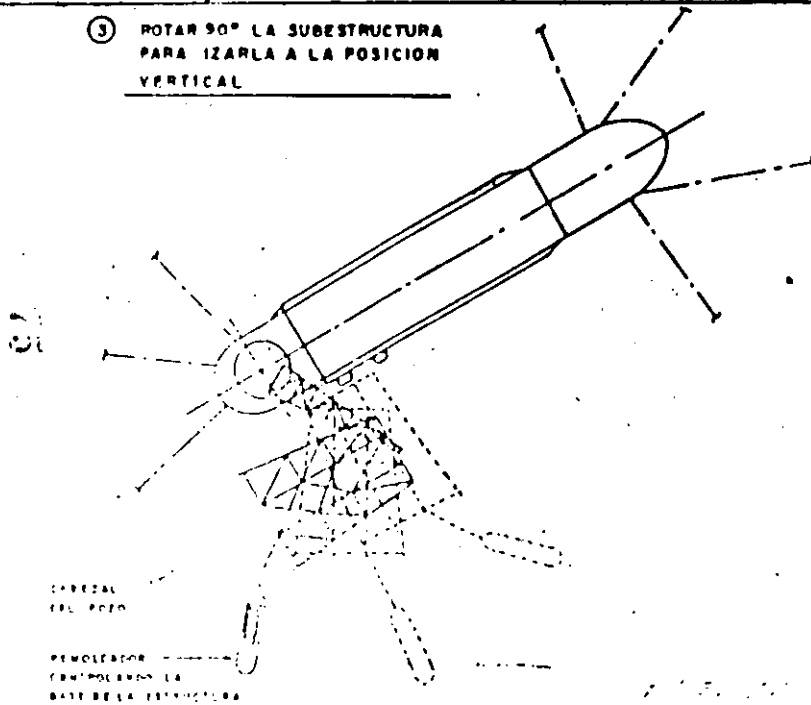
① IZAJE DE LA SUBESTRUCTURA DESDE EL CHALAN



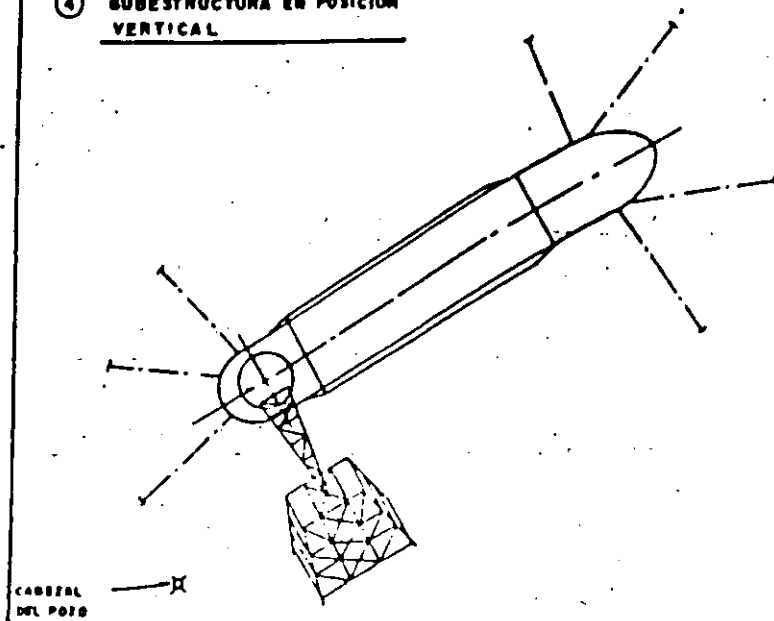
② RETIRAR CHALAN DEL BARCO GRUA

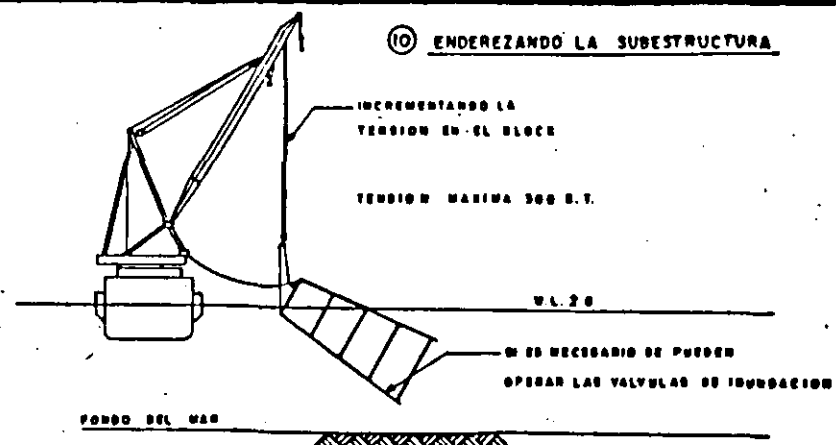
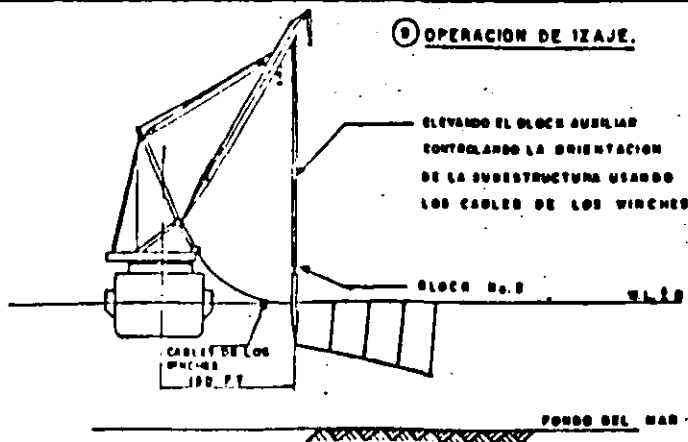


③ ROTAR 90° LA SUBESTRUCTURA PARA IZARLA A LA POSICION VERTICAL



④ SUBESTRUCTURA EN POSICION VERTICAL



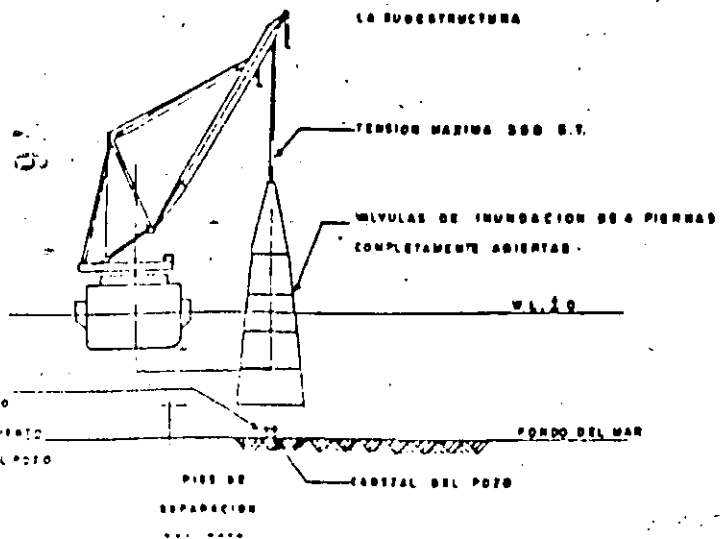


NOTA

EN CASO DE SER LA SUBESTRUCTURA MAS PESADA Y LAS CARGAS DE TENSION ARRIBA DE 400 S.T. SE DEBERA USAR EL BLOQUE PRINCIPAL DE LA GRUA.

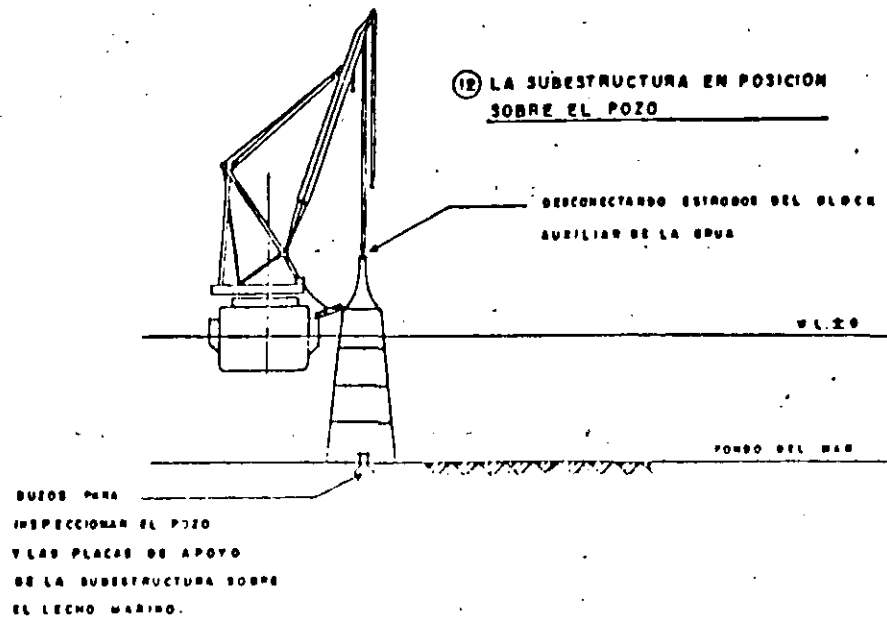
11 SUBESTRUCTURA EN POSICION

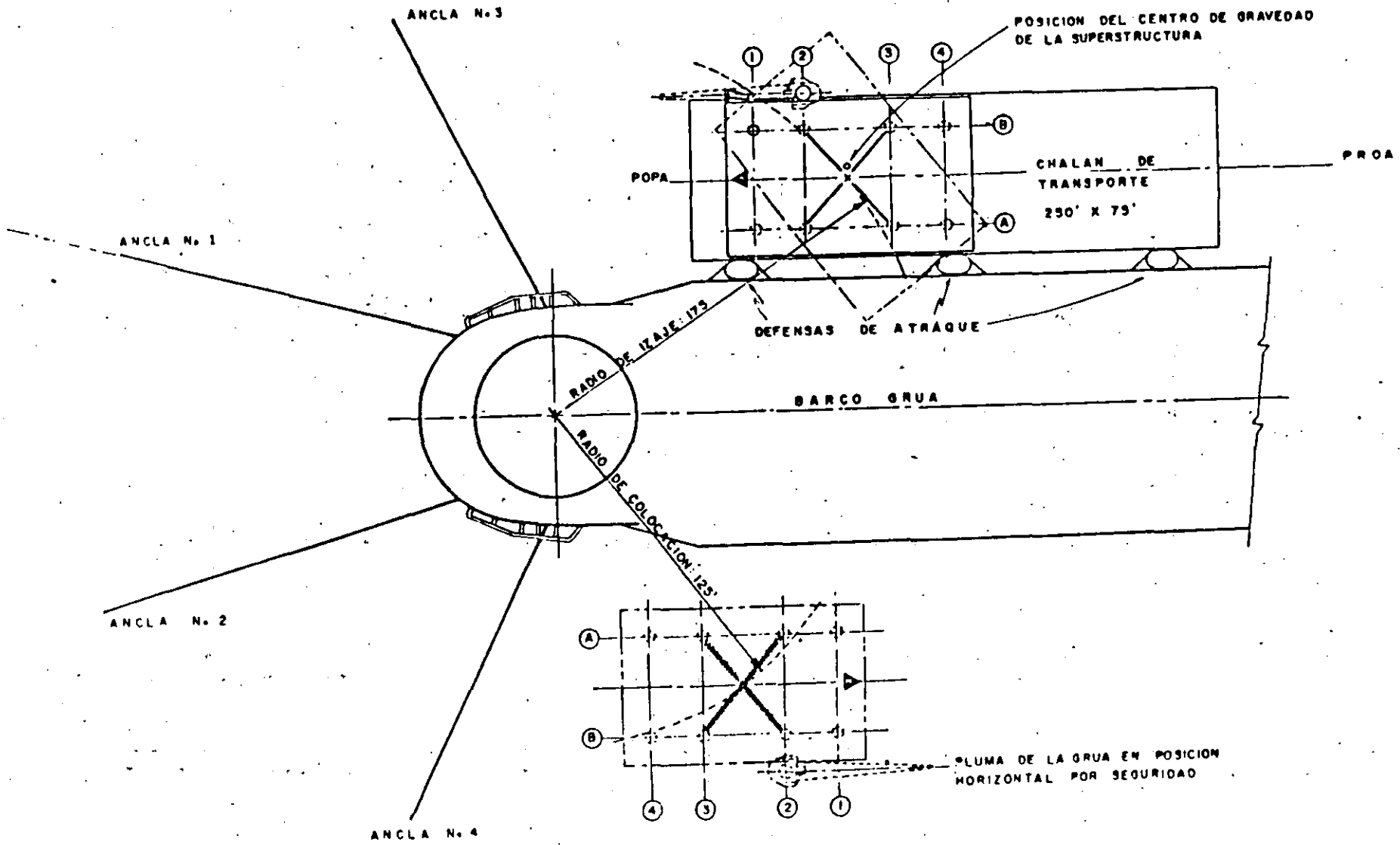
MOVER EL BARCO GRUA A LA LOCALIZACION DEL POZO PARA INSTALAR EN ESTE LA SUBESTRUCTURA



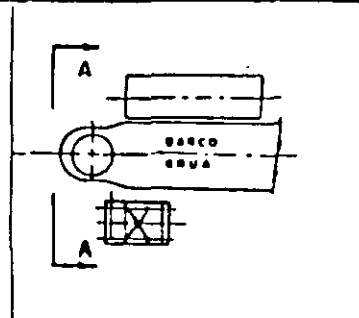
12 LA SUBESTRUCTURA EN POSICION SOBRE EL POZO

DESCONECTANDO ESTACOS DEL BLOQUE AUXILIAR DE LA GRUA

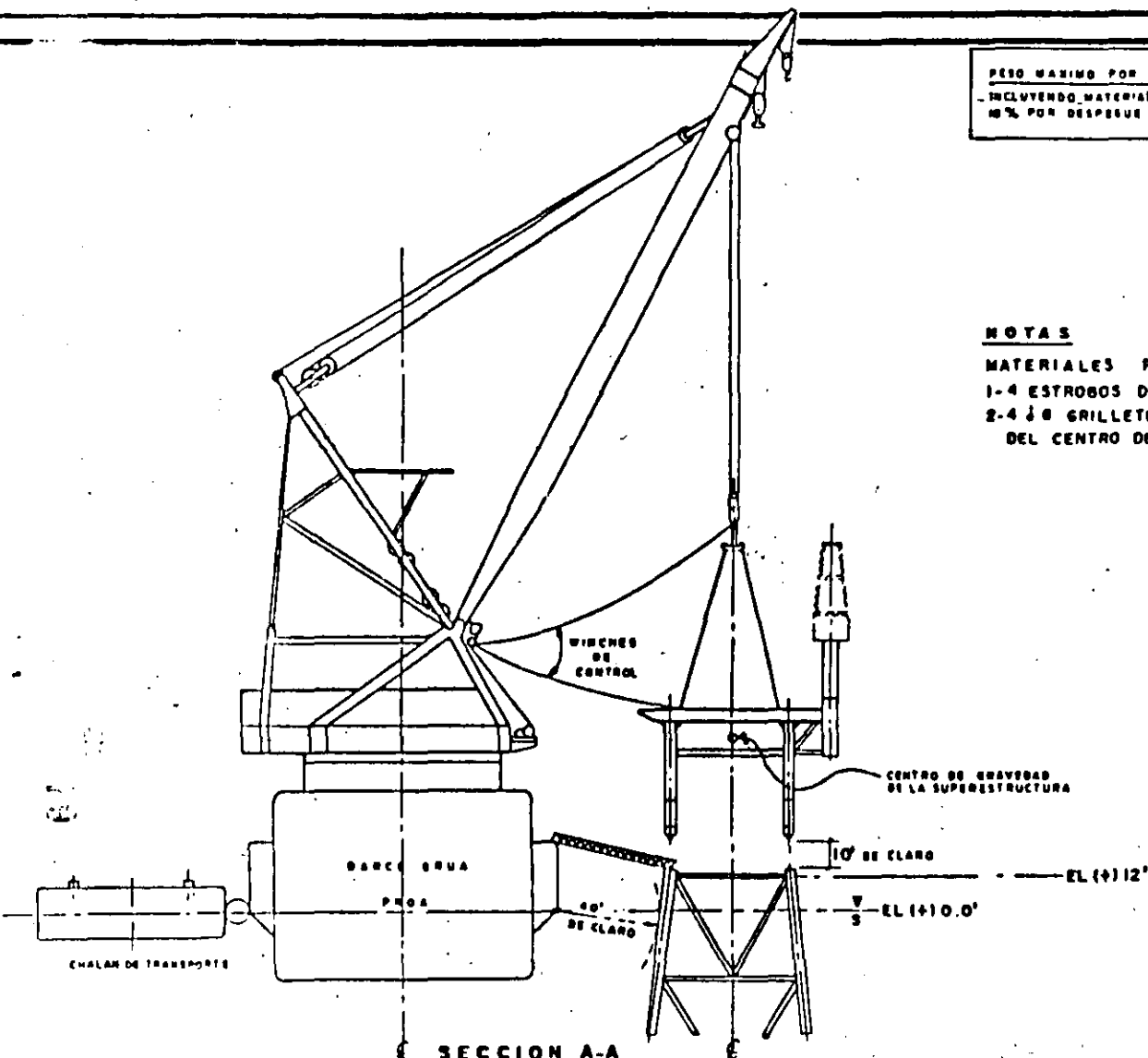




PESO MAXIMO POR IZAJE: 300 ST
 INCLUYENDO MATERIALES PARA IZAJE Y
 40% POR DESPESAS DEL CHALAN



NOTAS
 MATERIALES PARA IZAJE
 1-4 ESTROBOS DE 70' LONGITUD Y 5 VZ" #
 2-4 J O GRILLETES DE 200 TONS. DEPENDIENDO DE LA LOCALIZACION
 DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SUPERESTRUCTURA



SECCION A-A



CHALAN DE TRANSPORTE

BARCO GRUA
 PROA

WINCHES DE CONTROL

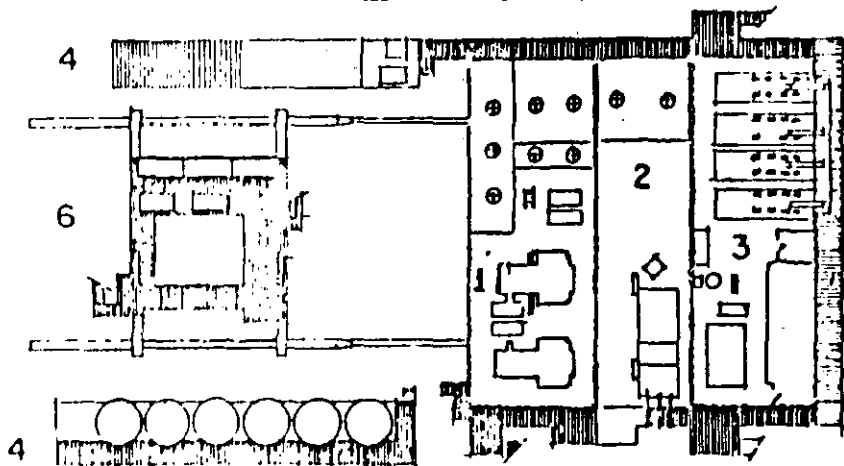
CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SUPERESTRUCTURA

10' DE CLARO

EL (+) 12'

EL (+) 10.0'

40' DE CLARO



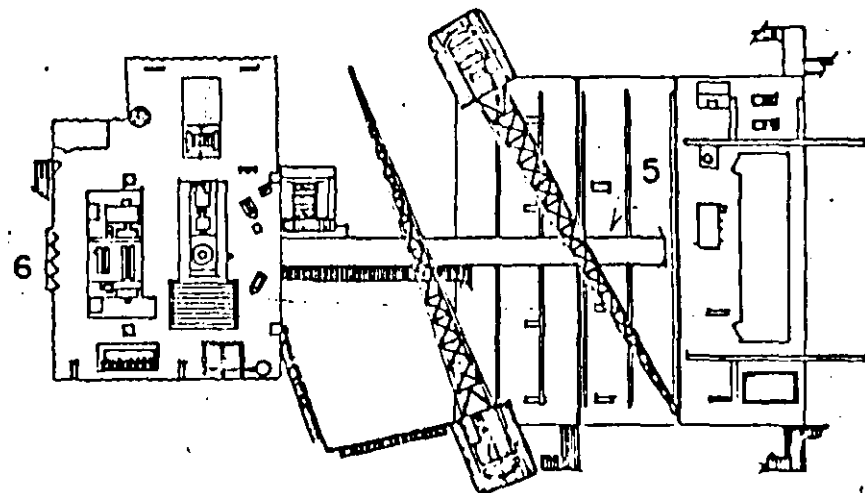
EQUIPOS EN EL NIVEL INFERIOR

DESCRIPCION
DEL PAQUETE

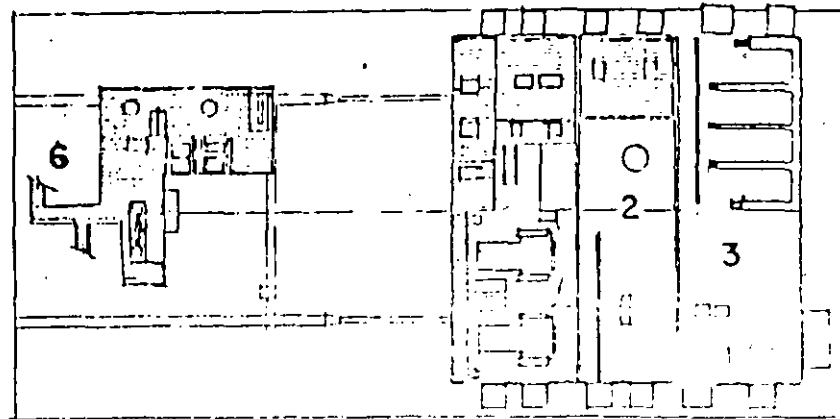
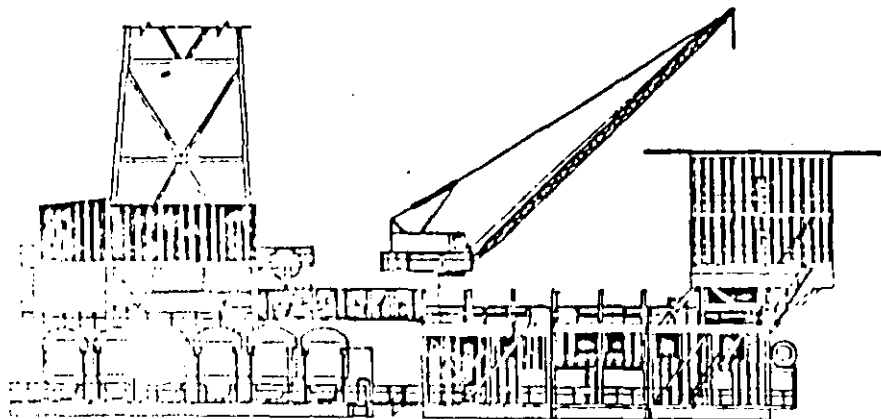
DIMENSIONES
DEL PAQUETE

PESO

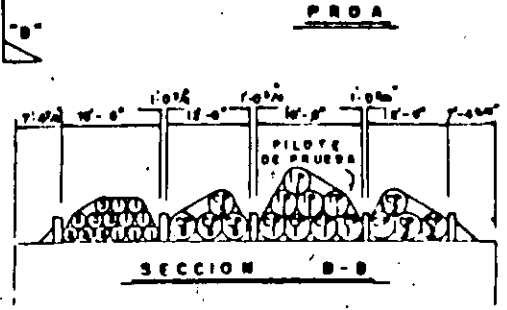
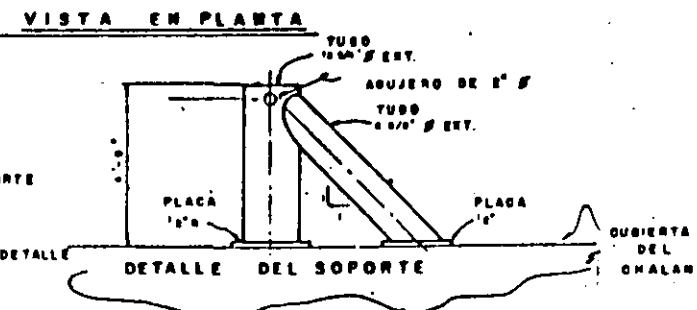
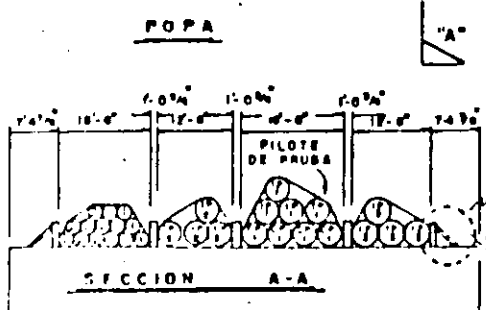
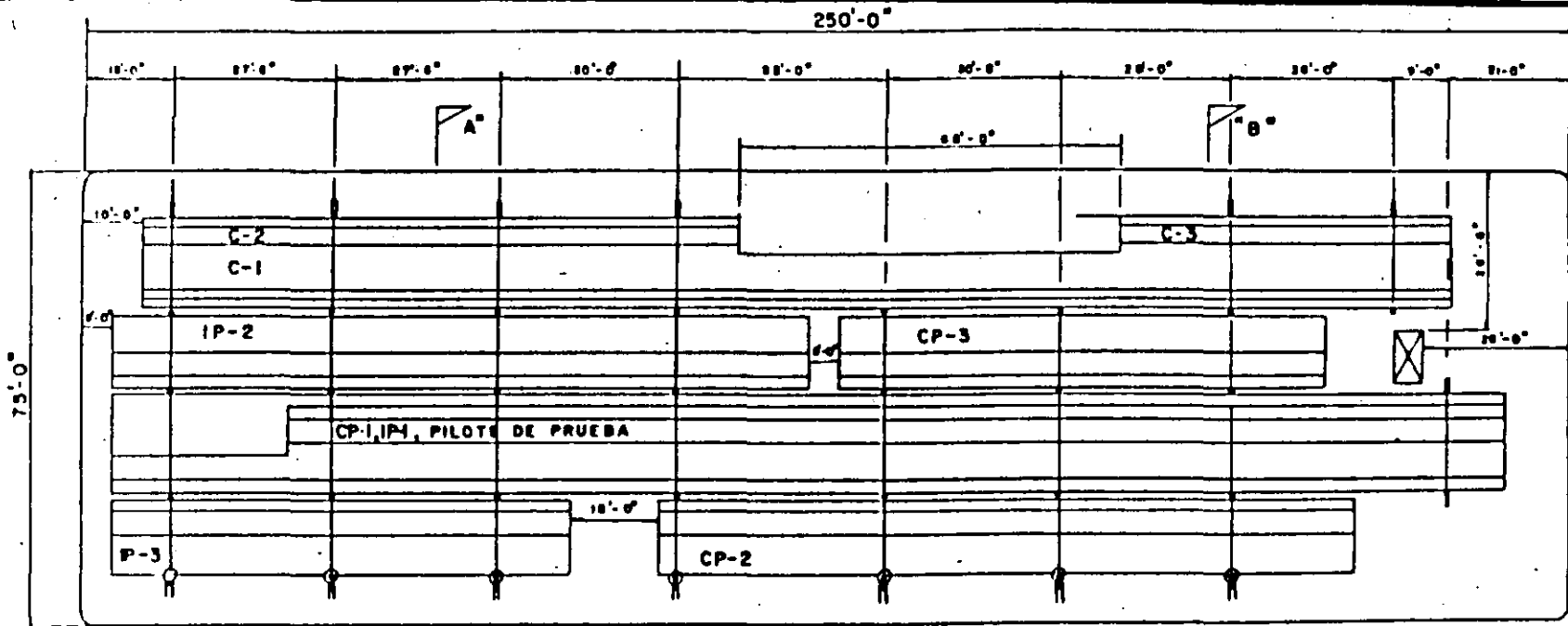
MAQUINAS	24'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	300 TONS.
QUIMICO	19'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	200 TONS.
BOMBAS	25'-11 1/2" x 69'-11 1/2" x 19' ALTO	380 TONS.
TANQUES	8' 7/8" x 69' 11 1/2" x 14'-6" ALTO	70 TONS.
HABITACIONAL	30' x 70' x 25' ALTO	220 TONS.
PERFORACION	30' x 30' x 25' ALTO	380 TONS.



EQUIPOS EN EL NIVEL SUPERIOR



EQUIPOS EN EL NIVEL INTERMEDIO



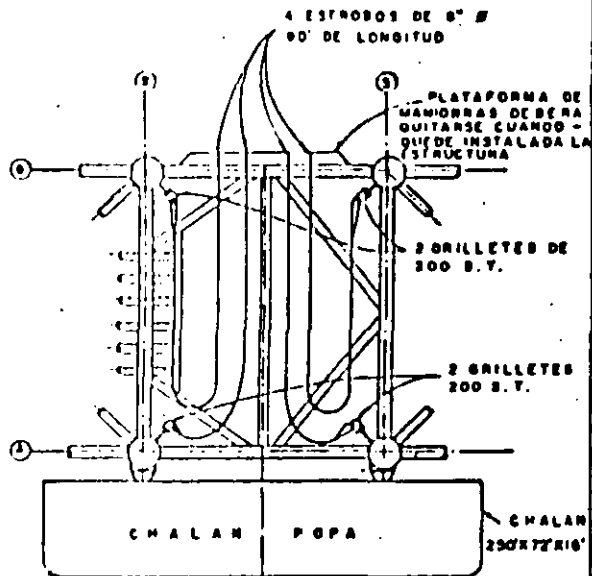
CONDUCTORES	30" EXT.	LONGITUD	PESO	N. TRAMOS
CONDUCTOR	18 SECCION	220'	34.07 T.	11
CONDUCTOR	29 SECCION	100'	15.49 T.	11
CONDUCTOR	39 SECCION	35'	8.52 T.	11
N CONDUCTOR	49 SECCION	30'	5.25 T.	11

— NOTA —

TODOS LOS PILOTES VAN ORIENTADOS EN SUS EXTREMOS SUPERIORES HACIA POPA.

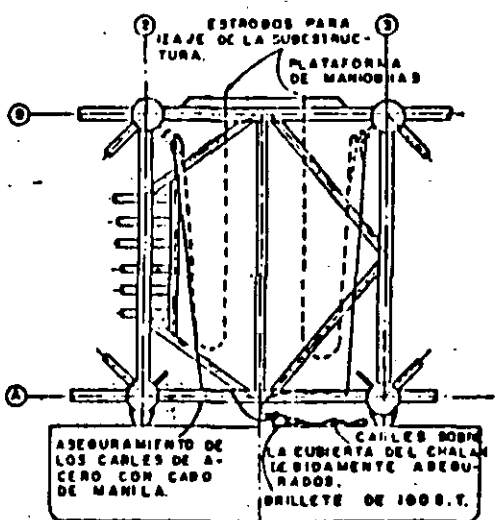
• PATOR CONDUCTORES VIENEN JUNTO CON LA SUPERESTRUCTURA

① ESTROBOS PARA IZAJE

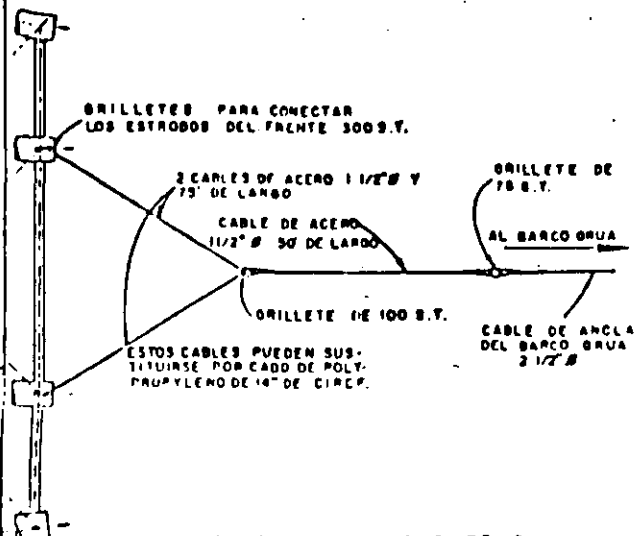
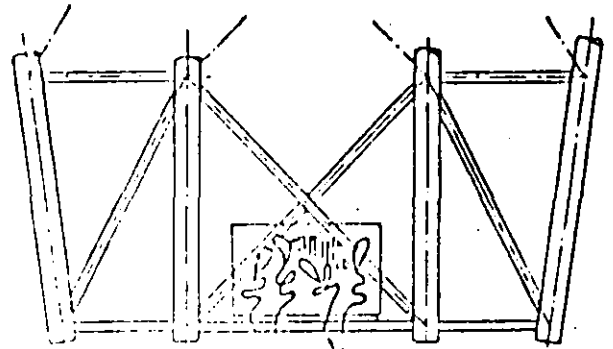


ELEVACION DE FRENTE

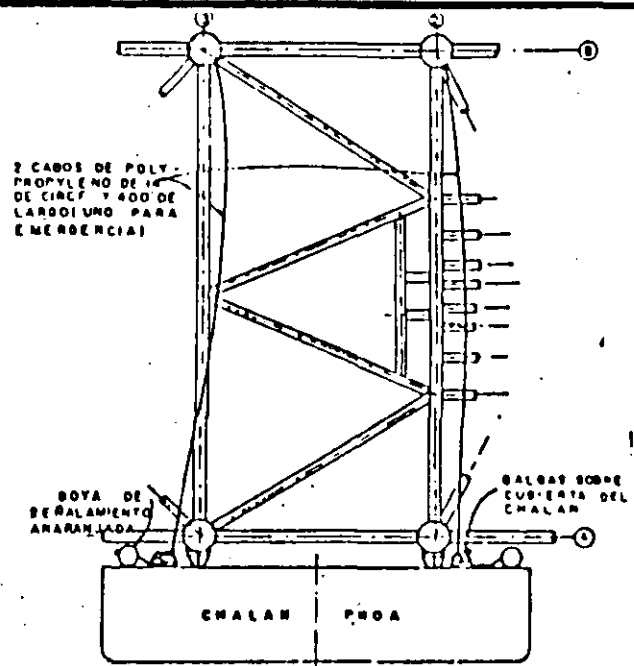
② ESTROBOS AL FRENTE DE LA SUBESTRUCTURA



ELEVACION DE FRENTE



VISTA GENERAL DEL FRENTE DE LA



③ GALGAS DE PROA

- NOTAS -

- 1.- TODO PARA EFECTUAR LAS MANIOBRAS EN EL MAR DEBERA SER INSTALADO EN EL PATIO DE FABRICACION
- 2.- EL CONTRATISTA DE INSTALACION SOLO PONDRÁ LOS GRILLETES PARA CONECTAR EL CABLE DEL ANCLA DEL BARCO GRUA A LOS ESTROBOS AL FRENTE DE LA SUBESTRUCTURA.

EL FABRICANTE DEBERA SER AVISADO ANTES DE LA INSTALACION DE ESTOS ESTROBOS EN LA PLATAFORMA DE MANILLAS

ASEGURAR LOS ESTROBOS A LA PLATAFORMA DE MANILLAS CON CABO DE MANILLA

V .- INFORMACION BASICA PARA EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS

BASES DE DISEÑO, ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS QUE RIGEN - EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MARINAS.

EN LOS ANTERIORES TEMAS SE MENCIONARON DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS Y SUS DIFERENTES USOS. DEPENDIENDO DE ESTOS USOS SERIAN LOS EQUIPOS, MODULOS A INSTALAR, INTERCONECTANDOSE ENTRE SI PARA FINALMENTE INTEGRAR SISTEMAS COMPLETOS DE PROCESO Y SERVICIO A OPERAR DURANTE ETAPAS, YA SEA DE PERFORACION O PRODUCCION.

DE UN SOLO VISTAZO PUDIERA PARECER IMPISIBLE QUE LA GRAN CANTIDAD DE DISCIPLINAS QUE INTERVIENEN, ESTAS SE INTEGRARAN PARA FORMAR UN TODO. EN EL CASO DE PETROLEOS MEXICANOS, DESDE SU ORIGEN SE HA TENIDO LA MODALIDAD DE CONTRATAR SE ELABOREN ESTOS PROYECTOS DE INGENIERIA POR CONDUCTO DE COMPAÑIAS O FIRMAS ESPECIALIZADAS.

COMPAÑIAS AMERICANAS, BROWN & ROOT Y Mc DERMOTH, FUERON LAS QUE INICIALMENTE ELABORARON LOS PROYECTOS PARA FABRICAR PLATAFORMAS PARA PEMEX E INMEDIATAMENTE DESPUES INGENIEROS MEXICANOS TRABAJANDO PARA FIRMAS NACIONALES COMO I.M.P. Y PROYECTOS MARINOS SE ABOCARON A TOMAR LA GRAN RESPONSABILIDAD DE ELABORAR ESTOS PROYECTOS DE INGENIERIA.

A LA FECHA EXISTEN 5 COMPAÑIAS DEDICADAS A DESARROLLAR PROYECTOS PARA PLATAFORMAS MARINAS, LINEAS SUBMARINAS, BOYAS E INSTALACIONES ACCESORIOS, SIENDO ESTAS LAS SIGUIENTES COMPAÑIAS:

- D.I.S.A.A. - DESARROLLO DE INGENIERIA INTEGRAL
- I.M.P. - INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- TOPOMAR - TOPOGRAFIA DEL MAR
- C.P.I. - CORPORACION PROFESIONAL DE INGENIERIA
- BUFETE INDUSTRIAL DE INGENIERIA

PETROLEOS MEXICANOS EN ESTE CASO POR SER EL CLIENTE, HA LLEVADO A CABO ESTUDIOS METEOROLOGICOS, OCEANOGRAFICOS Y GEOTECNICOS DEL AREA DE CAMPECHE.

ACTUALMENTE SE TIENE INFORMACION DE OLEAJE, CORRIENTES MARINAS, MAREAS, VIENTOS, CICLONES, EVAPORACION, LLUVIA, HUMEDAD, SISMO Y UNA GRAN CANTIDAD DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y GEOFISICOS DEL TIPO DE SUELO QUE SE TIENE EN LOS CAMPOS PETROLIFEROS ACTUALMENTE EN DESARROLLO.

COMO BASES DE DISEÑO PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE UNA PLATAFORMA, PEMEX PROPORCIONA A LAS FIRMAS DE INGENIERIA, INFORMACION COMO ES EL TIPO DE PLATAFORMA QUE SE REQUIERE, LOS VOLUMENES Y CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO QUE SE MANEJARAN, LOS SERVICIOS REQUERIDOS PARA EL PROCESO Y OPERACION DE LA MISMA, LA FLEXIBILIDAD, EN CUANTO A SUS FUNCIONES, QUE DEBERAN TENER LAS SUBPARTES DE LA PLATAFORMA ASI COMO LOS EQUIPOS QUE LA INTEGRAN.

COMO YA SE DIJO CON ANTERIORIDAD, LA GRAN CANTIDAD DE DISCIPLINAS QUE INTERVINIERON SE VAN DESARROLLANDO A TRAVES DE LA PARTICIPACION DE INGENIEROS ESPECIALISTAS, APEGADOS SIEMPRE A LAS PRACTICAS RECOMENDADAS POR LOS ESTANDARES, ESPECIFICACIONES, NORMAS, CODIGOS, ETC., PREESTABLECIDAS PARA ESTE TIPO DE OBRAS.

CON LA INFORMACION FISICA DEL LUGAR, DE MEDIO AMBIENTE, LOS REQUERIMIENTOS DE OPERACION, SERVICIO Y PROCESO QUE PETROLEOS MEXICANOS PROPORCIONA A LAS FIRMAS DE INGENIERIA COMO BASES DE DISEÑO, -- LOS ESPECIALISTAS DE CADA DISCIPLINA, APOYADOS EN ESTANDARES DE INGENIERIA, ELABORAN ANTEPROYECTOS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS PARA -- QUE POSTERIORMENTE Y EN FORMA COORDINADA SE INTEGREN ENTRE SI POR AREAS, POR NIVELES O MODULOS DEBIDAMENTE DIMENSIONADOS.

ES RESPONSABILIDAD ADEMÁS, QUE LOS ESPECIALISTAS ELABOREN LISTAS DE MATERIALES, DOCUMENTOS (REQUISICIONES) DONDE SE DESCUBRA AL DETALLE EL MATERIAL O EQUIPO CONTEMPLADO EN SUS DISEÑOS, RESPALDADOS ESTOS DOCUMENTOS CON LAS ESPECIFICACIONES E INFORMACION NECESARIA PARA SU FABRICACION, PRUEBAS, PROTECCION, TRANSPORTE E INSTALACION, ETC.

PARA EL CASO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL, DE LOS PILOTES, SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA, SE HARA UNA BREVE DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTOS

MIENTO A SEGUIR:

PILOTES.- LOS PILOTES SE ENCUENTRAN DESDE EL PUNTO O ELEVACION +23' DONDE ESTOS HACEN CONTACTO CON LAS COLUMNAS DE LA SUPERESTRUCTURA. - PARA BAJAR PRECISAMENTE LAS CARGAS CORRESPONDIENTES A CADA COLUMNA, - BAJANDO POR SU PARTE INTERNA DE LAS COLUMNAS DE LA SUBESTRUCTURA PARA PENETRAR EN EL SUELO MARINO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE HASTA 300' - (100M) SEGUN DE LA PLATAFORMA QUE SE TRATE.

LA SUSTENTACION DE LA PLATAFORMA Y LA ESTABILIDAD DE LA MISMA - SE LOGRA A BASE DE UN BUEN DISEÑO DE LOS PILOTES. PARA ELLO ES NECESARIO CONOCER, ADEMAS DE LA CARGA AXIAL, FUERZAS HORIZONTALES, CO---RRIENTES, OLEAJES, VIENTOS, SISMOS, ETC., LAS CARACTERISTICAS FISI---CAS Y MECANICAS DEL SUELO, LAS CUALES SE OBTIENEN DE EFECTUAR SON---DEOS DE PENETRACION ESTANDARD, SUPUESTAMENTE PARA OBTENER MUESTRAS - INALTERABLES PARA QUE POSTERIORMENTE EN LABORATORIO SE LE EFECTUEN - PRUEBAS DE COMPRESION, TRIAXIALES, ENSAYES DE CLASIFICACION, ETC., Y ASI OBTENER LOS LIMITES PLASTICOS, CONTENIDO DE AGUA, PESO VOLUMETRI CO, RESISTENCIA AL CORTE, COHESIVIDAD, ANGULO DE FRICCION INTERNA, - CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCION, CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA; ESTOS DOS VALORES ULTIMOS SE OBTIENEN PARA SUELOS ARENOSOS Y ARCILLOSOS, Y FINALMENTE UNA DESCRIPCION LITOLOGICA DEL SUELO EN ESTUDIO.

EN LAS CIMENTACIONES CARACTERISTICAS PARA ESTE TIPO DE PLATAFOR MAS UBICADAS EN LA SONDO DE CAMPECHE, LAS SOLICITACIONES MAS CRITI---CAS, ADEMAS DE LA CARGA AXIAL, SON LAS DEBIDAS AL OLEAJE, PRODUCIDO POR LA TORMENTA MAXIMA DE DISEÑO, QUE SE TRANSFORMAN EN FUERZAS HORI ZONTALES ACTUANDO CONTRA LA SUPERESTRUCTURA Y LA CIMENTACION. ESTAS FUERZAS SON EQUILIBRADAS CON LA RESISTENCIA GENERADA POR EL SUELO EN EL AREA LATERAL DEL PILOTE.

EN LOS PROCEDIMIENTOS DE CALCULO USADOS PARA DETERMINACION DE - LA CAPACIDAD DE CARGA LATERAL, EL CRITERIO USUAL ES LA NORMA API, LA CUAL ESTA BASADA EN LOS CRITERIOS DE "MATLOCK" PARA SUELOS COHESIVOS Y EL DE "REESE" PARA DEPOSITOS FRICCIONANTES.

ESTOS ANTERIORES CRITERIOS SON LIGADOS INTIMAMENTE CON LOS RE--

SULTADOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO RAIZ DEL MUESTREO DEL SUELO, DANDO COMO RESULTADO EL RELACIONAR LA DEROMACION SUELO-PILOTE A LA RESISTENCIA DEL SUELO, ESTA RELACION SE FACILITA EMPLEANDO LAS CURVAS ESFUERZO DE FORMACION LATERAL DEL SISTEMA SUELO-PILOTE DENOMINADO -- CURVAS (P-Y). (FIG. 21)

HASTA ESTE MOMENTO SOLO HEMOS DESCRITO EN FORMA ESBOZADA LOS DIFERENTES ENSAYOS GEOTECNICOS Y GEOFISICOS QUE SE LLEVAN AL CABO EN LOS SUELOS MARINOS, ASI COMO LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CON LOS RESULTADOS QUE EN EL PARRAFO ANTERIOR SE DESCRIBIERON. CON ESTA INFORMACION Y SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE ALGUNAS - NORMAS ESTABLECIDAS SE ELABORAN LOS PERFILES DE VALORES DE RESISTENCIA POR FRICCION Y POR CORTE. EN BASE EN ESTOS VALORES SE CALCULAN - LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA UNITARIA POR FRICCION Y POR PUNTA- Y CON UNA CONJUNCION DE AMBAS SE OBTIENE LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA TOTAL ACUMULADA. (FIG. 22)

AHORA SI, HASTA ESTE MOMENTO Y CON LOS VALORES DE LAS ANTERIORES GRAFICAS SE ESTA EN POSIBILIDADES DE DISEÑAR LA LONGITUD DEL PILOTE HASTA LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE CON LA SUFICIENTE CAPACIDAD DE CARGA QUE PUEDA RESISTIR O EQUILIBRAR LAS SOLICITACIONES AXIALES-DEBIDAS TANTO A SU PROPIO PESO COMO A LAS CARGAS ACCIDENTALES QUE SO PORTARA LA ESTRUCTURA.

PARA EL DISEÑO DEL ESPESOR DE LOS PILOTES ES NECESARIO CONTAR - TAMBIEN EN ESTE CASO CON LAS HERRAMIENTAS QUE NOS FACILITE EL ENTRAR CON VALORES CONOCIDOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO ASI COMO DE - LAS SOLICITACIONES POR CARGA AXIAL, LATERAL Y DEFORMACION, PARA OBTENER RESULTADOS QUE SATISFAGAN LA ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA.

EN ESTE CASO PARA EL ANALISIS DE PILOTES SE SUPONE UN MODELO -- MUY ELEMENTAL QUE CONSISTE EN RESORTES INDEPENDIENTES EN DIFERENTES- PUNTOS DE LA LONGITUD HINCADA. (FIG. 23). EN LA MAYORIA DE LOS SUELOS, YA SEAN GRANULARES O COHESIVOS, LAS CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION (P-Y) SON CURVAS DE SEGUNDO GRADO, EN EL MEJOR DE LOS CASOS, POR LO QUE LA INTERACCION ESTRUCTURA-SUELO SOLO PUEDE SER REPRESENTADA POR-

MODELOS DE SUELO NO-LINEALES ACOPLADOS A ESTRUCTURAS QUE PUEDEN O NO SER LINEALES. (FIG. 24)

EL PROGRAMA DE COMPUTADORA QUE EN SI REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO CONJUNTO, ESTRUCTURA-SUELO, EN SUS EFECTOS PREDOMINANTES ES ALIMENTADO POR UN CONJUNTO DE SOLICITACIONES EXTERNAS, OBTENIENDOSE UNA RESPUESTA DE SALIDA FORMADA POR LOS ESFUERZOS Y DEFOMACIONES EN CADA MIEMBRO DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS PILOTES.

LA PARTE FUNDAMENTAL DEL PROGRAMA ES LA SOLUCION DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ QUE REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO SUELO-ESTRUCTURA QUE SE INTEGRA A PARTIR DE LA SOLUCION DE UN SISTEMA DE DOS ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS DE PRIMER ORDEN, UNA DE EQUILIBRIO Y OTRA DE COMPATIBILIDAD.

ESTE SISTEMA INCLUYE ASI, EL APOYO ELASTICO DEL SUELO Y TIENE LA VENTAJA DE PODER CONSIDERAR EL PILOTE EN EL NUMERO DE TRAMOS QUE SE DESEE, E INCLUIR LAS PROPIEDADES DEL SUELO POR ESTRATOS.

LA MATRIZ DE RIGIDEZ SE ACOPLA PARA CUALQUIER NUMERO DE TRAMOS Y PUEDE RESOLVERSE CON UN PROGRAMA ESTANDARD PARA LA SOLUCION DE SISTEMAS DE ECUACIONES Y ENCONTRARSE LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS EN CUALQUIER PUNTO DE LOS PILOTES.

LA SOLUCION ESTRUCTURAL ANTERIOR PERMITE, PARA UN DIAMETRO FIJO DE PILOTE, CALCULAR EL ESPESOR DE LAS PAREDES Y LA RESISTENCIA DEL ACERO DE LA TUBERIA POR TRAMOS REQUERIDOS PARA SOPORTAR LOS ESFUERZOS Y DEFORMACIONES A QUE ESTARAN SOMETIDOS DENTRO DE LOS LIMITES DE TRABAJO.

A DIFERENCIA DE LA MAYORIA DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS PLATAFORMAS MARINAS SE APOYAN SOBRE LOS PILOTES EN LA PARTE SUPERIOR, POR LO CUAL LA SUBESTRUCTURA CUELGA DE LOS PILOTES MISMOS. EN CAMBIO LAS SUPERESTRUCTURAS SI SE APOYAN DIRECTAMENTE SOBRE LOS PILOTES. AL PLANTEAR, ASI, EL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PILOTE, SE COMPRENDE LA EXISTENCIA DE FUERZAS CORTANTES Y MOMENTOS FLEXIONANTES RELATIVAMENTE GRANDES EN EL TRAMO DONDE EL PILOTE PENETRA EN EL LECHO MARINO. POR LO ANTERIOR RESULTA UN MAYOR ESPESOR DE LAS PAREDES DEL PILOTE

EN LA ZONA DE LODOS, HASTA UNA PROFUNDIDAD EN LA CUAL LOS ESFUERZOS-
SE DISIPAN.

HINCADO DE PILOTES

EL PROCEDIMIENTO DE HINCADO DE LOS PILOTES PARA LA CIMENTACION DE --
LAS ESTRUCTURAS MARINAS REQUIERE DE UN ESTUDIO ADECUADO PARA EVITAR-
FRACASOS QUE PUEDAN LLEGAR A PROVOCAR DAÑOS O PERDIDAS TOTALES DE --
UNA ESTRUCTURA.

SE SABE QUE EXISTE UNA GRAN EXPERIENCIA EN EL HINCADO DE PILO--
TES EN TIERRA; SIN EMBARGO, NO SE PUEDE HACER USO TOTAL DE ESE ACER-
VO, PORQUE EN EL MEDIO MARINO SE PRESENTAN OTROS TIPOS DE PROBLEMAS-
COMO SON:

- 1.- MANEJO DE PILOTES DE MAYORES DIMENSIONES (150 M DE LONGITUD
Y 158 M DE DIAMETRO) Y PESO (HASTA DE 150 TON.), PARA LOS -
QUE SE NECESITAN EQUIPOS DE HINCADO MUCHO MAS GRANDES Y PE-
SADOS.
- 2.- POR LAS LONGITUDES DE LOS PILOTES SE REQUIEREN UNIONES DE -
SOLDADURA, CUYA EJECUCION REPRESENTA PERIODOS DE SUSPENSION
EN EL HINCADO.
- 3.- LOS GRANDES TIRANTES DE AGUA Y LOS CAMBIOS METEREOLÓGICOS -
EXTREMOS DEL SITIO DE HINCADO EN EL MEDIO MARINO.
- 4.- LA TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION NACIONAL LIMITADA EN ESTA ES-
PECIALIDAD, POR LO CUAL SE RECURRE A COMPAÑIAS INTERNACIONA
LES CON ESTOS RECURSOS.
- 5.- EL COSTOSO ALQUILER DE ESTOS EQUIPOS DEL ORDEN DE LOS ----
100,000 DOLARES DIARIOS, QUE OBLIGA A UNA PLANEACION EN LA-
UTILIZACION DE LOS MISMOS, MUY CUIDADOSA PARA EVITAR LAS --
PERDIDAS DE TIEMPO.

LAS EXPERIENCIAS DE HINCADO QUE SE DESCRIBEN A CONTINUACION SON
LAS ADQUIRIDAS EN LA SONDA DE CAMPECHE, POR EL PERSONAL DE SUPERVI--
SION DE CONSTRUCCION Y POR EL PERSONAL DE OPERACION.

EL PRIMER PILOTE ES CONSIDERADO COMO DE PRUEBA Y SE UBICA EN UNA DE LAS PATAS INTERIORES DE LA SUBESTRUCTURA, ESTO POR CONDICIONES DE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD EN EL PERIODO DE HINCADO. SU FUNCION ES LA DE VERIFICAR SI EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO ES EL PREVISTO CON BASE EN EL ESTUDIO GEOTECNICO. AL TERMINAR EL HINCADO DE ESTE PILOTE SE HACEN TODOS LOS NECESARIOS; EN SU CASO PARA CONTINUAR CON EL HINCADO DEL RESTO DE PILOTES.

LA INSTALACION DE LOS PILOTES SE INICIA DEJANDOLOS CAER DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA. LOS PILOTES EN SU CAIDA, ROMPEN LOS TAPONES Y PENETRAN EN EL SUELO BLANDO. POSTERIORMENTE, CON UN MARTILLO DE VAPOR CON UN PESO MENOR DE 130 TON., CALIBRANDO CON UN MARTINETE DE 180,000 LB-PIE DE ENERGIA, SE VAN HINCANDO LOS PILOTES HASTA UN NIVEL EN EL QUE ES ACCESIBLE SOLDAR EL SIGUIENTE TRAMO DEL PILOTE. LA SUSPENSION DEL HINCADO PARA LA SOLDADURA ES DEL ORDEN DE 8 HORAS; ESTO PROVOCA UN EFECTO DE ENDURECIMIENTO (FENOMENO DE SENSITIVIDAD Y TIXOTROPIA).

EXISTEN PERIODOS DE INTERRUPCION DEL HINCADO, DEBIDO AL CAMBIO DE MARTILLO, QUE DEBE SER REEMPAQUETADO DESPUES DE UN CIERTO NUMERO DE GOLPES, Y A LA SUSPENSION TEMPORAL DEL TRABJO DEBIDO AL MAL TIEMPO PARA DESPEGAR EL TRAMO DE PILOTE SE USA UN MARTILLO DE MAYOR ENERGIA (300,000 LB-PIE) Y EN CASO EXTREMO SE PERFORA A TRAVES DEL PILOTE RESTITUYENDO EL MATERIAL TERREO EN EL INTERIOR DEL PILOTE, MEDIANTE INYECCIONES DE CONCRETO MASIVO. ESTA OPERACION SE REPITE A LO LARGO DE TODO EL HINCADO HASTA LLEGAR A LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE QUE SE LE HAYA SEÑALADO Y SE CUMPLA CON EL RECHAZO; PARA ESTO, EL RECHAZO SE DEFINE SEGUN EL API COMO LA RESISTENCIA QUE OPONE UN PILOTE A SER HINCADO MEDIANTE 300 GOLPES POR PIE EN UN TRAMO DE 5 PIES CONSECUTIVOS (1.50 M) U 800 GOLPES EN UN PIE (30 CM).

EL REGISTRO DE HINCADO QUE SE LLEVA ES EL QUE SE MUESTRA EN EL FORMATO Y EN LA GRAFICA DE LA FIG. 25.

EN VISTA DE QUE LOS PILOTES SON PREFABRICADOS, EN SECCIONES Y EN

FORMA INTEGRADA HINCARSE LO ESPECIFICADO EN EL PROYECTO A FIN DE QUE LOS ESPESORES PREVISTOS EN SUS PAREDES QUEDEN EN LOS NIVELES DE LOS ESTRATOS CORRESPONDIENTES, SE EXPLICA LO SIGUIENTE:

HINCABILIDAD EN SUELOS MARINOS COHESIVOS

CUANDO SE HINCAN PILOTES EN ARCILLAS BLANDAS, EL SUELO SITUADO ALREDEDOR ES DESPLAZADO Y SEVERAMENTE DEFORMADO, DANDO LUGAR A UNA CAPA CILINDRICA DE SUELO REMOLDEADO DE POCOS CENTIMETROS DE ESPESOR, LIMITADA HACIA EL EXTERIOR POR UNA ZONA DONDE LA ALTERACION SE DISIPA -- GRADUALMENTE. LA EXPERIENCIA INDICA QUE LA ZONA DE ARCILLA REMOLDEADA SE CONSOLIDA RAPIDAMENTE Y SE VUELVE GENERALMENTE MAS COMPACTA -- QUE LA ARCILLA INALTERADA, COMO HA PODIDO OBSERVARSE AL EXTRAERSE -- PILOTES QUE SE PRESENTAN CON UNA CAPA ADHERIDA DE SUELO ENDURECIDO.

EL FENOMENO ANTERIOR TIENE EXPLICACION EN LAS YA CONOCIDAS PROPIEDADES DENOMINADAS SENSITIVIDAD Y TIXOTROPIA DE LAS ARCILLAS. LA SENSITIVIDAD, COMO SE SABE, ES LA SUSCEPTIBILIDAD QUE TIENEN ESTOS SUELOS DE SUFRIR UNA DRASTICA REDUCCION DE SU RESISTENCIA AL CORTE -- BAJO LA ACCION DE ESFUERZOS DESVIADORES O TORSIONANTES Y LA TIXOTROPIA ES LA PROPIEDAD POR LA QUE A TRAVES DE LA REORDENACION Y CONSOLIDACION DE LAS PARTICULAS PROVOCA UNA DISMINUCION DE LOS VACIOS Y UN INCREMENTO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN LAS ARCILLAS.

EN EL MEDIO MARINO ES COMUN ENCONTRAR ARCILLAS MUY ABIERTAS QUE PUEDEN SER MUY SENSITIVAS, PRINCIPALMENTE SI LA SALINIDAD DEL MEDIO HA DISMINUIDO POR ALGUNA CAUSA, EN RELACION A LA SALINIDAD EXISTENTE DURANTE SU DEPOSITACION Y ESTRUCTURACION. EN ESTAS CONDICIONES EL DEPOSITO PUEDE SER NORMALMENTE CONSOLIDADO O SUBCONSOLIDADO CON HUMEDAD NATURAL DEL ORDEN DEL LIMITE LIQUIDO O MAYOR. EN ALGUNOS DEPOSITOS ARCILLOSOS DE LA SONDA DE CAMPECHE LAS CONDICIONES MENCIONADAS SE EXTIENDEN, EN ALGUNAS PARTES, HASTA LOS 20 M DE PROFUNDIDAD.

POR LAS RAZONES ANTES SEÑALADAS, DURANTE EL HINCADO DE PILOTES EN LA SONDA DE CAMPECHE, ESTOS SUELOS SE COMPORTAN COMO LIQUIDOS O --

SEMILÍQUIDOS Y NO PRESENTAN RESISTENCIA SIGNIFICATIVA AL PASO DE DICHS. PILOTES, Y SE ALCANZAN GRANDES PROFUNDIDADES ÚNICAMENTE POR PESO PROPIO O MEDIANTE UN REDUCIDO NÚMERO DE GOLPES, ALARMANDO CON --- ELLO EN OCASIONES AL PERSONAL DE CAMPO.

DE LO ANTERIOR SE DEDUCE QUE LOS ESPECIALISTAS DE CAMPO DEBERÁN SER MUY CUIDADOSOS AL FORMULAR CONCLUSIONES EN RELACION CON LA PERDIDA DE RESISTENCIA QUE SE OBSERVA DURANTE EL HINCADO, YA QUE EFECTOS-COMO LOS DESCRITOS PUEDEN SER IMPORTANTES.

HINCABILIDAD EN SUELOS MARINOS GRANULARES

LA COMPACIDAD RELATIVA DE LOS DEPOSITOS ARENOSOS EJERCE UNA INFLUENCIA DECISIVA EN EL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE ESOS SUELOS, Y ESTO, SE REFLEJA EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR (PARAMETRO - "N").

UN NÚMERO DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR ENTRE 30 Y 50 REPRESENTA (REF.2) UNA FRONTERA DESDE LA CUAL UN SUELO GRANULAR PUEDE AUMENTAR O DISMINUIR DE VOLUMEN, BAJO SOLICITACIONES DINAMICAS, SEGUN SE ENCUENTRE EL VALOR DE "N" ARRIBA O ABAJO DE DICHA FRONTERA. CUANDO LOS SUELOS SE ENCUENTRAN SATURADOS, COMO LOS SUELOS MARINOS, ORIGINAN INCREMENTOS DE PRESIONES DE PORO NEGATIVOS O POSITIVOS QUE SE DISIPAN CON UNA RAPIDEZ QUE ES FUNCION DIRECTA DEL DIAMETRO EFECTIVO DE LAS PARTICULAS DEL SUELO, YA QUE, TALES PRESIONES DE PORO DURAN - MAS TIEMPO EN SUELOS DE MENOR PERMEABILIDAD.

POR LO ANTERIOR DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE, DURANTE EL HINCADO-DE PILOTES EN LOS ESTRATOS ARENOSOS O DE SUELOS FINOS MUY ARENOSOS - DEL SUBSUELO MARINO, DE BAJA COMPACIDAD, LA RESISTENCIA AL CORTE DISMINUYE CON LA REDUCCION DE LOS ESFUERZOS EFECTIVOS CONDICION QUE AYUDA CONSIDERABLEMENTE A LA PENETRACION DE LOS PILOTES. POR LO CONTRARIO, SI EL DEPOSITO GRANULAR ES DENSO O MUY DENSO, LA PRESION DE PORO RESULTA NEGATIVA, CON LO QUE LA RESISTENCIA AL CORTE AUMENTA Y -- CON ELLA LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DE LOS PILOTES. ESTOS EFECTOS SON TEMPORALES Y PUEDEN CONDUCIR AL OBSERVADOR A SUBESTIMAR O --

SOBREESTIMAR LA COMPACIDAD RELATIVA REAL DE LOS SUELOS.

CUANDO LAS ARENAS NO SON TAN FINAS Y SE ENCUENTRAN EN ESTADO DE MUY SUELTO A SUELTO, SE PRODUCE DURANTE EL HINCADO UN MEJORAMIENTO -- DE LA FRICCIÓN LATERAL AL REACOMODARSE LOS GRANOS ALREDEDOR DEL PILOTE AUMENTANDO EN FORMA DURADERA LA COMPACIDAD DEL SUELO DENTRO DE -- UNA ZONA ADYACENTE E INCREMENTA EL COEFICIENTE DE PRESIÓN LATERAL -- (K). ESTE EFECTO RESULTA NULO O POCO IMPORTANTE SI LOS SUELOS SE PRESENTAN EN CAPAS MUY DELGADAS.

FINALMENTE, OTRO FENOMENO QUE PROVOCA UN IMPORTANTE INCREMENTO-- EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DE LOS PILOTES Y CUYOS EFECTOS -- SON TAMBIEN DURADEROS, ES LA REESTRUCTURACION DE LOS SUELOS GRANULARES CEMENTADOS AL SER DISTORSIONADOS HASTA SU ESTADO PLASTICO DEBIDO A LA ROTURA DE SUS NEXOS CEMENTANTES DURANTE EL HINCADO DE LOS PILOTES. POR ESTA RAZON, SI SE DETIENE EL PROCESO DE HINCADO, SE INCRE-- MENTA SIGNIFICATIVAMENTE LA REACCION LATERAL SOBRE LOS PILOTES. SI -- LA DETENCION DEL HINCADO SE PROLONGA, LAS PARTICULAS CEMENTANTES EN-- SUSPENSION SE PRECIPITAN SOBRE LA ESTRUCTURA GRUESA LIGANDO FUERTE-- MENTE LOS CONTACTOS INTEGRANULARES DE LA ESTRUCTURA MEJORADA DEL SUELO. ESTOS EFECTOS SOBRE LA RESISTENCIA AL CORTE PUEDEN SER ESPECTACULARES, OBLIGANDO AL CONSTRUCTOR A AUMENTAR CONSIDERABLEMENTE LA ENERGIA DE HINCADO PARA REINICIAR EL PROCESO.

SUBESTRUCTURA O JACKET

PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE UNA SUBESTRUCTURA REALMENTE ES DIFÍCIL DESCRIBIR UN DETERMINADO PROCEDIMIENTO EN ESTE TRABAJO, POR TAL MOTIVO, SOLO PARA FINES COMPARATIVOS RESPECTO A LO COMPLEJO DE ESTE PROBLEMA, MENCIONAREMOS ALGUNAS REFERENCIAS PARA UBICAR AL SUPERVISOR.

LOS ESFUERZOS A LOS QUE PODRA ESTAR SUJETO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE LA SUBESTRUCTURA, SON SEMEJANTES A LOS ESFUERZOS A LOS QUE PODRIA ESTAR SUJETO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO, UN PUENTE, UN ALMACEN, UN MARCO O UN PORTICO, ETC., ESTOS ESFUERZOS SON DE FLEXION, TENSION, COMPRESION, TORSION Y CORTANTE O PENETRACION. EL HECHO DE QUE SE PRESENTEN O NO ESTOS ESFUERZOS EN CUALQUIER ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS, DEPENDERA DEL GRADO DE RESTRICCION QUE SE TENGA AL MOVIMIENTO ENTRE UN ELEMENTO Y OTRO, ADEMAS DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y MECANICAS DE CADA UNION.

EN OTRAS PALABRAS, ANALIZAR UN SOLO ELEMENTO QUE ESTARA SOMETIDO A CIERTAS ACCIONES DE CARGA PODRIA RESULTAR MUY SENCILLO PARA UN ESPECIALISTA ENCONTRAR LOS ESFUERZOS RESULTANTES, LO ANTERIOR POR METODOS SENCILLOS. DE LA MISMA MANERA, ANALIZAR UNA ESTRUCTURA COMPUESTA DE TRES ELEMENTOS UNIDOS ENTRE SI Y SUJETOS A CIERTAS CONDICIONES DE CARGA Y QUE POR SU MISMO TIPO DE CONEXION ENTRE SUS ELEMENTOS SE LES RESTRINJA AL MOVIMIENTO, PODRIA, INCLUSIVE SER HASTA CIERTO PUNTO FACIL A RESOLVER, SOLO SE DEBERA DE SEGUIR EL PROCEDIMIENTO MATEMATICO QUE NOS PERMITA ENCONTRAR LOS ESFUERZOS ACTUANTES EN LOS PUNTOS DE UNION Y EN SUS PUNTOS A REGIONES MAS REFORZADAS.

COMO PODRA OBSERVARSE, ESTE SEGUNDO EJEMPLO REQUIERE DE UN PROCEDIMIENTO MATEMATICO MAS COMPLEJO, DEBIDO A FACTORES QUE INTERVIENEN COMO: TIPO DE UNION, RIGIDEZ DE CADA ELEMENTO, GEOMETRIA; CARACTERISTICAS MECANICAS, ESBELTEZ. ETC., ETC.

PARA EL CASO DE UNA SUBESTRUCTURA EN LA QUE ESTA COMPUESTA DEL ORDEN DE 150 A 250 ELEMENTOS TUBULARES, DEPENDIENDO ESTE NUMERO DEL TIRANTE O PROFUNDIDAD EN LA QUE SE UBICARA Y QUE ADEMAS TODOS ESTOS-

ELEMENTOS ESTAN UNIDOS ENTRE SI RIGIDAMENTE A TRAVES DE SOLDADURA Y - QUE DEBIDO A LAS ACCIONES A LA QUE ESTARA SUJETA SE COMPORTARA EN FORMA DINAMICA Y PERMANENTE DANDO COMO RESULTADO, OBTIENIENDO UNA INVERSIÓN DE MOVIMIENTOS Y ESFUERZOS, RESULTANDO FINALMENTE QUE LOS PROCESAMIENTOS MATEMATICOS PARA EL ANALISIS Y DISEÑO SON REALMENTE COMPLEJOS Y QUE TRATAR DE RESOLVERLOS MANUALMENTE CON UNA SOLA CALCULADORA SERIA, SI NO IMPOSIBLE, SI MUY TARDADO, ANTIECONOMICO Y NO RECOMENDABLE.

CUANDO SE TRATA DE DISEÑAR GRANDES ESTRUCTURAS, COMO ES EL CASO DE PLATAFORMAS MARINAS, QUE TIENEN CIENTOS DE ELEMENTOS INTERACTUANDO ENTRE SI, Y MAS DE QUINCE CONDICIONES DE CARGA QUE SON CRITICAS CADA UNA DE ELLAS PARA DETERMINADO GRUPO DE ELEMENTOS Y CONDICIONES ESPECIALES EN LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA, EL MANEJO DE LOS DATOS QUE INTERVIENEN EN EL CICLO DE DISEÑO REQUIERE DE COMPLICADOS SISTEMAS DE COMPUTO Y ESTOS A SU VEZ REQUIEREN DE MODELOS MATEMATICOS QUE AYUDEN A PROPORCIONAR LOS RESULTADOS REQUERIDOS DE UNA MANERA EFICIENTE Y RAPIDA.

EL DESARROLLO DE LA TEORIA MATRICIAL EN LAS ESTRUCTURAS SE LOGRO, COMO SE SABE, GRACIAS AL USO DE LAS COMPUTADORAS, LAS CUALES FACILITO LA SOLUCION EFICIENTE DE GRANDES SISTEMAS ALGEBRAICOS: PERO EN CORTO TIEMPO SE PLANTEO EL PROBLEMA DE LA SOLUCION DE SISTEMAS ALGEBRAICOS-MAYORES AUN, POR EJEMPLO EN PLATAFORMAS MARINAS PARA UN TIRANTE DE AGUA DE 90M SE OBTUVIERON APROXIMADAMENTE 600 NODOS, QUE EN 3 DIMENSIONES GENERAN 3600 GRADOS DE LIBERTAD Y POR CONSIGUIENTE UNA MATRIZ DE RIGIDEZ DE 12'960,000 TERMINOS QUE NINGUNA COMPUTADORA MODERNA ES CAPAZ DE ALMACENAR EN SU MEMORIA CENTRAL.

EL I.M.P. EMPLEANDO ARTIFICIOS MATEMATICOS RIGUROSOS HA ELABORADO UN PROGRAMA QUE MEDIANTE LA DIVISION DE LA ESTRUCTURA EN SECCIONES ENCADENADAS Y HACIENDO USO DEL ALMACENAMIENTO EN UNA MEMORIA PERIFERICA COMO ESTRATEGIA DE SOLUCION, PERMITE RESOLVER PLATAFORMAS DE 40M DE TIRANTE Y PILOTES HINCADOS A 60 M DE PROFUNDIDAD.

SUPERESTRUCTURA O DECK

COMO YA SE DESCRIBIO ANTERIORMENTE LA SUPERESTRUCTURA SE ENCUENTRA -

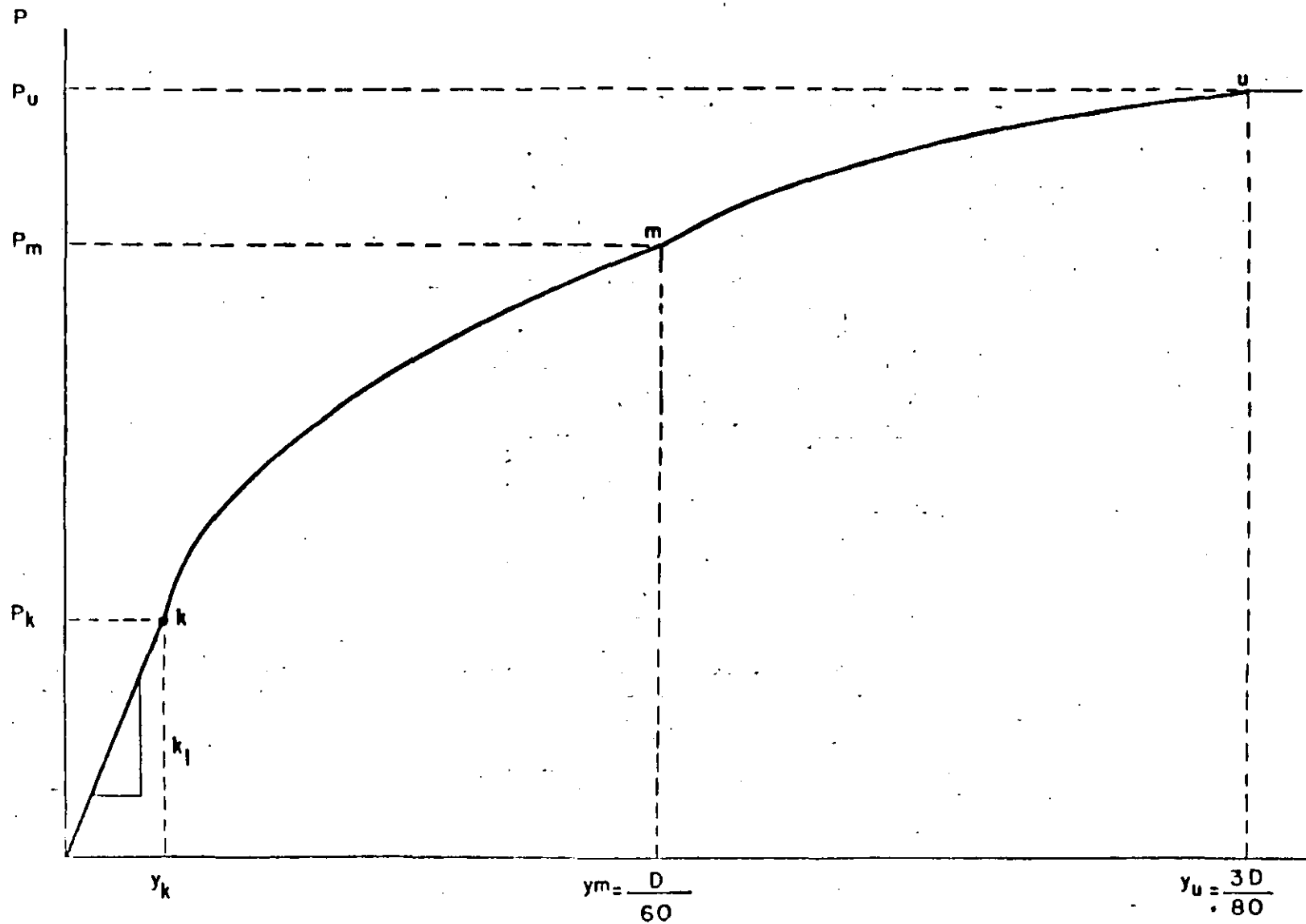
UBICADA POR ENCIMA DEL NIVEL DE AGUA, O SEA, EN LA ZONA LLAMADA ATMOSFERICA. PUEDE ESTAR DISEÑADA CON UNA O DOS CUBIERTAS, SIENDO EN LA SUPERIOR DONDE SE APOYAN LOS EQUIPOS DE PERFORACION, MODULOS HABITACIONALES, DE PRODUCCION O SIMPLEMENTE EQUIPOS DE PROCESO Y SERVICIO.

EL ANALISIS O DISTRIBUCION Y BAJADO DE CARGAS ES POR EL METODO DE PISO, O SEA, TODAS LAS CARGAS DERIVADAS DE LO ANTERIORMENTE DESCRITO SON RECIBIDAS POR UNOS LARGUEROS LONGITUDINALES SEPARADOS 2'-0" ENTRE SI, FORMANDO LA PROPIA CUBIERTA. ESTAS CARGAS SON TRANSMITIDAS A SU VEZ POR ELEMENTOS ESTRUCTURALES MAS ROBUSTOS UBICADOS TRANSVERSALMENTE, LOS QUE A SU VEZ SE CONECTAN O UNEN A UNAS TRABES TODAVIA MAS ROBUSTAS UBICADAS EN LOS EJES LONGITUDINALES PRINCIPALES A Y B, Y QUE FINALMENTE LE CEDERAN TODA LA CARGA A LAS PROPIAS COLUMNAS PARA CONECTARSE ESTAS CON LOS PILOTES DE SUSTENTACION.

LA ESTRUCTURACION DE LA SUPERESTRUCTURA DA LUGAR A QUE SE FORMEN MARCOS EN AMBOS SENTIDOS, CUATRO TRANSVERSALES, Y DOS LONGITUDINALES LOS QUE NECESARIAMENTE DEBERAN DE ANALIZARSE PARA SOPORTAR LAS FUERZAS HORIZONTALES PROVOCADAS ESTAS POR LAS CORRIENTES, MAREAS, OLEAJE, VIENTO Y TORMENTAS.

COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE ESTE ANALISIS SE HACE POR METODOS COMPUTACIONALES.

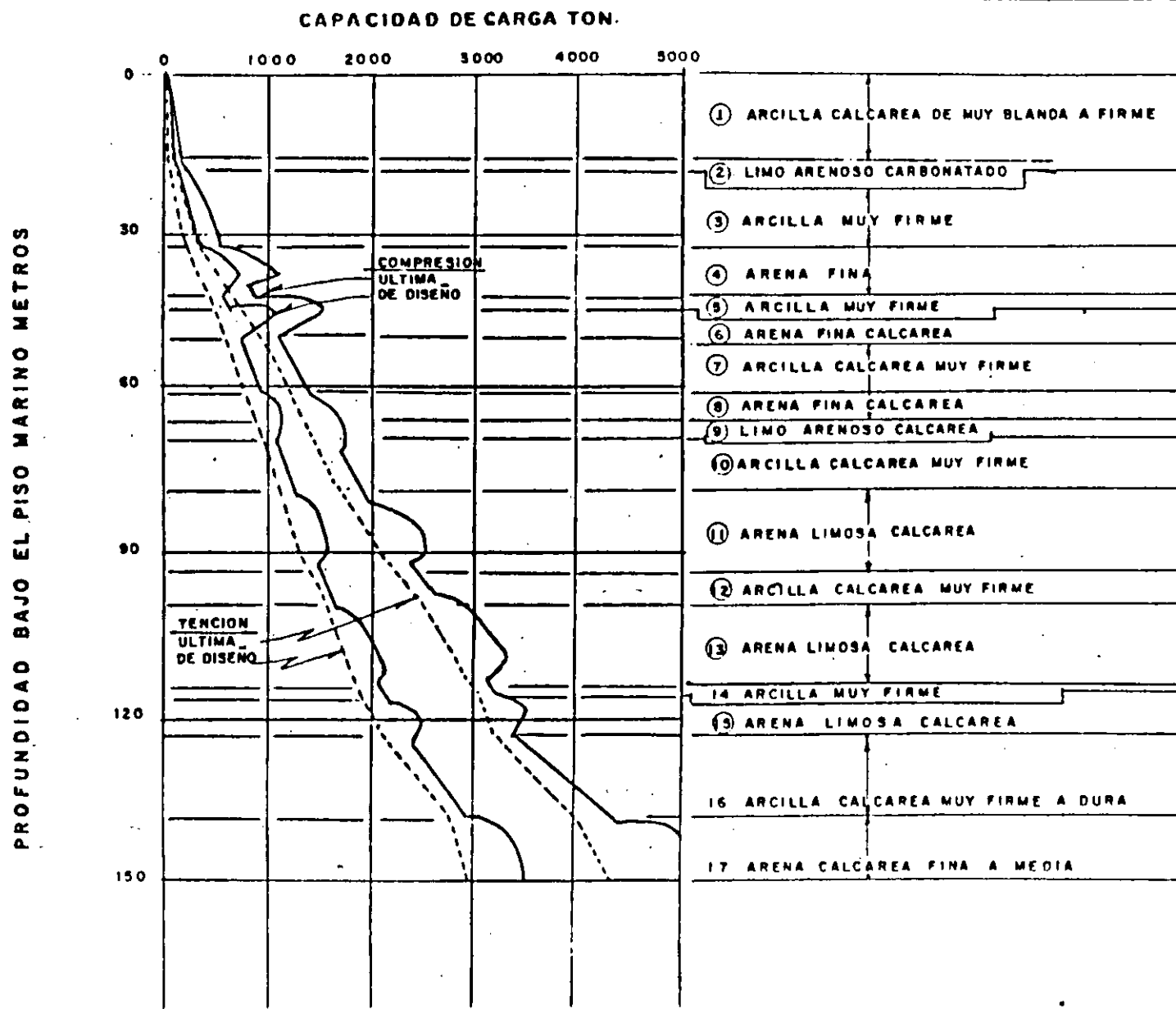
CURVA (P - Y) DE TRES SEGMENTOS



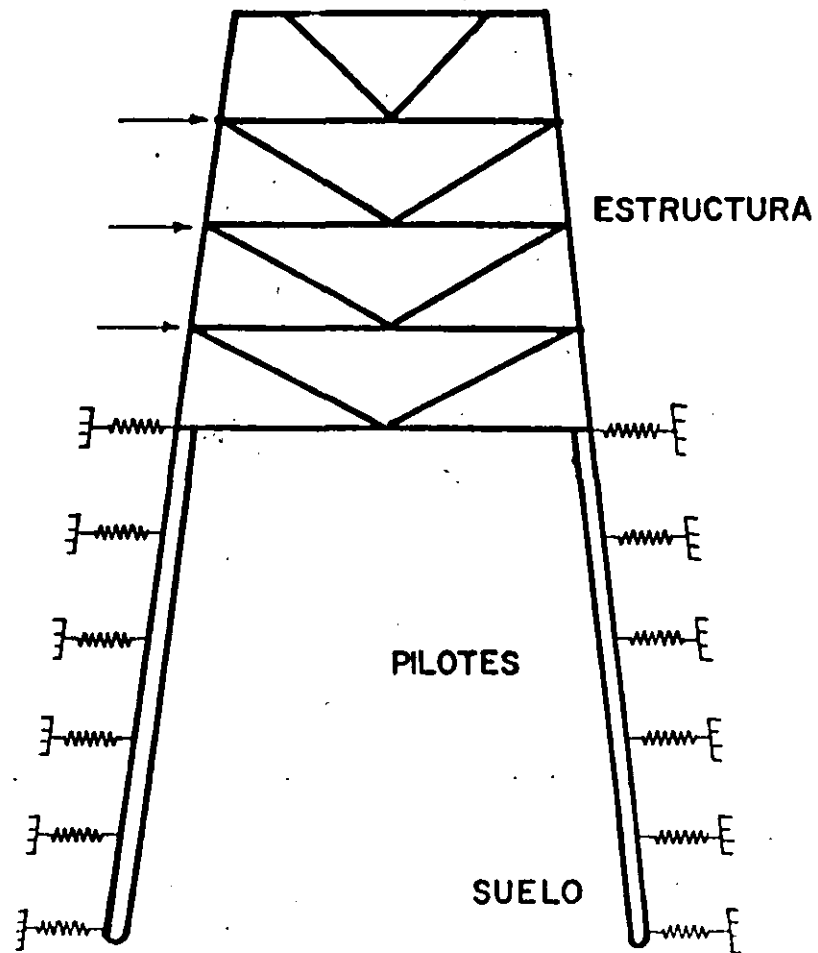
87

FIG. 21

CAPACIDAD DE CARGA ACUMULADA



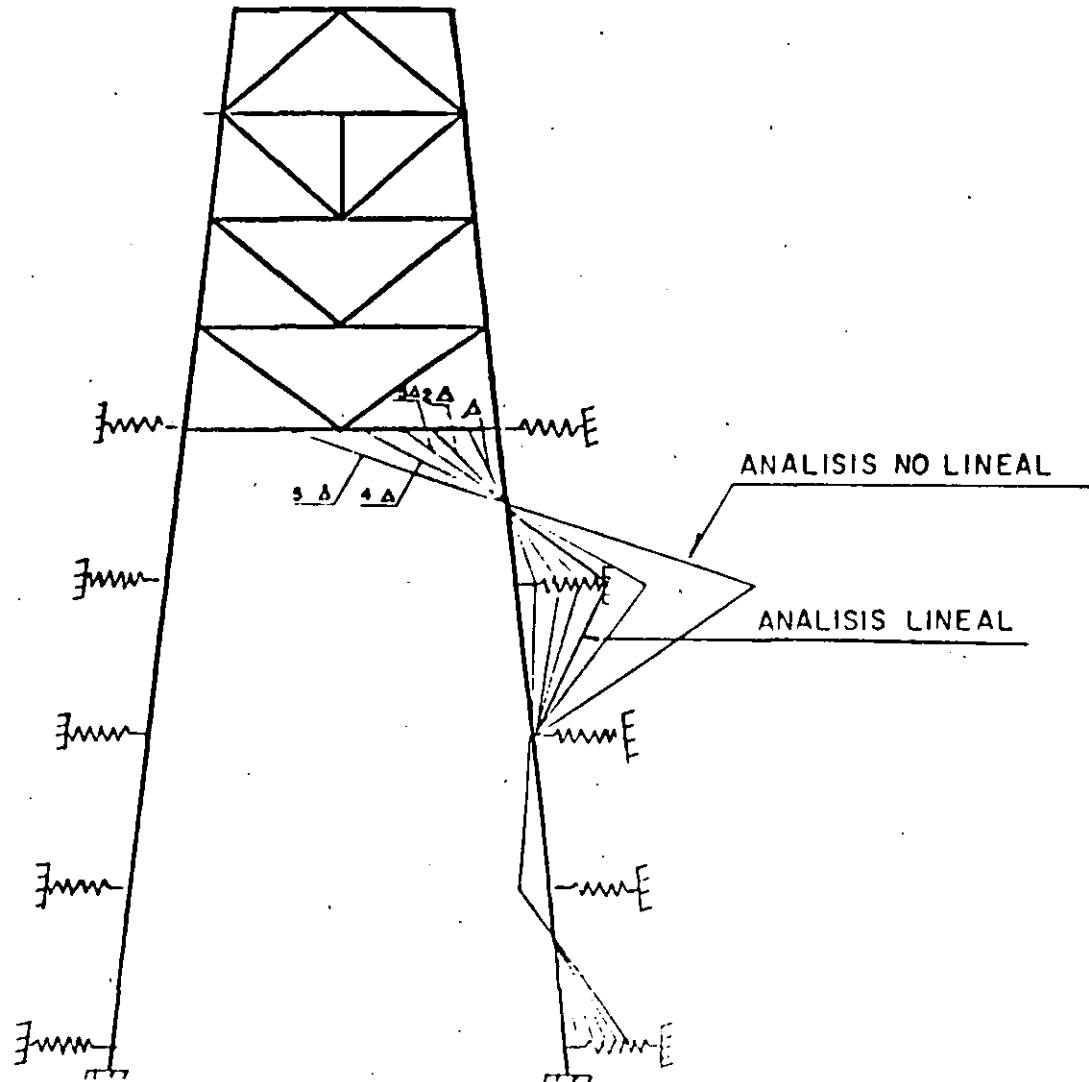
REPRESENTACION DEL SUELO MEDIANTE MODELOS NO LINEALES



39

FIG. 25

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN LOS PILOTES



150

FIG. - 24

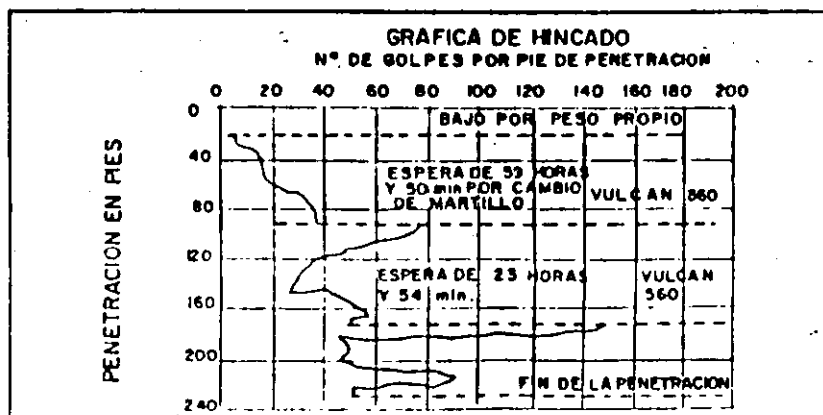
REGISTRO DE HINCADO

REGISTRO DE HINCADO
RAZON SOCIAL O INSTITUCION _____

PLATAFORMA _____
 LOCALIZACION _____ PILOTES Nº _____
 FECHA DE INICIACION _____ FECHA DE TERMINACION _____
 DEAMETRO EXTERIOR DEL _____ TIRANTE DE AGUA _____
 PILOTE _____
 PENETRACION DE DISEÑO _____
 TIPO DE MARTILLO _____
 PROFUNDIDADES DONDE HUBO INTERRUPCIONES _____
 TIEMPO DE CADA INTERRUPCION _____
 PERSONAL DE VIGILANCIA _____

ESQUEMA DE LOCALIZACION

PENETRACION	GOLPES POR UNIDAD DE PENETRACION	Nº DE GOLPE ACUMULADO	GOLPES POR MINUTO	OBSERVACIONES



101

FIG-25

VI .- ACCIONES A LAS QUE ESTARA SUJETA LA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA UTIL

NO OBSTANTE EL GRAN ADELANTO QUE SE HA TENIDO EN EL DESARROLLO TECNOLOGICO PARA DISEÑAR Y MANTENER UNA PLATAFORMA MARINA EN CONDICIONES DE OPERACION DURANTE UN DETERMINADO TIEMPO, ES DIFICIL PREDECIR LA VIDA UTIL DE ESTA CON CIERTA EXACTITUD YA QUE SIEMPRE ESTARA SUJETA A UN SINNUMERO DE CONDICIONES Y VARIACIONES ALTERNADAS DEL MEDIO AMBIENTE LIGADAS CON LAS DE OPERACION DURANTE EL PROCESO Y TODA VIDA UTIL.

A CONTINUACION SE MENCIONARA ALGUNAS DE LAS CONDICIONES POR LAS QUE ATRAVIESA UNA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA UTIL.

- CONSTRUCCION	180 DIAS
- CARGA Y AMARRE	100 HRS.
- TRANSPORTACION	72 HRS.
- LANZAMIENTO	6 HRS.
- INSTALACION	45 DIAS

CONSTRUCCION

EL TIEMPO PROMEDIO EN CONDICIONES NORMALES EN EL QUE SE CONSTRUYE UNA PLATAFORMA (SUBESTRUCTURA, PILOTES, CONDUCTORES, SUPERESTRUCTURA Y OBRA ELECTROMECHANICA) ES EL ORDEN DE 180 DIAS (6 MESES), SIEMPRE Y CUANDO SE CUENTE CON EL 100% DE INGENIERIA, ASI COMO CON EL TOTAL DE MATERIALES.

DURANTE ESTA FASE DE CONSTRUCCION Y DEBIDO A LAS DIMENSIONES Y LA PROPIA GEOMETRIA DE LOS PILOTES, CONDUCTORES Y SUBESTRUCTURA, NO SIENDO ASI PARA LA SUPERESTRUCTURA, ES NECESARIO FABRICARLOS EN POSICIONES Y CONDICIONES MUY DIFERENTES A LAS QUE FISICAMENTE VA A TRABAJAR, DANDO COMO RESULTADO QUE DENTRO DEL ANALISIS SE CONSIDEREN LOS DIFERENTES EVENTOS A LOS QUE ESTABA SUJETA CADA ESTRUCTURA.

PILOTES

LOS PILOTES COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE PUEDEN SER DESDE 36"Ø HASTA 60"Ø SEGUN EL TIPO DE PLATAFORMA. LOS ESPESORES MAS COMUNES -- SON DESDE 1.250" HASTA 2.500" Y FINALMENTE LAS LONGITUDES DE PILOTES SE FABRICAN DE 240' (73.0M) LA PRIMERA SECCION 90' O 100' (27.5 A -- 30.5M) LA SEGUNDA Y TERCERA SECCION Y DE 30' O 50' (9.1M A 15.2M) LA TERCERA O CUARTA SECCION.

LO ANTERIOR NOS DA COMO RESULTADO EL TENER QUE MANEJAR ESTE TIPO DE ESTRUCTURA HASTA CON UN PESO DE 100 A 140 TON. COMO SON LAS -- PRIMERAS SECCIONES. ES IMPORTANTE MENCIONAR LO ANTERIOR YA QUE DURAN TE LAS MANIOBRAS DE FABRICACION, CARGA A CHALAN O HINCADO, ESTAS SEC CIONES SE MANEJAN EN SOLO DOS PUNTOS, GENERANDOSE ESFUERZOS FLEXIO-- NANTES DE CONSIDERACION, QUE NECESARIAMENTE SE TIENEN QUE TOMAR EN - CUENTA PARA EL DISEÑO DE LOS MISMOS.

SUBESTRUCTURA

ESTA ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA, ES LA QUE POR MAS VARIADAS -- CONDICIONES DE ESFUERZOS PASA DURANTE TODA SU VIDA UTIL, COMO ES SU FABRICACION, TRANSPORTE, LANZAMIENTO, IZAJE Y EL PROPIO TIEMPO DE -- OPERACION.

DEBIDO A QUE LA SUBESTRUCTURA SE CONSTRUYE SOBRE ALGUNO DE SUS EJES LONGITUDINALES A O B, DEBIENDO DE QUEDAR LIBREMENTE LOS MARCOS- 1 Y 4 DURANTE LA CARGA Y TRANSPORTE, Y POR ENDE LA GRAN RIGIDEZ CON LA QUE DEBERA DE ESTRUCTURARSE ENTRE MARCOS 1 Y 2 Y ENTRE 3 Y 4, ES NECESARIO ANALIZAR Y DISEÑAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES ESPECIFICAMENTE PARA RESISTIR LOS ESFUERZOS QUE SE PRESENTAN DURANTE LOS EVENTOS AN TES MENCIONADOS.

DE LA MISMA MANERA, DURANTE SU LANZAMIENTO E IZAJE SON OTROS -- LOS ESFUERZOS A LOS QUE SE SOMETEN SUS COMPONENTES ESTRUCTURALES, DE BIENDOSE DE ANALIZAR Y REDISEÑAR PARA MANTENERLOS DENTRO DE LOS LIM I TES DE ESFUERZO PERMISIBLE.

SUPERESTRUCTURA

AÚNQUE ESTA ESTRUCTURA SE FABRICA Y SE IZA EN LA MISMA POSICION-
CON LA QUE FINALMENTE TRABAJARA, ES TAMBIEN NECESARIO DISEÑAR OBRAS -
FALSAS TEMPORALES PARA SU FABRICACION, ARRASTRE A CHALAN Y FINALMENTE
IZAJE.

ESTA OBRA FALSA CONSISTE EN PROPORCIONARLE A LA SUPERESTRUCTURA-
UNA ESTRUCTURA TEMPORAL QUE SERVIRA PARA DESLIZARLA DE LA POSICION SO-
BRE TRABES DE CONCRETO EN PATIO HACIA LA POSICION FINAL SOBRE CHALAN,
DEBIENDO SER LO SUFICIENTEMENTE RESISTENTE PARA SOPORTAR LA PROPIA --
CARGA DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA FUERZA NORMAL DE FRICCION QUE SE RE-
QUIERE PARA DESLIZARLA. ADEMAS, DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE RIGIDA-
ENTRE SUS PUNTOS PARA NO PROVOCARLE ESFUERZOS ADICIONALES A LA PROPIA
SUPERESTRUCTURA.

POR ULTIMO SOLO NOS RESTA MENCIONAR QUE TANTO LA SUBESTRUCTURA -
COMO LA SUPERESTRUCTURA SE FIJAN SOBRE CHALAN A TRAVES DE ELEMENTOS -
TUBULARES SOLDADOS CON EL FIN DE QUE EXISTA UNA INTERACCION CONJUNTA-
Y UNICA DEL CHALA-ESTRUCTURA DURANTE LA TRANSPORTACION.

LAS DIMENSIONES DE ESTOS ELEMENTOS DE AMARRE SON DEL ORDEN DE --
10 3/4" Ø X 0.500" ESP. A 16" Ø X 0.375" ESP. Y LONGITUDES HASTA DE -
15' (4.6M)

VII.- ETAPAS DE LA PERFORACION, SEPARACION DE CRUDO, BOMBEO, COMPRESION Y EQUIPOS UTILIZADOS.

ESTE TEMA TIENE LA FINALIDAD DAR A CONOCER AL ING. SUPERVISOR EN FORMA MUY SOMERA, LAS DIFERENTES ETAPAS POR LAS QUE ATRAVIESA EL CRUDO DURANTE SU EXPLOTACION, LAS FUNCIONES BASICAS DE CADA PLATAFORMA Y LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO Y LOS SERVICIOS REQUERIDOS EN CADA PLATAFORMA.

TOMANDO EN CONSIDERACION QUE LA DIMENSION DE LOS YACIMIENTOS DE CRUDO LLEGAN A TENER DIMENSIONES HASTA DE VARIOS CIENTOS DE KILOMETROS CUADRADOS Y DE ACUERDO CON LAS TECNICAS DE DESARROLLO DE CAMPOS ES NECESARIO EXPLOTARLO EN FORMA RACIONADA, UNIFORME Y SISTEMATICA, SE REQUIERE INSTALAR DIFERENTES PLATAFORMAS DE PERFORACION, ESTRATEGICAMENTE UBICADAS PARA QUE A TRAVES DE SUS 12 POZOS DIRECCIONALES QUE PUEDE PERFORAR CADA PLATAFORMA SE CUBRA EL TOTAL DE LOS PUNTOS DE EXPLOTACION PLANEADOS.

DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS MARINOS, ASI COMO DE LA EFICIENCIA EN LA PERFORACION, SE HAN INSTALADO EQUIPOS Y TUBERIAS DE PROCESO EN LAS PLATAFORMAS DE PERFORACION PARA MANEJAR CRUDO PRODUCIDO HASTA 120 MIL BARRILES POR DIA, VARIANDO ESTACANTIDAD EN FUNCION, COMO YA SE DIJO, EN EL ACIERTO QUE SE TENGA TANTO EN LOS ESTUDIOS COMO EN LA PERFORACION.

ESTAS PLATAFORMAS DE PERFORACION SON UTILIZADAS EN DOS ETAPAS, SIENDO LA DE PERFORACION Y DE PRODUCCION. LA PRIMERA TERMINA CUANDO SE HAN PERFORADO LA CANTIDAD DE POZOS PROGRAMADOS PARA LA QUE SE INSTALO, PUDIENDO REMOVER EL EQUIPO DE PERFORACION DE UNA PLATAFORMA Y MONTARLO A OTRA PARA INICIAR UNA NUEVA Y PRIMERA ETAPA.

LA SEGUNDA ETAPA ES EL DE APROVECHAR LA MISMA ESTRUCTURA (SUPER SUB. Y PILOTES) PARA INSTALAR EQUIPOS Y TUBERIAS PARA HACER PRODUCIR A LOS POZOS E INDUCIR ESTA PRODUCCION A UNA PLATAFORMA RECEPTORA A TRAVES DE DUCTOS MARINOS.

A CONTINUACION EN LA FIG. 26 Y ANEXOS SE ENLISTAN LOS EQUIPOS -

PRINCIPALES UTILIZADOS EN UNA PLATAFORMA DE PERFORACION Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

CUANDO LA PRODUCCION DE CRUDO DE UN DETERMINADO CAMPO A TRAVES DE CIERTAS PLATAFORMAS DE PERFORACION RESULTA, TECNICO Y ECONOMICA-- MENTE FACTIBLE, SE DECIDE COMO ANTERIORMENTE SE DIJO, INSTALAR UN -- COMPLEJO DE PLATAFORMAS, EL CUAL SE UBICARA ESTRATEGICAMENTE PARA -- POSTERIORMENTE DISTRIBUIR EL PRODUCTO.

ESTE COMPLEJO SE COMPONE COMUNMENTE POR UNA PLATAFORMA DE PERFORACION, UNA DE ENLACE, UNA DE PRODUCCION, UNA DE COMPRESION Y UNA HABITACIONAL PARA DAR SERVICIO A TODO EL PERSONAL.

PLATAFORMA DE ENLACE

LA PLATAFORMA DE ENLACE BASICAMENTE TIENE LA FUNCION DE RECIBIR TODA LA PRODUCCION DE CRUDO O GAS DE UN DETERMINADO NUMERO DE PLATAFORMAS DE PERFORACION Y ENVIARLO A LA PLATAFORMA DE PRODUCCION.

UNA VEZ PROCESADO EN ESTA ULTIMA REGRESA SEPARADO EL CRUDO Y EL GAS A LA PLATAFORMA DE ENLACE PARA QUE FINALMENTE SE ENVIE YA SEA A TIERRA O A UNA EMBARCACION PARA SU ALMACENAMIENTO.

TODA ESTA RECEPCION, DERIVACION Y ENVIO SE HACE A TRAVES DE DUCTOS MARINOS, ASI COMO TUBERIA, CABEZALES DE DISTRIBUCION Y ALGUNOS EQUIPOS ESPECIALIZADOS UBICADOS EN ESTE TIPO DE PLATAFORMAS. A CONTINUACION SE ENLISTAN LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE UNA PLATAFORMA DE ENLACE ASI COMO SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES. (VER ANEXOS)

PLATAFORMAS DE PRODUCCION

LAS PLATAFORMAS DE PRODUCCION ACTUALMENTE EN CAMPECHE ESTAN DISEÑADAS PARA PROCESAR UNA CANTIDAD DEL ORDEN DE 160 MIL BARRILES POR DIA, PRODUCCION QUE LA RECIBE DE LA PLATAFORMA DE ENLACE A TRAVES DE TUBERIA. EL CRUDO PRODUCIDO DEL YACIMIENTO ES COMUN QUE VENGA ACOMPAÑADO DE AGUA Y GASES EN PROPORCIONES A VECES MUY ALTA, LOS CUALES ES RECOMENDABLE SEPARARLOS CERCANO AL AREA DE PRODUCCION CON EL FIN DE-

DISTRIBUIRLOS PARA SU COMERCIALIZACION O REFINACION CON EL MENOR DE-
LOS RIESGOS ASI COMO EL CUIDADO DE LAS INSTALACIONES.

ESTAS PLATAFORMAS CUENTAN CON EQUIPOS DE SEPARACION DE TRES FA-
SES, O SEA, SEPARAN EL GAS, EL CRUDO Y EL AGUA. DEPENDIENDO DEL TIPO
Y LA CANTIDAD DE CRUDO SE HACE INTERVENIR UN SEGUNDO SEPARADOR DE --
2a. ETAPA. LA SEPARACION DEL CRUDO, GAS Y AGUA SE EFECTUA POR MEDIO-
DE GOLPEO DEL FLUIDO PROVOCANDO LA SEPARACION DE ESTAS TRES. DURANTE
SU PROCESO SE INYECTAN ALGUNOS PRODUCTOS QUIMICOS EN EL FLUJO DE CRU-
DO PARA EVITAR LA ESPUMA, ASI COMO LA CORROSION Y FACIL SEPARACION.

LA PLATAFORMA DE PRODUCCION TIENE LA FLEXIBILIDAD DE ENVIAR EL-
GAS SEPARADO A UNA PLATAFORMA DE COMPRESION O AL PROPIO QUEMADOR. --
PARTE DEL GAS SEPARADO SE TOMA PARA DESHIDRATARLO, ENDULZARLO Y USAR
LO COMO COMBUSTIBLE DE SUS PROPIOS TURBOGENERADORES Y TURBOBOMBAS.

EL CRUDO UNA VEZ SEPARADO ES TOMADO POR UN CONJUNTO DE MOTOBOM-
BAS, (YA SEA ELECTRICAS, DIESEL O TURBINAS) QUE LO BOMBEEARAN A ALTA-
PRESION HACIA LA PLATAFORMA DE ENLACE Y QUE POR MEDIO DE DUCTOS MARI-
NOS FINALMENTE SE ENVIARA A BUQUES TANQUES PARA SU EXPORTACION O A -
INSTALACIONES EN TIERRA PARA SU REFINACION.

A CONTINUACION EN LOS ANEXOS CORRESPONDIENTES SE DESCRIBE EL --
EQUIPO PRINCIPAL DE PROCESO Y SERVICIO DE UNA PLATAFORMA DE PRODUC--
CION, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS.

PLATAFORMAS DE COMPRESION

LAS PLATAFORMAS DE COMPRESION ACTUALMENTE EN LA SONDA DE CAMPE-
CHE CUENTAN CON CUATRO MODULOS DE COMPRESION DE GAS DE UNA CAPACI--
DAD DE 90 MILLONES DE PIES CUBICOS DIARIOS, DE LOS CUALES TRES TRABA-
JAN PERMANENTEMENTE Y UNO PERMANECE EN ESPERA O MANTENIMIENTO, QUE--
RIENDO DECIR CON ESTO QUE LA CAPACIDAD DE UNA PLATAFORMA DE COMPRE--
SION ES DE 270 MILLONES DE PIES CUBICOS DIARIOS.

DE LA MISMA MANERA, ESTA PLATAFORMA TIENE FLEXIBILIDAD QUE SI -
RECIBE MAS GAS DEL QUE PUDIERA MANEJAR, ESTE ES ENVIADO A UN QUEMA--
DOR EL CUAL SE UBICA EN UN TRIPODE A 200 MTS. SEPARADO. ADEMÁS DEL

EQUIPO O MODULOS DE COMPRESION CUENTA CON UNA PLANTA DESHIDRATADORA--
Y TRES ENDULZADORAS PARA CONVERTIR EL GAS AMARGO EN DULCE Y ASI DE --
ESTA MANERA APROVECHARLO COMO COMBUSTIBLE PARA EL EQUIPO DE GENERA---
CION Y COMPRESION EL CUAL CUENTA CON MOTORES TIPO TURBINA.

EN LOS SIGUIENTES ANEXOS SE DESCRIBE EL EQUIPO PRINCIPAL DE UNA-
PLATAFORMA DE COMPRESION, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS.

PLATAFORMAS HABITACIONALES

ES DE SUPONERSE QUE TODAS LAS ANTERIORES PLATAFORMAS NECESARIA---
MENTE TIENEN QUE ESTAR OPERADAS POR TECNICOS Y PERSONAL ESPECIALIZADO
LLEGANDO EN OCASIONES A SER TAN GRANDE EL NUMERO DE TRABAJADORES EN--
CARGADOS DE LA OPERACION, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION QUE HAY QUE --
INSTALAR UNA PLATAFORMA ESPECIALMENTE PARA DAR ALOJO Y SERVICIO A ES-
TE PERSONAL.

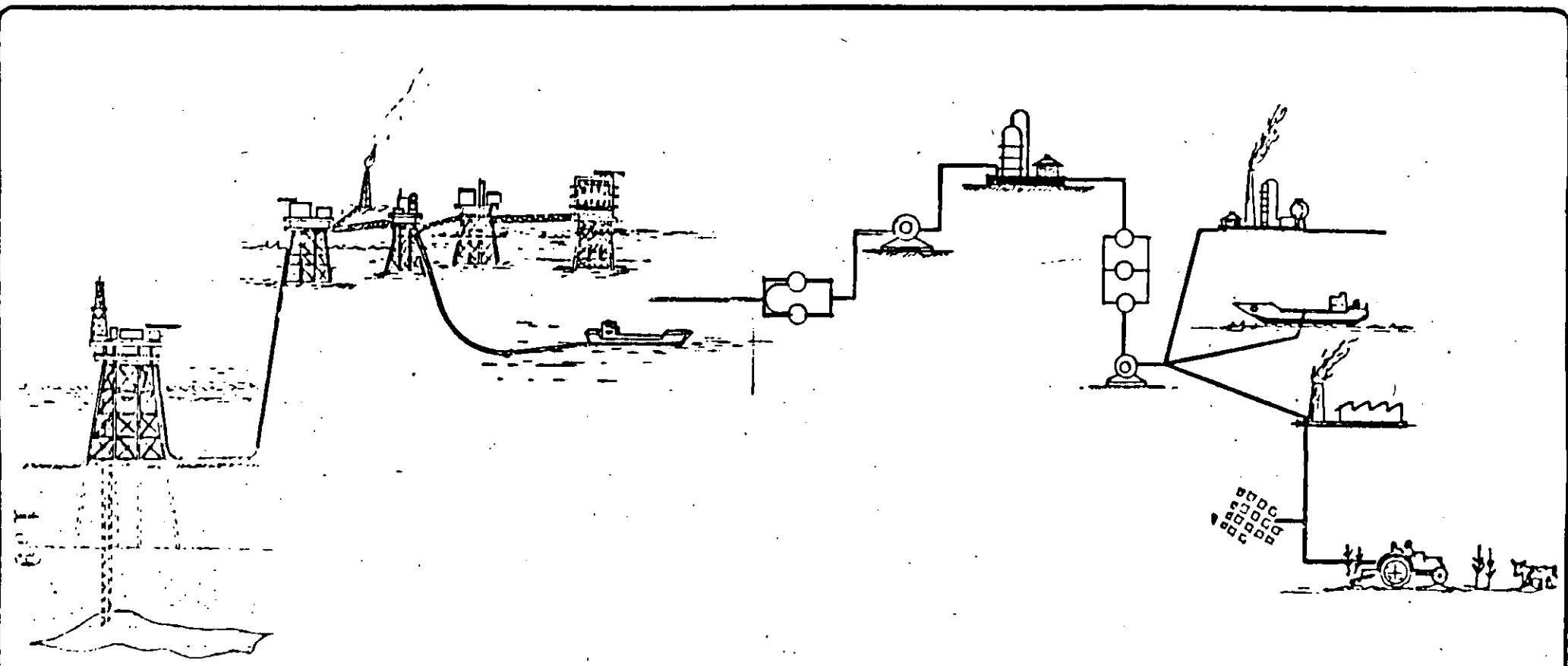
EN EL CASO DE LOS COMPLEJOS UBICADOS EN LA SONDA DE CAMPECHE, --
ESTOS CUENTAN CON PLATAFORMAS HABITACIONALES CON CAPACIDAD DE HASTA -
130 CAMAS Y SERVICIO DE COCINA EN CONDICIONES NORMALES, MAS SIN EMBAR
GO HAY MOMENTOS QUE LA CAPACIDAD ES MAYOR DEBIDO AL PERSONAL TECNICO-
Y ESPECIALIZADO ARRIBA EN FORMA TRANSITORIA A DESARROLLAR DETERMINA--
DOS TRABAJOS.

LOS SERVICIOS PRINCIPALES CON LOS QUE CUENTA ESTA PLATAFORMA ---
SON:

HELICOPTERO, SALA PARA EL CONTROL DE VUELOS Y EMBARQUE, DORMITO-
RIOS, BAÑOS, COCINA, COMEDOR, CONSULTORIO, SALA DE ESTANCIA, SALA DE-
TELEVISION, GIMNASIO, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, CUARTOS FRIOS, CUARTO
DE TELECOMUNICACIONES, SALA DE MAQUINAS, TALLERES, ETC.

LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN ESTAS PLATAFORMAS HABITACIONALES SE DES-
CRIBIRAN A CONTINUACION CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS. (VER ANE-
XOS)

PROCESOS EN LA EXPLOTACION DE CRUDO EN UN YACIMIENTO MARINO



RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

HABITACIONAL 1/2

C.T.D.A.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	BOMBA AGUA CONTRA INCENDIO	3'-6" x 8'-0" x 6'-0"	5,500	1500 G.P.M. (2 PZS.)
2	BOMBA AGUA POTABLE (HORIZONTAL)		70	35 G.P.M.
3	BOMBA JOCKEY (HORIZONTAL)	2'-0" x 2'-0" x 5'-0"	200	40 G.P.M.
4	BOMBA AGUA DE MAR (VERTICAL)		500	75 G.P.M.
5	BOMBA REFORZADORA DE AGUA DE MAR (HORIZONTAL)		70	35 G.P.M.
6	TABLERO DE CONTROL			
7	BATERIAS C.O.			
8	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	22'-0" x 40'-0" x 12'-0"	90,000	2,250 KW
9	CARGADOR DE BATERIAS			
10	PAQUETE DE GENERACION Y CONTROL			
11	LUZ AUXILIAR DE NAVEGACION			
12	CERCA GIRATORIA		35,000	36.5 TON.
13	TQ. HIDRONEUMATICO DE AGUA POTABLE	4'-0" Ø x 14'-0" T.T.	2,409	1441.5 GAL.
14	RECIPIENTE DE AIRE DE SERVICIO	3'-0" Ø x 7'-6" T.T.	385	449 GAL.
15	RECIPIENTE DE AIRE DE INSTRUMENTOS	3'-0" Ø x 7'-6" T.T.	907	449 GAL.
16	TQ. HIDRONEUMATICO DE AGUA DE MAR	4'-0" Ø x 14'-0" T.T.	2404	1441 GAL.
17	CENTRIFUGA DE DISEÑO (HORIZONTAL)		80	5 G.P.M.
18	PAQUETE DE AGUA CALIENTE	3'-0 9/32 Ø x 6'-0 9/16"		
19	UNIDAD TRATAMIENTO DE AGUAS NEGROS	12'-0" P1 / 36'-0" T.T.	25000	52 G.P.M.
20	UNIDAD JALISA "A"		7900	7200 G.P.D.

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE PRODUCCION 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
1	BOMBA DE CRUTO (COMPLETA)	10'-0" x 36'-0" x 12'-0"	42,000	1,460 G.P.M. (5 PZS.)
2	BOMBA DE DIESEL (DE TRANSFERENCIA SUCIO)		300	50 G.P.M.
3	BOMBA DE SUMIDERO		70	30 G.P.M.
4	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL		300	55 G.P.M.
5	CUARTO DE GENERACION Y CONTROL	22'-0" x 40'-0" x 12'-0"	110,000	2100 K.W.
6	GRUA DE PIESTAL		60,000	55 TONS.
7	CENTRAL HIDRAULICA	2'-0" x 4'-0" x 8'-0"	2,000	
8	TANQUE DE DRENAJES A PRESION	4'-0" x 8'-0" T.T.	1,805	843.5 GAL.
9	CENTRIFUGA DE DIESEL	3'-0" x 7'-6" x 4'-6"	200	45 G.P.M.
10	SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRA INCENDIO			
11	PAQUETE DE INYECCION DE QUIMICOS	3'-3" x 7'-0" x 4'-6"	800	
12	UNIDAD TRATAMIENTO DE AGUAS NEGROS		2,500	25 G.P.M.
13	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL SUCIO	60'-0" x 60'-0" x 6'-0" A	6,500	16,1570 GALONES
14	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL CENTRIFUGADO	11'-0" x 36'-0" T.T.	9,000	25,592 GALONES
15	SUMIDERO DE DRENAJES ABIERTOS	4'-0" Ø x 120'-0" LONG.	12,700	11,279 GALONES
16	TANQUE DE TURBOSINA	6'-0" Ø x 19'-0" T.T.	3,783	4,210 GALONES
17	SISTEMA DE MEDICION	6'-6" x 32'-0" LARGO	2,500	
18	BOITE PARA CUBRIMIENTO DE PERSONAL	9'-0" x 22'-0" x 10'-0"	6,185	28 PERSONAS
19	LABORATORIO QUIMICO			

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE ENLACE 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	RECIPIENTE DE 24" x 30' 600# (CRUDO)	BASE 4'-0" x 27'-6 7/8"	21010	
2	LANZADOR DE 20' x 24" 600# (CRUDO)	4'-0" x 25'-0 7/8"	13245	
3	LANZADOR DE 24" x 30' 600# (GAS)	4'-0" x 27'-6 7/8"	21010	
4	FILTRO DE AGUA DE MAR	1'-4" x 1'-6" H x 2' x 2" L	125	
5	FILTRO PARA DIESEL	2'-0" x 2'-2" H x 3'-3" L	575	
6	FILTRO PARA DRENAJES	1'-4" x 2'-2" H x 2'-0" L	156	
7	BOMBA PARA DRENAJES ACEITOSOS (HORIZONTAL)	2'-0" Ø x 3'-0" H	200	50 G.P.M.
8	BOMBA PARA AGUA CONTRAFUEGO (VERTICAL)	4'-0" x 5'-0" H x 10'-0" L	8000	3000 G.P.M.
9	BOMBA PARA AGUA DE MAR (VERTICAL)	2'-0" x 4'-0" H x 2'-0" L	1150	
10	BOMBA PARA AGUA POTABLE (HORIZONTAL)	1'-3" x 1'-0" H x 3'-10" L	128	35 G.P.M.
11	COMPRESOR DE AIRE	8'-0" x 3'-0" H x 10'-0" L	1400	350 C.F.P.M.
12	CENTRAL HIDRAULICA	4'-3" x 7'-6" H x 6'-6" L	4000 (LLENO)	
13	RECIPIENTE DE AIRE DE PLANTA	3'-0" Ø x 7'-6" H	907	
14	TQ. HIDRAULICO DE AGUA SALADA	3'-0" Ø x 12'-0" H	680	623 GALONES
15	TA. PARA DRENAJES ACEITOSOS	2'-6" Ø x 25'-0" H	2041	
16	TQ. HIDRAULICO DE AGUA POTABLE	3'-0" Ø x 12'-0" H	1179	623 GALONES
17	GRUA DE INDUSTRIAL			55 TON.
18	POLEAS PARA DIABLOS		500	4 TON.
19	PARTE DE GAS INDUSTRIAL			
20	UNIDAD SALADERA	3'-4" x 7'-0" x 1'-0" L	2000	5000 G.P.D. 2 PZS.
21	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUAS MEZCLAS	6'-6" x 7'-0" H x 16'-0" L	6000	35 G.P.D.

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

DE-COMPRESION 1/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
1	TQ. DE INHIBIDOR DE CORROSION P/CRUDO	2'-0" x 8'-0" H	200	140 GALONES
2	TQ. DE INHIBIDOR DE CORR. P/ CASES	2'-0" x 12'-0" H	350	200 GALONES
3	BOMBA DE INHIBIDOR DE CORROSION		50	10 G.B.M.
4	BOMBA DE INHIB. DE CORROSION P/CASEDUCTO		100	
5	POTABILIZADORA		6000	10,000 G.P.D. 2 PZS.
6	HIPOCLORADOR ELECTRICO			
7	TQ. DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE	20'-0" Ø x 12'-0" H	7000	28,000 GALONES
8	BOMBA DE AGUA POTABLE (HORIZONTAL)		120	35 G.P.M.
9	ACUMULADOR DE GAS INERTE			
10	PLANTA GENERADORA DE GAS INERTE	10'-0" x 22'-0" x 8'-0"	10614	
11	ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	2'-0" Ø x 12'-0" H	750	
12	SECAFOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	2'-0" x 6'-0" x 8'-0"	1585	
13	ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	3'-0" Ø x 19'-0" H	1200	
14	BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO	4'-0" x 12'-0" x 8'-0"	7000	3500 G.P.M.
15	COMPRESOR AIRE DE INSTRUMENTOS		200	50 C.F.P.M.
16	COMPRESOR AIRE DE PLANTA	3'-0" x 8'-0" x 4'-0"	1500	350 C.F.P.M.
17	BOMBA RECUBRIZADA			
18	REINYECCION DE D.E.A.		150	25 G.P.M.
19	REINYECCION DE T.E.C.		150	25 G.P.M.
20	BOMBA REINYECCION DE ACEITE			
	(COMPLEMENTO)			

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE COMPRESION -2/4-

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
21	FOSE DE D.F.A.		750	
22	FOSE DE T.F.G.		750	
23	SUMIDERO DE DRENAJES			
24	TQ. ALMTO. ACEITES CALENTAMIENTO		3400	
25	TQ. ALMACENAMIENTO DE D.E.A.		2870	
26	TQ. ALMACENAMIENTO DE T.E.G.		2870	
27	TQ. DE BALANCE DE AGUA ACETOSA			
28	BOMBA DE AGUA ACIDA		684	
29	SEPARADOR TRIFASICO			
30	TQ. PRESURIZADO DE AGUA DE MAR		1250	
31	FILTRO DE AGUA DE MAR		420	
32	RECTIFICADOR GAS DE BAJA		12321	
33	RECTIFICADOR GAS DE ALTA		13727	
34	DESPECIE DE BAJA		24970	
35	DESPECIE DE ALTA		24970	
36	FILTRO DE AGUA ACIDA			
37	BOMBA DE DESPECIE		429	
38	BOMBA DE ACEITE MINERAL		420	
39	BOMBA DE ACEITE SINTETICO			
40	TANQUE DE ACEITE MINERAL		2300	
41	TANQUE DE ACEITE SINTETICO		530	

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA DE COMPRESION 3/4

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KG.	OBSERVACIONES
42	TANQUE DE REFINACION DE DIESEL	16'-0" ϕ x 22'-0" H	4930	4000 GALONES
43	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIESEL	16'-0" ϕ x 22'-0" H	4930	4000 GALONES
44	TQ. PARA CALENTAMIENTO TAMBORES D.E.A.			
45	RECTIFICADOR Y LANZADOR 36" ϕ x 42" 6000		42,000	
46	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL		120	35 G.P.M.
47	CENTRIFUGADORA DE DIESEL	2'-0" x 4'-0" x 4'-0"	500	25 G.P.M.
48	BOMBA DE AGUA CONTRAFUENDEO (ELECTRICA)	4'-0" x 12'-0" x 6'-0"	5000	3500 G.P.M.
49	BOMBA DOSIFIC. DE INHIBIDOR CORR.		60	5 G.P.M.
50	SOLARHE INFERIOR DE GAS AMARCO			
51	A ENTUBAMIENTO			
52	CASITA DE SALVAMENTO	9'-0" x 22'-0" x 10'-0"	6185'	28 PERSONAS
53	SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE			
54	GENERADOR DE GAS INERTE	10'-0" x 18'-0" x 6'-0"	12500	
55	MALACATE P/ ESCALERA RETRACTIL		150	2 PZS.
56	BOMBA P/ MANEJO DE CONDENSADOS		120	25 G.P.M.
57	TQ. DE ALIMENTACION A GAS DE BAJA			
58	BOMBA DE ALIMENTACION DE BAJA			
59	TQ. DE ALIMENTACION A GAS DE ALTA			
60	BOMBA DE ALIMENTACION			
61	INTE. PATAMENTO AGUAS NIEVAS			
62	BAÑOS	4'-0" x 6'-0" x 8'-0"	1500	

RELACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS PARA UNA PLATAFORMA

DE PERFORACION 1/2

PTDA.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD KILOGRAMO	OBSERVACIONES
1	BOMBA PARA AGUA FRESCA (CENTRIFUGA)	2'-0" L x 12' A	200	50 G.P.M.
2	BOMBA PARA SUMIDERO DE DRENAJES		50	35 G.P.M.
3	BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (ELECTRIC-CENTRIFUGA)		4500	2500 G.P.M.
4	BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (DIESEL)	7'-6" L x 4'-6" A	5500	2500 G.P.M.
5	BOMBA JOCKEY (CENTRIFUGA)	20' x 18' x 2'-0"	100	50 G.P.M.
6	BOMBA PARA AGUA DE MAR (VERTICAL)	2'-0" x 2'-0"	200	75 G.P.M.
7	SIRENA PARA NEBLA	3'-6" L x 3'-6" A x 7'-6" H	170	
8	LUCES AUXILIARES PARA LA NAVEGACION	2'-0" x 2'-0" x 2'-0"	50	
9	AGUA DE MAREAL		35000	CAPACIDAD NOMINAL 36.3 TON.
10	SEPARADOR DE ACEITE (HORIZONTAL 3F)	102" DI 20'-0" TT	43000	
11	LANZADOR DE DIAFILOS	24" x 30" x 600 #	22000	
12	CILINDROS DE NITROGENO		2000	
13	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA FRESCA	8'-0" Ø x 30'-0" T.T.	7500	43,000 LTS. (2 PZS.)
14	SUMIDERO DE DRENAJES ABIECTOS	2'-6" x 1'-0"-6" VERTICAL	8618	
15	TABLERO HIDRAULICO DE CONTROL DE PZOS	11'-0" x 3'-4"	1000	
16	TABLERO DE PAJO	8'-0" x 2'-0"	600	
17	UNIDAD HIDRAULICA (PARA LANZADOR)	2'-0" x 4'-0" x 8'-0"	1200	
18	INSTRUMENTOS PARA MONITOREO DE OPERACIONES		1600	P/SERVICIO A 480 V.C.A.
19	CARGADOR DE BATERIAS PARA 24 V.C.D.	1'-0" x 2'-0" x 2'	120	EN GABINETE NEMA 4
20	CAJETA DE INSTALACION DE LA U.T.R. DEL SIST. SCADA			

VIII.- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES -
UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS Y SU ACEPTACION EN CAMPO.

HABLAR DE PLATAFORMAS MARINAS PARA LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS DE CRUDO ES TAN AMPLIO E IMPRESIONANTE QUE PODRIAMOS ESCRIBIR LIBROS, TESIS, ESTUDIOS Y NO ACABARIAMOS, ADEMAS QUE LA TECNOLOGIA PARA ESTE TIPO DE OBRAS AVANZA DIA A DIA A PASOS AGIGANTADOS, ENGLOBANDO UNA GRAN GAMA DE ESPECIALIDADES DE LA INGENIERIA.

ESTE TRABAJO ESTA ENCAMINADO A OFRECER AL SUPERVISOR UN RAPIDO BOSQUEJO DEL CONTEXTO GENERAL DE LO QUE SON LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES QUE INTERVIENEN EN LAS MAGNAS OBRAS FUERA DE COSTA, MOTIVO -- POR EL CUAL EN LOS PRIMEROS TEMAS SE HIZO INCAPIE EN DESCRIBIR LAS GENERALIDADES MAS IMPORTANTES DE LAS ESTRUCTURAS Y OBRAS ACCESORIAS ASI COMO LA INTERRELACION DE ESPECIALIDADES Y FUNCIONES QUE INTERVIENEN Y LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE CADA UNA DE ELLAS.

HASTA ESTE MOMENTO CONSIDERAMOS QUE AL SUPERVISOR SE LE HA UBIADO CON LA SUFICIENTE MOTIVACION PARA QUE EN LOS SIGUIENTES TEMAS A TRATAR SE INTERESE EN PLANTEAR CUESTIONAMIENTOS QUE PUEDAN SER RESUELTOS POR EL EXPOSITOR O POR SU PROPIA INICIATIVA LA CUAL ES IMPRESCINDIBLE PARA LOGRAR LAS METAS PRETENDIDAS EN ESTOS CURSOS O PLATICAS.

ANTES DE INICIAR ESTE TEMA QUEREMOS HACER INCAPIE QUE SI LOS TRABAJOS DE FABRICACION DE PLATAFORMAS SE CONSIDERAN LA MAYOR PARTE COMO OBRA METAL MECANICA Y UN MINIMO DE TRABAJO DE OBRA ELECTROMECANICA. ES DE ACEPTARSE QUE NUESTRA SUPERVISION DEDICARA MAS TIEMPO Y ESFUERZOS EN PREPARARSE Y ABOCARSE A TODOS AQUELLOS TRABAJOS O PROBLEMAS QUE PRESENTEN LOS MATERIALES, DESPIESES, SOLDADURA Y MONTAJES, PARTICIPANDO PLENAMENTE PARA LOGRAR MEJORES RESULTADOS.

RAIZ DE LO ANTERIOR SE HARA UNA BREVE DESCRIPCION DE LA CLASIFICACION DE LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES.

METAL

ES UN ELEMENTO QUIMICO SOLIDO A LA TEMPERATURA ORDINARIA. ES UN CUERPO CONDUCTOR DE CALOR Y DE LA ELECTRICIDAD, REGULARMENTE PUEDE - SER DUCTIL, MALEABLE O AMBAS COSAS A LA VEZ; SU COLOR ES DE UN COLOR OPACO CARACTERISTICO CONOCIDO CON EL NOMBRE DE METALICO; EN LA ELECTROLISIS MUESTRA CARGA POSITIVA Y PRODUCE OXIDOS DE CARACTER BASICO.

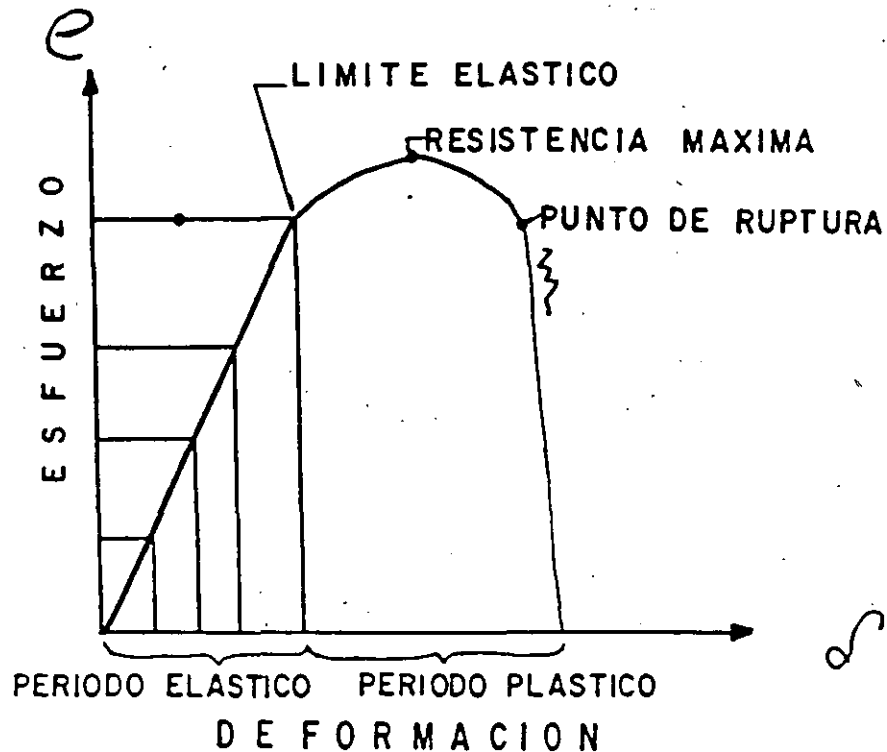
PROPIEDADES DE LOS METALES.

ELASTICIDAD

ES LA PROPIEDAD DE LOS CUERPOS EN VIRTUD DE LA CUAL RECOBRAN O TIENDEN A RECOBRAR SU FORMA Y DIMENSIONES PRIMITIVAS CUANDO CESA LA CAUSA QUE LOS HA DEFORMADO.

PLASTICIDAD

ESTE TERMINO, CUANDO SE APLICA A LOS METALES SEÑALA LA HABILIDAD QUE TIENEN ESTOS PARA DEFORMARSE SIN ROMPERSE DESPUES DE REBASAR SU LIMITE ELASTICO, O SEA QUE EL METAL PRESENTA DEFORMACIONES PERMANENTES.



$$\text{COEFICIENTE DE SEGURIDAD} = \frac{\text{RESISTENCIA MAXIMA}}{\text{COEFICIENTE DE TRABAJO O ESFUERZO}}$$

DUCTILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE PERMITE A UN MATERIAL SUFRIR GRANDES ALARGAMIENTOS Y REDUCCION DE SU AREA TRANSVERSAL POR FRACCION (TENSION) -- OFRECIENDO UNA RESISTENCIA CONSIDERABLE A LA RUPTURA.

MALEABILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE PERMITE A LOS MATERIALES ESTIRARSE EN TODAS DIRECCIONES SIN ROMPERSE, YA SEA POR LAMINADO DE RODILLOS O POR FORJADO.

TENACIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS MATERIALES DE OBSERVAR ENERGIA DE DEFORMACION (TRABAJO) SIN ROMPERSE.

FRAGILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS MATERIALES AL ROMPERSE AL SER -- SOMETIDOS A UN CAMBIO DE TEMPERATURA BRUSCO. EN OTRAS PALABRAS NO -- TIENEN CAPACIDAD DE ABSORBER ENERGIA DE DEFORMACION.

CONDUCTIVIDAD TERMICA

SE DENOMINA ASI A LA FACILIDAD QUE PRESENTAN LOS MATERIALES PARA QUE POR SU INTERIOR CIRCULE EL CALOR, O SEA QUE SE TENGA UN FLUJO DE CALOR.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

SE DENOMINA ASI A LA FACILIDAD QUE PRESENTAN LOS MATERIALES PARA QUE POR SU INTERIOR CIRCULE UNA CORRIENTE ELECTRICA.

RESISTIVIDAD ELECTRICA

ES LA MEDIDA DE LA OPOSICION QUE PRESENTA UN MATERIAL A QUE POR SU INTERIOR CIRCULE UNA CORRIENTE ELECTRICA.

COLOR

LOS COLORES MAS COMUNES EN LOS METALES SON: BLANCO COMO LA PLATA, PLATINO, ALUMINIO, MERCURIO, ESTAÑO.; BLANCO AZULADO COMO EL -- ANTIMONIO, ZINC, PLOMO, CROMO.; BLANCO ROSADO COMO EL BISMUTO.; GRIS EL HIERRO, ARSENICO.; AMARILLO ORO; ROJO COBRE.

EN ESTADO LIQUIDO DE LOS METALES ES DISTINTA A LA DEL METAL SOLIDO.

OLOR

POR LO GENERAL LOS METALES NO TIENEN OLOR, SIN EMBARGO EL COBRE Y EL ESTAÑO DESPRENDEN AL FROTARLOS CON LAS MANOS UN OLOR CARACTERISTICO Y DESAGRADABLE.

PESO ESPECIFICO

EL PESO ESPECIFICO DE LOS METALES SE ENCUENTRA COMUNMENTE ARRIBA DE 6, EXCEPTUANDO EL ALUMINIO CUYO PESO ESPECIFICO ES DE 2700 KG/M³.

DILATIBILIDAD

ES LA PROPIEDAD QUE TIENEN LOS CUERPOS DE AUMENTAR DE VOLUMEN - AL CALENTARSE. SE TIENEN TRES TIPOS DE DILATAACION: LINEAL, DE SUPERFICIE Y DE VOLUMEN.

RESISTENCIA MECANICA

SE LLAMA ASI, A LA CAPACIDAD QUE TIENE UN MATERIAL DE SOPORTAR LA ACCION DE FUERZAS EXTERIORES SIN ROMPERSE.

SE TIENEN VARIAS FORMAS DE RESISTENCIA MECANICA, ENTRE LAS CUALES ENCONTRAMOS LA RESISTENCIA A LA TENSION, COMPRESION Y AL CORTE.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE TENSION CUANDO EN UN CUERPO ACTUAN -- FUERZAS QUE TIENDEN A SEPARAR ENTRE SI A LAS MOLECULAS DEL CUERPO.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE COMPRESION CUANDO LAS FUERZAS QUE ACTUAN EN UN CUERPO TIENDEN A JUNTAR LAS MOLECULAS DEL MISMO.

SE PRODUCEN ESFUERZOS DE CORTE, CUANDO LAS FUERZAS QUE ACTUAN - EN UN CUERPO TIENDEN A SEPARAR LAS MOLECULAS, PERO EN ESTE CASO, HACIENDOLAS DESLIZAR UNAS CON RESPECTO A OTRAS.

LA RESISTENCIA MECANICA SE DA EN KG/CM^2 . O LBS/PULG^2 .

DUREZA

LA DUREZA ES UNA DE LAS PROPIEDADES MAS IMPORTANTES DE LOS METALES Y SE DEFINE COMO LA RESISTENCIA QUE OFRECE UN MATERIAL A LA SEPARACION DE SUS PARTICULAS POR LA PENETRACION DE OTRO MATERIAL, YA SEA POR ROZAMIENTO O POR PENETRACION DIRECTA SOBRE LA SUPERFICIE, EN CUYOS CASOS SE CONOCE COMO DUREZA AL RALLADO Y DUREZA A LA PENETRACION.

EXISTEN VARIOS APARATOS PARA MEDIR LA DUREZA EN LOS MATERIALES, SIENDO ELLAS, LA DUREZA BRINELL, DUREZA ROCWELL Y DUREZA VICKERS, ADEMÁS SE CONOCE EL ESCLEROSCOPIO DE SHORE, MONOTRON, ETC., NO MUY -- USUALES ESTOS ULTIMOS.

M E T A L E S

POR CONVENIENCIA LOS METALES Y ALEACIONES MAS USUALES EN EL TALLER Y EN INGENIERIA SE DIVIDEN EN 3 GRUPOS.

1er. GRUPO .- METALES FERROSOS.- GRUPO DE HIERROS Y ACEROS ES EL QUE INCLUYEN LAS DIFERENTES FUNDICIONES DE HIERRO, LOS HIERROS PROPIAMENTE DICHOS ACEROS.

2do. GRUPO .- METALES NO FERROSOS.- INTEGRAN ESTE GRUPO METALES DE GRAN IMPORTANCIA COMERCIAL COMO LO SON EL COBRE, ALUMINIO , ZINC, PLOMO, ESTAÑO Y NIQUEL, ETC. ENTRE LOS METALES MENOS IMPORTANTES SE ENCUENTRA EL ANTIMONIO, MAGNESIO, CADMIO, BISMUTO, MERCURIO, ETC., ESTOS ULTIMOS-METALES SE APLICAN BASTANTE EN LA MANUFACTURA DE LIGAS O ALEACIONES, USANDOSE EN ESTADO PURO.

3er. GRUPO .- ALEACIONES.- SE LLAMA ALEACION O LIGA A LA SOLUCION DE DOS O MAS METALES O DE METALES CON ALGUNOS NO METALES- QUE SE HAN SOLIDIFICADO.

LA APLICACION COMERCIAL DE LAS ALEACIONES ES DE LO MAS VARIADO, TENIENDOSE ALEACIONES DE ANTIFRICCION, RESISTENTES A LA CORROSION, DECORATIVAS, RESISTENTES MECANICAMENTE, ETC. INDUSTRIALMENTE SE UTILIZAN TAMBIEN ELEMENTOS NO METALICOS COMO EL CROMO, COBALTO, TUNGSTENO, TITANEO, VANADIO, MOLIBDENO, CUYA APLICACION ESPECIFICA ES LA DE FORMAR ALEACIONES Y SOLO EXCEPCIONALMENTE SE USAN PUROS.

S I D E R U R G I A

SE LLAMA SIDERURGIA AL ARTE DE EXTRAER AL HIERRO DE SUS MINERALES Y- DE TRABAJARLO, COMPRENDIENDO TODOS LOS PROCESOS SEGUIDOS PARA BENEFICIAR TODOS LOS MINERALES DE HIERRO Y OBTENER LAS DISTINTAS CLASES DE HIERRO Y ACEROS.

LA MANUFACTURA DEL HIERRO Y DEL ACERO ES UNO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES MAYORES DEL MUNDO, POR RAZON DE LA IMPORTANCIA DE ESOS PRODUCTOS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCION.

H I E R R O

EL HIERRO ES UN METAL QUE EN ESTADO DE PUREZA QUIMICA CASI NO TIENE UTILIDAD COMERCIAL, PERO QUE AGREGANDOLE ALGUNOS ELEMENTOS QUIMICOS CAMBIA RADICALMENTE SUS PROPIEDADES, RESULTADO INCONTABLES VARIEDADES DE HIERROS FUNDIDOS, HIERROS DULCES Y ACEROS.

EL HIERRO ES OBTENIDO DEL ALTO HORNO, FUNDIENDO SUS MINERALES, - LOS CUALES SE REDUCEN POR LA COMBINACION DE OXIGENO CON EL CARBON -- COQUE; LAS IMPUREZAS SALEN DE LA ESCORIA QUE SE FORMA POR LA FUSION- DE LA PIEDRA, DE CAL USADA COMO FUNDENTE.

EL PRODUCTO DEL ALTO HORNO ES EL HIERRO COLADO DE PRIMERA FUSION O ARRABIO, EL CUAL CONTIENE DE 3 A 4% DE CARBONO, DE 1 A 3% DE CILICIO, DE 0.3 AL 1.5% DE FOSFORO, DE 0.1 A 1.0 DE MAGNESO Y MENOS DE 1% DE AZUFRE.

BALANCE DEL ALTO HORNO

MATERIAL REQUERIDO	MATERIAL PRODUCIDO
2 TONELADAS DE MINERAL	1 TONELADA DE HIERRO COLADO
1 TONELADA DE COQUET	5.5 TONELADAS DE GAS DE ALTO HORNO
4 TONELADAS DE AIRE	0.6 TONELADAS DE ESCORIA
0.4 TONELADAS DE PIEDRA CAL.	DE 35 A 175 KG. DE HOLLIN

SE REQUIEREN DE 24 A 40,000 M³. DE AGUA POR DIA PARA EL ENFRIAMIENTO DEL HORNO.

EL PRODUCTO DEL ALTO HORNO, HIERRO COLADO DE PRIMERA FUSION O ARRABIO, SE REFINA POSTERIORMENTE POR DIFERENTES PROCESOS, DEPENDIENDO DE LOS CUALES SE OBTIENEN VARIEDADES DE HIERROS Y ACEROS CONOCIDOS, LOS QUE EN FORMA GENERAL SE INDICAN EN LA TABLA SIGUIENTE.

PROCESO DE REFINACION

MATERIA PRIMA	HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE FUNDICION		HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE ACERO	HIERRO COLADO O ARRABIO + CHATARRA DE FUNDICION	
	HORNO DE CUBILOTE	HORNO DE REVERVERO DE AIRE O SOLERA	-SIEMENS MARTIN -BESSEMER -HORNO DE HOGAR ABIERTO -HORNO ELECTRICO	ASTON BESSEMER	PUDELADO
PRODUCTO OBTENIDO	FUNDICION GRIS BLANCA O MIXTA	HIERRO FUNDIDO O MALEABLE	ACEROS COMUNES Y DE ALEACION	HIERRO FORJADO	HIERRO FORJADO
CONTENIDO DE CARBON	2.5 A 3.75%	1.75 A 2.5%	0.1 A 1.7%	MENOS DE 0.1%	MENOS DE 0.1%

MINERALES DE HIERRO

LOS PRINCIPALES MINERALES DE HIERRO QUE SE CONOCEN SON LA HEMATITA ROJA Y LA MAGNETITA.

HEMATITA ROJA

ES UN OXIDO DE HIERRO ANIDRO QUE CONTIENE ALREDEDOR DE 70% DE HIERRO Y ABUNDA EN MEXICO EN EL CERRO DEL MERCADO DE DURANGO; EN LAS TRUCHAS MICHOACAN, CON UNA RESERVA APROXIMADA DE 60 MILLONES DE TONELADAS DE HIERRO; EN PEÑA COLORADA EN COLINA, CON UNA RESERVA DE 100-MILLONES DE TONELADAS; EXISTEN ADEMAS YACIMIENTOS EN LOS ESTADOS DE VERACRUZ, GUERRERO Y OAXACA.

MAGNETITA

ES UN OXIDO FERROSO FERRICO QUE CONTIENE APROXIMADAMENTE 74% DE HIERRO. NO SE CUENTA CON YACIMIENTOS DE ESTE MINERAL EN MEXICO.

LAS HEMATITAS NEGRA, PARDA Y GRIS SON OXIDOS DE HIERRO Y CON AGUA EN COMBINACION, ALCANZANDO UN CONTENIDO DE HIERRO DE 52 Y 66%.

POR ULTIMO SE TIENEN LAS PIRITAS O SULFUROS DE HIERRO, QUE SON LOS MINERALES MAS POBRES PUES APENAS CONTIENEN UN 34% DE HIERRO.

A C E R O S

EL HIERRO FORJADO Y OTRAS FORMAS COMERCIALES DE HIERRO PURO SON BASTANTE SUAVES Y DUCTILES PARA QUE PUEDAN SERVIR EN MUCHAS APLICACIONES DONDE SE DESEAN MATERIALES FERROSOS DE ALTA RESISTENCIA O CON DUREZA SUPERFICIAL ELEVADA, EN CUYOS CASOS SE EMPLEA EL MATERIAL CONOCIDO COMO ACERO.

EL ACERO ES UNA ALEACION CRISTALINA DE HIERRO, CARBON Y OTROS ELEMENTOS QUE NO CONTIENEN ESCORIA Y QUE PUEDEN VACEARSE, LAMINARSE O FORJARSE. PARA OBTENER LAS PROPIEDADES DESEADAS (DUREZA, RESISTENCIA, ETC.) ES NECESARIO AGREGAR CANTIDADES ADECUADAS DE ELEMENTOS DE ALEACION Y SUJETA A LA ALEACION DE HIERRO RESULTANTE (ACERO) AL TRA-

TAMIENTO TERMICO REQUERIDO PARA RESISTIR EL TRABAJO MECANICO ESPERADO.

EL CARBON ES UN CONSTITUYENTE IMPORTANTE DEBIDO A SU HABILIDAD PARA AUMENTAR LA DUREZA Y LA RESISTENCIA DEL ACERO. EN TERMINOS GENERALES, NO SE LE CONSIDERA AL CARBON COMO ELEMENTO DE ALEACION. YA QUE EL CONJUNTO HIERRO CARBON DENTRO DE PORCENTAJES DETERMINADOS CONSTITUYE LO QUE SE CONOCE COMO ACERO.

LOS ACEROS SE CLASIFICAN POR SU COMPOSICION DE LA SIGUIENTE MANERA.

A C E R O S

BAJO CARBON	MEDIO CARBON	ALTO CARBON	BAJA ALEACION	ALTA ALEACION
CON MENOS DE 0.3% DE CARBON	DE 0.3 A 0.6% DE CARBON	CON MAS DE 0.6% HASTA 1.7% DE CARBON	CON MENOS DE 8% DEL TOTAL DE ELEMENTOS DE ALEACION.	
LOS ACEROS AL CARBON SON AQUELLOS CUYAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS SE DEBEN PRINCIPALMENTE AL CARBON.			LOS ACEROS DE ALEACION SON AQUELLOS CUYAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS SE HAN MEJORADO AÑADIENDO OTROS ELEMENTOS DISTINTOS AL CARBONO, ADEMÁS DE ESTE MISMO QUE QUEDA INCLUIDO EN EL TERMINO ACERO.	

TRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS

SE DEFINE COMOTRATAMIENTO TERMICO DE LOS ACEROS A LA OPERACION DE CALENTAR Y ENFRIAR UN METAL DENTRO DE SU ESTADO SOLIDO, PARA CAM-

DURANTE LOS AÑOS DE 1880 A 1900, EN FORMA PARALELA SE DESARROLLO LA UTILIZACION DE LOS SOPLETES DE CORTE Y SOLDADURA POR MEDIO DE OXIGENO E HIDROGENO, SIENDO A PARTIR DE 1900 CUANDO EN FORMA INDUSTRIAL-SE UTILIZO EL SOPLETE OXI-ACETILENICO, SIENDO DE VITAL IMPORTANCIA-PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA ACTUALES.

EN 1908 SE DA UNO DE LOS PRINCIPALES PASOS PARA EL DESARROLLO DE LA SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO, EL CUAL CONSISTIO EN AGREGAR UN REVES-TIMIENTO A LOS ELECTRODOS METALICOS USADOS PARA SOLDAR, ESTE DESCU-BRIMIENTO FUE REALIZADO POR EL SUECO "O. KJELLBERG".

A PRINCIPIOS DE ESTE SIGLO SE INICIA LA FABRICACION MASIVA DE MAQUI-NAS DE SOLDADURA POR RESISTENCIA ELECTRICA, DANDO LUGAR A CONSTAN--TES INOVACIONES, COMO FUE LA ALTA FRECUENCIA PARA UNA MEJOR ESTABI-LIZACION DE EL ARCO ELECTRICO, SIN NECESIDAD DE ESTABLECER CONTACTO ENTRE LOS ELECTRODOS, SIENDO A LA FECHA EL FUNDAMENTO PRINCIPAL DEL PROCESO T.I.G. (ELECTRODO DE TUNGSTENO CON GAS INERTE); EN EL CUAL-EL ELECTRODO DE TUNGSTENO NUNCA DEBE TOCAR EL METAL BASE.

EN 1938 LAS COMPANIAS, GENERAL ELECTRIC Y WESTINGHOUSE DE LOS ESTA-DOS UNIDOS, CONSTRUYEN LAS PRIMERAS MAQUINAS AUTOMATICAS DE SOLDADU-RA, CON ELECTRODO DE FLUJO CONTINUO Y CONTROLES ELECTRONICOS QUE --DABAN UNA MAYOR PRECISION TANTO EN TEMPERATURA COMO EN LA VELOCIDAD DE SOLDEO. ESTE METODO ES EL QUE SE ESTA IMPONIENDO ACTUALMENTE Y -DURANTE SU DESARROLLO A ALCANZADO GRAN VARIEDAD DE FORMAS LAS CUA -LES DEPENDEN PRINCIPALMENTE DEL DIAMETRO DEL ELECTRODO O DEL TIPO -DE MEDIO DE PROTECCION DE LA ZONA DE FUSION Y DE ARCO ELECTRICO, PU -DIENDO SER ESTOS MEDIOS DE PROTECCION COMO FUNDENTE EN POLVO, FUN -DENTE EN PASTA EN LA INTERIOR DEL ELECTRODO HUECO O GASES INERTES -COMO ARGON, HIDROGENO, HELIO, ETC., FLUYENDO ALREDEDOR DEL ELECTRO-

DO.

FINALMENTE, EL PROCESO DE MAYOR APLICACION ES DE ARCO ELECTRICO MANUAL CON ELECTRODOS REVESTIDOS, PROCESO QUE MAS ADELANTE SE DARA A CONOCER AMPLIAMENTE.

PROCESO DE SOLDADURA

SE ENTIENDE COMO PROCESO DE SOLDADURA UN METODO DE UNION DE METALES EN DONDE LA COALICION PRODUCE POR MEDIO DE CALENTAMIENTO DE ELLOS A TEMPERATURAS ADECUADAS, CON O SIN LA APLICACION DE PRESION O POR MEDIO DE LA APLICACION DE PRESION SOLAMENTE Y SIN CALENTAMIENTO, Y EN AMBOS CASOS, CON O SIN EL USO DE UN METAL DE APORTE.

DE LA DEFINICION ANTERIOR LOS PROCESOS DE SOLDADURA SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS GRUPOS PRINCIPALES:

- a).- SOLDADURA POR PRESION
- b).- SOLDADURA POR FUSION

EN LA PRACTICA, EN EL CASO DEL PRIMER GRUPO SE EMPLEA LA PRESION Y EL CALOR (RESISTENCIA-ELECTRICA), Y EN EL SEGUNDO SOLAMENTE CALOR (ARCO-ELECTRICO).

EN AMBOS GRUPOS SE HAN DESARROLLADO VARIOS METODOS DE SOLDADURA, LOS CUALES GRAFICAMENTE SE MUESTRAN EN LA FIG. 28 LLAMADA CARTA MAESTRA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA, PREPARADA POR LA SOCIEDAD AMERICANA DE LA SOLDADURA (A.W.S.) Y EN LA QUE SE DIBUJO CON LINEA MAS INTENSA AQUELLOS PROCESOS MAS USUALES QUE APLICAN EN LOS TRABAJOS DE FABRICACION DE PLATAFORMAS MARINAS, LOS CUALES SERAN LOS UNICOS COMENTADOS EN ESTE TRABAJO.

BASICAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA MAS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE PLATAFORMAS SON LOS DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO, PUDIENDO SER EN GRADO DE IMPORTANCIA LOS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN:

- 1.- ARCO ABIERTO
- 2.- AUTOMATICO POR ARCO SUMERGIDO
- 3.- SEMI-AUTOMATICO MANUAL

ARCO ABIERTO

PARA SOLDAR BAJO ESTE PROCEDIMIENTO SE UTILIZAN TRANSFORMADORES-ELETRICOS O MAQUINAS DE SOLDAR DE COMBUSTION INTERNA, LOS CUALES EN-AMBOS CASOS TIENEN LA FLEXIBILIDAD DE PROPORCIONAR CORRIENTE ALTERNA O CONTINUA Y CON AMPERES VARIABLES DESDE 100 A 454 AMPERS.

LOS ELECTRODOS A UTILIZAR SON LOS DE TIPO VARILLA REVESTIDOS CON UN RECUBRIMIENTO QUE PUEDEN SER DE ALGUNA CELULOSA SODICA O POTASICA OXIDOS DE HIERRO, POLVOS DE HIERRO ACIDO, ETC.. LA VELOCIDAD DE DEPOSITO O DE SALIDA DEL ELECTRODO UTILIZADOS VA DE ACUERDO AL TIPO DE ACEROS ASI COMO TAMBIEN EL TIPO DE ELECTRODO PARA ESTE TIPO DE CONSTRUCCION SON LOS E-6010 PARA SER FONDEOS EN SOLDADURAS POR SU ALTA TEMPERATURA Y FACIL FUSION EN LAS RAICES DE LOS BISELES; Y EL ELECTRODO E-7018 PARA SER RELLENOS Y DEPOSITOS CON RENDIMIENTOS ALTOS EN SOLDADURA, CON LA CARACTERISTICA ESTOS DE PROVOCAR BAJO HIDROGENO TANTO EN LA SOLDADURA COMO EN LA ESCORIA. AMBOS ELECTRODOS TIENEN LA CARACTERISTICA DE USARSE EN TODAS LAS POSICIONES Y EN AMBOS

AUTOMATICO POR ARCO SUMERGIDO

NORMALMENTE ESTE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA SE UTILIZA PARA MUY ALTOS RENDIMIENTOS COMO ES EL DE SOLDAR, EN NUESTRO CASO, TUBERIAS DE DIAMETROS DESDE 30' HASTA 62" Y CON ESPESORES DESDE 1" HASTA 2 1/2". COMO SON COLUMNAS DE SUBESTRUCTURA ASI COMO PILOTES Y CONDUCTORES.

EL EQUIPO CONSISTE EN UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA, COMO ES EN LA MAYORIA DE LOS CASOS EL DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE CON AMPERAJES CON CAPACIDAD DE 1500 AMPERS ADEMAS EXISTE UN CABEZAL ELEC

TRONICO Y COMPUTALIZADO QUE ES EL QUE SUMINISTRA EL ELECTRODO TIPO ALAMBRE DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD QUE SE DETERMINA. EXISTE ADEMAS UN DISPOSITIVO PARA SUMINISTRAR EL FUNDENTE EN FORMA DE POLVO EL CUAL CUBRE TOTALMENTE EL ARCO ELECTRICO Y QUE UNA VEZ DEPOSITADO EL CORDON DE SOLDADURA ESTA CONTINUO CUBRIENDO PARA SU PROTECCION A LA SOLDADURA Y AL METAL BASE MIENTRAS SE ENFRIA.

EL EQUIPO ANTERIORMENTE MENCIONADA PERMANECE EN FORMA ESTATICA Y LO QUE SE ENCUENTRA EN MOVIMIENTO ES LA PROPIA TUBERIA LA CUAL A LA VELOCIDAD QUE SE REQUIERE SE LE PROPORCIONA UN POSICIONADOR MOTRIZ, SIENDO EL RESTO DE LOS POSICIONADORES DE APOYO Y GIRO, VER FIG. 35.

SEMI-AUTOMATICO MANUAL (INNERSHIELD)

EN ESTE PROCEDIMIENTO IGUALMENTE QUE EL PRIMERO SE REQUIERE DE UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA SIENDO LA UNICA VARIABLE CON RESPECTO AL PRIMERO EL DE CONTAR CON UN CABEZAL MENOR EN EL CUAL SE INSERTE EL ELECTRODO DEL TIPO ALAMBRE EL CUAL SE PRESENTA EN UN CARRETE Y QUE DEPENDIENDO DEL SOLDADOR Y DE LO QUE SE ESTE SOLDANDO SE LE PUEDE IMPRIMIR LA VELOCIDAD DE SALIDA A DICHO ELECTRODO POR MEDIO DEL MENCIONADO CABEZAL. ESTE PROCEDIMIENTO ULTIMAMENTE SE ESTA INCREMENTANDO SU USO YA QUE SE CONSIDERA DE UN RENDIMIENTO MUCHO MAYOR QUE EL DE ARCO ABIERTO, SIENDO AMBOS MANUALES. COMO YA SE DIJO EL ELECTRODO ES DEL TIPO ALAMBRE PRESENTANDOSE EN FORMA DE CARRETE Y CUYO FUNDENTE SE ENCUENTRA EN LA PARTE CENTRAL DEL MISMO.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL PERSONAL, EQUIPO Y ACCESORIOS PARA SOLDAR

ES DE SUMA IMPORTANCIA QUE EL SUPERVISOR, QUIEN ESTA A CARGO DE CIERTO TRABAJO, CONOZCA LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE DISEÑO O DE OPERACION DEL EQUIPO Y ACCESORIOS O HERRAMIENTA UTILIZADOS POR EL OPERARIO ASI COMO LOS CONOCIMIENTOS TECNICOS Y PRACTICOS QUE ESTE ULTIMO DEBE DE TENER Y QUE A CONTINUACION SE ENLISTAN PARA UNA POSTERIOR APLICACION:

- A).- PERSONAL CALIFICADO
- B).- MAQUINA DE SOLDAR
- C).- CABLES ELECTRICOS
- D).- PORTA ELECTRODO
- E).- MASCARA O CARETA
- F).- ROPA Y EQUIPO DE PROTECCION
- G).- HERRAMIENTA
- H).- ELECTRODOS
- I).- METAL BASE
- J).- SIMBOLOS DE SOLDADURA
- K).- METODOS DE INSPECCION

A).- PERSONAL CALIFICADO.- ANTES DE INICIAR LA DESCRIPCION DE LOS CONOCIMIENTOS Y CUALIDADES DE UN SOLDADOR, ES NECESARIO MENCIONAR QUE LOS TRABAJOS DE SOLDADURA TIENEN SU APLICACION BASICAMENTE EN LOS SIGUIENTES CAMPOS:

- A.1.-SOLDADURA ARTESANAL.- EMPLEADA EN HERRERIA GENERAL Y ARTISTICA.
- A.2.-SOLDADURA ESTRUCTURAL.- EMPLEADA EN LA UNION DE PARTES METALICAS INTEGRANTES DE LAS ESTRUCTURAS DE PUENTES, EDIFICIOS, NAVES INDUSTRIALES Y ESTRUCTURAS FUERA DE COSTA.

CLASIFICACION DE SOLDADORES

APRENDIZ

PUNTEADOR

SOLDADOR DE SEGUNDA

SOLDADOR DE PRIMERA

SOLDADOR ESPECIALISTA

A.3.-SOLDADURA DE TUBERIAS.-EMPLEADA EN LA CONSTRUCCION DE DUCTOS -
PARA FLUIDOS EN LA INDUSTRIA EN GENERAL Y ESPECIALMENTE EN LA INDUS-
TRIA PETROQUIMICA Y ALIMENTICIA.

CLASIFICACION DE SOLDADORES

RELLENADOR

PASO CALIENTE

FONDEADOR

APRENDIZ.- ES LA PERSONA QUE ESTA APRENDIENDO EL OFICIO O EL ARTE DE
SOLDAR. ES PRACTICA COMUN QUE EN LOS GRANDES TALLERES SE MOTIVE AL
PERSONAL, QUE SIN DESCUIDAR SUS ACTIVIDADES DE AYUDANTE DE SOLDADOR,
SE LES DE LA OPORTUNIDAD DE DESARROLLARSE Y ASI PERMITIR LA PROMO-
CION PERSONAL.

PUNTEADOR.- ES LA PERSONA ENCARGADA DE APLICAR PEQUEÑOS CORDONES DE
SOLDADURA, QUE EN ALGUNOS CASOS SON TAN PEQUEÑOS, QUE QUEDAN EN FOR-
MA DE CIRCULOS POR LO CUAL SE LES LLAMA PUNTOS DE SOLDADURA.

ESTAS APLICACIONES TIENEN EL FIN DE SOSTENER MOMENTANEAMENTE LAS PIE-
ZAS EN PROCESO DE ARMADO Y A SU VEZ DAR TIEMPO PARA QUE EL SOLDADOR-
SE ACOMODE CORRECTAMENTE PARA EFECTUAR LA SOLDADURA COMPLETA. DEBIDO
QUE LOS PUNTOS SE APLICAN EN EL FONDO DE LA UNION TERMINADA, ES --
NECESARIO QUE ESTEN CORRECTAMENTE APLICADOS, POR ESTE MOTIVO LOS SOL-
DADORES PUNTEADORES REQUIEREN SER CALIFICADOS.

SOLDADOR DE SEGUNDA CATEGORIA.- LOS SOLDADORES DE SEGUNDA CATEGORIA-
SON AQUELLOS QUE REALIZAN APLICACIONES DE SOLDADURA QUE PRESENTAN --
POCO GRADO DE DIFICULTAD, O SEA POSICION PLANA Y PLACAS DE POCO ES-
PESOR Y ADEMÁS, EN LUGARES DE FACIL ACCESO QUE PERMITEN LIBRE MOVI-
MIENTO. EL PERSONAL DEBERA SER CALIFICADO Y SUS APLICACIONES DE SOL-
DADURA PUEDEN SER SOMETIDAS A LOS PROCESOS DE INSPECCION QUE SEAN -

CON ENERGIA DE ENTRADA LIMITADA. ESTOS SON DISEÑADOS PARA UNA POTENCIA DE ENTRADA O ALIMENTACION LIMITADA, DE MODO QUE SOLO UNA CANTIDAD MAXIMA ESPECIFICADA DE CORRIENTE DE ALIMENTACION (37.5 AMPERIOS) ES PERMITIDA DURANTE EL TRABAJO.

DEBE CONSIDERARSE TAMBIEN QUE TIPO DE EQUIPO FACILITARA EL TRABAJO Y PERMITIRA SOLDAR CON COSTOS LIMITADOS. EXISTE UN METODO OPTIMO DE EFECTUAR CADA TIPO DE TRABAJO DE SOLDADURA.

LA CORRIENTE DE ALIMENTACION DE LA MAQUINA DE SOLDAR DEBE SER PLANEADA E INSTALAR SOLO POR ELECTRICISTAS CALIFICADOS. LOS CABLES DEBEN SER DE SECCION ADECUADA Y CON SUS FUSIBLES APROPIADOS, DE ACUERDO A LOS REGLAMENTOS LOCALES Y NORMAS CORRECTAS.

C).- CABLES ELECTRICOS.- LOS CABLES ELECTRICOS DEBERAN DE TENER UN DIAMETRO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA SOLDADORA Y LA LONGITUD DEBERA ELEGIRSE DE ACUERDO AL AREA DE INFLUENCIA DE LA MAQUINA PARA ASI LOGRAR UN ALTO GRADO DE EFICIENCIA EN LA PRODUCCION DE SOLDADURA.

LOS CABLES ELECTRICOS ESTAN CONSTITUIDOS POR FINISIMOS ALAMBRES, DE COBRE O ALUMINIO, ENVUELTOS POR UN MATERIAL AISLANTE EL CUAL LE PERMITIRA FLEXIBILIDAD Y LIBRE MOVIMIENTO. ESTOS CABLES SE CONECTAN AL EQUIPO POR MEDIO DE TERMINALES APROPIADAS DE COBRE, LAS CUALES ESTAN SOLDADAS O APERNADAS AL PROPIO CABLE.

D).- PORTA ELECTRODO.- EL PORTA ELECTRODO SE CONECTA EN UNO DE LOS EXTREMOS DEL CABLE DE CORRIENTE, SIENDO A TRAVES DE UNAS MORDAZAS -- TENSIONADAS POR UN RESORTE, LAS QUE SUJETAN AL ELECTRODO, DURANTE EL PROCESO DE LA SOLDADURA.

ESTE PORTA ELECTRODO DEBE SER RAZONABLEMENTE LIVIANO, BIEN AISLADO Y FUERTE PARA RESISTIR EL USO RUDO Y CONTINUO, ADEMAS DEBERA RESISTIR LA CAPACIDAD MAXIMA DE LA UNIDAD SUMINISTRADORA DE CORRIENTE.

E).- MASCARA O PANTALLA.- LA MASCARA O PANTALLA PROTECTORA PARA LA CARA ES NECESARIA PARA PROTEGERSE DEL CALOR, DE LOS RAYOS EMITIDOS -- POR EL ARCO Y DE LAS SALPICADURAS DE METAL FUNDIDO. LA MASCARA ESTAPROVISTA DE UN TAFILETE PARA FIJARLA A LA CABEZA Y LA PANTALLA PUEDE DETENERSE EN LA MANO POR MEDIO DE UN MANGO, SIENDO LA PRIMERA MAS -- USADA POR PERMITIR TENER LAS DOS MANOS LIBRES PARA TRABAJAR. AMBAS -- DEBERAN ESTAR PROVISTAS DE UN FILTRO PROTECTOR (VIDRIO) DEL No.10 U-11- PARA EFECTUAR SOLDADURAS CORRIENTES SIN RIESGO A SUFRIR DAÑOS A -- LOS OJOS. DEBIDO A QUE ESTE FILTRO ES COSTOSO SE PROTEGE CON UN VI-- DRIO TRANSLUCIDO QUE PUEDE DESECHARSE CUANDO SE HALLE CUBIERTO DE -- SALPICADERAS.

F).- ROPA Y EQUIPO DE PROTECCION.- PARA EVITAR QUEMADURAS EN EL CUER

PO DEL SOLDADOR, ESTE DEBERA USAR POR NORMA LA ROPA ADECUADA PARA -- TRABAJAR, ASI COMO LOS GUANTES Y DELANTALES DE CUERO CURTIDOS AL CRO MO LOS CUALES PROTEGEN LAS MANOS Y LA ROPA DEL CALOR Y DE LAS SALPI- CADURAS DE ARCO.

SI SE SUELDA EN POSICION OTRA QUE LA PLANA, DEBE LLEVARSE HOMBRRERAS- Y MANGAS DE CUERO.

ES RECOMENDABLE QUE EL SOLDADOR UTILICE LOS LENTES DE SEGURIDAD DE-- BAJO DE LA MASCARA PARA PROTEGER LOS OJOS DEL OPERADOR CUANDO PICA - LA ESCORIA DEL CORDON, CUANDO ESMERILA LAS PIEZAS PARA PREPARARLAS - DEBIDAMENTE Y CUANDO LIMPIA EL METAL CON EL CEPILLO DE ALAMBRE.

G).- HERRAMIENTA.- COMO HERRAMIENTA INDISPENSABLE DEL SOLDADOR SE -- CUENTA UN MARTILLO, CINCEL CEPILLO DE ALAMBRE, ARCO DE SEGUETA, LA-- CUAL SIRVE PARA LIMPIAR PERFECTAMENTE LOS CORDONES DE SOLDADURA QUE-- SE VAN APLICANDO. EN TRABAJOS DE ALTA PRODUCCION ES COMUN UTILIZAR - UN DISCO O UNA CARDA CON ESMERILADORA O CEPILLO ELECTRICO O EN SU DE FECTO CON UNA ESCARIADORA NEUMATICA, LAS CUALES SON MUY EFECTIVAS PA RA LIMPIAR Y REBAJAR LOS CORDONES, SACAR LA HERRUMBRE Y LA CASCARI-- LLA DEL METAL BASE.

DENTRO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO PODRIAMOS INCLUIR LA MESA DE TRA BAJO, MESA QUE DEBERA DE SER DE HIERRO Y A PRUEBA DE INCENDIO PARA - FACILITAR EL TRABAJO Y LA TOMA DE TIERRA.

H).- ELECTRODO.- EN SOLDADURA EXISTEN VARIOS TIPOS DE ELECTRODOS, -- DISTINGUIENDOSE FUNDAMENTALMENTE DOS; LOS QUE SE FUNDEN Y LOS QUE - NO SE FUNDEN.

LOS ELECTRODOS QUE SE FUNDEN CUMPLEN DOS FUNCIONES AL MISMO TIEMPO,- O SEA SIRVEN PARA ESTABLECER EL ARCO ELECTRICO Y CONSTITUYEN EL ME-- TAL DEPOSITADO. ESTE TIPO DE ELECTRODOS SE DIVIDEN EN DOS GRUPOS: -- PARA MAQUINAS AUTOMATICAS Y PARA SOLDADURA MANUAL.

LOS ELECTRODOS PARA MAQUINAS AUTOMATICAS SON FABRICADOS EN CARRETES- O BOBINAS.

LOS ELECTRODOS PARA ARCO MANUAL SON FABRICADOS EN FORMA DE VARILLAS EN DIAMETROS Y LONGITUDES DIFERENTES. ESTE TIPO DE ELECTRODOS ESTAN CUBIERTOS POR UNA SUSTANCIA QUIMICA QUE VARIA SEGUN LAS CARACTERISTICAS QUE SE LE DAN AL ELECTRODO. EL REVESTIMIENTO DE LOS ELECTRODOS PARA ARCO MANUAL FUE EL DESCUBRIMIENTO MAS IMPORTANTE PARA EL DESARROLLO DE LA SOLDADURA POR ARCO YA QUE DE EL DEPENDEN LOS FACTORES MAS IMPORTANTES LOS CUALES SON PROTEGER EL ARCO DEL MEDIO AMBIENTE Y HACERLO MAS ESTABLE, LO CUAL SUCEDE AL QUEMARSE DESPRENDIENDO UN GAS QUE PROTEGE AL ARCO Y REDUCE CONSIDERABLEMENTE LA RESISTENCIA DEL AIRE AL PASO DE LA CORRIENTE ELECTRICA HACIENDOLA MAS ESTABLE. RECIENTEMENTE HAN APARECIDO ELECTRODOS CON HIERRO EN POLVO PARA SOLDAR EN TODAS LAS POSICIONES. LAS INVESTIGACIONES HAN COMPROBADO QUE LA MAYORIA DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELECTRODOS PERMITEN EL AGREGADO DE HIERRO EN POLVO Y EN EL FUTURO SE DESARROLLARA AUN MAS EL USO DE LOS ELECTRODOS CON HIERRO EN POLVO EN LOS REVESTIMIENTOS. EL AGREGADO DE HIERRO EN POLVO EN LOS REVESTIMIENTOS DE LOS ELECTRODOS PRODUCE CASI AUTOMATICAMENTE:

- 1.- MAYOR RAPIDEZ DE DEPOSICION
- 2.- ASPECTO LISO Y UNIFORME DE LA SOLDADURA, CON CORDONES BIEN FORMADOS
- 3.- MUY POCAS SALPICADURAS
- 4.- SOLDADURAS DE LIMPIEZA FACIL
- 5.- EXCELENTE ESTABILIDAD Y CARACTERISTICAS DEL AREA

LOS ELECTRODOS DEBEN ALMACENARSE EN LUGAR SECO UNA HUMEDAD EXCESIVA PUEDE AFECTAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL REVESTIMIENTO. ES DE BUENA PRACTICA ALMACENAR LAS CAJAS DE ELECTRODOS ABIERTAS EN UN ARMARIO CERRADO (HORNO), CALENTADO POR MEDIO DE UNA RESISTENCIA ELECTRICA O CON UNA LAMPARILLA DE LUZ ELECTRICA, DEBIENDOSE LOS ELECTRODOS HUMEDOS DE SECARSE ANTES DE USARSE. PARA OBJETIVIZAR LOS DIFERENTES TIPOS DE RECUBRIMIENTOS Y LA FUNCION DE CADA UNO, SE INCLUYE EN ESTE TRABAJO LA FIG. 29

CLASIFICACION DE ELECTRODOS.- PARA LOS TRABAJOS DEDICADOS A LA SOLDADURA EN GENERAL ES RECOMENDABLE, CONTAR CON LOS CATALOGOS DE LOS FABRICANTES DE ELECTRODOS Y ALEACIONES PARA SOLDAR, EN EL MAYOR NUMERO QUE LE SEA POSIBLE, PARA QUE EN EL MOMENTO DADO ELIJA EL ELECTRODO O ALEACION MAS ADECUADA PARA EL TRABAJO QUE VA A EJECUTAR. SIN EMBARGO LA A.W.S. (SOCIEDAD AMERICA DE SOLDADURA) HA HECHO UNA CLASIFICACION DE ELECTRODOS, LA CUAL ES APLICABLE PARA SOLDAR ACEROS ESTRUCTURALES DE BAJO Y MEDIANO CONTENIDO DE CARBONO, ASI COMO ACEROS DE BAJA ALEACION, BASADA DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES NORMAS.

EL NUMERO DE CLASIFICACION CONSTA DE CUATRO O CINCO CIFRAS, DE LAS CUALES LAS DOS PRIMERAS CIFRAS EN CASO DE SER UN TOTAL, DE CUATRO Y LAS 3 PRIMERAS EN CASO DE SER UN TOTAL DE 5, INDICARAN LAS MILES DE LIBRAS POR PULGADA CUADRADA (LBS/PULG²) DE RESISTENCIA A LA TENSION DEL METAL DEPOSITADO, LA PENULTIMA CIFRA SIGNIFICA LA POSICION EN LAS CUALES SE PUEDE APLICAR EL ELECTRODO, Y LA ULTIMA INDICARA EL TIPO DE REVESTIMIENTO DE DICHO ELECTRODO.

EN REALIDAD LAS DOS ULTIMAS CIFRAS INDICARAN UNIDAS, TANTO LAS POSICIONES DE APLICACION POSIBLE PARA EL ELECTRODO, COMO EL TIPO DE REVESTIMIENTO Y LAS CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO EN CUANTO A FORMA Y APARIENCIA, ASI COMO TAMBIEN EL TIPO DE CORRIENTE QUE SE DEBE USAR Y LA POLARIDAD, VER FIG. 30 PARA LA CLASIFICACION DE ELECTRODOS.

LAS DOS PRIMERAS CIFRAS, O SEA LAS QUE INDICAN LA RESISTENCIA A LA TENSION, VARIAN DE 60 HASTA 120, LO QUE INDICA UN RANGO DE RESISTENCIA A LA TENSION DE 60,000 LBS/PLG². MINIMO, HASTA 120,000 LBS/PLG². QUE ES LA RESISTENCIA DE UN ELECTRODO DE VANADIO-NIQUEL-MOLIBDENO DE LA MAS ALTA RESISTENCIA A LA TENSION.

PARA LA PENULTIMA CIFRA O SEA LA QUE INDICA LA POSICION (VER FIG.34)- SOLO SE TIENEN TRES CLASIFICACIONES, LAS CUALES SON:

PARA EL No. 1.- TODAS POSICIONES

PARA EL No. 2.- POSICION PLANA Y HORIZONTAL

PARA EL No. 3.- SOLO POSICION PLANA

I.- METAL BASE.- METAL BASE SE LE LLAMA A LAS PIEZAS O ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE SE VAN A UNIR POR MEDIO DE SOLDADURA, FUNDAMENTALMENTE EL METAL ES UNA ALEACION DE HIERRO Y CARBONO Y EN MENOR GRADO --- OTROS ELEMENTOS, ENTRE LOS CUALES FIGURAN EL SILICIO, MANGANESO, FOSFORO Y AZUFRE.

PARA CLASIFICARLOS SE HA EMPEZADO POR SEPARAR A LOS ACEROS EN DOS -- GRUPOS; LOS CUALES SON:

A).- ACEROS AL CARBON

B).- ACEROS ALEADOS

A).- LOS ACEROS AL CARBON SON AQUELLOS QUE SUS PROPIEDADES FISICAS -- QUEDAN DEFINIDAS EN BASE A LA CANTIDAD DE HIERRO Y CARBONO QUE CON -- TENGAN, ES DECIR QUE AUNQUE CONTENGAN ALGUN OTRO ELEMENTO DE ALEA -- CION, SERA UN PORCENTAJE TAN REDUCIDO QUE NO INFLUYE EN SUS PROPIEDA -- DES FISICAS.

LOS ACEROS AL CARBON SE SUBDIVIDEN EN TRES GRUPOS, CLASIFICADOS EN -- BASE AL PORCENTAJE DE CARBONO QUE CONTENGA ESTOS GRUPOS SON:

BAJO CONTENIDO DE CARBON

ACEROS AL CARBON MEDIANO CONTENIDO DE CARBON

ALTO CONTENIDO DE CARBON

EL CONTENIDO DE CARBON EN LOS ACEROS VARIA DESDE 0.05% HASTA 1.7% -- SIENDO LOS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON LOS QUE TIENEN COMO MAXIMO UN 0.3%, LOS DE MEDIANO CONTENIDO DE CARBON SON LOS QUE CONTIENEN DE -- 0.3% A 0.5% DE CARBON Y LOS DE ALTO CONTENIDO DE CARBON SON LOS QUE -- CONTIENEN HASTA 1,7% ES CONVENIENTE MENCIONAR QUE A MAYOR CONTENIDO -- DE CARBON EN LOS ACEROS, ESTE AUMENTA SU DUREZA Y A LA VEZ ADQUIERE -- MAYOR FRAGILIDAD Y SE FORMA MENOS RESISTENCIA A LA CORROSION.

SOLDADURA DE ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON.- EN GENERAL LA SOL -- DABILIDAD DE LOS ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON ES MUY BUENA, Y -- PUEDE DECIRSE QUE SE PUEDEN SOLDARCON CUALQUIER METODO DE SOLDADURA, -- SIN EMBARGO, HAY QUE TENER EN CUENTA LAS POSIBLES FALLAS QUE PUEDAN

EXISTIR Y LAS CAUSAS QUE LAS ORIGINAN.

EMPEZAREMOS POR LOS ACEROS DE MUY BAJO CONTENIDO DE CARBON, ES DECIR AQUELLOS QUE TIENEN, COMO MAXIMO 0.12% DE CONTENIDO DE CARBON. A ESTOS ACEROS, ES RECOMENDABLE SOLDARLOS CON VELOCIDADES RELATIVAMENTE BAJAS, YA QUE EXPERIMENTALMENTE SE HA DEMOSTRADO QUE CUANDO SE SUELDAN A ALTAS VELOCIDADES SOBRE TODO CON EQUIPOS AUTOMATICOS DE ARCO - SUMERGIDO LA UNION QUEDA APARENTEMENTE BIEN PERO, CUANDO SE SOMETE - A PRUEBAS DE RADIOGRAFIA ES MUY FRECUENTE ENCONTRAR POROCIDADES.

EN GENERAL TODO TIPO DE ACEROS AL CARBON, TENDRAN UN PEQUEÑO CONTENIDO DE AZUFRE, ELEMENTO QUE SE AGREGA CON EL FIN DE DARLE MAQUINABILIDAD (CUALIDAD DEL MATERIAL DE PODER SER CORTADO O TRABAJADO CON HERRAMIENTA DE CORTE) AL METAL Y ES PRECISAMENTE EL AZUFRE EL QUE MAYORES PROBLEMAS CAUSAN EN LA SOLDADURA. ANALICEMOS POR QUE:

EL PUNTO DE FUSION DE LOS ACEROS DE BAJO CONTENIDO DE CARBON ES APROXIMADAMENTE DE 1530°C TENIENDO PEQUEÑAS VARIACIONES QUE DEPENDEN DEL CONTENIDO DEL CARBONO, PUES ES PRECISAMENTE A ESTA TEMPERATURA, A LA CUAL EL AZUFRE SE COMBINA CON EL HIERRO, DANDO ORIGEN A SULFUROS DE HIERRO, Y COMO LOS SULFUROS DE HIERRO FUNDEN A 212°C RESULTA QUE SE MANTIENEN EN ESTADO LIQUIDO, DURANTE EL TIEMPO EN EL CUAL EL HIERRO SE SOLIDIFICA Y ESTE LIQUIDO IMPIDE QUE LOS CRISTALES SE UNAN COMPLETAMENTE, LO CUAL LOGICAMENTE ORIGINAN GRIETAS.

HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE ESTE PROBLEMA SE ORIGINA CUANDO EL ACERO TIENE AZUFRE EN EXCESO.

EL MODO MAS EFICAZ PARA EVITAR ESTAS GRIETAS, ES APLICANDO MANGANESO EN EL REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO. OCASIONANDO QUE EL AZUFRE LIBRE, EN LUGAR DE ALEJARSE CON EL HIERRO SE COMBINA CON EL MANGANESO DANDO LUGAR A SULFUROS DE MANGANESO LOS CUALES FUNDEN A LA MISMA TEMPERATURA DEL HIERRO, EVITANDO COMPLETAMENTE EL PROBLEMA.

ACEROS ESTRUCTURALES.- DENTRO DE LA CLASIFICACION DE ACEROS AL CARBON DE BAJO Y MEDIANO CONTENIDO DE CARBON, SE ENCUENTRAN LOS ACEROS ESTRUCTURALES QUE TIENEN UN CONTENIDO APROXIMADO DE 0.30% DE CARBONO. LOS ACEROS ESTRUCTURALES TIENEN UNA GRAN VARIEDAD DE APLICACIONES Y-

PARA CADA APLICACION EXISTE UN TIPO DE ACERO ADECUADO, POR EJEMPLO, ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS, OLEODUCTOS, TUBERIAS, PARA CALDERAS, PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO, PARA PUENTES, PARA HERRERIAS ETC., PARA LOS TRABAJOS DE SOLDADURA EN PLATAFORMAS MARINAS SE REQUIERE DE UN ESTRICTO CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL USADO Y CON MAYOR RAZON DE LAS SOLDADURAS, YA QUE EN ESTOS CASOS LOS MATERIALES SON SOMETIDOS A ESFUERZOS CERCANOS A SU CAPACIDAD DE RESISTENCIA Y SI EN ALGUNA PARTE HUBIERA UNA REDUCCION EN CUANTO A ESTAS PROPIEDADES PUEDE RESULTAR QUE EN UNA CONCENTRACION DE ESFUERZOS EL MATERIAL FALLE (SE ROMPA) EN ESA PARTE OCASIONANDO LOS DAÑOS O PERDIDAS ECONOMICAS QUE PUEDAN IMAGINARSE PARA CADA CASO, PUES BIEN, PARA ESTOS CASOS ES NECESARIO CONSIDERAR OTROS ASPECTOS QUE PUEDAN DAR ORIGEN A FALLAS EN LAS SOLDADURAS.

EN GENERAL AL APLICAR UN CORDON DE SOLDADURA ES CASI INEVITABLE QUE SE FORME UNA SOCAVACION A LOS LADOS DEL CORDON, DESDE LUEGO QUE UNA BUENA MANIPULACION DEL ELECTRODO DEBE HACER LA SOCAVACION LO MAS PEQUEÑA POSIBLE SIN EMBARGO COMO NO SE PUEDE ELIMINAR TOTALMENTE, SE ACEPTA QUE TENGA COMO MAXIMO 0.25MM DE PROFUNDIDAD.

COMO PUEDE OBSERVARSE, SE ESTA DANDO LUGAR A POSIBLES FALLAS DE REDUCCION DE SECCION, PUES BIEN, PARA ESTAR SEGUROS DE QUE NO HABRA FALLA POR ESTAS CAUSAS ES RECOMENDABLE UTILIZAR UN ELECTRODO QUE CUYO DEPOSITO DE METAL SERA DE MAYOR RESISTENCIA QUE EL METAL BASE. POR EJEMPLO PARA SOLDAR MATERIAL CON RESISTENCIA A LA TRACCION DE 60,000 LB/PLG². (4218 KG/CM²) ES RECOMENDABLE USAR UN ELECTRODO QUE TENGA MINIMO UNA RESISTENCIA DE 65,000 LB/PLG² (4569 KG/CM²).

ACEROS AL CARBON DE ALTA RESISTENCIA A LA TRACCION.- LOS ACEROS AL CARBON DE ALTA RESISTENCIA A LA TRACCION SON AQUELLOS QUE TIENEN UNA RESISTENCIA MINIMA DE 70,000 LB/PLG² (4921 KG/CM²) Y SON USADOS PARA LA FABRICACION DE RECIPIENTES QUE SON SOMETIDOS A ELEVADAS PRESIONES, POR EJEMPLO, TANQUES, TUBERIAS CALDERAS, ETC. O PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE OBRAS PUBLICAS COMO EDIFICIOS, PUENTES Y FABRICACION DE BARCOS, ETC.

DURA EN TODA LA LONGITUD DE LAS JUNTAS Y ES NECESARIO INDICAR LAS PARTES CON SOLDADURA Y LAS PARTES SIN SOLDADURA.

e).-- DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA SOLDADURA. ESTAS SE REFIEREN A LAS DIMENSIONES PROPIAS DE LA SOLDADURA.

COMO UN COMPLEMENTO DE LO ANTERIOR SE INCLUYE LA FIG. 31 Y 32, LA CUAL NOS DESCRIBE EL SIGNIFICADO DE CADA PARTE DEL SIMBOLO UTILIZADO PARA DESCRIBIR UNA SOLDADURA, ASI LA CLASIFICACION DE JUNTAS SOLDADAS A TOPE MAS COMUNES.

k).-- METODOS DE INSPECCION DESTRUCTIVA Y NO DESTRUCTIVA.-- ESTE PUNTO TIENE COMO FINALIDAD EXCLUSIVAMENTE DAR A CONOCER LOS DIFERENTES METODOS QUE EXISTEN PARA INSPECCIONAR SOLDADURAS TANTO ESTRUCTURALES COMO EN LINEAS DE PROCESO, LOS CUALES A CONTINUACION SE RELACIONAN PARA POSTERIORMENTE DESCRIBIR EN QUE CONSISTEN SUS AREAS O DISCIPLINAS MAS UTILIZADAS:

METODOS DE INSPECCION NO DESTRUCTIVAS.

- a) VISUAL
- b) LIQUIDOS PENETRANTES
- c) MAGNAFLUX
- d) LUZ NEGRA
- e) RADIOGRAFIA
- f) ULTRASONIDO

INSPECCION VISUAL.-- EN SOLDADURAS DE CIERTA IMPORTANCIA O SEAN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE PRIMER ORDEN LAS SOLDADURAS ASI COMO SUBISELES DEBERAN INSPECCIONARSE VISUALMENTE POR EL INSPECTOR O SUPERVISOR DE LA OBRA Y LOS RECHAZOS QUE EXISTIERAN FUERA DE NORMA SON VALIDOS PARA SU REPARACION.

LIQUIDOS PENETRANTES.-- ESTE METODO CONSISTE EN UTILIZAR EN OCASIONES DOS LIQUIDOS, EL CUAL EL SEGUNDO CATALIZA EL PRIMERO, O UNO SOLO,-

LOS CUALES UNA VEZ APLICADOS EN LA SOLDADURA O METAL BASE TIENEN UNA ALTA CALIDAD DE PENETRACION MANIFESTANDOSE DE INMEDIATO LAS FISURAS, ROTURAS O ALGUN DEFECTO SUPERFICIAL QUE PUDIERA TENER LA SOLDADURA.- SU UTILIZACION ES MAS COMUN EN SOLDADURAS CON ESPESORES CONSIDERABLES COMO SON OREJAS DE IZAJE, FLECHAS O BARRAS PARA EQUIPOS MECANICOS, ETC.

MAGNAFLUX.- ESTE METODO CONSISTE EN UNA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA, Y UNA BOBINA, EL CUAL LA PRIMERA SUMINISTRA UNA CORRIENTE DE MUY ALTO VOLTAJE PERO DE MUY BAJO AMPERAJE QUE AL CIRCULAR POR LA BOBINA GENERA UN CAMPO MAGNETICO DE MUY ALTA INTENSIDAD Y QUE AL COLOCARLO SOBRE LA SOLDADURA O PIEZA QUE SE ESTA TRABAJANDO, DICHO CAMPO PROVOCA UNA CONCENTRACION DE FLUJO MAGNETICO EN LAS PROBABLES ZONAS DE FISURAS, ROTURAS O DEFECTOS SUPERFICIALES Y QUE AL SER BAÑADOS ESTOS CON UN POLVO METALICO DEPOSITADO MANUALMENTE SE CONCENTRE ESTE EN LA ZONA DE DEFECTO Y ASI CON CIERTA FACILIDAD DETECTAR FALLAS EN LA SOLDADURA O METAL BASE QUE SE SOLDE PROBANDO.

LA UTILIZACION DE ESTE METODO ES COMUNMENTE UTILIZADO EN HERRAMIENTAS DE EQUIPOS DE PERFORACION, PIEZAS MECANICAS DE EQUIPO PESADO O EN SOLDADURAS CON FORMAS GEOMETRICAS CAPRICIOSAS DIFICILES DE INSPECCIONAR POR OTROS METODOS.

LUZ NEGRA.- EN ESTE METODO SE UTILIZA UNA LAMPARA ELECTRICA QUE GENERA RAYOS ULTRAVIOLETAS EL CUAL SE APLICA A LA PIEZA O SOLDADURA QUE SE ESTA INSPECCIONANDO, PREVIAMENTE BAÑADO ESTE CON UN LIQUIDO CONTRASTANTE A DICHOS RAYOS, LOS CUALES AL SER APLICADOS RESULTA EN FORMA FLUORECENTE O FOSFORECENTE LOS DEFECTOS SUPERFICIALES QUE PUDIERAN TENER LAS PIEZAS QUE SE INSPECCIONEN. LA UTILIZACION DE ESTE METODO ES BASICAMENTE EN PIEZAS DE MOTORES Y BOMBAS O EN SOLDADURAS DE PIEZAS FACILES DE MANEJAR.

RADIOGRAFIA.- ESTE METODO ES EL MAS UTILIZADO ACTUALMENTE TANTO EN

DEL MATERIAL QUE SE TRATE Y EN CASO DE QUE ASI LO FUERA DETERMINAR -
POSIBLES DESVIACIONES EN CUANTO A LA CALIDAD DE DICHO MATERIAL.

METODOS DE SOLDADURA

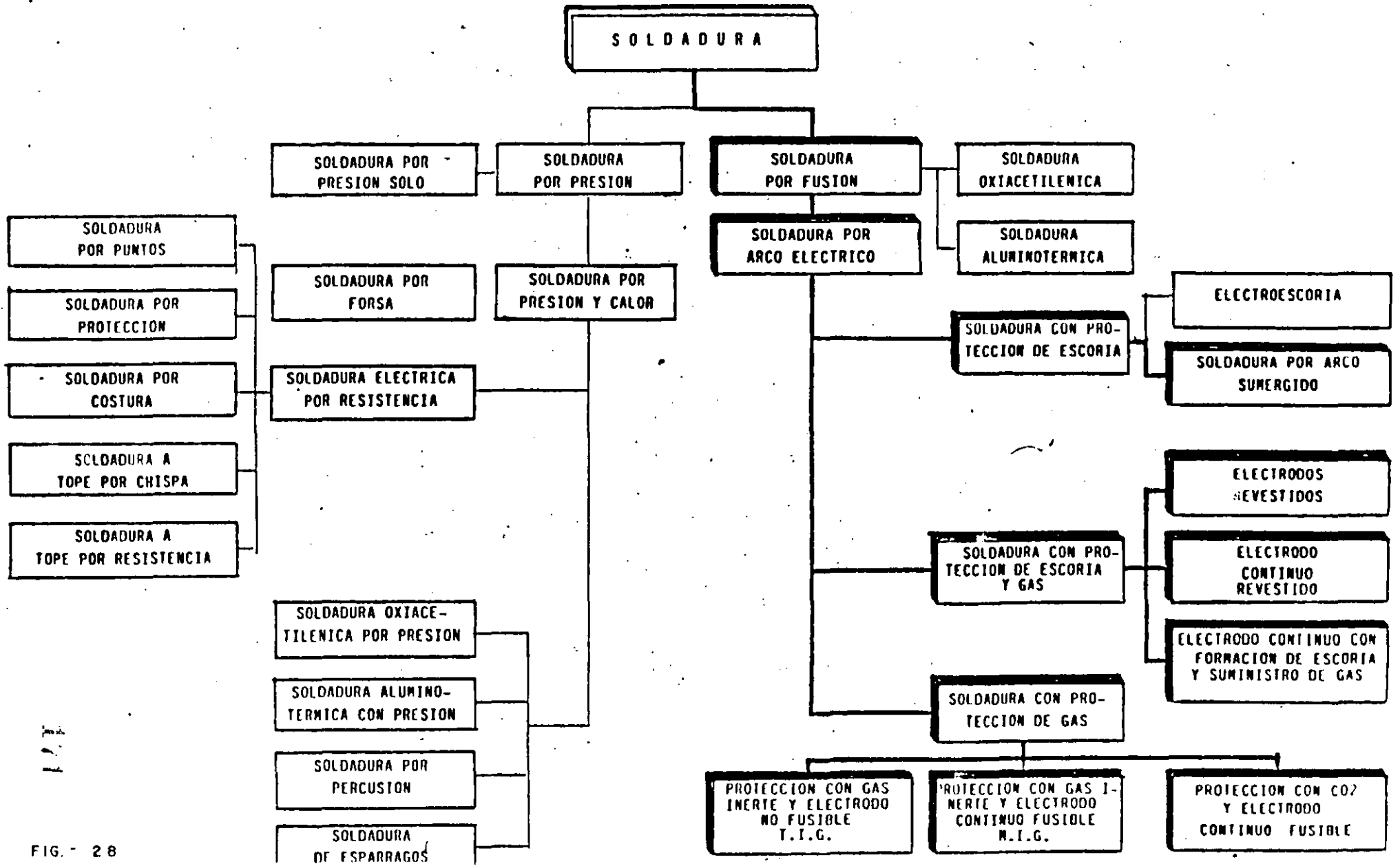


FIG. 28

REVESTIMIENTO DE ELECTRODOS

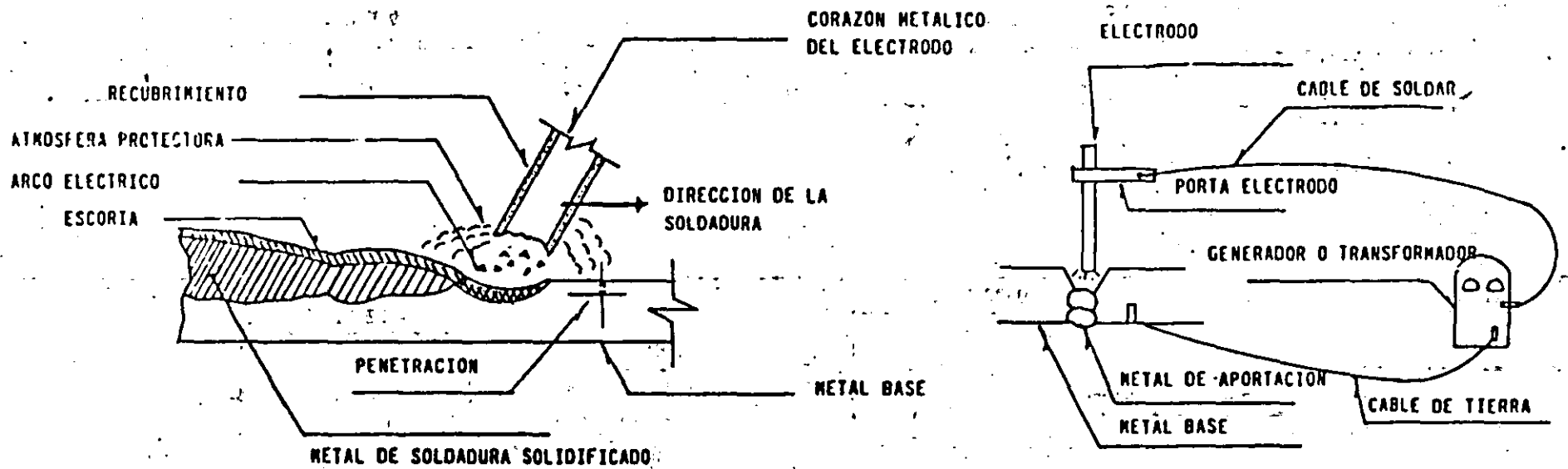
FUNCION DEL REVESTIMIENTO INGREDIENTE DE LIGA	L I G A	RESISTENCIA AL REVESTIMIENTO	ESTABILIZADOR DEL ARCO	FORMADOR DE ESCORIA	FORMADOR DE GAS	A G E N T E REDUCTOR	A G E N T E OXIDANTE	E S C O R I A A C I D A	E S C O R I A B A S I C A	E S C O R I A F L U I D E Z	VELOCIDAD DE FUSION	B A J O HIDROGENO	CONTENIDO A L E A N T E
CELULOSA	B	B			A	B							
RUTILO			A	A				B		A		B	
RESINA	A	B				B							
SILICATO DE SODIO	A		B						B				
ASBESTO	B	A	B	A						B		B	
ARCILLAS	B	B	B	B						B		B	
CARBONATO DE CALCIO			A	B	A		B	B				A	
SILICATO DE ALUMINIO			B	A									
SILICATO DE MAGNESIO			B	A									
SILICATO DE HIERRO.		A	B	A								B	
SILICATO DE POTASIO	A		A	A									
OXIDO DE HIERRO			B				A		A	A			
FERROMANGANESO				A		A		B					B
POLVOS DE METALES ALEANTES							B						A
POLVOS DE HIÉRRO										A			

172

CLASIFICACION DE ELECTRODOS

CLASIFICACION A.W.S.	CORRIENTE	POLARIDAD	POSICION DE SOLDADURA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	PENETRACION	TIPO DE ESCORIA	ESCORIA
E-XX10	C.D.	+	TODAS	CELULOSICO SODICO	ALTA	ORGANICA	DELGADA
E-XX11	C.A. C.D.	+	TODAS	CELULOSICO POTASICO	ALTA	ORGANICA	DELGADA
E-XX12	C.D.	-	TODAS	RUTILICO SODICO	MEDIANA	RUTILICA	GRUESA
E-XX13	C.A. C.D.	-	TODAS	RUTILICO POTASICO	SUPERFICIAL	RUTILICA	GRUESA
E-XX14	C.A. C.D.	+	TODAS	RUTILICO POTASICO	MEDIANA	RUTILICA	FACILMENTE REMOVIBLE
E-XX15	C.D.	+	TODAS	BASICO SODICO	MEDIANA	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX16	C.A. C.D.	+	TODAS	BASICO POTASICO	MEDIANA	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX18	C.A. C.D.	+	TODAS Y FILETE	BASICO POTASICO	SUPERFICIAL	BAJO HIDROGENO	MEDIA
E-XX20	C.A. C.D.	-	PLANA Y FILETE	OXIDOS DE HIERRO	MEDIANA	MINERAL	GRUESA
E-XX24	C.A. C.D.	+	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO	SUPERFICIAL	RUTILICA	GRUESA
E-XX27	C.A. C.D.	+	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO ACIDO	MEDIANA	MINERAL	GRUESA
E-XX28	C.A. C.D.	+	PLANA Y FILETE	POLVOS DE HIERRO BASICO	SUPERFICIAL	BAJO HIDROGENO	MEDIANA

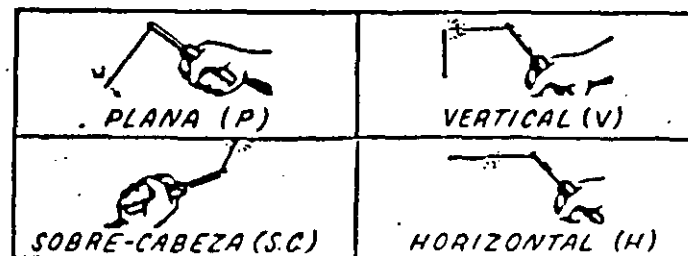
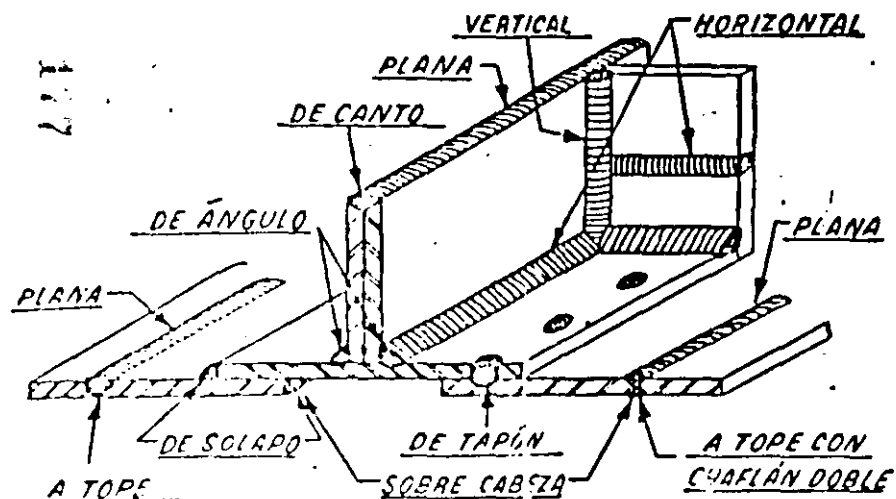
SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO



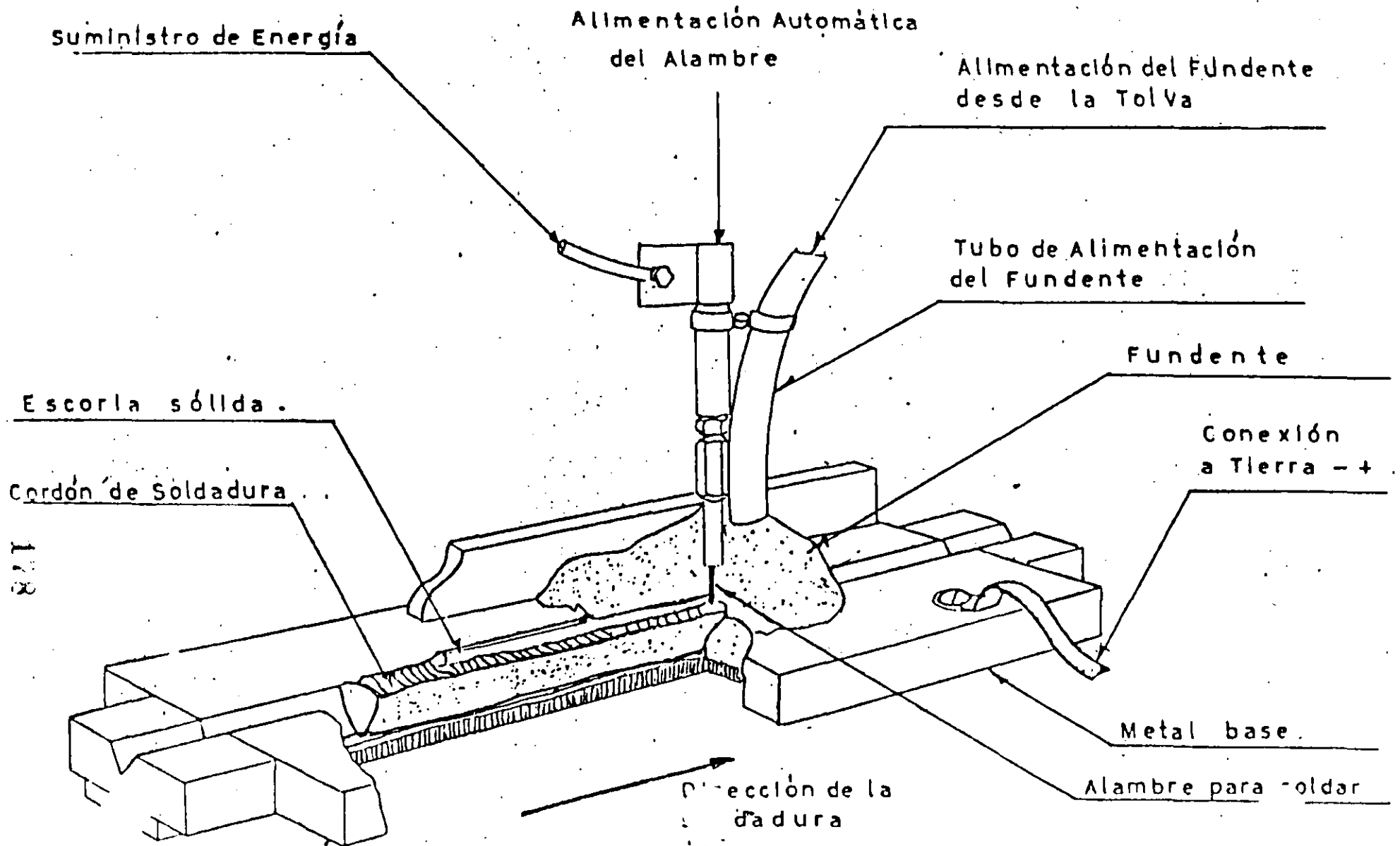
176

DIFERENTES POSICIONES PARA SOLDAR MANUALMENTE

FIG. - 34



SOLDADURA AUTOMÁTICA CON ARCO SUMERGIDO



X .- PROTECCION ANTICORROSIVA

DENTRO DE ESTE TRABAJO PUDIERA HABER TEMAS QUE PARA CIERTOS -- ELECTORES FUERAN ALGUNOS DE MAYOR INTERES QUE OTROS. SIN EMBARGO, -- POR SER REALMENTE DE SUMA IMPORTANCIA, YA QUE ESTA EN JUEGO LA VIDA-UTIL DE LA PLATAFORMA CON LAS CUANTIOSAS CONSECUENCIAS ECONOMICAS -- QUE ESTO REPRESENTA. SE CONSIDERA QUE EL TEMA DE PROTECCION, ANTICORROSIVA ES DE LOS MAS IMPORTANTES, POR TAL MOTIVO SERA PRESENTADO EN UNA FORMA AMPLIA, OBJETIVA Y ENCAMINADA A LA APLICACION EN ESTRUCTURA UBICADAS FUERA DE COSTA, COMO SON LAS PLATAFORMAS MARINAS.

EN ALGUNOS TEMAS ANTERIORES SE HAN DESCRITO ALGUNAS PORCIONES - DE UNA PLATAFORMA MARINA EN CUANTO A SU PESO Y DIMENSIONES, EN ESTE COMPLEMENTAREMOS ALGUNA INFORMACION EN CUANTO A ZONAS DE CORROSION, CANTIDADES DE SUPERFICIE A PROTEGER Y POR ULTIMO LOS TIPOS O SISTEMAS DE PROTECCION APLICADOS A DICHAS ZONAS.

EN UNA PLATAFORMA MARINA DEL TIPO FIJA, COMO LAS QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRAN EN EL GOLFO DE MEXICO Y QUE LA TOTALIDAD ESTA FABRICADA CON MATERIAL DE HIERRO, SE ENCUENTRAN TRES ZONAS DE INFLUENCIAS EN CUANTO A CORROSION SE REFIERE, SIENDO ESTAS:

- A) ZONA SUMERGIDA
- B) ZONA DE MAREAS, OLEAJES Y SALPICADURAS
- C) ZONA ATMOSFERICA

A CONTINUACION SE DELIMITAN LAS ANTERIORES ZONAS EN CUANTO A SU UBICACION, MENCIONANDO ADEMAS SUPERFICIES Y PESOS APROXIMADOS A PROTEGER EN UNA PLATAFORMA DE PERFORACION, LOS CUALES SON LAS MAS COMUNES EN NUESTRO CASO.

ZONA SUMERGIDA

EN ESTA ZONA ES DONDE SE ENCUENTRA INMENSA LA MAYOR PARTE DE LA SUBESTRUCTURA Y SE UBICA DESDE EL FONDO MARINO (PROFUNDIDAD VARIABLE) HASTA LA ELEVACION -10' (3.05M).

DEBIDO A QUE LOS TIRANTES DE AGUA EN LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA SONDA DE CAMPECHE ACTUALMENTE ANDAN DEL ORDEN DE 100' A 260'. TAMBIEN EL PESO Y LA SUPERFICIE EXPUESTA DE LA SUBESTRUCTURA ES VARIABLE Y ESTOS SON DEL ORDEN DE 500 T.C. A 1100 T.C. EN PESO Y DE 5000-M². A 7000 M². EN CUANTO A LA SUPERFICIE O AREA DE ACERO, SUNERGIDA LA CUAL ESTA PROTEGIDA CATODICAMENTE Y QUE MAS ADELANTE SE AMPLIARA-ESTE METODO.

ZONA DE MAREAS, OLEAJES Y SALPICADURAS

ESTA ZONA ES LA SUPERFICIE COMPRENDIDA ENTRE EL NIVEL O ELEVACION -10' (3.05M) Y EL NIVEL DE +15' (+4.57M), QUERIENDO DECIR CON ESTO QUE 25' (7.62M) DE LA PARTE SUPERIOR DE LA SUBESTRUCTURA ES LA QUE SE ENCUENTRA EXPUESTA A ESTAS CONDICIONES.

LAS PORCIONES EN PESO Y SUPERFICIE DE ESTA PARTE DE LA ESTRUCTURA ES DEL ORDEN DE 80 T.C. EN PESO Y DE 600 M² EN SUPERFICIE.

ESTA SUPERFICIE SE PREPARA LIMPIANDOLA CON CHORRO DE ARENA A PRESION A METAL COMERCIAL, ESPECIFICACION PEMEX - L. CH. A. C. PROTEGIENDOLA POSTERIORMENTE CON UN RECUBRIMIENTO EPOXICO 100% SOLIDOS, ESPECIFICACIONES PEMEX RE-32-74, A UN ESPESOR MINIMO DE 200 MILS. DE PULGADA, REFORZADO CON TELA DE PLASTICO TIPO MOSQUITERO.

ZONA ATMOSFERICA

COMPRENDE LA PARTE SUPERIOR DE ESTRUCTURA POR ENCIMA DE LA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES, PARTIENDO HACIA ARRIBA DESDE EL NIVEL +15' (4.57M), HASTA LA PARTE MAS ALTA DE LA PLATAFORMA.

EN ESTA ZONA, ES DONDE SE ENCUENTRA EXPUESTA LA MAYOR PARTE DE LA PLATAFORMA TANTO EN PESO COMO EN SUPERFICIE SIENDO DEL ORDEN DE 2450 T.C. PARA EL PRIMERO Y DE 21,500 M². PARA EL SEGUNDO. ADEMAS DE ESTAR EXPUESTA ESTA ZONA AL INTEMPERISMO, HUMEDAD POR BRISA MARINA, SALINIDAD, VARIACION DE TEMPERATURAS, RAYOS SOLARES ULTRAVIOLETAS, ESCURRIMIENTO DE SUBSTANCIAS ACIDAS Y ACEITOSAS, PRODUCTO DE LA PROPIA OPERACION, SE ENCUENTRA ATACADA POR UNA ATMOSFERA RICA EN GAS--

SULFIDRICO EL CUAL PROVIENE DEL ACEITE CRUDO QUE SE MANEJA EN ESTAS -
AREAS.

TODA ESTA SUPERFICIE SE DEBERA DE PREPARAR LIMPIANDOLA CON CHO--
RRO DE ARENA A PRESION A METAL BLANCO, ESPECIFICACION PEMEX LA-74.

POSTERIORMENTE SE APLICARA UN PRIMARIO DEL TIPO INORGANICO DE --
ZINC AUTOCURANTE A UN ESPESOR DE PELICULA SECA DE 2.5 A 3 MIL., ESPE-
CIFICACION PEMEX RP-4B-74.

POR ULTIMO, Y COMO ACABADO SE APLICARA UN RECUBRIMIENTO EPOXICO-
CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS DE COLOR AMARILLO 204, A UN ESPESOR DE --
PELICULA SECA DE 12-14 MILS., ESPECIFICACION PEMEX RA-26-74.

RETOMANDO EL COMENTARIO AL INICIO DE ESTE TEMA RESPECTO A LAS --
CONSECUENCIAS ECONOMICAS Y DE OPERACION DE LA PROPIA PLATAFORMA Y/O -
HASTA LA DE UN COMPLEJO, A CONTINUACION SE EXPONE EN FORMA PRACTICA -
Y SENCILLA EL CONCEPTO DE LO QUE ES LA CORROSION, ASI COMO LOS METO -
DOS MAS USUALES PARA CONTROLAR ESTA; CON EL FIN DE QUE EL SUPERVISOR-
DE ESTA DISCIPLINA SE INTERIORICE EN ESTE TRABAJO Y QUE CON SU PARTI-
CIPACION COADYUVE A UNA BUENA APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS -
ANTICORROSIVOS UTILIZADOS POR PETROLEOS MEXICANOS EN LA FABRICACION -
DE PLATAFORMAS MARINAS.

CORROSION Y SU CONTROL

LA CORROSION SE DEFINE COMO LA DESTRUCCION DE UN METAL POR EL --
MEDIO AMBIENTE QUE LO RODEA.

POR LO ANTERIOR SE PUEDE VER QUE EL FENOMENO CORROSIVO SE ELIMI-
NA COMPLETAMENTE SI SE EVITA EL CONTACTO DE LOS METALES CON EL MEDIO-
AMBIENTE, SIN EMBARGO, ESTO ES ABSURDO, PUES ELIMINANDO DICHO CONTAC-
TO SE ACABARIA CUALQUIER PROCESO, YA QUE ESTE CONSISTE EN EL EQUIPO -
O ESTRUCTURA QUE SE CORROE Y EL MEDIO AMBIENTE QUE CAUSA LA CORROSION.

EL PENSAMIENTO ANTERIOR, HA HECHO QUE LOS INVESTIGADORES EN CO -
RROSION PROPONGAN DIFERENTES TECNICAS, QUE SIN ELIMINAR EL MEDIO AM -

BIENTE Y ANALIZADO LA FORMA EN QUE ESTE ACTUA SOBRE LOS METALES, FORMEN BARRERAS FISICAS O REINVIERTAN EL FENOMENO ELECTROQUIMICO PARA IMPEDIR QUE EL MEDIO AMBIENTE CONTINUE AGREDIENDO O CORROYENDO LOS METALES.

CABE HACER NOTAR QUE LA PRESENCIA DE LA CORROSION EN CUALQUIER EQUIPO O ESTRUCTURA NO ES NECESARIAMENTE ATRIBUIDA A DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO O APLICACION DE UN SISTEMA CON RESPECTO A OTRO, ASUMIENDO NATURALMETE QUE UNA INGENIERIA RAZONABLE SE EMPLEA PARA MITIGAR LA CORROSION EN LOS DISEÑOS MECANICOS Y METALURGICOS.

LA CORROSION ES UN FENOMENO DE LA NATURALEZA QUE HA EXISTIDO Y EXISTIRA, POR LA SIMPLE TENDENCIA DE LOS MATERIALES A REGRESAR A SUS FORMAS MAS SIMPLES Y ESTABLES ELECTROQUIMICAMENTE, POR LO TANTO, NO HAY RAZON JUSTA PARA VER LA CORROSION COMO UN DEFECTO DE DISEÑO, SI NO RECONOCERLO COMO UN PROBLEMA QUE DEMANDA EDUCACION EN SUS CONCEPTOS Y ORGANIZACION PARA SU CONTROL.

ACTUALMENTE SE UTILIZAN TRES METODOS DIFERENTES PARA CONTROLAR LA CORROSION.

- A.- INHIBIDORES DE LA CORROSION
- B.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS
- C.- PROTECCION CATODICA

CADA UNO DE ESTOS METODOS SE DISCUTIRA BREVEMENTE PARA TENER UNA VISION GENERAL DEL FENOMENO Y CAUSAS QUE PRODUCEN LA CORROSION, DANDOLE MAYOR ENFASIS EN LO QUE SE APLIQUE A PLATAFORMAS MARINAS.

INHIBIDORES DE LA CORROSION

ESTE METODO CONSIDERA EL USO DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE COMPUESTOS ORGANICOS O INORGANICOS CAPACES DE FORMAR UNA PELICULA O BARRERA ADHERENTE EN LA SUPERFICIE DEL ACERO POR ATRACCION ELECTRICA O POR UNA REACCION, EVITANDO EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSIVOS.

ESTOS COMPUESTOS SE CARACTERIZAN POR LAS ALTAS CARGAS ELECTRICAS EN LOS EXTREMOS DE SUS MOLECULAS CAPACES DE SER ATRAIDAS POR LA SUPERFICIE A PROTEGER; DESAFORTUNADAMENTE ESTA ATRACCION NO ES PERMANENTE

NENTE, SIENDO NECESARIO UNA DOSIFICACION CONSTANTE EN EL MEDIO.

ESTE METODO SE UTILIZA PREFERENTEMENTE EN DONDE EXISTEN MEDIOS - FLUIDOS DE RECIRCULACION, COMO EN LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA O EN LOS PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO - DE AGUAS, ETC.

RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

ESTE METODO AL IGUAL QUE EL ANTERIOR CONSIDERA LA FORMACION DE - UNA BARRERA QUE IMPIDA EN LO POSIBLE EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSI - VOS A LA SUPERFICIE METALICA; NO OBSTANTE, LA BARRERA ES FORMADA A -- PARTIR DE LA APLICACION DE UN DISPERSION LIQUIDA DE UNA RESINA Y UN - PIGMENTO, CON ELIMINACION POSTERIOR DE SOLVENTE, OBTENIENDOSE UNA --- PELICULA SOLIDA ADHERIDA A LA SUPERFICIE METALICA.

SU DURABILIDAD ESTA CONDICIONADA A LA RESISTENCIA QUE PRESENTA - ESTA PELICULA AL MEDIO AGRESIVO. SU USO ESTA MUY GENERALIZADO EN LA - PROTECCION DE ESTRUCTURAS E INSTALACIONES AEREAS Y SUMERGIDAS.

EN TERMINOS GENERALES UN RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO SE DEFINE - COMO UNA DISPERSION RELATIVAMENTE ESTABLE DE UN PIGMENTO FINAMENTE -- DIVIDIDO EN UNA SOLUCION DE UNA RESINA, ADITIVOS Y SOLVENTE. SU COMPO - SICION DEBE OBEDECER A UNA FORMULACION YA PROBADA, TAL QUE LA FASE -- INICIAL ESTA RE PRESENTADA POR UNA EVAPORACION DEL SOLVENTE.

DENTRO DE UN CUADRO BASICO, PETROLEOS MEXICANOS UTILIZA LOS SI -- GUIENTES TIPOS O FORMADORES DE PELICULA A TRAVES DE LOS RECUBRIMIEN-- TOS QUE APLICA EN LA PROTECCION DE SUS INSTALACIONES.

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) RESINA ALQUIDALICA | 7) RESINA FANOLICA |
| 2) RESINA EPOXICA | 8) RESINA DE CUMAROND-INDENO |
| 3) RESINA POLIAMIDICA | 9) RESINA DE SILICON |
| 4) RESINA POLIAMINICA | 10) SILICATOS DE ETILO, LITIO, SODIO Y POTASIO. |
| 5) RESINA VINILICA | 11) RESINAS DE POLIURETANO |
| 6) RESINA ACRILICA | 12) HULE COLORADO |

ADITIVOS

SON COMPUESTOS METALICOS U ORGANO-METALICOS QUE NO OBSTANTE QUE SE ADICIONAN EN PEQUEÑAS CANTIDADES TIENEN UNA GRAN INFLUENCIA SOBRE LA VISCOSIDAD Y ESTABILIDAD DEL RECUBRIMIENTO LIQUIDO, ASI COMO SOBRE EL PODER DE NIVELACION Y APARIENCIA DE LA PELICULA YA APLICADA.

EJEMPLOS DE ESTOS ADITIVOS Y LAS PROPIEDADES QUE ESTOS MODIFICAN SE DESCRIBEN A CONTINUACION:

AGENTES SECANTES	Aceleran el proceso de Oxidacion y polimerización de la resina durante su secado.	Naftematos, Octoatos y Falatos de Cobalto, Plomo -- Manganese y Calcio.
AGENTES ANTIOXIDANTES	Retardan la oxidación superficial del recubrimiento liquido, o sea, evitando se haga nata.	Netil Efil Catoxima, butiral dioxima, e Isomeros Amilfenolados.
AGENTES ESTABILIZADORES DE DISPERSION	Evitan el asentamiento o separación del pigmento	Bentonitas, Lecitina y Thixina.
AGENTES MODIFICADORES DE FLUJO Y VISCOSIDAD	Provocan tixotropia y poder de nivelación, logrando películas continuas y uniformes.	Thixina, Bentonitas, Etilamino - Etanol y Mono oleato de glicerina.
AGENTES SURFACIANTES	Facilita la humectación sobre el substrato metálico, evita la formación de espuma.	Acido o Lerco, - Aceites de Silicón y de Pino, Jabones, esteratos de aluminio y -- calcio.

ADEMAS DE LOS ADITIVOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS EXISTEN ALGUNOS OTROS QUE MODIFICAN ALGUNAS PROPIEDADES EN UN RECUBRIMIENTO, PUDIENDO MENCIONAR LOS FUNGICIDAS, BACTERICIDAS, PLASTIFICANTES, ABSORBEDORES DE RAYOS ULTRAVIOLETA, ETC.

SOLVENTES

SON LIQUIDOS ORGANICOS DE BASE ALIFATICA O AROMATICA CUYA FUNCION PRINCIPAL ES UN MEDIO ADECUADO PARA LA DISPERSION DEL PIGMENTO.

ESTOS COMPUESTOS NO SON FORMADORES DE PELICULA, YA QUE SE ELIMINA DEL RECUBRIMIENTO A TRAVES DEL PROCESO DE SECADO. PARTE DE LAS PROPIEDADES DEL RECUBRIMIENTO TALES COMO VISCOSIDAD, FACILIDAD DE APLICACION, POROSIDAD, DEPENDEN DE LA NATURALEZA DEL SOLVENTE, POR LO QUE PARA SU SELECCION DEBERAN TOMARSE EN CUENTA PROPIEDADES TALES COMO: PODER DE DISOLUCION, TEMPERATURA DE EBULLICION, VELOCIDAD DE EVAPORACION, FLAMABILIDAD, TOXICIDAD, ESTABILIDAD QUIMICA Y COSTO.

A CONTINUACION SE MENCIONAN LOS MAS COMUNES:

- 1.- METIL ISOBUTIL CETONA
- 2.- ALCOHOL ISOPROPILICO
- 3.- ETER DE PETROLEO
- 4.- DICLOROETILENO
- 5.- HEPTANO
- 6.- GAS NAFTA
- 7.- AGUA

PIGMENTOS

SON SUBSTANCIAS SOLIDAS ORGANICAS O INORGANICAS QUE REDUCIDAS A UN TAMAÑO DE PARTICULA INFERIOR A LAS 25 MICRAS (1 MIL. DE PULGADA) Y DISPERSAS EN EL VEHICULO, IMPARTEN A LA PELICULA SECA DEL RECUBRIMIENTO PROPIEDADES TALES COMO: RESISTENCIA A LA CORROSION, RESISTENCIA MECANICA, PODER CUBRIENTE, ASI COMO PROTECCION A LA RESINA DE LA ACCION DEGRADANTE DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS DEL SOL. ENTRE LAS CARACTERISTICAS DESEABLES DE UN RECUBRIMIENTO SE PUEDE MENCIONAR LAS SIGUIENTES: NO REACTIVIDAD QUIMICA CON EL VEHICULO, FACIL HUMECTACION Y DISPERSION, ALTA RESISTENCIA AL CALOR, LA LUZ Y AGENTES QUIMICOS, ETC.

EN GENERAL SE ACEPTA LA EXISTENCIA DE TRES TIPOS DE PIGMENTO, MISMOS QUE PUEDEN CARACTERIZARSE DE LA SIGUIENTE FORMA:

- 1).- PIGMENTOS INHIBIDORES.- INHIBEN EN MAYOR O MENOR GRADO LA CORROSION IMPIDIENDO EL ACCESO DE LOS AGENTES CORROSIVOS AL SUBSTRATO METALICO DADO QUE OBSTRUYEN LOS POROS PRESENTE EN PEQUENA PROPOR

TOS INHIBIDORES ESTAN AUSENTES.

CON FINES DE IDENTIFICACION Y CONTROL DE ESPESORES DURANTE EL PROCESO DE APLICACION DE UN SISTEMA, ES CONVENIENTE QUE EL PRIMARIO-ENLACE Y ACABADO, SEAN DIFERENTE EN COLOR Y COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE LA SUMA TOTAL DE LOS ESPESORES DE ESTOS COMPONENTES SEA SUPERIOR A LOS 6.0 MILS. A FIN DE QUE SEA EFECTIVO EN SU PROTECCION CONTRA LA CORROSION.

PETROLEOS MEXICANOS HA FORMULADO UN CONJUNTO DE ESPECIFICACIONES RELACIONADAS CON LA PROTECCION ANTICORROSIVA DE SUS INSTALACIONES, COMO SON: PREPARACION DE SUPERFICIE, ADECUADA APLICACION Y LA ADECUADA SELECCION DEL TIPO DE SISTEMA DE RECUBRIMIENTO, SIENDO PARA ESTA ULTIMA LA CERTIFICACION DE QUE EL RECUBRIMIENTO SE ENCUENTRE DENTRO DE LAS CARACTERISTICAS, PROPIEDADES Y COMPOSICION CORRESPONDIENTE A SU FORMULACION, ES DECIR QUE SATISFAGA LOS REQUISITOS CONTENIDOS EN UNA ESPECIFICACION.

EN TERMINOS GENERALES LAS DESVIACIONES DE UN RECUBRIMIENTO CON RESPECTO A LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES INDICADAS EN UNA ESPECIFICACION SON ATRIBUIBLES A VARIACIONES EN LA CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS O BIEN A ERRORES EN EL PROCESO DE FABRICACION, SIENDO TAL SU EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL RECUBRIMIENTO QUE EN OCASIONES ES CAPAZ DE REDUCIR DRASTICAMENTE SU DURABILIDAD O EFICIENCIA CONTRA LA CORROSION.

LA NORMA PEMEX CONSIDERA LAS SIGUIENTES PRUEBAS Y CARACTERISTICAS.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1.- TIEMPO DE SECADO | 9.- COLOR |
| 2.- ESTABILIDAD | 10.- FINURA |
| 3.- FLEXIBILIDAD | 11.- RETENIDO EN MAYA 325 |
| 4.- ADHERENCIA | 12.- APLICACION Y APARIENCIA |
| 5.- INTEMPERISMA ACELARADO | 13.- PODER CUBRIENTE |
| 6.- CAMARA SALINA | 14.- PRUEBAS DE COMPOSICION |
| 7.- DENSIDAD | 15.- PRUEBAS QUIMICAS DE INMERSION. |
| 8.- VISCOSIDAD | |

ACTUALMENTE PETROLEOS MEXICANOS TIENE ESPECIFICADOS LOS SIGUIENTES RECUBRIMIENTOS:

PRIMARIOS

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RP-1-74	MINIO ALQUIDALICO
RP-2-74	CROMATO DE ZINC, VINIL ALQUIDALICO
RP-3-74	ZINC 100% INORGANICO, TIPO POSCURADO
RP-4-74, TIPO A	ZINC 100% INORGANICO AUTOCURANTE BASE ACUOSA
RP-4-74, TIPO B	ZINC 100% INORGANICO AUTOCURANTE BASE SOLVENTE
RP-5-74, TIPO A	EXPOXI-ALQUITRAN DE HULLA CATALIZADO CON AMINA
RP-5-74, TIPO B	EXPOSI-ALQUITRAN DE HULLA CATALIZADO CON POLIAMIDA
RP-6-74	EPOXICO CATALIZADO
RP-7-74 PRIMARIO	VINIL EPOXICO
RP-7-74 ENLACE	VINIL EPOXICO
RP-8-74	EPOXICO CATALIZADO PARA TURBOSINA

ACABADOS

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RA-20-74	ESMALTE ALQUIDALICO BRILLANTE
RA-21-74	EPOXICO CATALIZADO
RA-22-74	VINILICO DE ALTOS SOLIDOS
RA-23-74	EPOXICO CATALIZADO PARA TURBOSINA
RA-24-74	FENOLICO DE ALUMINIO
RA-25-74	VINIL ACRILICO
RA-26-74	EPOXICO CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS.

RECUBRIMIENTOS ESPECIALES

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>DENOMINACION</u>
RE-30-74, TIPO A	DE CUMARONA, PARA ALTAS TEMPERATURAS
RE-30-74, TIPO B	DE SILICON, PARA ALTAS TEMPERATURAS
RE-31-74, TIPO A	ANTINEGATIVO, BASE Cu_2O
RE-31-74, TIPO B	ANTINEGATIVO, CON ORGANO-METALICOS
RE-32-74	EPOXICO PARA ZONA DE MAREAS Y OLEAJES
RE-33-74	ESMALTE ALQUIDALICO PARA TAMBORES

A CONTINUACION EN FORMA TABULAR SE DESCRIBEN LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCTOS ANTICORROSIVOS QUE PETROLEOS MEXICANOS UTILIZA EN SUS INSTALACIONES, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE EXPOSICION.

METODOS DE SUPERVISION.- CONSIDERANDO LA GRAN DIVERSIDAD DE FACTORES Y CONDICIONES DESDE LA PREPARACION DE SUPERFICIES HASTA LA OBTENCION DEL SISTEMA DE RECUBRIMIENTO EN CONDICIONES DE OPERACION, ES POR DEMAS INDESPENSABLE EL LLEVAR UN CONTROL ADECUADO O SUPERVISION EN CADA UNA DE LAS ETAPAS QUE CONSIDERA LA PROTECCION ANTICORROSIVA DE INSTALACIONES A TRAVES DEL USO DE RECUBRIMIENTOS.

ADEMAS DE LAS ESPECIFICACIONES ANTERIORMENTE MENCIONADOS, PETROLEOS MEXICANOS CUENTA CON ESPECIFICACIONES PARA LA PREPARACION DE LA SUPERFICIE METALICA Y PROCEDIMIENTOS DE APLICACION, EN LAS CUALES SE CONTEMPLA LOS DIFERENTES TIPOS DE LIMPIEZA REQUERIDOS, EL EQUIPO Y SU CORRECTA OPERACION EN CAMPO, ASI COMO LA HERRAMIENTA Y PRUEBAS DE CAMPO, QUE EL SUPERVISOR LLEVA AL CABO PARA SU ACEPTACION FINAL. A CONTINUACION LAS FIGS.

NOS DESCRIBEN EL EQUIPO UTILIZADO PARA LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y HERRAMIENTAS DE INSPECCION.

DURANTE LA ETAPA DE PREPARACION DE SUPERFICIE, EL SUPERVISOR DEBERA VERIFICAR QUE EL EQUIPO SEA EL ESPECIFICADO Y QUE ADEMAS OPERE CORRECTAMENTE EN CUANTO A VOLUMEN Y PRESION DE AIRE, FILTROS EN BUEN ESTADO PARA ELIMINACION DE HUMEDAD Y VAPORES DE ACEITE, LIMPIEZA Y

RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE (1.0-2.5 MLS.) PARA FINES DE ADHERENCIA, - ETC., VERIFICARA QUE EL ABRASIVO SEA EL ESPECIFICADO EN CUANTO AL -- TIPO, DIMENSION Y CARACTERISTICAS.

UNA VEZ APLICADOS LOS DIFERENTES RECUBRIMIENTOS, EL SUPERVISOR- DEBERA VERIFICAR LO SIGUIENTE:

- A) TIEMPO DE SECADO
- B) APARIENCIA
- C) ESPESOR DE PELICULA SECA
- D) ADHERENCIA
- E) CONTINUIDAD DE PELICULA
- F) INSPECCION A LARGO PLAZO

PARA UN MEJOR LOGRO DE LA PARTICIPACION DEL SUPERVISOR, SE DEBE RA CONTAR EN CAMPO CON LAS ESPECIFICACIONES E INSTRUMENTOS ANTES MEN CIONADOS.

PROTECCION CATODICA

LA CORROSION, COMO YA ANTES SE DIJO, ES LA TENDENCIA DE LOS METALES A OBTENER UN ESTADO DE EQUILIBRIO ELECTROQUIMICO, QUE OCURRE A NIVELES DE ENERGIA MAS BAJOS DE LOS QUE POSEEN, POR EJEMPLO, EL FIERRO SE ENCUENTRA NATURALMENTE EN SU ESTADO DE ENERGIA MAS BAJO EN LA FORMA DE OXIDOS (YACIMIENTOS). EL HOMBRE LO TRANSFORMA EN FIERRO ESTRUCTURAL, ACEROS, ETC., Y ESTOS TIENDEN A REGRESAR A SU ESTADO DE - EQUILIBRIO A TRAVES DELA OXIDACION (CORROSION).

EL PROCESO DE CORROSION SE PUEDE DESCRIBIR USANDO COMO ANALOGIA A LA PILA SECA, BIEN CONOCIDA POR NOSOTROS, VER FIG. 37.

CUANDO EL INTERRUPTOR DEL CIRCUITO ESTA ABIERTO NO EXISTE FLUJO DE - CORRIENTE Y LAS PAREDES DE ZINC DE LA BATERIA SE MANTIENEN INTACTAS. CUANDO EL INTERRUPTOR SE CIERRA SE PRODUCE UN FLUJO DE CORRIENTE DES DE LA TERMINAL POSITIVA HACIA LA TERMINAL NEGATIVA Y UN FLUJO DE --- ELECTRONES EN SENTIDO CONTRARIO. LOS ELECTRONES AL LLEGAR A LA SUPER FICIE DE LA BARRA DE CARBON SE UNEN CON IONES POSITIVOS PRESENTES EN EL ELECTROLITO, Y LA CORRIENTE ES TRANSPORTADA DESDE LA PARED DE ---

ZINC HACIA LA BARRA DE CARBON A TRAVES DEL ELECTROLITO, COMPLETANDO-SE ASI EL CIRCUITO ELECTRICO. AL DONAR ELECTRONES PARA GENERAR CORRIENTE, EN LAS PAREDES DE ZINC SE PRODUCE PERDIDA DEL METAL, LO QUE SE CONOCE COMO OXIDACION, Y EN LA SUPERFICIE DE LA BARRA DE CARBON, QUE SE MANTIENE INTEGRAL, OCURRE LO QUE SE CONOCE COMO REDUCCION. A LA PILA SECA TAMBIEN SE LE DENOMINA CELDA GALVANICA EN LA CUAL LA BARRA DE CARBON ES EL CATODO Y LA PARED DEL ZINC ES EL ANODO.

COMO CONCLUSION PODEMOS DEDUCIR DE NUESTRA ANALOGIA DE LA PILA SECA QUE EL ANODO SUELTA CORRIENTE, HACIA EL MEDIO ELECTROLITO Y SE CORROE, Y EL CATODO RECIBE CORRIENTE DESDE EL MEDIO ELECTROLITO Y NO SUFRE CORROSION, EL FLUJO DE CORRIENTE EN LA PILA SECA SE PRODUCE DEBIDO A QUE EL ZINC Y EL CARBON SON METALES DE ELECTRONEGATIVIDADES DISTINTAS Y AL CONECTARSE ELECTRICAMENTE SE PRODUCE UN DIFERENCIAL DE VOLTAJE QUE CAUSA EL FLUJO DE CORRIENTE.

EN LA FIG. SE APRECIAN ALGUNAS DE LAS CELDAS GALVANICAS MAS COMUNES EN TUBERIAS, SIN EMBARGO LA TECNICA DE PROTECCION CATHODICA DEBIDAMENTE APLICADA ES EL METODO MAS EFECTIVO PARA MITIGAR LA CORROSION Y SE LE PUEDE APLICAR EN MUCHAS AREAS PARA EVITAR LA PERDIDA DE METAL Y DE DINERO, COMO SON LAS SIGUIENTES:

- EMBARCACIONES DE ACERO
- TANQUES DE LASTRE O ALMACENAMIENTO
- PLATAFORMAS MARINAS
- DUCTOS SUBMARINOS Y ENTERRADOS
- REFINERIAS
- PLANTAS GENERADORES DE ELECTRICIDAD
- INSTALACIONES PORTUARIAS
- TABLESTACADOS
- INTERCAMBIADORES DE CALOR

DE TODO LO ANTERIOR SE PUEDE DEDUCIR QUE SI SE PUEDE CONSEGUIR QUE LA ESTRUCTURA QUE SE DESEE PROTEGER COLECTE CORRIENTE DESDE EL -

ELECTROLITO, ESTA SERA PROTEGIDA CONTRA LA CORROSION.

LA PROTECCION CATODICA CONSISTE EN APLICAR UNA CORRIENTE DIRECTA HACIA EL METAL A PROTEGERSE, DE UNA MAGNITUD SUFICIENTE PARA SOBREPONERSE AL FLUJO DE CORRIENTE DESDE LAS AREAS ANODICAS. ESTA CORRIENTE SE PUEDE APLICAR DE DOS MANERAS; A TRAVES DE UN SISTEMA DE CORRIENTE IMPRESA, O A TRAVES DE UN SISTEMA DE SACRIFICIO.

CORRIENTE IMPRESA.- EL SISTEMA DE CORRIENTE IMPRESA CONSISTE EN IMPRIMIR LA CORRIENTE REQUERIDA UTILIZANDO UNA FUENTE DE CORRIENTE EXTERNA. GENERALMENTE ESTA FUENTE ES DE CORRIENTE ALTERNA POR LO QUE SE REQUIERE UN RECTIFICADOR VER FIG. OTRAS FUENTES DE ENERGIA PUEDEN SER CELDAS SOLARES, GENERADORES TERMOELECTRICOS, BATERIAS, GENERADORES DE VIENTO, ETC. LOS ANODOS PARA SISTEMAS DE CORRIENTE IMPRESA SE ESCOGEN NO POR SUS PROPIEDADES ELECTROQUIMICAS SINO POR SU CAPACIDAD DE SALIDA DE CORRIENTE, SU DURABILIDAD, SU COSTO Y TOMANDO EN CUENTA EL MEDIO EN QUE SE LES UTILIZARA. ALGUNOS ANODOS DE CORRIENTE IMPRESA SON: GRAFITO, PLOMO-PLATA, FIERRO SILICO, TITANIO, PLATINO Y POLIMEROS CONDUCTIVOS A BASE DE GRAFITO.

ANODOS DE SACRIFICIO.- DE ENTRE LOS PRIMEROS EXPERIMENTOS SOBRE PROTECCION CATODICA SE PUEDE MENCIONAR LOS REALIZADOS CON PLACAS DE ZINC QUE FUERON CONECTADOS ELECTRICAMENTE A PLACAS DE COBRE Y EL CONJUNTO FUE SUMERGIDO EN AGUA SALADA. EN ESTA CELDA GALVANICA DE ACUERDO CON EL POTENCIAL ELECTROQUIMICO, EL ZINC, ERA EL ANODO Y EL COBRE ERA EL CATODO, DE TAL FORMA QUE CUANDO FLUIA CORRIENTE SUFICIENTE EL COBRE QUEDABA PROTEGIDO CATODICAMENTE.

EL ZINC ERA EL PROVEEDOR DE TAL CORRIENTE Y POR LO MISMO SE CORROIA, POR ESTA RAZON SE LE LLAMO ANODO DE SACRIFICIO. ESTE METODO DE OBTENER CORRIENTE ELECTRICA PARA PROTECCION CATODICA PUEDE USARSE PARA OTRAS COMBINACIONES DE METALES OBTENIENDOSE PARAMETROS ELECTRICOS, EN QUE SI SE GENERA CORRIENTE SUFICIENTE LA ESTRUCTURA QUEDA PROTEGIDA. PARA QUE ESTA PROTECCION SEA CONTINUA, EL ANODO DEBE NO

EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO = 6.2 LBS.

AMP-AÑO

DENSIDAD DE CORRIENTE EN
AGUA SALADA = 5. M.A/PIE2

W = AREA X I X E.Q. X V .u.

W = 73.200 X 0.005 AMP/PIE2 X 6.2 LBS. X 20 AÑOS

AMP-AÑO

W = 45,300 LBS. DE MAT'L. ANODICO DE ALUMINIO

NO ANODOS = W / PESO UN ANODO

PESO UN ANODO

CONDICION DE EXPOSICION	PREPARACION DE LA SUPERFICIE	RECUBRIMIENTO	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS X CAPA (SECA)	RECUBRIMIENTO	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS X CAPA (SECA)	APLICACION	OBSERVACIONES
PRIMARIO				ACABADO					
AMBIENTE SECO	L.N.	RP-1 Minio Alquidático RP-2 Cromato de Zinc	2 2	1.5 1.5	RA-20 Esmalte Alquidático RA-24 Fenólico de Aluminio	2 2	1.5 1.5	Brocha & Aspersión	Sin acabado, el minio alquidático lo usa como mano de taller
AMBIENTE HUMEDO	L.N.6 L.CH A Com L.CH A.N.B.	RP-2 Cromato de Zinc RP-3 Inorgánico de Zinc poscura do RP-4 Inorgánico de Zinc Autocurante A Base agua B base solvente	2 1 1	1.5 2-3 2-3	RA-20 Esmalte alquidático RA-21 Epóxico catalizado RA-22 Vinílico de altos solidos	2 2 2	1.5 1.5 3	Aspersión	El inorgánico de zinc autocurante tipo B se empleará cuando se tenga gas del 70% de humedad relativa durante la aplicación y secado
AMBIENTE HUMEDO Y SALINO	L.CH.A.N.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.a.	1 1 1	2-3 2-3 2-3	RA-21 Epóxico catalizado RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epóxico altos solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idea RP-4B
AMBIENTE HUMEDO CON O SIN SALINIDAD Y GASES DERIVADOS DEL AZUFRE	L.CH.A.N.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.a. RP-6 Epoxico catalizado	1 1 1 1	2-3 2-3 2-3 2	RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico altos solidos RA-26 Epoxico altos solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idea RP-4B
AMBIENTE MARINO	L.CH.A.N.B.	RP-3 Inorg.zinc poscurado RP-4A Inorg.zinc auto b.a. RP-4B Inorg.zinc auto b.a.	1 1 1	2-3 2-3 2-3	RA-21 Epoxico catalizado RA-22 Vinílico al los solidos RA-26 Epoxico al los solidos	2 2 2	2 3 5	Aspersión	Idea RP-4B
EXPOSICION AL AGUA SALADA (Interior de tanques)	L.CH.A.Com	RP-5A Alquitrán de hulla epoxico	2	6-8	No se usa			Aspersión	Detectar continuidad eléctrica
EXPOSICION AL AGUA CRUDA Y TRATADA (INTERIOR DE TANQUES)	L.CH.A.Com	RP-5A Alquitrán de hulla epoxico	2	6-8	No se usa			Aspersión	Idea.
EXPOSICION AL AGUA POTABLE (Interior de tanques de almacenamiento)	L.CH.A.Com	RP-7 Vinil epoxico Modif. RP-6 Epoxico catalizado	2 1	1 2	RA-22 Vinílico al los solidos RA-26 Epoxico al los solidos	2 2	3 5	Aspersión	Detectar continuidad eléctrica
EXPOSICION A LA TURBOSINA	L.CH.A.N.B.	RP-8 Epoxico para turbosina	1	2	RA-23 Epoxico para turbosina	1	5	Aspersión	Idea
EXPOSICION A DESTILADOS TRATADOS	L.CH.A.N.B.	RP-3 Inorgánico de zinc poscurado	1	2-3	No se usa			Aspersión	Se emplea también en tanques aromáticos y alifáticos
EXPOSICION A DESTILADOS SIN TRATAR	L.CH.A.Com	RP-6 Epoxico catalizado	1	2	RA-26 Epoxico de altos solidos	2	2	Aspersión	Detectar continuidad eléctrica

CONDICION DE EXPOSICION	PREPARACION DE LA SUPERFICIE	RECUBRIMIENTO PRIMARIO		RECUBRIMIENTO ACABADO		APLICACION	OBSERVACIONES		
		No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS. (SECA)	No. DE CAPAS	ESPESOR EN MILS. (SECA)				
EXTERIOR DE ENBARCACIONES: DE MINIMA LINEA DE CARGA A BAZA DE CINTA DE CUBIERTA CUBIERTA CASETERIA	L.CH.A.Cow.	RP-3B Alquitran de hulla epoxico	2	6-8	RE-31 A o B antivegetativo	2	2	Asperción	LA PRUEBA DE ADHERENCIA SE HARA CON EL SISTEMA COMPLETO
	L.CH.A.M.B.	RP-3 Inorgánico - zinc poscurado	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-23 Vinil-Acrylic	2	1.5 1.5-2		
	L.CH.A.M.B.	RP-4A o B Inorg. zinc autocurante	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-22 Vinilico alios solidos	1 2	1.5 2		
	L.CH.A.M.B.	RP-4A o B Inorg. - zinc autocurante	1	2-3	RP-7 (Enlace) y RA-25 Vinil-acrylic	1 2	1.5 1.5-2		
INTERIOR DE TANQUE DE ENBARCACIONES	L.CH.AC.M.B.	RP-8 Epoxico catalizado	1	2	RA-26 Epoxico altos solidos	2	5	Asperción	Detector continuidad Eléctrica No se use p/aronati- Erica
INTERIOR DE TANQUES P/ CRUDO	L.CH.A.Cow.	RP-5A Alquitran de hulla epoxico	2	6-8	No se uso			Asperción	Detector continuidad Eléctrica
EXPOSICION A ALTA TEMPERATURA	L. Manual	RE-30 A (Aluminio)	2	1.5	No se usa			Brocha ó ASperción	A) de 80°C a 260°C B) de 261°C a 560°C
	L.CH.A.M.B.	RE-30 B (Silicones)	2	1.5					
ZONAS PROPICIAS AL DESARROLLO DE ORGANISMOS					RE-31A Vinilico y oxido cuproso RE-31B Vinilico y tóxicos organometalicos	2 2	2 2	Asperción	Aplicase sobre superficies secas
ZONAS DE MARCOS Y ALEJES	L.M. ó L.CH.A.Cow.	RE-32 Epoxico para zona de mareas y alejes (100% sólidos)	1	100	No se usa			Manual	
EXTERIOR DE TAMBORES DE 200 LIS.	L.M.y/o L.S.				RE-33 Esmalte alquidalico p/tambores	1	2	Asperción	No se usa acabado

Clave: L.M. Limpieza Manual

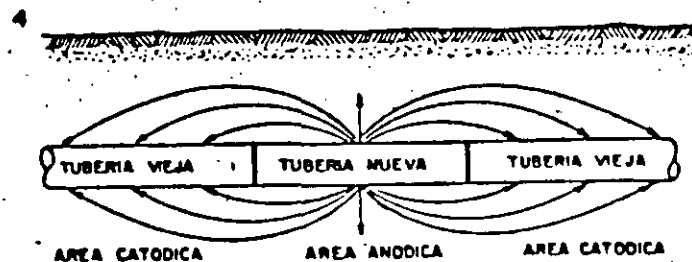
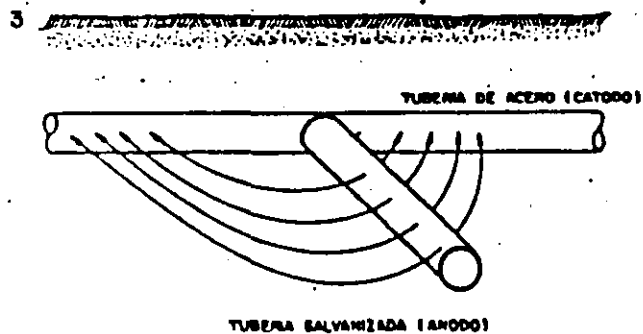
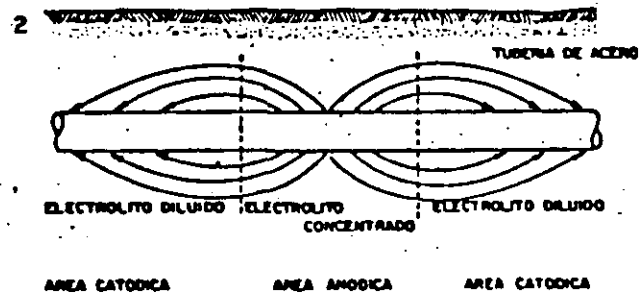
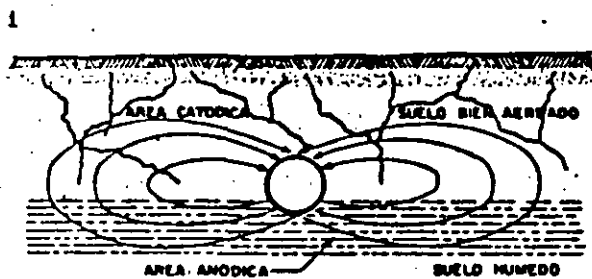
L.S. Limpieza con Solventes

L.CH.A.Cow. Limpieza chorro de abrasivos acabado comercial

L.CH.A.C.M.B. Limpieza chorro de abrasivos acabado cerca metal blanco.

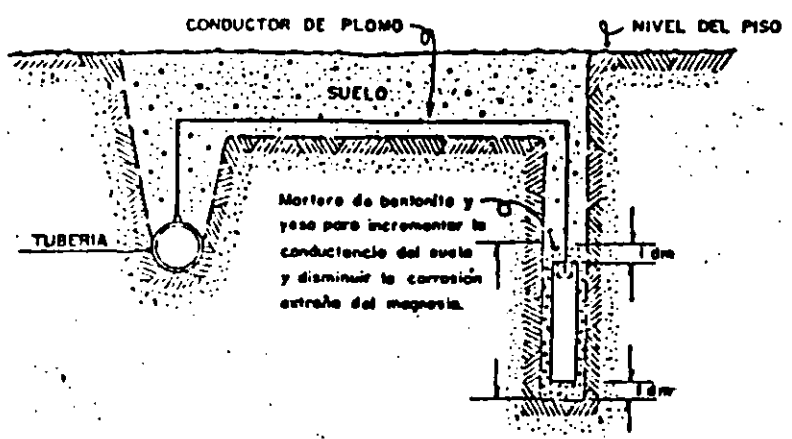
L.CH.A.M.B. Limpieza de abrasivos acabado a metal blanco.

DIFERENTES CELDAS GALVANICAS

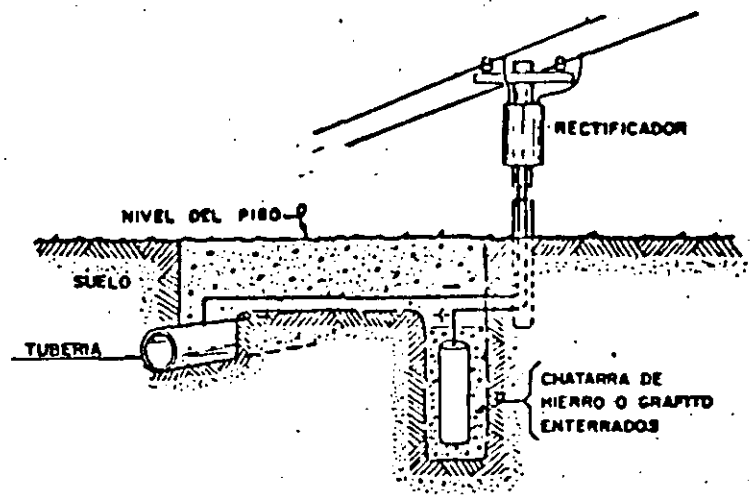


661

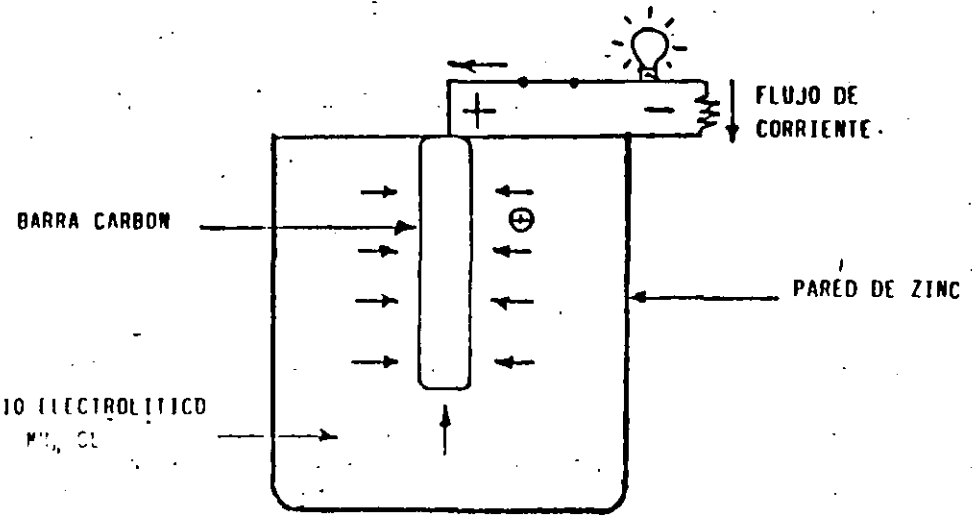
EJEMPLO DE PILA SECA Y PROTECCION CATODICA POR CORRIENTE IMPRESA Y ANODOS DE SACRIFICIO



TUBERIA PROTEJIDA CATODICAMENTE MEDIANTE EMPLEO DE ANODO DE SACRIFICIO



TUBERIA PROTEJIDA CATODICAMENTE, ANODO AUXILIAR Y RECTIFICADOR



TIPICA PILA SECA (CELDA GALVANICA)

200

XIII.- INSTALACION E INTERCONEXION DE PLATAFORMAS

COMO INTRODUCCION A ESTE TEMA ES NECESARIO RECORDAR QUE UNA PLATAFORMA MARINA YA EN OPERACION EN EL MAR TIENE UN PESO DEL ORDEN DE 8,000 A 10,000 TONELADAS METRICAS, PESO QUE SE ANTOJA IMPOSIBLE DE MANEJAR EN FORMA CONTINUA. DERIVADO DE LO ANTERIOR SE INTUYE QUE LA INTEGRACION DE UNA PLATAFORMA DEBERA DE SER POR PARTES, LAS CUALES A CONTINUACION SE DESCRIBIRAN CON UN PESO APROXIMADO, PUDIENDO VARIAR ESTE EN FUNCION DE PLATAFORMA.

<u>ESTRUCTURA</u>	<u>PESO</u>	<u>No. PIEZAS</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>PESO</u>
			8 DE 240' c/u	100 T
			8 DE 120' c/u	60 T
8 PILOTES	1200T-2000T	24 - 32	8 DE 90' c/u	45 T
			8 DE 60' c/u	30 T
12 CONDUCTORES	800T-1200T	36 - 48		
			PLANTA SUP.	45' x 60' x 180'
1 SUBESTRUCTURA	700T-1400T	1 TRAPEZOIDAL	PLANTA INF.	93' x 212' x 98' x 220'
			ALTURA	130' x 250'
1 SUPERESTRUCTURA	750T-1400T	1	75'x120'x60'	ALTO
			90'x210'x60'	ALTO
		1 MAQUINAS	25'x70'x19'	ALTO 300 T
		2 QUIMICO	20'x70'x19'	ALTO 200 T
6 MÓDULOS	3200T	3 BOMBAS	26'x70'x19'	ALTO 380 T
		4 TANQUES	9'x70'x15'	ALTO 70 T
		5 HABITACIONAL	30'x70'x25'	ALTO 220 T
		6 PERFORACION	30'x30'x25'	ALTO 380 T
		7 HERRAMIENTA DIVERSA		1600 T

COMO SE MENCIONO EN TEMAS ANTERIORES, EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS, ESTAS DEPENDIENDO DEL TIPO DE FUNCION A LA QUE ESTAN DESTINADAS Y DEPENDIENDO DE LA MAGNITUD DEL YACIMIENTO, PODRAN INSTALARSE EN GRUPO, UNIDAS A TRAVES DE PUENTES TUBULARES PARA-

SEGUNDA ALTERNATIVA.- COMO COMPLEMENTO AL TEMA DE INSTALACION DE SUB
ESTRUCTURAS, SE HACE LA OBSERVACION QUE EXISTEN SUBESTRUCTURAS MAS -
SOLIVIANAS, COMO SON EXAPODOS Y TETRAPODOS O TRIPODES LOS CUALES NO --
SON LANZADOS AL MAR, SINO QUE ESTAS SE IZAN DIRECTAMENTE DEL CHALAN-
QUE LAS TRANSPORTO, PARA SER INSTALADAS EN LA LOCALIZACION DEFINITI-
VA. VER FIG. 47

PILOTEO DE LA SUBESTRUCTURA

DE LA MISMA MANERA QUE LA SUBESTRUCTURA, LOS PILOTES Y CONDUCTORES,-
SON CARGADOS Y ASEGURADOS EN LOS PATIOS DE FABRICACION SOBRE UN CHA-
LAN PLANO DE 250' x 70' x 16', CUYO CHALAN UNA VEZ RECIBIDO EN EL LU-
GAR, DONDE SE INSTALARA LA SUBESTRUCTURA, SE ATRACA O ACODERA A UN -
COSTADO DEL BARCO GRUA PARA QUE LAS SECCIONES DE PILOTES Y CONDUCTO-
RES SEAN TOMADOS DE ACUERDO A LA SECUENCIA PROGRAMADA.

DEPENDIENDO DEL TIPO Y DIMENSION DE LA SUBESTRUCTURA, LOS PILOTES --
TIENEN UN DIAMETRO DESDE 36" Ø HASTA 58" Ø SIENDO LOS MAS COMUNES LOS-
DE 48" Y UN ESPESOR VARIABLE DESDE 1/4" A 2 1/2", CUYOS ESPESORES MA-
YORES SE ENCONTRARAN EN LA ZONA DE LODOS LUGAR DONDE EL PILOTE RECI-
BE LOS MAYORES ESFUERZOS CORTANTES Y DE FLEXION, DEBIDO AL MAYOR MO-
MENTO DE VOLTEAMIENTO DE LA PLATAFORMA, MOTIVADO POR LA ACCION DEL -
OLEAJE, CORRIENTES Y VIENTOS. TAMBIEN EN LA PUNTA DEL PILOTE SE TIE-
NEN ALTOS ESPESORES, ESTO CON EL FIN DE ROMPER LAS FORMACIONES DE --
LOS ESTRATOS DEL SUELO QUE SE PRESENTAN.

EL ACERO DE ESTOS SOBRE ESPESORES COMUNMENTES SON DE MAYOR RESISTEN-
CIA QUE LOS DEL RESTO DEL PILOTE.

UNAS DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS CON LAS QUE CUENTA EL BARCO ---
GRUA ES UN CONJUNTO DE MARTILLOS DE VAPOR UTILIZADOS PARA EL HINCADO

DE PILOTES, CUYAS CAPACIDADES VARIAN DESDE 30,000 HASTA 300,000 LBS PIE DE ENERGIA NO DEBIENDO DE PASAR DE UN PESO DE 130 T.C. EL MAR GRANDE. LA MAXIMA CANTIDAD DE GOLPES PERMITIDOS PARA ESTOS MARTILLOS NO EXCEDERA DE 250 GOLPES POR PIE DE PENETRACION DEL PILOTE EN 5 PIES SEGUIDOS, EN CASO CONTRARIO EL MARTILLO PUEDE SUFRIR DAÑO. ANTES DE INICIAR LA HINCA DE LOS PILOTES SE DEBERA DE CONTINUAR A BORDO DEL BARCO CON EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, EL CUAL CONTEMPLE LA ESTRATIGRAFIA Y TIPO DE MATERIALES DEL LUGAR, LAS CURVAS DE PROFUNDIDAD Y RESISTENCIA A LA PENETRACION, FACTORES DE SEGURIDAD, ETC.

LA FIG. 25, LA CUAL MUESTRA UNA GRAFICA DE REGISTRO DEBERA SER UTILIZADA EN CADA PILOTE, PARA HACER UN SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE CADA HINCA Y ASI PODER COMPARAR LA RESISTENCIA OBTENIDA CONTRA LA DISEÑADA Y EN CASO NECESARIO TOMAR DETERMINACIONES ACERTADAS EN CASO DE LA PRESENCIA DE ALGUN PROBLEMA.

DE LOS OCHO PILOTES SE INICIA EL HINCADO CON EL PILOTE DE PRUEBA EL CUAL SE COLOCA EN LA PARTE MAS BAJA DE LOS CUATRO INTERIORES, PROSIGUIENDO EL HINCADO CON LOS TRES INTERIORES RESTANTES Y POR, ULTIMO SE COMPLETAN CON LOS CUATRO DE ESQUINA.

DURANTE EL HINCADO DE LOS PILOTES ES NECESARIO VERIFICAR PERIODICAMENTE LA NIVELACION DE LA SUBESTRUCTURA Y ASI EVITAR DESNIVELES MAYORES DE 2" (50MM).

ANTES DE INTERCONECTAR LA SECCION DE PILOTE SIGUIENTE CON LA YA HINCADA, DEBERA CORTARSE ESTE ULTIMO EN LA PARTE SUPERIOR LASTIMADA, PARA CONTINUAR CON LA SOLDADURA E INSPECCION ULTRASONICA.

UNA VEZ TERMINADA LA HINCA DE LOS OCHO PILOTES Y NIVELADA LA SUBESTRUCTURA SE PROCEDE A FIJAR EL PILOTE CON LA PIERNA DE LA SUBESTRUCTURA, COLOCANDO PLACAS DE AJUSTE EN EL ESPACIO ANULAR, CUYOS ESPESORES VAN DESDE 1/4" HASTA 1 1/2", SOLDADAS EN TODO ALREDEDOR DE LA PIERNA.

LA PROFUNDIDAD DEL PILOTE A PARTIR DEL FONDO MARINO, ES DEL ORDEN DE 240' A 275' PIES.

PILOTEO DE CONDUCTORES

REALMENTE ES POCO LO SOBRESALIENTE QUE PODRIAMOS MENCIONAR EN EL HINCADO DE LOS CONDUCTORES YA QUE EL PROCEDIMIENTO PARA EL HINCADO DE CONDUCTORES ES MUY SIMILAR AL DE LOS PILOTES, EXISTIENDO DIFERENCIA EN LOS DIAMETROS YA QUE, ESTOS SON DE 30"Ø x 1" DE ESPESOR. LA MAXIMA DE ELEVACION DE ESTOS CONDUCTORES ES LA DEL PISO DE PRODUCCION (+ 52' - 00") Y EL NUMERO DE ESTOS ES DE 12 PIEZAS, CONTRA 8 -- PIEZAS DE LOS PILOTES.

INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA

PARA EVITAR RETRASOS DURANTE LA INSTALACION DE LA PLATAFORMA SE RECOMIENDA QUE DESDE LOS PATIOS DE FABRICACION SE ENVIE AL MAR LA SUPERESTRUCTURA 10 DIAS POSTERIORES A LA SUBESTRUCTURA, CON EL FIN DE QUE CUANDO SE TERMINE DE HINCAR LOS PILOTES Y CONDUCTORES EL CHALAN QUE TRANSPORTA LA SUPERESTRUCTURA ESTE CERCANO AL BARCO GRUA Y SE PUEDA INICIAR EL CORTE DE LOS AMARRES O SEGUROS MARINOS Y ASI SE PROCEDA -- EL IZAJE E INSTALACION DE ESTA.

LOS PUNTOS MAS SOBRESALIENTES EN LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE ESTA ES VIGILAR SE HAYAN CORTADO LOS PILOTES A UN MISMO NIVEL PARA EVITAR QUE LA SUPERESTRUCTURA Y POSTERIORMENTE LOS PAQUETES QUEDEN DESNIVELADOS.

SE HACE LA OBSERVACION QUE LAS COLUMNAS DE LA SUPERESTRUCTURA QUE--- DAN APOYADAS Y SOLDADAS DIRECTAMENTE CON LAS PUNTAS SUPERIORES DE -- LOS PILOTES DEBIDAMENTE INSPECCIONADAS ULTRASONICAMENTE.

COLOCACION DE PAQUETES DE PERFORACION

DEBIDAMENTE INSTALADA LA SUPERESTRUCTURA SE PROCEDE A MARCAR SOBRE -- LA CUBIERTA DE ZONAS DONDE VAN A SER COLOCADOS LOS 6 PAQUETES DE PERFORACION LOS QUE SEGUN FIG. 52 DEBERAN QUEDAR EN TRES NIVELES, INTERIOR, INTERMEDIO Y SUPERIOR, COLOCANDO GUIAS SOBRE LA CUBIERTA PARA LOGRAR UN MEJOR AJUSTE.

LOS PAQUETES O MODULOS VIENEN SOBRE UN CHALAN PLANO DEBIDAMENTE ASE

GURADOS, LOS CUALES UNA VEZ INSTALADOS SOBRE LA SUPERESTRUCTURA CONTINUA LA INTERCONEXION ELECTRO-MECANICA, ARMADO DE LA TORRE DE PERFORACION, PINTURA, INSTALACION DE LAS TUBERIAS INSTRUMENTACION, Y FINALMENTE PRUEBAS.

EL TIEMPO EN QUE SE EFECTUAN LAS INTERCONEXIONES ES DE APROXIMADAMENTE 30 DIAS, UNA VEZ TERMINADA ESTA ACTIVIDAD LA PLATAFORMA SE ENTREGA AL DEPARTAMENTO DE PERFORACION PARA QUE LA OPERE.

EMBARCACIONES NECESARIAS PARA EL TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA MARINA

<u>TIPO EMBARCACION</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>CAPACIDAD</u>
1 BARCO GRUA 65000 T.P.M.	L=206M A= 37M P= 15.5M	GRUA 2,000 TONS. CORTAS GRUA PORTATIL 165 T.C.
1 REMOLCADOR PARA LANZAMIENTO DE ANCLAS Y APOYO AL BARCO 630 T.P.M.	L= 50M A= 14M P= 7M	PROPULSION 6500 H.P.
1 LANCHA PARA TRANSPORTE DE PERSONAL	L= 22M A= 8M P= 5M	2800 H.P.
1 CHALAN DE LANZAMIENTO DE SUBESTRUCTURAS	L= 91M A= 27.5M P= 6.4M	2 WINCHES 90,000 LBS. C/U 2 BOMBAS 2,500 GPM. C/U 2 TRABES DE ACERO SOBRE CUBIERTA PARA LANZAMIENTO 1 COMPRESOR 600 PCM. 1 WINCHE NEUMATICO
2 CHALANES PLANOS 1500 T.P.M. TRANSPORTA PILOTES + CONDUCTORES Y SUPERESTRUCTURAS	L= 76M A= 21.3M P= 4.9M	3,500 TONS. CAPACIDAD SOBRE CUBIERTA
3 REMOLCADORES 520 T.P.M.	L= 30M A= 12M P= 4.5M	4,500 H.P. 1 WINCHE PARA REMOLQUE DE 200,000 LBS.
1 HELICOPTERO PARA TRANSPORTE PERSONAL		14 PLAZAS DE CAPACIDAD.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

ING. MANUEL LOPEZ MANJARREZ

JULIO - 1992

I N D I C E

		HOJA
SECCIÓN	1.0 GENERALIDADES. TRABAJOS PRELIMINARES.	1
	1.1 REVISIONES Y RECOMENDACIONES PREVIAS.	1
	1.2 EQUIPO Y HERRAMIENTA DE MONTAJE	3
	1.2.1 HERRAJES PARA ARMAR Y AJUSTAR JUNTAS ENTRE PLACAS.	4
	1.2.2 HERRAMIENTA ADICIONAL PARA MANIOBRAS Y MANEJO DE PLACAS.	5
	1.3 CIMENTACIÓN, REVISIONES Y TRAZOS.	6
	1.3.1 REVISIONES GENERALES.	7
	1.3.1.1 ASIENTO DE LA OBRA.	8
	1.3.1.2 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.	8
	1.3.2 TRAZOS PRELIMINARES. CENTRO Y EJES DE TANQUE.	9
	1.3.2.1 CENTRO.	9
	1.3.2.2 ORIENTACIÓN Y EJES DEL TANQUE.	11
	1.3.2.3 TRAZOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN.	12
	1.4 NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ. TOLERANCIA.	15
	1.4.1 TOLERANCIA DE NIVEL EN LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.	16
	1.4.2 REVISIÓN DEL NIVEL DE LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.	17
	1.4.3 REQUERIMIENTOS DE HORIZONTALIDAD DE LA ENVOLVENTE.	19
	1.4.4 VERTICALIDAD.	19
	1.4.5 REDONDEZ.	21

		HOJA
SECCIÓN 1.4.6	"PEAKING" (DISTORSION VERTICAL).	21
1.4.7	"BANDING" (DISTORSION HORIZONTAL).	22
1.4.8	NIVELACIÓN DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.	22
1.5	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y MEDICIONES.	24
1.5.1	CINTAS DE MEDIR.	24
1.5.2	MEDICIÓN DE REDONDEZ.	25
1.5.3	EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.	27
1.5.3.1	TRÁNSITO Y NIVEL.	28
1.5.3.2	RECOMENDACIONES ADICIONALES.	29
SECCIÓN 2.0	FONDO. GENERALIDADES.	1
2.1	MONTAJE DEL FONDO Y SECUENCIA DE LA SOLDADURA	1
2.1.1	FONDOS CON PLACAS ANULARES SOLDADAS A TOPE CON BISEL EN V Y LÁMINAS DE RESPALDO.	1
2.1.2	TENDIDO DEL FONDO CON PLACAS RECTANGULARES TRASLAPADAS.	7
2.1.3	SECUENCIA DE SOLDEO EN FONDOS CON PLACAS TRASLAPADAS.	10
2.1.3.1	TÉCNICA CBI.	10
2.1.3.2	TÉCNICA DE SOLDEO P.D.M.	15
2.2	AJUSTE Y SOLDEO DE ESQUEMAS BAYONETEADAS.	18
2.2.1	DOLADO DE ESQUEMAS BAJO LA ENVOLVENTE.	18

		HOJA
SECCIÓN 2.2.2	DOBLES DE TRASLAPES DE TRES PLACAS.	20
2.3	PLACAS DE APOYO.	23
SECCIÓN 3.0	ERECCIÓN DE LA ENVOLVENTE.	
	GENERALIDADES.	1
3.1	TRAZOS PREVIOS AL MONTAJE DEL PRIMER ANILLO.	3
3.1.1	CENTRO Y EJES DEL TANQUE.	3
3.1.2	TRAZOS AUXILIARES PARA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.	3
3.2	ERECCIÓN DEL PRIMER ANILLO.	8
3.3	PLACAS CON PUERTAS DE LIMPIEZA.	12
3.4	UNIÓN Y SOLDEO DE JUNTAS VERTICALES.	17
3.4.1	AJUSTE DE JUNTAS VERTICALES.	17
3.4.2	SOLDEO DE JUNTAS VERTICALES.	23
3.5	SOLDADURA EN LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL. FONDO-ENVOLVENTE.	23
3.6	MONTAJE DEL SEGUNDO Y DEMÁS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.	24
3.7	AJUSTE Y SOLDEO DE JUNTAS HORIZONTALES (CIRCUNFERENCIALES).	27
3.7.1	PROBLEMAS AL AJUSTAR JUNTAS HORIZONTALES.	29
3.7.1.1	ANILLOS LARGOS O CORTOS.	29
3.7.1.2	VARIACIONES EN LA ABERTURA DE LA RAIZ DE LA SOLDADURA.	30
3.7.2	SOLDEO DE LAS COSTURAS HORIZONTALES.	31
3.8	MONTAJE DE MIEMBROS ESTRUCTURALES EN LA ENVOLVENTE.	31

	HOJA	
3.8.1	ANGULO DE CORNAMENTOS Y ATIESADORES.	31
3.8.2	TRABES PERIMETRALES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO.	32
3.8.3	REVISIÓN DE LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE EN TANQUES ABIERTOS.	33
3.9.	PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO.	35
3.9.1	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS.	36
3.9.2	RECOMENDACIONES ADICIONALES.	37
3.10	LIMPIEZA DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE.	38
3.11	ANDAMIAJE.	39
SECCIÓN	4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE.	1
	4.1 GENERALIDADES.	1
	4.2 SECUENCIA DE MONTAJE DEL TECHO.	1
	4.2.1 SUB-ENSAMBLE Y MONTAJE DEL PONTÓN.	2
	4.2.2 OBRA FALSA PARA APOYO Y ARMADO DEL TECHO.	4
	4.2.3 ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.	9
	4.2.4 SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.	9
	4.2.5 INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE SOPORTES DEFINITIVOS DEL TECHO.	9
	4.2.6 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.	15
SECCIÓN	5.0 INSTALACIÓN DEL TUBO-SELLO.	1
	5.1 GENERALIDADES.	1
	5.2 INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL SELLO.	3

SECCIÓN	6.0	ACCESORIOS.	1
	6.1	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.	1
	6.1.1	LOCALIZACIÓN DE ACCESORIOS.	2
	6.2	SOLDEO DE ACCESORIOS.	2
	6.3	PRUEBAS EN LAS PLACAS DE REFUERZO.	5
	6.4	INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.	6
SECCIÓN	7.0	PRUEBAS, INSPECCIONES, LIMPIEZA, PINTURA Y CONCLUSIONES.	1
	7.1	INSPECCIÓN DE SOLDADURAS DEL FONDO Y TECHO DEL TANQUE.	1
	7.2	PRUEBAS EN EL PONTÓN Y BOYAS.	3
	7.3	ENVOLVENTE DEL TANQUE Y PRUEBAS DE FLOTACIÓN.	4
	7.4	INSPECCIÓN FINAL.	4
	7.5	PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR.	8
	7.6	CONCLUSIÓN.	9
		FUENTES DE INFORMACIÓN.	12
		DIAGRAMA DE LA SECUENCIA DE MONTAJE.	13

PEMEX S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	3 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE, N° 1		

F. UN MONTACARGA CON LLANTAS NEUMÁTICAS Y CAPACIDAD DE 8 TON.

G. UNA CAMIONETA DE REDILAS CON CAPACIDAD DE 3 TON.

H. 5 TIRFORDS DE 2 TON. DE CAPACIDAD Y 25 METROS DE CABLE.

I. 5 EQUIPOS DE CORTE PARA OXI-ACETILENO, CON MANGUERAS DE 30 METROS.

J. 10 EQUIPOS DE ARCO-AIRE.

15 ESMERILES NEUMÁTICOS O ELÉCTRICOS.

10 CINCELES NEUMÁTICOS.

K. HERRAMIENTA DIVERSA PARA MONTAJE Y SOLDADURA: MARTILLOS DE BOLA, MARROS, MACETAS, BARRETAS (GRIFAS), LLAVES, DISCOS ABRASIVOS, MANGAS, CARETAS, LONAS, SOMBRILLAS, GOGGLES, ETC.

L. TABLONES PARA ANDAMIOS EN NÚMERO SUFICIENTE DE 2" POR 10" Y 4" POR 10".

MÉNULAS PARA ANDAMIOS EN NÚMERO SUFICIENTE.

ANDAMIOS TUBULARES DESMONTABLES O DEL TIPO GÓNDOLA CORREDIZOS.

1.2.1 HERRAJES PARA ARMAR Y AJUSTAR JUNTAS ENTRE PLACAS.

LA CÍA. CONTRATISTA DEBERÁ EXHIBIR EN LA OBRA UN LOTE COMPLETO DE HERRAJES EN CANTIDADES SUFICIENTES, ANTES DE INICIAR CUALQUIER OPERACIÓN DE MONTAJE. EL SUPERVISOR DE PEMEX TENDRÁ LA OBLIGACIÓN DE REVISAR DICHO LOTE EN FORMA EXHAUSTIVA Y RE

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-85	5 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CHAZAR A SU JUICIO, TODAS AQUELLAS PIEZAS QUE SE ENCUENTREN EN MAL ESTADO, YA SEA POR USO EXCESIVO, POR MAL TRATO O DIMENSIONES DIFERENTES A LAS ESPECIFICADAS EN LOS DIBUJOS CORRESPONDIENTES, INCLUIDOS EN ESTE MANUAL.

1.2.2 HERRAMIENTA ADICIONAL PARA MANIOBRAS Y MANEJO DE PLACAS.

LA SIGUIENTE LISTA CORRESPONDE A LA HERRAMIENTA QUE SE NECESITA PARA LAS MANIOBRAS DE DESCARGA, ALMACENAJE Y ACARREOS HASTA EL LUGAR DE LA ERECCION DE LAS PLACAS, QUE POR SU TAMAÑO Y PESO REQUIEREN SER MANEJADAS CON EL EQUIPO DE GRÚAS, INDICANDO EN EL PÁRRAFO 1.2.

- A. 2 PIEZAS. BALANCÍN DE 7.00 M. DE CLARO, ENTRE APOYOS Y CAPACIDAD DE 8 TON. (PREFERIBLE TUBULAR).
- B. 6 PIEZAS. PERROS PARA PLACA DE 38 MM. (1 1/2") DE ESPESOR MÁXIMO CON MORDAZAS ENDURECIDAS.
- C. 6 PIEZAS. IDEM PERO PARA PLACA DE 19 MM. (3/4) DE ESPESOR MÁXIMO.
- D. 4 PIEZAS. BARRAS REDONDAS DE ACERO LAMINADO Y PUNTA CÓNICA DE 38 MM. (1 1/2") DE DIÁMETRO Y 1.50 M. DE LONGITUD.
- E. 4 PIEZAS. IDEM PERO DE 0.75 M. DE LARGO Y 19 MM. (3/4") DE DIÁMETRO.
- F. 4 PIEZAS. GRIFAS DE 38 MM. (1 1/2") DE DIÁMETRO Y 1.50 M. DE LARGO.
- G. 20 PIEZAS. CINCELES DE ACERO LAMINADO DE 25 MM. (1") DE DIÁMETRO Y 200 MM. (8") DE LARGO.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES , TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HORA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	6 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- H. 20 PIEZAS. MARTILLO DE BOLA DE 900 GRAMOS (2LBS).
- I. 10 PIEZAS. GRILLETES DE TORNILLO DE 19 MM. (3/4").
- J. 6 PIEZAS. IDEM PERO DE 38 MM. (1 1/2").
- K. 6 PIEZAS. ESTROBOS DE CABLE DE ACERO DE 19 MM. (3/4") - DE DIÁMETRO Y 4.00 M. DE LONGITUD.
- L. 3 PIEZAS. IDEM PERO DE 25 MM. (1") DE DIÁMETRO Y 4.00 M. DE LONGITUD.

1.3 CIMENTACIÓN. REVISIONES Y TRAZOS.

- LOS GRANDES TANQUES Y AQUELLOS CON PAREDES MUY ALTAS, TRANSMITEN CARGAS CONSIDERABLES A LOS CIMIENTOS BAJO LA ENVOLVENTE. ESTO ES MUY IMPORTANTE EN TANQUES CON TECHO FLOTANTE, EN LO QUE SE REFIERE A ASENTAMIENTOS Y POR LO TANTO, A DEFORMACIONES DE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE. EN ÉSTE CASO, O EN CUALQUIER OTRO, DONDE LA CAPACIDAD DE UN CIMIENTO PARA TRANSMITIR LAS CARGAS ES DUDOSA, SE RECOMIENDA USAR UNA CIMENTACIÓN A BASE DE ANILLOS BAJO LA ENVOLVENTE, QUE PUEDEN SER DE CONCRETO ARMADO O DE PIEDRA TRITURADA O GRAVA GRUESA. EN NUESTRO PAÍS, SE HA GENERALIZADO EL USO DE LOS ANILLOS DE CONCRETO PARA CUALQUIER CAPACIDAD DE TANQUES, LOS CUALES SON DISEÑADOS Y CONSTRUÍDOS DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL API STD. 650. APÉNDICE B, SECCIÓN B-4, PÁRRAFO B.4.3 Y A LOS CÓDIGOS ACI 318 Y ANSI A 89.1. SIN EMBARGO, EN ESTE MANUAL SE ESTÁN CONSIDERANDO TAMBIÉN LOS ANILLOS DE PIEDRA O GRAVA, YA QUE ES POSIBLE USARLOS EN TANQUES DE MEDIANA Y BAJA CAPACIDAD CON TECHOS FLOTANTES O FIJOS Y EN TERRENOS RESISTENTES. VÉASE EL

P E M E X I S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : ING. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : ING. J. H. B.	IV-85	7. DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

MISMO APÉNDICE B DEL API, PÁRRAFO B.4.4 Y FIGURA B-2 PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ÉSTOS ANILLOS.

1.3.1 REVISIONES GENERALES.

LAS CIMENTACIONES CONSTRUIDAS SEAN DE CONCRETO O DE PIEDRA, ESTARÁN SUJETAS A LAS SIGUIENTES REVISIONES ANTES DE PROCEDER A LA ERECCIÓN DEL TANQUE, CONJUNTAMENTE POR EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y POR EL SUPERVISOR DE PEMEX:

1. EL RADIO MEDIO DEL ANILLO DEBERÁ SER EL CORRECTO, SEGÚN DISEÑO CON UNA TOLERANCIA DE ± 25 MM. (1").
2. LAS DIMENSIONES DEL ANILLO SERÁN REVISADAS, ASÍ COMO LA LOCALIZACIÓN DE REBAJES PARA LAS PUERTAS DE LIMPIEZA. (VÉASE SECCIÓN 3.7.7 FIGURA 3-9 DEL API 650).
3. SE EXAMINARÁN LAS DIMENSIONES, LOCALIZACIÓN Y ELEVACIÓN DE LAS TUBERÍAS SUBTERRÁNEAS Y LAS EXCAVACIONES.
4. LA PENDIENTE DE LA BASE (PENDIENTE DEL FONDO DEL TANQUE) Y LA ELEVACIÓN DE LA CORONA EN EL CENTRO DEL TANQUE, SERÁN REVISADAS Y PROBADAS, DE ACUERDO A LOS PLANOS DE CIMENTACIÓN.
5. LA BASE DEBERÁ SER COMPACTADA, UNIFORME Y CONFIGURADA APROPIADAMENTE. LA SUPERFICIE DEBERÁ ESTAR LIBRE DE PIEDRAS DE DIÁMETROS MAYORES DE 25 MM. (1"). VÉASE API STD 650. APÉNDICE B SECCIÓN 3.3.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	8 DE 30
SECCION I.Q. GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

6. SI LA BASE ESTÁ PETROLIZADA Y EL ACEITE CUBRE LA SUPERFICIE O ESTÁ SATURADA A TAL PUNTO QUE PUDIERA MANAR O FLUIR A TRAVÉS DE LAS JUNTAS DEL FONDO, DEBERÁ SER CORREGIDA POR EL CONTRATISTA DE LA CIMENTACIÓN, ANTES DE INICIAR EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.

1.3.1.1. ASIENTO DE LA OBRA.

CUANDO LLEGUE EL CONTRATISTA Y SU RESIDENTE AL LUGAR DE LA OBRA, DEBERÁ REVISAR TANTO LA CIMENTACIÓN, ASÍ COMO SUS ÁREAS ADYACENTES. CONCEPTOS A REVISAR INCLUYEN: UN DRENAJE ADECUADO, ACCESOS Y ZONAS RIESGOSAS COMO TUBOS Y CABLES ELÉCTRICOS Y EN GENERAL UNA ADECUADA ÁREA DE TRABAJO.

1.3.1.2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO,

HÁGANSE SEIS (6) PERFORACIONES SIMÉTRICAS ALREDEDOR DEL PERÍMETRO DE LA ENVOLVENTE Y UNA (1) EN EL CENTRO DEL TANQUE, CON OBJETO DE INVESTIGAR LAS IRREGULARIDADES DEL SUBSUELO COMO: PIEDRAS AFLORANDO, CAVIDADES DE ARCILLA, VACÍOS, ETC. ESTO ES IMPORTANTE DEBIDO A QUE ÉSTAS IRREGULARIDADES PUEDEN LLEGAR A PRODUCIR ASENTAMIENTOS DESIGUALES.

SI EL ÁREA ALREDEDOR DEL TANQUE ES BLANDA Y LODOSA, ENTERRAR UNA VARILLA REDONDA DE 13 MM. (1/2") A UN LADO DEL CIMIENTO EN DISTINTOS LUGARES PARA ASEGURARSE QUE LA BASE NO ESTÁ DESPLANTADA SOBRE MATERIAL SUELTO (BASURA, ABONO, ETC.) LAS CONDICIONES DEL SITIO DE LA ERECCIÓN PUEDEN NO SER LAS QUE SE ESPECIFICAN EN EL DISEÑO, EN CUYO CASO EL RESIDENTE DE -

P E M E X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	9 DE 30
SECCION I.O. GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PEMEX Y EL DEL CONTRATISTA, NO DEBERÁN TITUBEAR EN NOTIFICAR A LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, SI EL SITIO NO ES ACCESIBLE O SI NO ESTÁ DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES.

1.3.2 TRAZOS PRELIMINARES. CENTRO Y EJES DEL TANQUE.

EN LA MAYORÍA DE LOS CONTRATOS ES DE LA RESPONSABILIDAD DE PEMEX, ESTABLECER PUNTOS DE REFERENCIA ADECUADOS QUE PERMITEN LA LOCALIZACIÓN EXACTA DEL CENTRO DE UN TANQUE Y DE LOS EJES DEL MISMO. SIN EMBARGO, EL CONTRATISTA DEL MONTAJE TIENE LA OBLIGACIÓN, A TRAVÉS DE SU PERSONAL, DE VERIFICAR CON EL SUPERVISOR DE PEMEX, LA EXACTITUD DE ESTOS PUNTOS.

1.3.2.1. CENTRO.

ES NECESARIO LOCALIZAR EL CENTRO DEL TANQUE EN LA BASE, ANTES QUE SEAN TENDIDAS LAS PLACAS DEL FONDO. ALGUNAS VECES SE CONSERVA EL CENTRO ORIGINAL QUE SIRVIÓ PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN (LOCALIZADO POR COORDENADAS EN LOS PLANOS GENERALES DE PROYECTO). SIN EMBARGO, EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA DEBERÁ ASEGURARSE QUE ESTE CENTRO ES CORRECTO Y NO SUPONERLO SIMPLEMENTE. SI NO HAY NINGUNA ESTACA O SEÑAL QUE MARQUE EL CENTRO, ESTE SE LOCALIZARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:

1. MÍDASE EL DIÁMETRO DE LA BASE EN TRES LUGARES APROXIMADAMENTE A 120° (DIÁMETRO INTERIOR DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN)

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA: IV-86
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	HOJA: 10 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1	

2. CALCULAR UN DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS MEDICIONES ANTERIORES Y DETERMINAR EL RADIO PROMEDIO.
3. SOSTENER UN EXTREMO DE LA CINTA METÁLICA EN UN PUNTO "A" DEL DIÁMETRO INTERIOR DEL ANILLO Y DESCRIBIR UN ARCO CON EL RADIO CALCULADO, CRUZANDO EL CENTRO DE LA BASE..
4. EN OTROS DOS PUNTOS B Y C DE LA PARED INTERIOR DEL ANILLO A 120° APROXIMADAMENTE DEL PRIMERO, REPETIR EL PASO 3 - - (FIGURA 1.3.2.1.A).

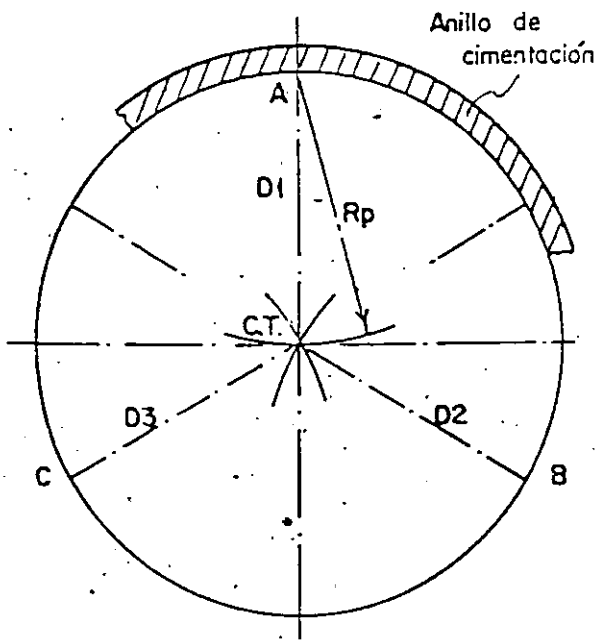
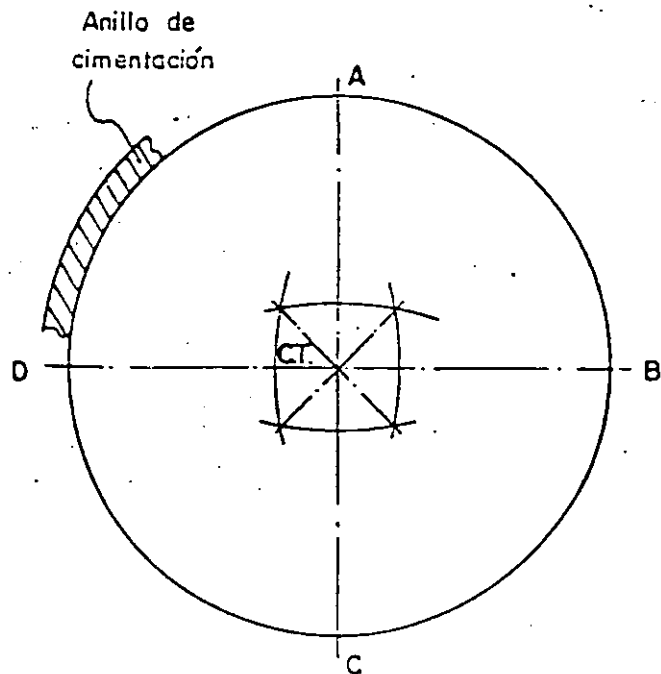


FIG. 1.3.2.1A

$$D_p = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}$$

$$R_p = \frac{D_p}{2}$$



P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES - TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86	11 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5. LA INTERSECCION DE LOS TRES ARCOS DA EL CENTRO BUSCADO. MARCARLO CON UNA ESTACA.
6. OTRO PROCEDIMIENTO PARA LOCALIZAR EL CENTRO CUANDO NO EXISTE, ES EL SIGUIENTE: FIJAR CUATRO PUNTOS A, B, C Y D APROXIMADAMENTE A 90° DE SEPARACION Y TRAZAR CUATRO ARCOS DESDE ESTOS PUNTOS, CON UN RADIO UN POCO MAYOR QUE EL REAL. EL CRUCE DE LAS DIAGONALES TRAZADAS EN LA INTERSECCION DE LOS ARCOS, DA EL CENTRO DEL TANQUE. (FIGURA NO. 1.3.2.1B).
7. DESPUES QUE HA SIDO LOCALIZADO EL CENTRO, MÍDASE EL RADIO DEL TANQUE EN TODAS DIRECCIONES (DEBERÁ COINCIDIR CON EL EJE DEL ANILLO) PARA CONFIRMAR QUE LAS DIMENSIONES DE LA BASE SON LAS ADECUADAS PARA EL TANQUE QUE SE VA A MONTAR Y QUE EL CENTRO ESTÉ CORRECTAMENTE FIJADO.

1.3.2.2 ORIENTACIÓN Y EJES DEL TANQUE.

LA ORIENTACIÓN INDICADA EN LOS PLANOS, ESTÁ REFERENCIADA GENERALMENTE AL NORTE O EJE 0°. ESTE NORTE CONSTRUCTIVO O DE DIBUJO PUEDE NO COINCIDIR CON EL NORTE REAL, DE MODO QUE ES MUY IMPORTANTE VERIFICAR CON PERSONAL DE PEMEX QUE LA ORIENTACIÓN DE BOQUILLAS, PUERTAS, ETC., ESTÉN DE ACUERDO CON LO ESPECIFICADO EN EL DISEÑO DEL TANQUE.

PARA REFERENCIAS POSTERIORES, DEBERÁN TRAZARSE CON EXACTITUD LOS EJES N-S Y E-W (0°-180° Y 90°-270°) DE ACUERDO CON LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS. MÁRQUESE EN LA CARA SUPERIOR DEL ANILLO DE CONCRETO Y PÁSENSE A SU CARA EXTERIOR, DE MODO QUE

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	12 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

NO SE BORREN. CON ESTOS TRAZOS SERÁ FÁCIL ENCONTRAR CON EXACTITUD EL CENTRO DEL TANQUE DESPUÉS QUE SE HA TENDIDO EL FONDO (FIGURA 1.3.2.2).

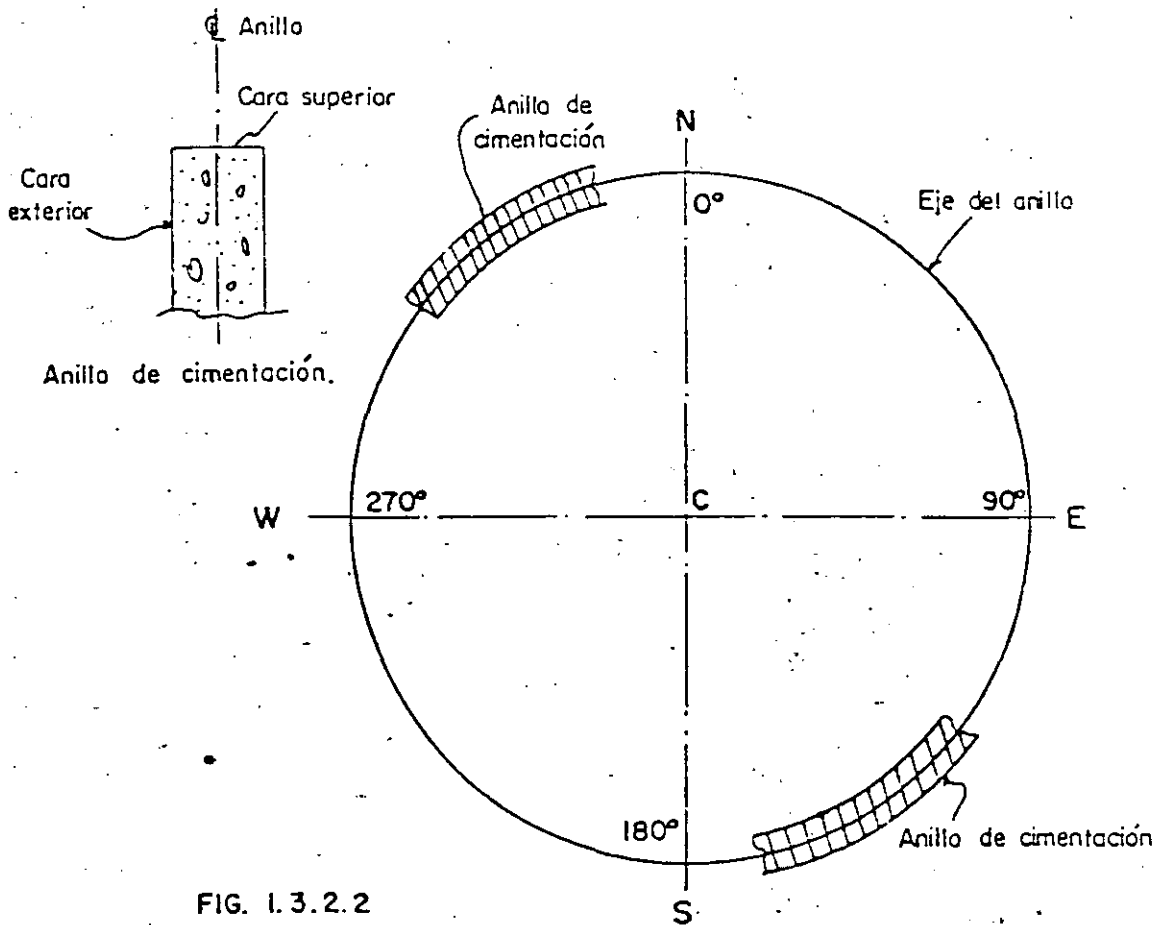


FIG. 1.3.2.2

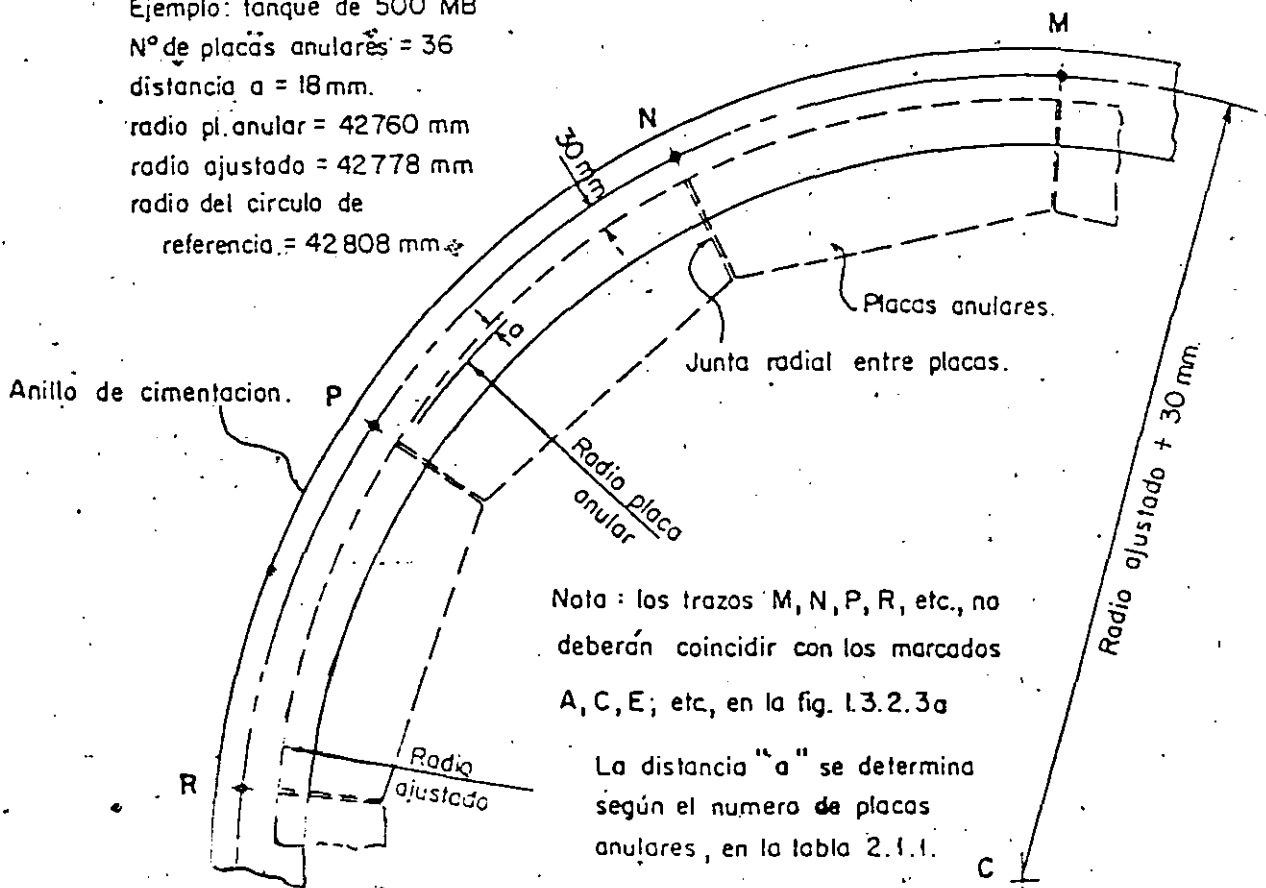
1.3.2.3. TRAZOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN.

CON EL RADIO CORRESPONDIENTE AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE Y AUXILIADO CON LA CINTA METÁLICA, TRAZAR UN CÍRCULO SOBRE LA CARA SUPERIOR DEL ANILLO. DESDE EL PUNTO DE INICIO DEL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE - INDICADO EN LOS PLANOS, TRÁCENSE EN EL CÍRCULO LAS CUERDAS

P E M E X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	14 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

CON UN RADIO IGUAL AL RADIO AJUSTADO DE LA PERIFERIA DE LAS PLACAS ANULARES, AUMENTANDO 30 MM. (VÉASE PÁRRAFO 2.1.1 PARA ESTE RADIO AJUSTADO), TRÁCESE UN CÍRCULO DE REFERENCIA SOBRE EL ANILLO DE CONCRETO. SOBRE ESTE CÍRCULO MARCAR LA POSICIÓN CORRECTA DE LAS JUNTAS RADIALES ENTRE PLACAS ANULARES, CUIDANDO DE NO HACER COINCIDIR LOS TRAZOS DE LAS JUNTAS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE MARCADAS SEGÚN EL PÁRRAFO ANTERIOR CON ÉSTOS ÚLTIMOS TRAZOS. LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE AMBAS JUNTAS ES DE 300 MM. (VÉASE LA FIGURA 1.3.2.3.B).

Ejemplo: tanque de 500 MB
 N° de placas anulares = 36
 distancia $a = 18$ mm.
 radio pl. anular = 42760 mm
 radio ajustado = 42778 mm
 radio del círculo de referencia = 42808 mm



Nota: los trazos M, N, P, R, etc., no deberán coincidir con los marcados A, C, E; etc, en la fig. 1.3.2.3a

La distancia "a" se determina según el número de placas anulares, en la tabla 2.1.1.

FIG. 1.3.2.3B

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-36	15 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

COMO EJEMPLO, APLIQUEMOS EL INSTRUCTIVO ANTERIOR A UN TANQUE DE 500,000 BLS. DE CAPACIDAD IDÉNTICO A LAS FABRICADAS Y MONTADAS PARA PEMEX CON INGENIERÍA PDM (VÉASE LA FIGURA - 1.3.2.3.B PARA LOS CÁLCULOS).

1.4 NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ, TOLERANCIAS.

PARA ASEGURAR EL MONTAJE CORRECTO DE UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE Y QUE POSTERIORMENTE DEBA FUNCIONAR SIN PROBLEMAS, SE NECESITA REVISAR PRIMERO EN LA CIMENTACIÓN Y DESPUÉS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE LA ERECCIÓN DE LA ENVOLVENTE, QUE LOS REQUERIMIENTOS DE NIVELACIÓN, VERTICALIDAD Y REDONDEZ DE ÉSTAS PARTES, SE ENCUENTREN DENTRO DE LAS TOLERANCIAS MARCADAS EN EL CÓDIGO API. Es PUÉS, RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR DE PEMEX Y DEL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA, QUE ÉSTA DISPOSICIÓN SE LLEVE A CABO Y SE COMPLEMENTE CON LOS REGISTROS CORRESPONDIENTES PARA COMPARAR EL COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LAS PRUEBAS A QUE SE SOMETERÁ.

EN ESTA SECCIÓN DEL MANUAL SE FIJAN LAS TOLERANCIAS Y SE ESTABLECEN LOS PROCEDIMIENTOS PARA MANTENER LA CIMENTACIÓN DE UN TANQUE A NIVEL, ASÍ COMO LA REDONDEZ DEL MISMO DURANTE LA ERECCIÓN. EL ENRASE DE UN ANILLO DE CONCRETO O DE PIEDRA TRITURADA O GRAVA GRUESA FUERA DE NIVEL, PUEDE ORIGINAR:

1. DEFORMACIÓN (PANDEADURAS Y PARTES PLANAS) EN LA ENVOLVENTE.
2. TANQUES FUERA DE REDONDEZ.
3. TANQUES FUERA DE VERTICALIDAD

P E M E Y S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	FOLIA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	16 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

4. SEPARACIONES IRREGULARES EN LAS JUNTAS HORIZONTALES DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.
5. DIFICULTADES EN EL AJUSTE Y EN EL SOLDEO DE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE.

LA EXPERIENCIA HA DEMOSTRADO QUE EL TIEMPO CONSUMIDO EN REVISAR Y CORRIGIR EL ENRASE DE UNA CIMENTACIÓN FUERA DE NIVEL, PUEDE EVITAR SERIOS PROBLEMAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y OPERACIÓN DE UN TANQUE. COMPLEMENTANDO LO ANTERIOR SE RECOMIENDA TOMAR LECTURAS PERIÓDICAS DE NIVELACIÓN Y LLEVAR UN REGISTRO DE LOS ASENTAMIENTOS QUE HUBIERA, ASÍ COMO CUALQUIÉR OTRO PROBLEMA EN LA CIMENTACIÓN QUE PUDIERA AFECTAR LA OPERACIÓN DE UN TANQUE DURANTE SU VIDA ÚTIL.

1.4.1 TOLERANCIA DE NIVEL EN LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.

CUANDO SE DISEÑAN ANILLOS DE CONCRETO PARA RECIBIR LA ENVOLVENTE, SE CONSIDERA A NIVEL LA CARA SUPERIOR O ENRASE DE DICHO ANILLO AÚN CUANDO HAYA UNA DIFERENCIA DE ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN UNA LONGITUD DE CIRCUNFERENCIA DE 9.00 M. (30') TOMADA ARBITRARIAMENTE EN CUALQUIER PARTE DE LA MISMA Y CON UN DENIVEL DE ± 6 MM. ($\pm 1/4''$) DESDE UN PUNTO TOMADO COMO REFERENCIA, EN TODA LA CIRCUNFERENCIA.

SI EL ANILLO ES DE PIEDRA O GRAVA, LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES SON LAS SIGUIENTES: ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN 3.00 M. (10') DE LONGITUD DE CUALQUIER PARTE DEL ANILLO Y ± 13 MM. ($1/2''$) EN TODA LA CIRCUNFERENCIA DESDE UN PUNTO DE REFERENCIA.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION	
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR: Ing. J.L.	FECHA: HOJA
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR: Ing. J.M.B.	IV-86 17 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

1.4.2 REVISIÓN DEL NIVEL DE LOS ANILLOS DE CIMENTACIÓN.

PARA AMBOS TIPOS DE ANILLOS Y AUXILIADO CON LOS TRAZOS DECRITOS EN EL PÁRRAFO 1.3.2.3. PROCÉDASE A HACER LA REVISIÓN COMO SIGUE: COLOCAR UN NIVEL EN EL CENTRO DE LA BASE DEL TANQUE. COMENZANDO CON LA LOCALIZACIÓN DE LA PRIMERA JUNTA VERTICAL A PARTIR DEL NORTE CONVENCIONAL Ó 0°, TÓMENSE LECTURAS DEL NIVEL DEL ANILLO EN CADA MARCA (JUNTAS VERTICALES Y A MEDIA PLACA) MOVIÉNDOSE DE DERECHA A IZQUIERDA. CADA GRUPO DE LECTURAS DEBERÁ REGISTRARSE EN UNA FORMA ADECUADA COMO LA QUE SE ANEXA (CUADRO 1.4.2) Y SE ENVIARÁN A LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, CONSERVANDO EL SUPERVISOR UNA COPIA. ESTAS OPERACIONES TOPOGRÁFICAS SE HARÁN ANTES QUE SE TIENDA EL FONDO Y SERVIRÁN PARA QUE REVISIONES POSTERIORES, DURANTE EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE Y DESPUÉS QUE EL TANQUE HA PASADO POR LAS PRUEBAS DE RIGOR, SE COMPAREN CON LA PRIMERA, A FIN DE DETECTAR POSIBLES ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN.

SI EN LA PRIMERA NIVELACIÓN RESULTA UN ANILLO DE CIMENTACIÓN FUERA DE LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES, NOTIFÍQUESE INMEDIATAMENTE A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN ANTES DE TENDER EL FONDO PARA RECIBIR INSTRUCCIONES DE COMO PROCEDER. EL CONTRATISTA DE LA CIMENTACIÓN DESARROLLARÁ SUS MAYORES ESFUERZOS PARA CONSTRUIR SUS ANILLOS DENTRO DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS. SIN EMBARGO, EN MUCHOS CASOS NO SE LOGRARÁ ÉSTA EXACTITUD POR LO QUE LA SUPTCIA. LOCAL TIENE LA OPCIÓN DE RECOMENDAR EL USO DE CALZAS CON LÁMINAS DELGADAS DE ACERO, EN CUYO CASO EL RIMERO DE ÉSTAS DEBERÁ ESTAR A NIVEL CON UNA TOLERANCIA DE ± 1.5 MM. ($\pm 1/16$ "). LA BASE DEBERÁ ESTAR A NIVEL CON EL ENRASE, DEL ANILLO O CON EL EMPAQUE DE LÁMINAS DE LAS CALZAS PARA QUE SE TENGA UN APOYO EFECTIVO DE LAS PLACAS DEL FONDO (FIGURA 1.4.2).

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN		
TANQUES CILÍNDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-85	18 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

HOJA ____ DE ____

SUPERINTENDENCIA LOCAL DE CONSTRUCCIÓN _____

NIVELACION DE LA CIMENTACION

TANQUE _____ DE _____ BLS.

PUNTO	LECTURA	D I F E R E N C I A		DISTANCIA AL ANTERIOR	CUMPLE ESPECIF.	OBSERVACIONES
		PUNTO MÁS ALTO	PUNTO MÁS BAJO			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
.						
.						
.						
66						
67						
68						

NOTAS:

- 1.- LAS LECTURAS FUERON HECHAS SOBRE PUNTOS SITUADOS EN LA CIRUNFERENCIA CORRESPONDIENTE A LA ENVOLVENTE DEL TANQUE, A CADA 5° QUE EQUIVALEN A + _____ MM. ENTRE SÍ Y SON TAMBIÉN LOS PUNTOS DE LECTURA PARA MEDICIÓN DE REDONDEZ Y VERTICALIDAD DE LA ENVOLVENTE.
- 2.- CUANDO SE DETECTEN PUNTOS FUERA DE TOLERANCIA, SE HARÁN LAS CORRECCIONES NECESARIAS ANTES DE SOMETER LA CIMENTACIÓN TERMINADA A REVISIÓN DE LAS OPERATIVAS PARA SU RECEPCIÓN.
- 3.- FIRMAS DEL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y DEL SUPERVISOR DE PEMEX.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	19 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

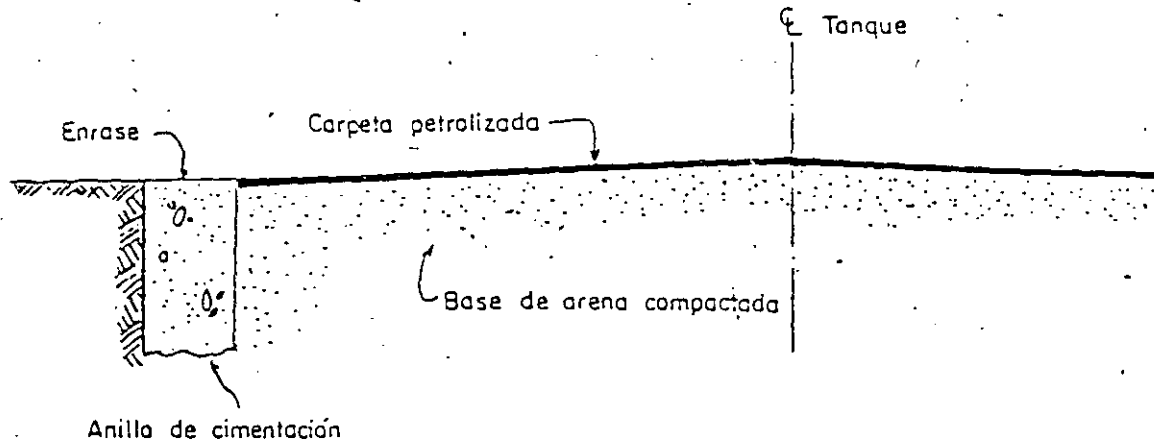


FIG. I.4.2

1.4.3. REQUERIMIENTOS DE HORIZONTALIDAD DE LA ENVOLVENTE.

LA ORILLA SUPERIOR DE CADA ANILLO DE LA ENVOLVENTE DEBERA -- ESTAR A NIVEL CON UNA TOLERANCIA DE ± 3 MM. ($\pm 1/8''$) EN UNA LONGITUD DE 9.00 M. (30') EN CUALQUIER PARTE DEL PERÍMETRO DEL TANQUE Y UNA TOLERANCIA DE ± 6 MM. ($\pm 1/4''$) EN LA CIRCUNFERENCIA TOTAL DESDE UN PUNTO DE REFERENCIA. ESTAS TOLERANCIAS SON APLICABLES A CUALQUIER TIPO DE CIMENTACIÓN ADOPTADO SIN EMBARGO, UNA ENVOLVENTE DESPLANTADA SOBRE UN ANILLO DE PIEDRA O GRAVA, CASI SIEMPRE TENDRÁ QUE SER RENIVELADA PARA ALCANZAR LOS CRITERIOS ACEPTADOS DE NIVEL.

1.4.4 VERTICALIDAD.

LA MÁXIMA DESVIACIÓN DE LA VERTICAL DESDE LA PARTE MÁS ALTA DE LA ENVOLVENTE A UN PUNTO SITUADO A 500 MM. ARRIBA DEL FONDO, NO DEBERÁ EXCEDER DE $1/200$ DE LA ALTURA TOTAL H DE L

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-66	20 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ENVOLVENTE; LA DESVIACION EN CADA ANILLO, SERA PROPORCIONAL A LA MAXIMA. POR EJEMPLO: EN LOS TANQUES CON 6 ANILLOS DE -- 2438 MM. (8') DE ANCHO CADA UNO, LA ALTURA TOTAL H VALDRA -- 14,628 MM. (48'). LA DESVIACION TOTAL SERA DE 76 MM. (3") - EN NUMEROS REDONDOS Y EN CADA ANILLO, LA TOLERANCIA SE INCREMENTARA 12.5 MM. (1/2") COMO MAXIMO. (VEASE LA FIGURA 1.4.4)

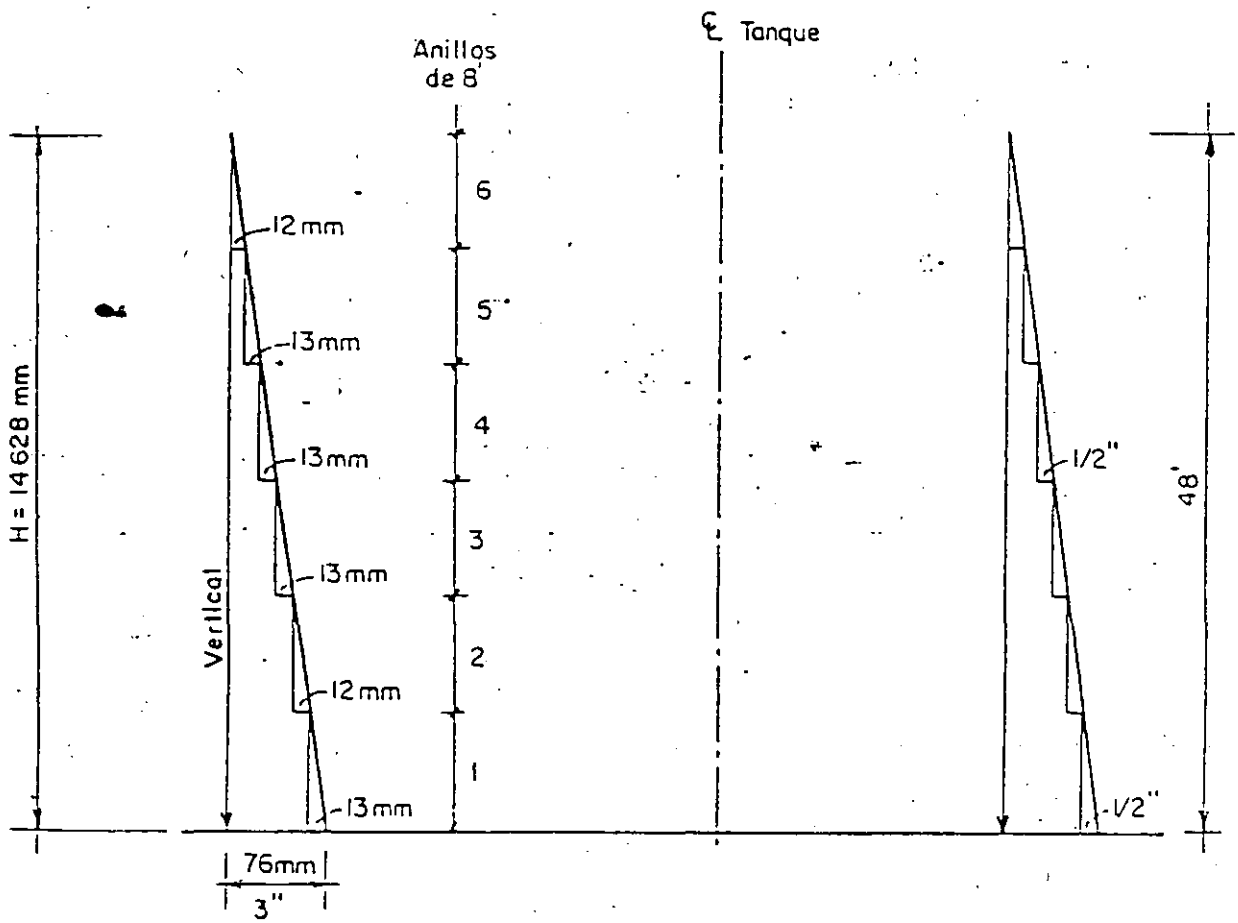


FIG. 1.4.4

P E M E X S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIONES			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	21 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA DESVIACIÓN CON RESPECTO A LA VERTICAL EN CUALQUIER PLACA DE LA ENVOLVENTE NO EXCEDERÁ DE LOS VALORES ESPECIFICADOS DE LAS TOLERANCIAS DE LAMINACIÓN EN LAS TABLAS 14 Ó 15 DE LA ESPECIFICACIÓN A6 DE ASTM O DE LAS TABLAS 10 Ó 13 DE LA ESPECIFICACIÓN A20 TAMBIÉN DE ASTM, SIENDO APLICABLE CUALQUIERA DE ELLAS.

1.4.5 REDONDEZ.

LOS RADIOS DE LA ENVOLVENTE MEDIDOS A 300 MM. (1') ARRIBA DEL FONDO, NO EXCEDERÁN DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS EN LA TABLA 1.4.5. VÉASE LA SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.3 DEL API 650.

TABLA 1.4.5

DIÁMETRO DE TANQUE	TOLERANCIA EN EL RADIO
HASTA 12 METROS (40')	± 13 MM. ($\pm 1/2$ ")
DE 12 A 45 METROS (40' A 150')	± 19 MM. ($\pm 3/4$ ")
DE 45 A 76 METROS (150' A 250')	± 25 MM. (± 1 ")
MAYOR DE 76 METROS (MAYOR DE 250')	± 32 MM. ($\pm 1 1/4$ ")

1.4.6 "PEAKING" (DISTORSIÓN VERTICAL)

LA TOLERANCIA POR "PEAKING" EN LA ENVOLVENTE, SERÁ DE 13 MM. MEDIDA CON UNA CERCHA DE MADERA DE 900 MM. (36") DE LONGITUD, CURVADA AL RADIO EXTERIOR DEL TANQUE (SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.3 DEL API).

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	22 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.4.7 "BANDING" (DISTORSIÓN HORIZONTAL).

LA TOLERANCIA POR "BANDING" EN LA ENVOLVENTE SERÁ DE 13 MM. (1/2") MEDIDA CON UNA CERCHA DE MADERA RECTA DE 900 MM. (36") DE LONGITUD (SECCIÓN 5, PÁRRAFO 5.5.4 DEL API).

1.4.8 NIVELACIÓN DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.

LLEVAR REGISTROS ADECUADOS DE LAS LECTURAS DE NIVELACIÓN DE LA ENVOLVENTE, DESPUÉS QUE CADA UNO DE LOS PRIMEROS TRES ANILLOS HA SIDO MONTADO. SI HA OCURRIDO UN ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MIENTRAS SE ESTÁ MONTANDO EL SEGUNDO Y EL TERCER ANILLO, CONTINUAR REVISANDOLOS HASTA QUE DOS ANILLOS CONSECUTIVOS NO REGISTREN HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES. ASENTAR LECTURAS ANTES Y DESPUÉS DE CADA RE-NIVELACIÓN. TAMBIÉN REGISTRAR LOS DIÁMETROS DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE EN TODOS LOS ANILLOS QUE REQUIERAN LECTURAS DE NIVEL. VÉASE LA TABLA 1.4.8 PARA LAS DIFERENCIAS ADMISIBLES EN DICHS DIÁMETROS.

TABLA 1.4.8

DIÁMETRO DEL TANQUE M - (PIES)	DIFERENCIA ADMISIBLE	
	DIAM. MAX. MM.	DIAM. MINIM. PULG.
0-12 (0-40)	25	(1)
12-45 (40-150)	38	(1 1/2)
45-76 (150-250)	51	(2)
MAYOR DE 76 (MAYOR DE 250)	64	(2 1/2)

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	23 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

ES MUY IMPORTANTE ESTABLECER EN EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE EXACTOS Y BIEN DEFINIDOS PUNTOS DE REFERENCIA EN CADA JUNTA VERTICAL Y A LA MITAD DE CADA PLACA DEL ANILLO. ESTO SE EJECUTA FACILMENTE USANDO PEDAZOS DE CINTAS MÉTRICAS (FLEXÓMETROS), ADHIRIENDOLOS Y LOCALIZANDOLOS EXACTAMENTE A UNA DISTANCIA CONVENIENTE DE LA ORILLA SUPERIOR DEL ANILLO (VÉASE FIGURA 1.4.8). COLOCAR LOS TRAMOS DE CINTA METÁLICA A UNA DISTANCIA DE 300 MM. DE CADA JUNTA VERTICAL Y OTRA A LA MITAD DE CADA PLACA, ASEGURÁNDOSE QUE ESTÉN ALINEADOS PERPENDICULARMENTE A SU ORILLA HORIZONTAL.

NOTA: Todas las cintas métricas adhesivas estarán a la misma distancia abajo de la orilla superior de las placas de la envolvente con una tolerancia de $\pm 1.5 \text{ mm (1/16")}$.
Primera junta vertical a partir del norte.

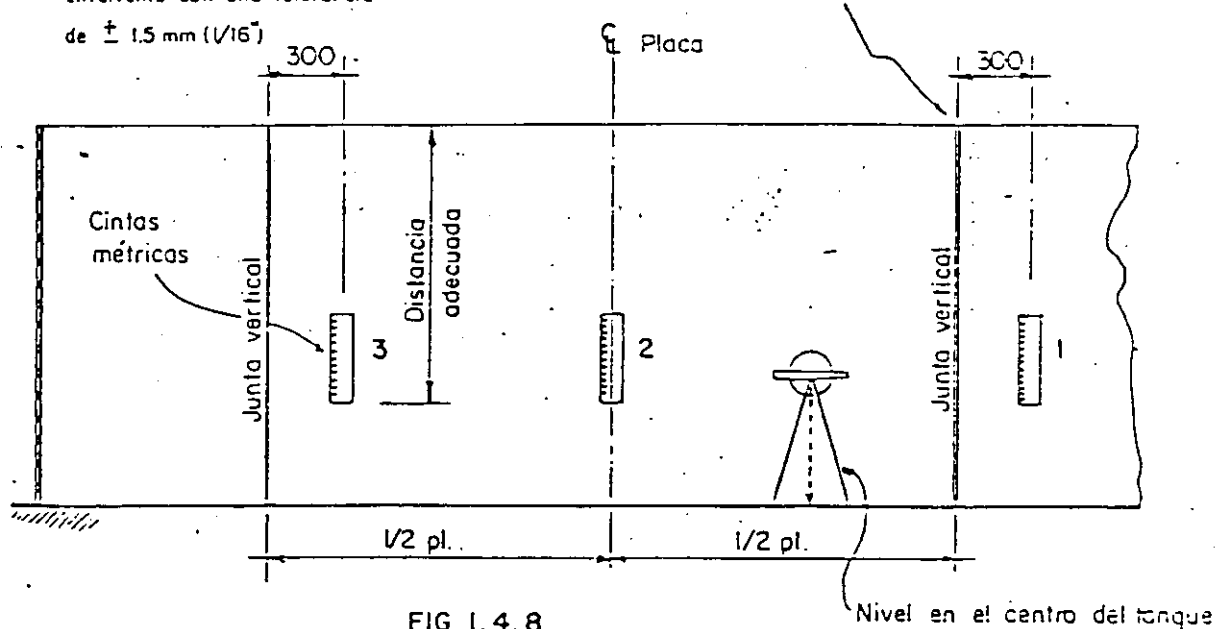


FIG. 1.4.8

DESPUÉS QUE LA JUNTA A ESCUADRA ENTRE LA PLACA ANULAR DEL FONDO Y LA ENVOLVENTE HA SIDO UNIDA, REVISAR LA HORIZONTALIDAD DEL PRIMER ANILLO. SI SE REQUIERE RE-NIVELAR, ENGANCHAR EL EXTREMO SUPERIOR DE LA ENVOLVENTE CON EQUIPO DE LEVANTAMIENTO APROPIADO Y ELEVAR LA ENVOLVENTE Y EL FONDO LO NECESARIO PARA INSERTAR Y AJUSTAR CALZAS DE LAINAS.

F E M E X I S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I.J.L.	FECHA	HORA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	24 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CUANDO SE REVISE EL NIVEL DE OTROS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE, VERIFICAR EL DE LOS ANILLOS SUPERIORES ARRIBA DE LAS JUNTAS VERTICALES Y EN LA MITAD DE LA PLACA DEL ANILLO INFERIOR. SI ES NECESARIO RE-NIVELAR EL TANQUE, Y LA ENVOLVENTE ES TAN ALTA QUE EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO NO PUEDE ALZARLA SE REQUERIRÁ USAR GATOS PARA REALIZAR ESTA OPERACIÓN.

1.5 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y MEDICIONES.

1.5.1 CINTAS DE MEDIR.

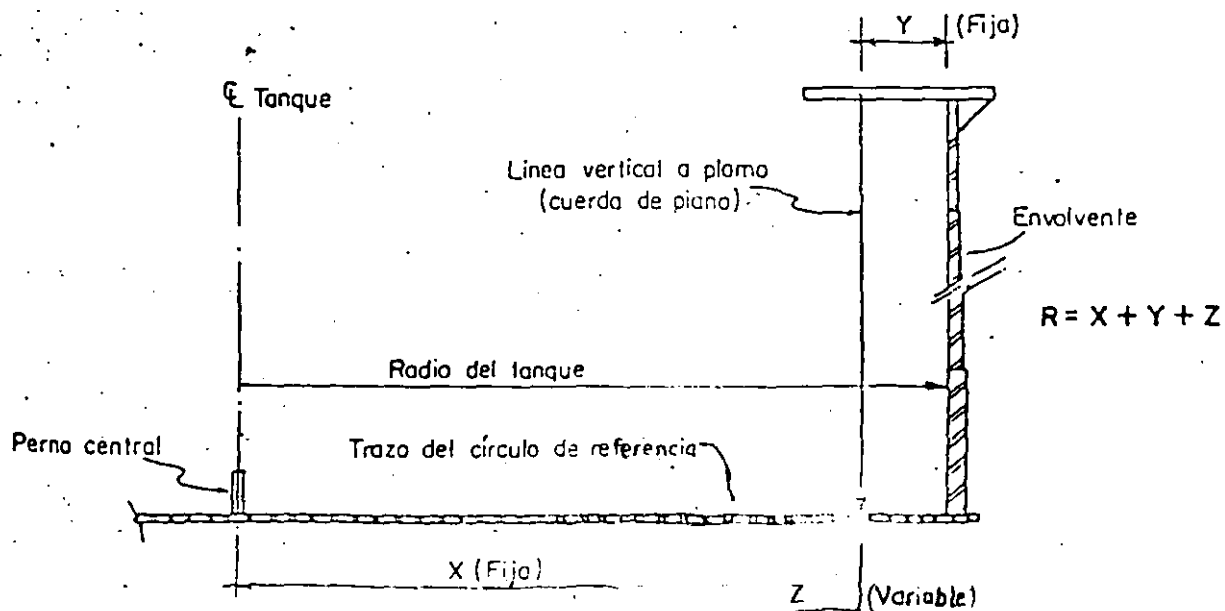
USAR ÚNICAMENTE CINTAS DE ACERO PARA EFECTUAR MEDICIONES. ESTÁ DEMOSTRADO QUE LAS CINTAS DE GÉNERO O DE FIBRA DE VIDRIO NO SON SEGURAS POR LA ÍNDOLE DE LAS MEDICIONES QUE SE REALIZAN DURANTE EL MONTAJE DE UN TANQUE. LAS CINTAS METÁLICAS SE CALÍBRAN COMUNMENTE A 4.5 Kg. (10 LB.) DE TENSIÓN CUANDO ESTÁN APOYADAS EN TODA SU EXTENSIÓN. POR LO TANTO, CUANDO SE EFECTÚAN MEDICIONES CON LA CINTA TENDIDA EN EL FONDO O SUSPENDIDA VERTICALMENTE ADOSEADA A LA PARED DE LA ENVOLVENTE, DEBERÁ SER ATIRANTADA CON LA TENSIÓN ANTES MENCIONADA. SIN EMBARGO, SI LA CINTA ESTÁ APOYADA SOLAMENTE POR SUS EXTREMOS, DEBERÁ AUMENTARSE LA TENSIÓN PARA REDUCIR LA FLECHA QUE SE FORMA. A 15 METROS (50') EL TIRÓN REQUERIDO ES DE -- 6 Kg. (13 LB.); A 30 M. (100') ES DE 14 Kg. (30 LB.) Y A -- 46 M. (150') DE 25 Kg. (55 LB.). SE REQUIEREN ESTOS VALORES PARA LOGRAR MEDICIONES EXACTAS. SI SE MIDEN RADIOS PARA REVISAR REDONDECES DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE DE UN TANQUE, ES MUY IMPORTANTE QUE LA TENSIÓN REQUERIDA SEA LA MISMA, CADA VEZ QUE SE EFECTÚA UNA MEDICIÓN Y PARA LOGRAR ÉSTO ES NECESARIO USAR UN DINANÓMETRO PARA GARANTIZAR LA IGUALDAD DE DICHAS TENSIONES Y A LAS ESPECIFICADAS DE ACUERDO CON LA DISTANCIA POR MEDIR.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUÉS CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-85	25 DE 30
SECCION 1.0 GENERALIDADES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1.5.2 MEDICIÓN DE LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE.

LA MEDICIÓN DIRECTA DEL RADIO DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE PARA FINES DE REVISIÓN DE LA REDONDEZ DE LA MISMA, DÁ RESULTADOS SATISFACTORIOS EN TANQUES HASTA ALREDEDOR DE --- 45.00 M. (150') DE DIÁMETRO. PARA RADIOS MAYORES HAY DOS -- PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN PARA OBTENER RADIOS REALES.

1. EL PRIMER MÉTODO CONSISTE EN TRAZAR UN CÍRCULO DE REFERENCIA EN EL FONDO CON UN RADIO X Y USAR UNA PLOMADA CON ALAMBRE CUERDA DE PIANO CON UNA MEDIDA Y , FIJA EN EL EXTREMO SUPERIOR DEL ANILLO CORRESPONDIENTE; VER FIGURA (1.5.2A). MEDIR LA DISTANCIA Z EN TODA LA PERIFERIA, CADA 5° A PARTIR DEL ORIGEN Ó NORTE CONVENCIONAL Y SIGUIENDO UN MOVIMIENTO CONTRARIO AL DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ. EL RADIO BUSCADO ES IGUAL A LA SUMA $X+Y+Z$. TEÓRICAMENTE, SI LA REDONDEZ ES PERFECTA, LA DISTANCIA Z SERÁ LA MISMA EN TODAS LAS MEDICIONES Y POR LO TANTO, LA SUMA $X+Y+Z$ SERÁ EL RADIO DEL TANQUE INDICADO EN EL PLANO DEL FONDO. SIN EMBARGO, SI Z VARÍA DE UNA MEDICIÓN A LAS OTRAS, LOS RADIOS CALCULADOS TAMBIÉN VARÍAN Y EL TANQUE NO ESTÁ REDONDO. COMPARAR CON LAS TOLERANCIAS ADMISIBLES Y SI HAY DISCREPANCIA CORREGIR LA REDONDEZ.



P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA:	HOJA:
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	25 DE 30
SECCION I.O GENERALIDADES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SUMERGIR LA PLOMADA EN UN RECIPIENTE CON AGUA O ACEITE, PARA IMPEDIR CUALQUIER VARIACION DE LA VERTICAL. EN LA MEDICION DE LOS RADIOS DE LOS ANILLOS SUPERIORES CASI SIEMPRE SUCEDE QUE YA SE ESTÁ TRABAJANDO EL DIAFRAGMA DEL TECHO SOBRE EL FONDO, EN CUYO CASO PROCEDER DE ACUERDO CON LA FIGURA 1.5.2B, O SEA HAGANSE LAS MEDICIONES POR EL EXTERIOR DEL TANQUE, PERO SIGUIENDO LAS INDICACIONES CORRESPONDIENTES A LA FIGURA 1.5.2A. AHORA EL RADIO DEL TANQUE SE CALCULA CON LA DIFERENCIA $(X-Y)-Z$.

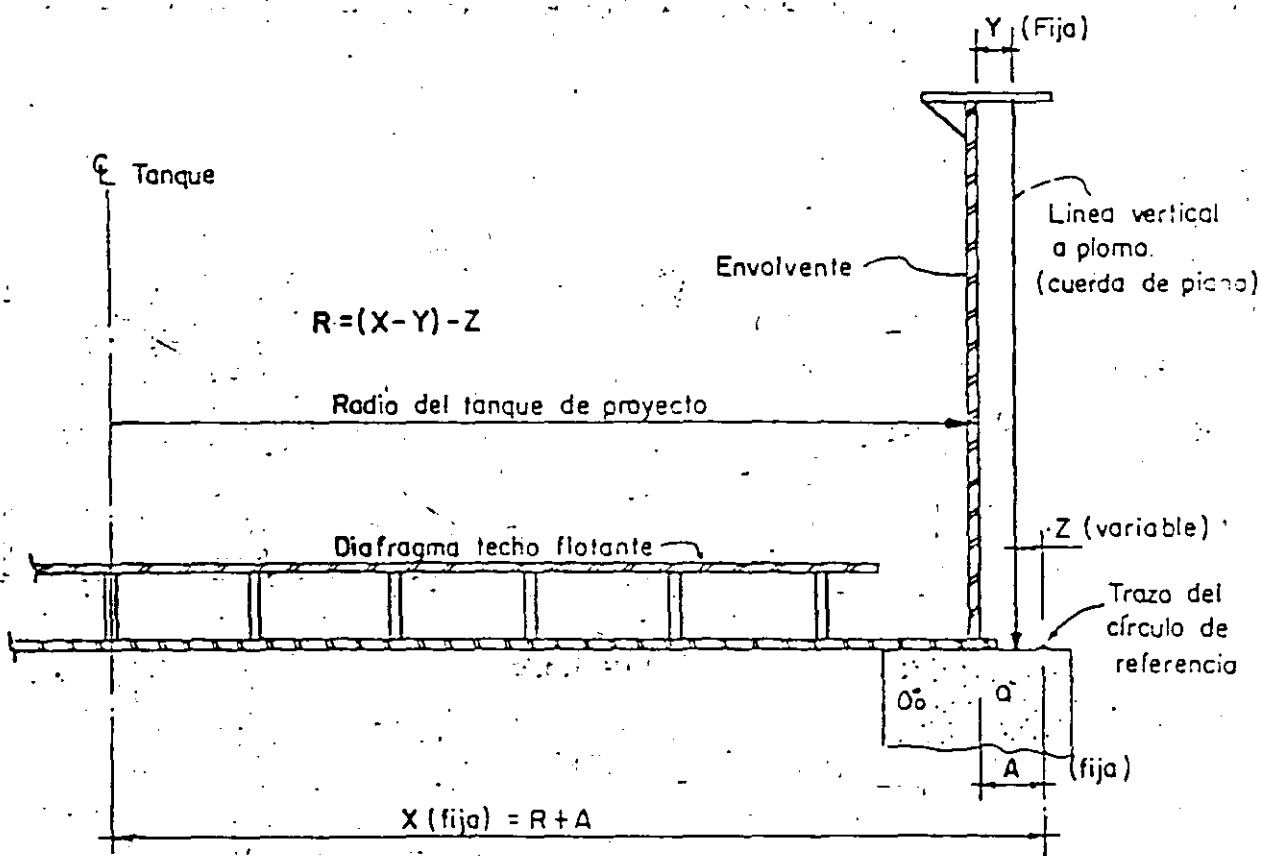


FIG. 1.5.2b

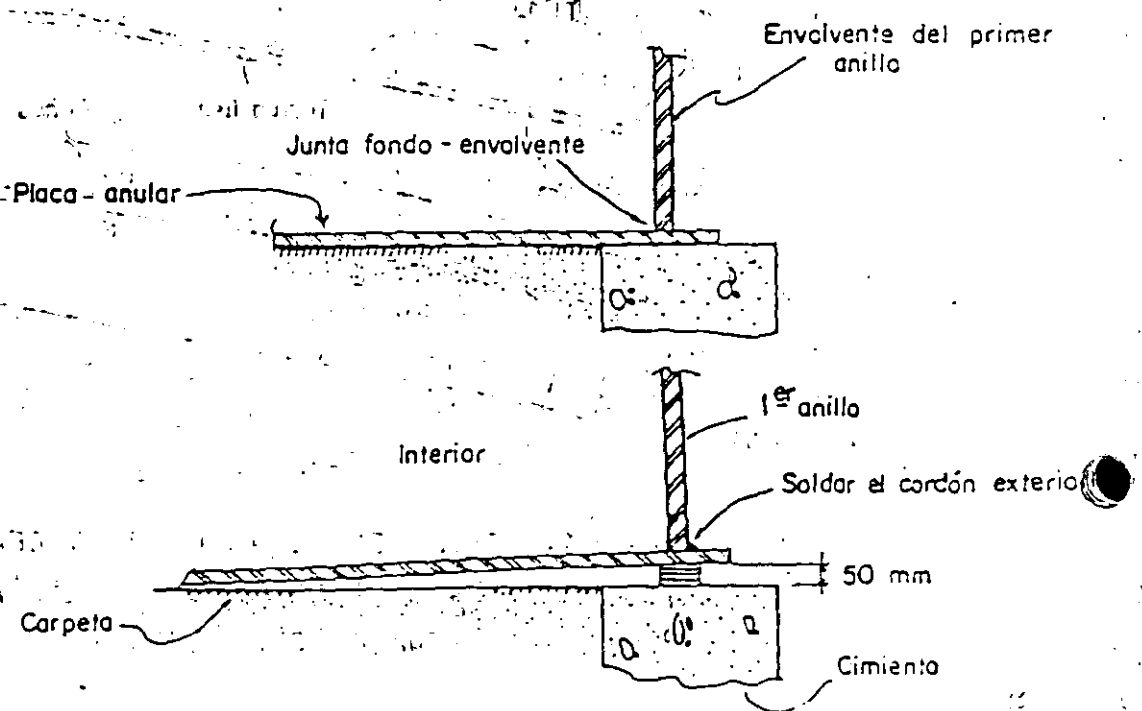
- EL SEGUNDO PROCEDIMIENTO CONSISTE EN MEDIR CON LA CINTA DE ACERO, RADIOS INCLINADOS DESDE EL PERNO CENTRAL DEL TANQUE A LA ORILLA SUPERIOR DE CADA ANILLO (VÉASE FIGURA

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	HG
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	5 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

7. SOLDAR LA JUNTA CIRCULAR ENTRE LA PLACA ANULAR Y EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE CON LAS INDICACIONES CONTENIDAS EN EL PÁRRAFO 3.5. ESTA SOLDADURA ORIGINA QUE EL LADO INTERIOR (LADO RECTO) DE LAS PLACAS ANULARES TIENDA A LEVANTARSE DEBIDO A LA CONTRACCION. UNO O TODOS DE LOS SIGUIENTES CINCO MÉTODOS DEBERÁN SER USADOS PARA CONTROLAR ESTA DEFORMACION:

A. ASEGURARSE SIEMPRE QUE EL TRAMO NO SOLDADO DE LAS JUNTAS RADIALES (FIG. 2.1.1b) SE PUEDA MOVER LIBREMENTE.

B. ANTES DE SOLDAR LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE, COLOCAR TEMPORALMENTE UN EMPAQUE CON LAINAS DE MÁS O MENOS 50 MM. (2") DE ALTURA, ABAJO DEL FONDO Y DE LA ENVOLVENTE DE MODO QUE LA PLACA ANULAR SE INCLINE (FIGURA 2.1.1d) HACIA EL INTERIOR DEL TANQUE. QUITAR EL EMPAQUE DESPUÉS QUE SE HA SOLDADO LA JUNTA.



P. E. M. F. E. X. S. P. C. O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	MOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-85	6 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

C. PUNTEAR CANALES (DE LAS USADAS COMO RIGIDIZANTES) ENTRE LA ENVOLVENTE Y LAS PLACAS ANULARES PARA QUE TRABAJEN COMO TORNAPUNTAS (FIG. 2.1.1e).

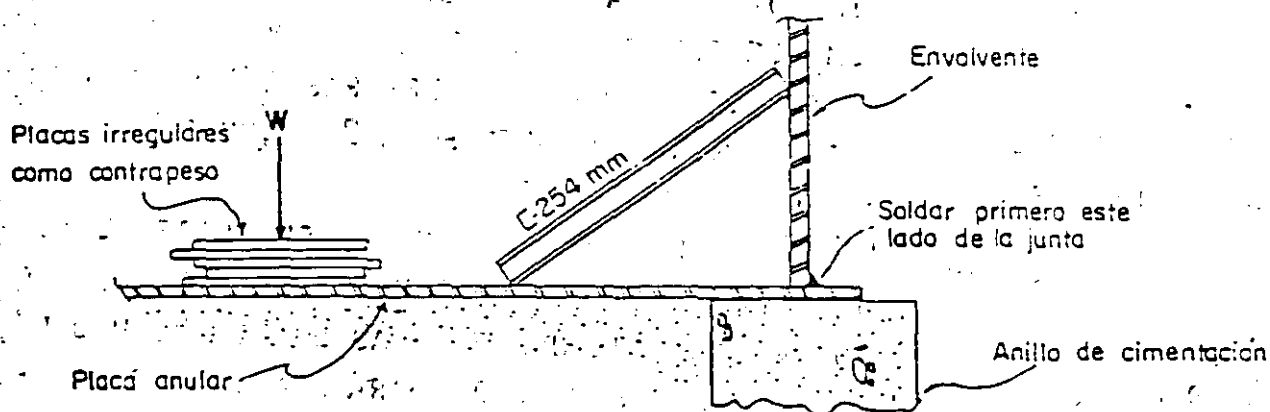


FIG. 2.1.1e

D. TENDER PLACAS IRREGULARES SOBRE LAS ANULARES PARA QUE SIRVAN COMO CONTRA-PESEO Y AYUDEN EN ÉSTA FORMA A EVITAR QUE LAS PLACAS ANULARES SE LEVANTEN (FIG. 2.1.1e).

E. SOLDAR PRIMERO EL CORDÓN EXTERIOR DE LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE (SOLDADURA DE FILETE) PARA QUE LAS PLACAS ANULARES DEFORMADAS TIENDAN A VOLVER A SU POSICIÓN HORIZONTAL.

8. CON ARCO-AIRE CORTAR LAS JUNTAS RADIALES NO SOLDADAS ENTRE LAS PLACAS ANULARES ABRIENDOLAS A LA SEPARACIÓN APROPIADA. TERMINAR DE SOLDAR ÉSTAS JUNTAS SIN INTERRUPCIÓN Y BOTAR LA LÁMINA DE RESPALDO. EXAMINAR EL PRIMER PASO (FONDEO) DE ACUERDO CON EL CONTRATISTA DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA. SI LAS PLACAS IRREGULARES HAN SIDO TENDIDAS ANTES DE SOLDAR LAS PLACAS ANULARES, ASEGURARSE DE LEVANTARLAS POR LA ORILLA PARA SOLDAR COMPLETAMENTE LAS JUNTAS DE LAS PLACAS ANULARES:

P. E. M. E. X. S. P. C. O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES - TECHO FLOTANTE	HECHO POR: ING. I. J. L.	FECHA:	HOJA
	APROBADO POR: ING. J. H. B.	IV-86	15 DE 24
SECCION 2.0: MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

7. SOLDAR EL SEGUNDO CORDÓN CIRCUNFERENCIAL DE LA JUNTA -- FONDO-ENVOLVENTE (SOLDADURA DE ESQUINA). ÉSTO SE PUEDE -- HACER POSTERIORMENTE EN EL MOMENTO OPORTUNO.
8. SOLDAR LAS PLACAS IRREGULARES ENTRE SÍ Y A LAS RECTANGULARES. ÉSTAS COSTURAS PUEDEN REALIZARSE EN CUALQUIER MOMENTO Y DESPUÉS QUE SE HAN COMPLETADO LAS CIRCUNFERENCIALES DE ESQUINA (JUNTA FONDO-ENVOLVENTE) Y LAS VERTICALES DEL PRIMER ANILLO. EL SOLDEO ENTRE PLACAS RECTANGULARES E IRREGULARES PUEDE LLEVARSE A CABO AL MISMO TIEMPO QUE ÉSTAS SE ESTÁN SOLDANDO ENTRE SÍ, O PODRÁ SOLDARSE UN CORDÓN SIN INTERRUPCIÓN, INICIÁNDOLO EN LAS JUNTAS ENTRE IRREGULARES Y RECTANGULARES Y CONTINUÁNDOLO HASTA REMATARLO ENTRE LA IRREGULAR CORRESPONDIENTE Y SU ADYACENTE. (VÉASE FIG. 2.1.3.1A, B Y C).

2.1.3.2. TÉCNICA DE SOLDEO PDM. EL ARREGLO DEL TENDIDO DE PLACAS CON HILERAS LONGITUDINALES Y FILAS TRANSVERSALES, EL MÁS COMUNEMENTE USADO EN TANQUES DE GRAN DIÁMETRO, SE MUESTRA EN LA FIG. 2.1.3.2A PARA EL FONDO DEL TANQUE DE 500,000 BLS. PARA EVITAR GRANDES DEFORMACIONES, SEGUIR LA SECUENCIA DE LA SOLDADURA, MARCADA EN LAS JUNTAS CON NÚMEROS PROGRESIVOS Y RESPETAR LA DIRECCIÓN DEL AVANCE DEL SOLDEO, MARCADO CON FLECHAS.

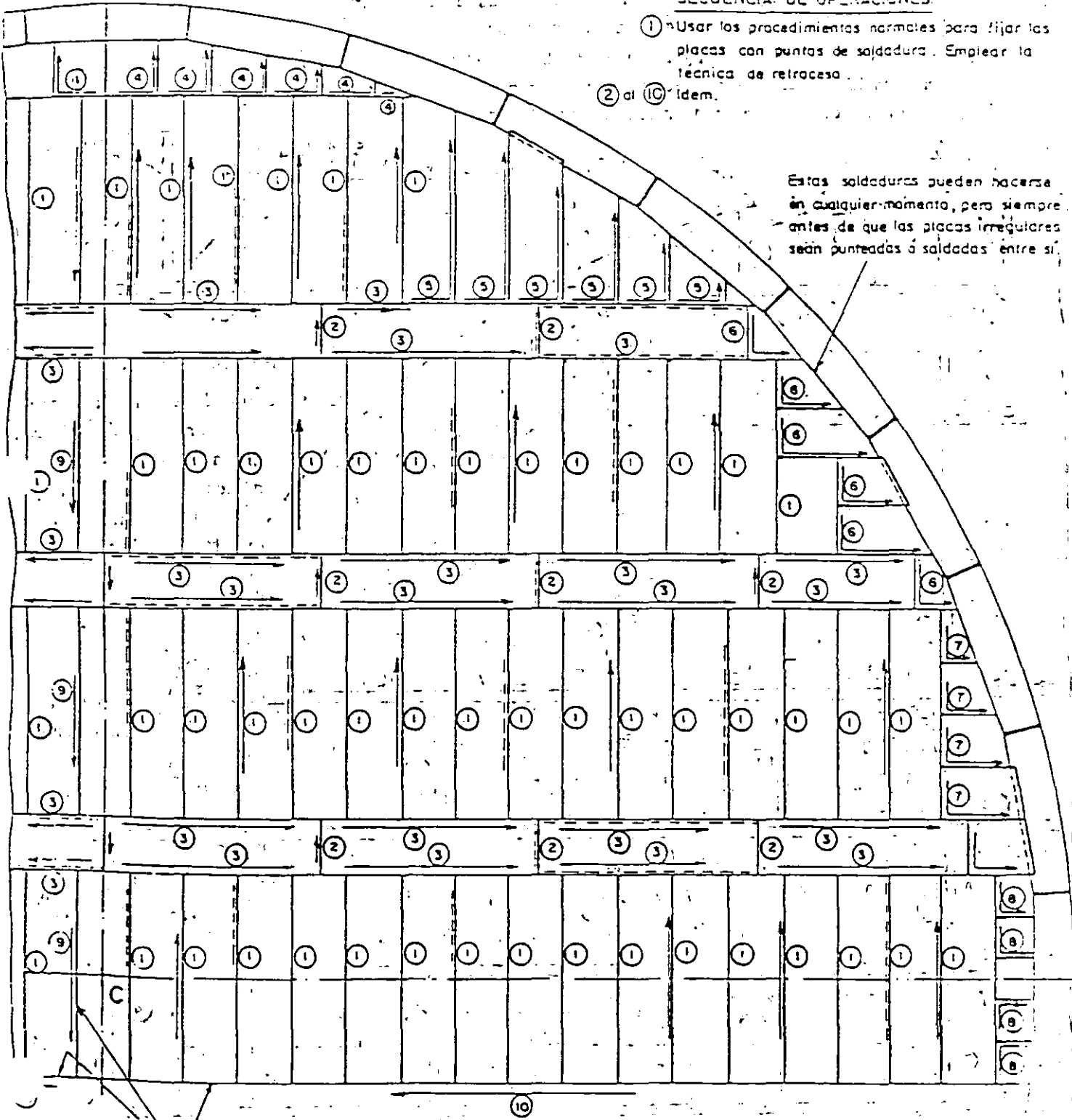
LA FIG. 2.1.3.2B, ENSEÑA EL ARREGLO DE PLACAS, LA SECUENCIA Y LA DIRECCIÓN DE SOLDEO, MEDIANTE NÚMEROS Y FLECHAS, EN FONDOS DE TANQUES DE MEDIANA Y BAJA CAPACIDAD (NORMALMENTE DE TECHO FIJO). ADEMÁS SE ESTÁN INDICANDO LOS PUNTOS DONDE DEBE INICIARSE LA ÚLTIMA SOLDADURA MARCADA CON LÍNEAS MÁS GRUESAS. COMO COMPLEMENTO A LO ANTERIOR, SÍGANSE LAS INSTRUCCIONES DADAS A CONTINUACIÓN:

P E M E X	S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA: IV-86	HOJA 16 DE 24
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J. H. B.		
SECCION-2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SECUENCIA DE OPERACIONES

- ① Usar los procedimientos normales para fijar las placas con puntas de soldadura. Emplear la técnica de retroceso.
- ② al ⑩ Idem.

Estas soldaduras pueden hacerse en cualquier momento, pero siempre antes de que las placas irregulares sean punteadas o soldadas entre sí.



No puntear ni soldar estas juntas hasta que todas las soldaduras de un cuadrante del fondo sean completadas. La dirección de estas últimas soldaduras será de la periferia del fondo hacia el centro del tanque.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-86	23 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CON UNA SOLDADURA DE FILETE CORDÓN COMPLETO Y TERMINARLO ADELANTE DEL TRASLAPE HASTA LIGARLO CON EL CORDÓN LONGITUDINAL PREVIAMENTE SOLDADO.

PARA COMPRENDER MEJOR LAS EXPLICACIONES DADAS EN EL TEXTO, ES CONVENIENTE TENER ENFRENTA LA FIGURA 2.2.2. COMPLETA.

2.3 PLACAS DE APOYO

ESTAS PLACAS SE USAN A VECES COLOCANDOLAS ENTRE LA ANULAR Y EL ANILLO DE CIMENTACIÓN, BAJO LA ENVOLVENTE PARA TRANSFERIR LAS CARGAS DE LA MISMA A LA CIMENTACIÓN. NO SE SUELDEN LAS PLACAS UNA A LA OTRA. AL SOLDAR LA PLACA DE APOYO

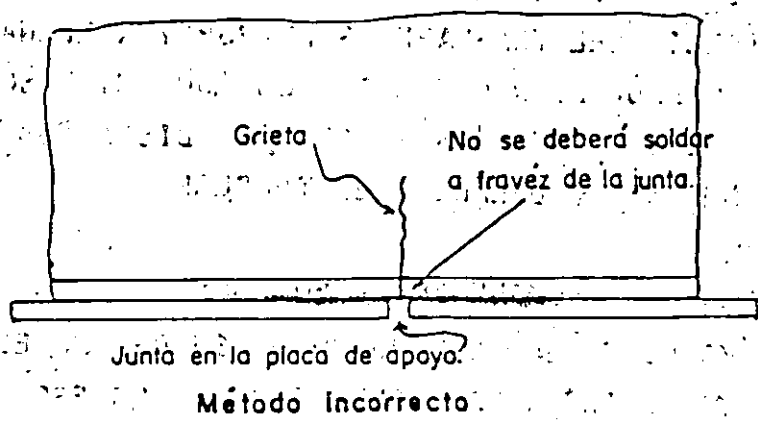
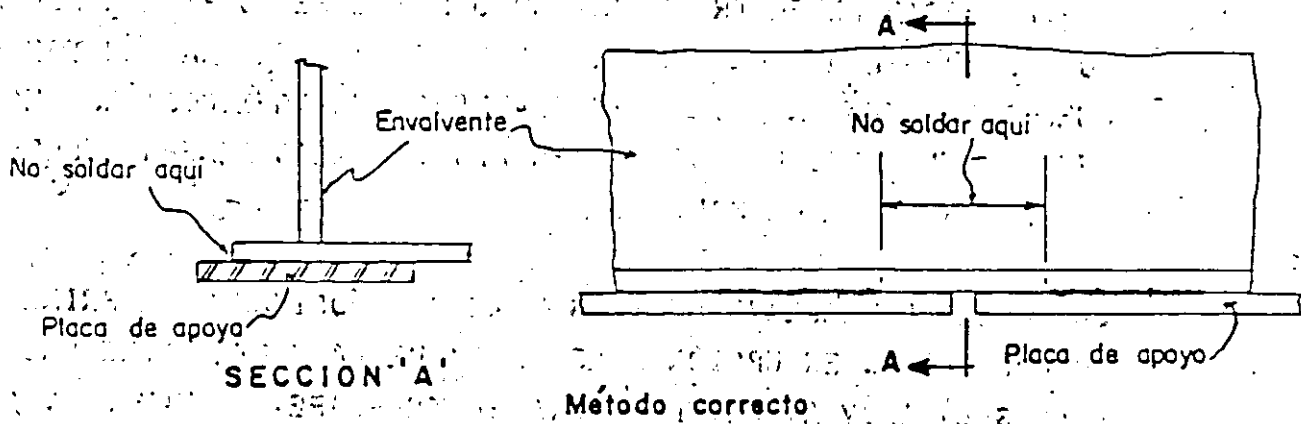


FIG. 2.3

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR : Ing. J.H.B.	IV-86	24 DE 24
SECCION 2.0 MONTAJE DEL FONDO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

A LA ANULAR DEL FONDO, DÉJESE SIN SOLDAR UNA PARTE EN LA JUNTA DE SEPARACIÓN DE LAS PLACAS DE APOYO. LA FIGURA -- 2.3 INDICA LAS ÁREAS DONDE DEBE OMITIRSE LA SOLDADURA, -- PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE GRIETAS EN LA ENVOLVENTE -- CUANDO SE SUELDE DE CORRIDO.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	- HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	1 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE. GENERALIDADES

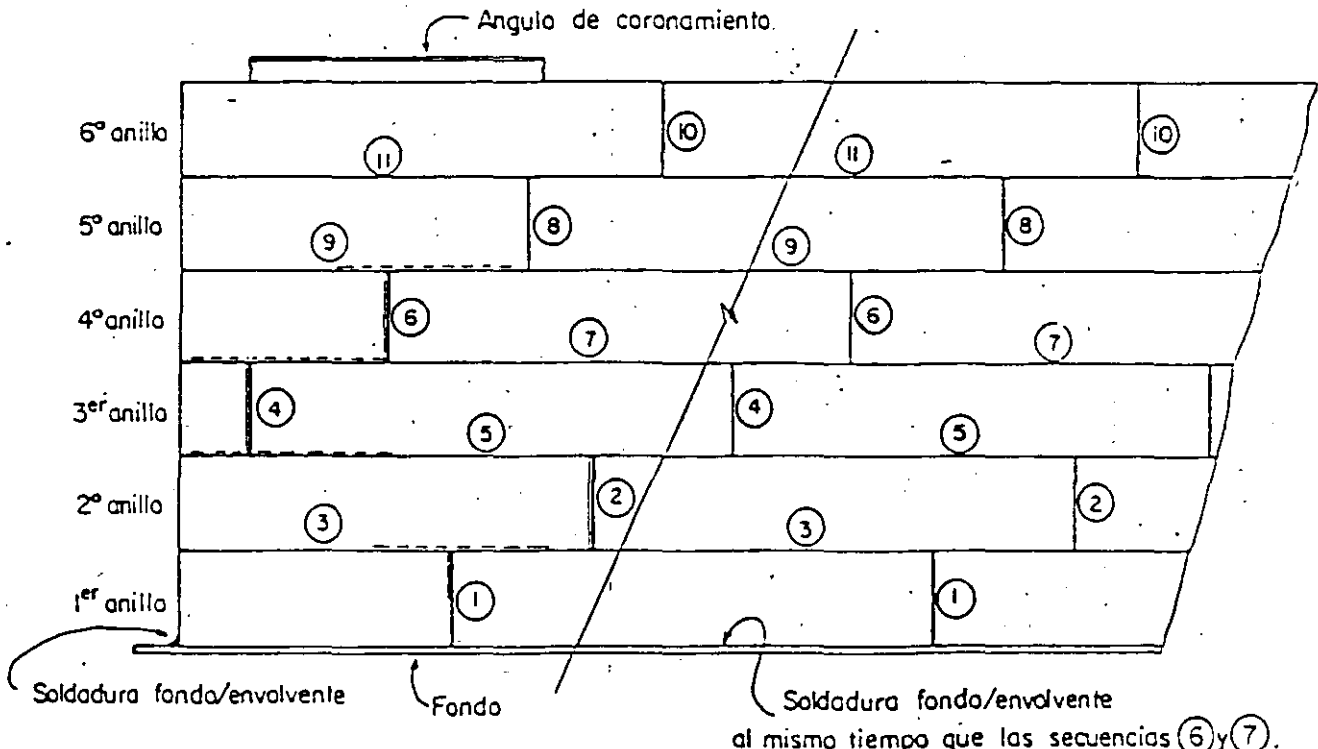
LAS OPERACIONES DE UNA CONSTRUCCION CONTINUA DEPENDEN DE UN PERSONAL BIEN ORGANIZADO. EL SISTEMA DE MOVIMIENTOS EN ESPIRAL EN LA ENVOLVENTE, SE HA ENCONTRADO QUE ES MUY EFICIENTE. ACOMODAR LA MAQUINA DE SOLDAR AUTOMATICA Y EL EQUIPO DE MONTAJE DE MODO QUE SIGAN SIEMPRE EL MOVIMIENTO EN ESPIRAL EN SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ, ES BUENA TACTICA. IGUALMENTE ESTO MISMO DEBERIA HACERSE, SI EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA ES MANUAL.

A CONTINUACION SE INDICA UN METODO GENERAL DE MONTAJE. LAS INSTRUCCIONES DETALLADAS SE EXPONEN MAS ADELANTE EN LOS PARRAFOS 3.1. AL 3.7 INCLUSIVE.

1. MONTAR EL ANILLO NUMERO 1.
2. FIJAR Y SOLDAR LAS JUNTAS VERTICALES DEL ANILLO No. 1 -- (EXCEPTO LAS VERTICALES DE LAS PLACAS CORRESPONDIENTES A LAS PUERTAS DE LIMPIEZA).
3. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL ENTRE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE Y LAS ANULARES O IRREGULARES DEL FONDO (SOLDADURA DE ESQUINA).
4. MONTAR DOS (2) PLACAS DEL SEGUNDO ANILLO.
5. AJUSTAR, FIJAR Y SOLDAR LA JUNTA VERTICAL EN ESTAS DOS PLACAS.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV - 86	2 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

6. MONTAR LA MÁQUINA DE SOLDAR AUTOMÁTICA Y REVISAR SU ALI-NEACIÓN (OMITIR ESTE PASO, SI SE VA A SOLDAR MANUALMENTE)
7. CONTINUAR LA ERECCIÓN DEL SEGUNDO ANILLO AJUSTADO, FIJAN-DO Y SOLDANDO SUS JUNTAS VERTICALES.
8. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA HORIZONTAL ENTRE EL PRIMERO Y-EL SEGUNDO ANILLO.
9. MONTAR LOS ANILLOS RESTANTES: 3, 4, ETC., SIGUIENDO LA --MISMA SECUENCIA. SOLDAR SIEMPRE LAS JUNTAS VERTICALES AN-TES QUE LAS HORIZONTALES. VÉASE LA FIGURA 3.0 DONDE SE --MUESTRA LA SECUENCIA QUE SE SIGUE EN EL SOLDEO DE LAS JUN-TAS DE LA ENVOLVENTE.



- _____ Soldadura Manual.
- _____ " Arco sumergido.
- _____ Electro-Gas.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	3 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.1 TRAZOS PREVIOS AL MONTAJE DEL PRIMER ANILLO.

3.1.1 CENTRO Y EJES DEL TANQUE. REVISAR, PARA ASEGURARSE QUE EL CENTRO HA SIDO EXACTAMENTE TRANSFERIDO DE LA BASE A LA PLACA CENTRAL DEL FONDO. CUANDO LAS PLACAS ANULARES (O LAS IRREGULARES) SE HAN TENDIDO Y AJUSTADO, TRANSFERIR LOS EJES N-S Y E-W MARCADOS EN EL ANILLO DE CIMENTACIÓN, A DICHAS PLACAS. USAR TRÁNSITO O UN HILO A REVENTÓN PARA EFECTUAR ESTA OPERACIÓN. MARCAR LOS EJES CON UNA SERIE DE PUNTOS TRAZADOS RADIALMENTE HACIA EL CENTRO DEL TANQUE DESDE LA ORILLA EXTERIOR DEL FONDO, MÁS O MENOS UNA DISTANCIA DE 150 MM (6"). ESTO HARÁ VISIBLES LOS EJES DESDE EL EXTERIOR Y EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE. PINTAR ÉSTAS MARCAS PARA QUE SIEMPRE SEA FÁCIL LOCALIZARLAS.

3.1.2 TRAZOS AUXILIARES PARA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE.

1. ENGANCHAR LA ARGOLLA EXTREMA DE UNA CINTA METÁLICA DE MEDIR, EN EL PERNO SOLDADO EN LA PLACA CENTRAL DEL FONDO Y TRAZAR TRES CÍRCULOS CONCÉNTRICOS DE REFERENCIA: EL PRIMERO, CON UN RADIO AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE, EL SEGUNDO CON EL RADIO INTERIOR DEL TANQUE TOMADO DE LOS PLANOS DE MONTAJE Y EL ÚLTIMO CON UN RADIO DE 25 MM. MENOR QUE EL SEGUNDO (VÉASE FIG. 3.1.2A). INCREMENTAR A LOS VALORES ANTERIORES EL CORRESPONDIENTE AL RADIO DEL PERNO Y EL EXTREMO DE LA CINTA.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J. J. L.	FECHA: IV-86	HOJA: 2 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	MANUAL DE MONTAJE N° 1	

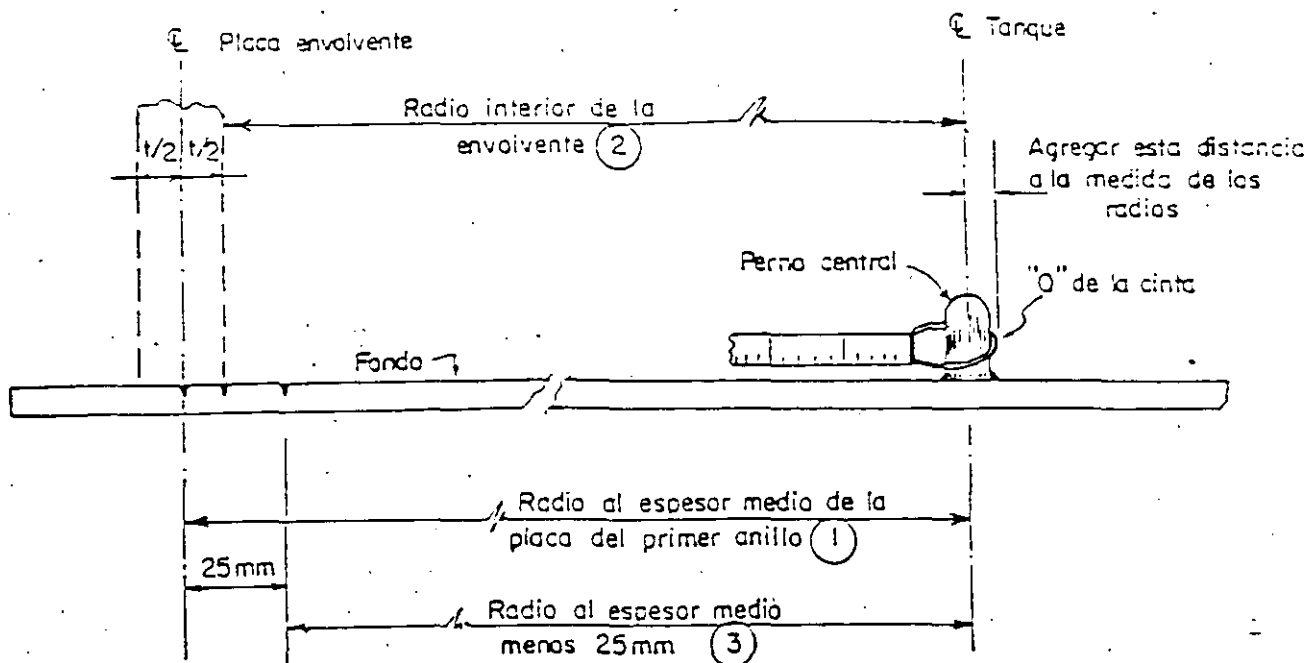


FIG. 3.1.2A

- EMPEZANDO EN EL PUNTO DONDE SE INICIA EL MONTAJE DE LA ENVOLVENTE, TRAZAR LOS EXTREMOS DE LAS CUERDAS DE TODAS Y CADA UNA DE LAS PLACAS DEL PRIMER ANILLO, TRABAJANDO INDEPENDIEMENTE LAS DOS MEDIAS CIRCUNFERENCIAS EN DIRECCIONES OPUESTAS, PARA REDUCIR EL ERROR ACUMULATIVO. LA LONGITUD DE CADA CUERDA SE MEDIRÁ SOBRE EL CÍRCULO -- QUE CORRESPONDE AL MEDIO ESPESOR DE LAS PLACAS (EJE DEL ANILLO) VÉASE LA FIGURA 3.1.2B. SI LAS LOCALIZACIONES FINALES EN CADA DIRECCIÓN NO COINCIDEN, DIVIDIR EL ERROR ENTRE EL NÚMERO DE CUERDAS, INCREMENTAR SU LONGITUD CON EL COCIENTE QUE RESULTE Y TRAZARLAS NUEVAMENTE. REPETIR ÉSTA OPERACIÓN HASTA QUE NO HAYA ERROR. MARCAR CON PUNTO Y MARTILLO LOS TRAZOS EXTREMOS DE CADA CUERDA, PROLONGAR LAS MARCAS RADIALMENTE HACIA EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE UNOS 100 MM. Y HACIA EL EXTERIOR, 50 MM. Y PINTARLAS PARA LOCALIZARLAS RÁPIDAMENTE. ESTOS TRAZOS SON MUY IM--

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86
		HOJA 5 DE 39	
MANUAL DE MONTAJE N° 1			

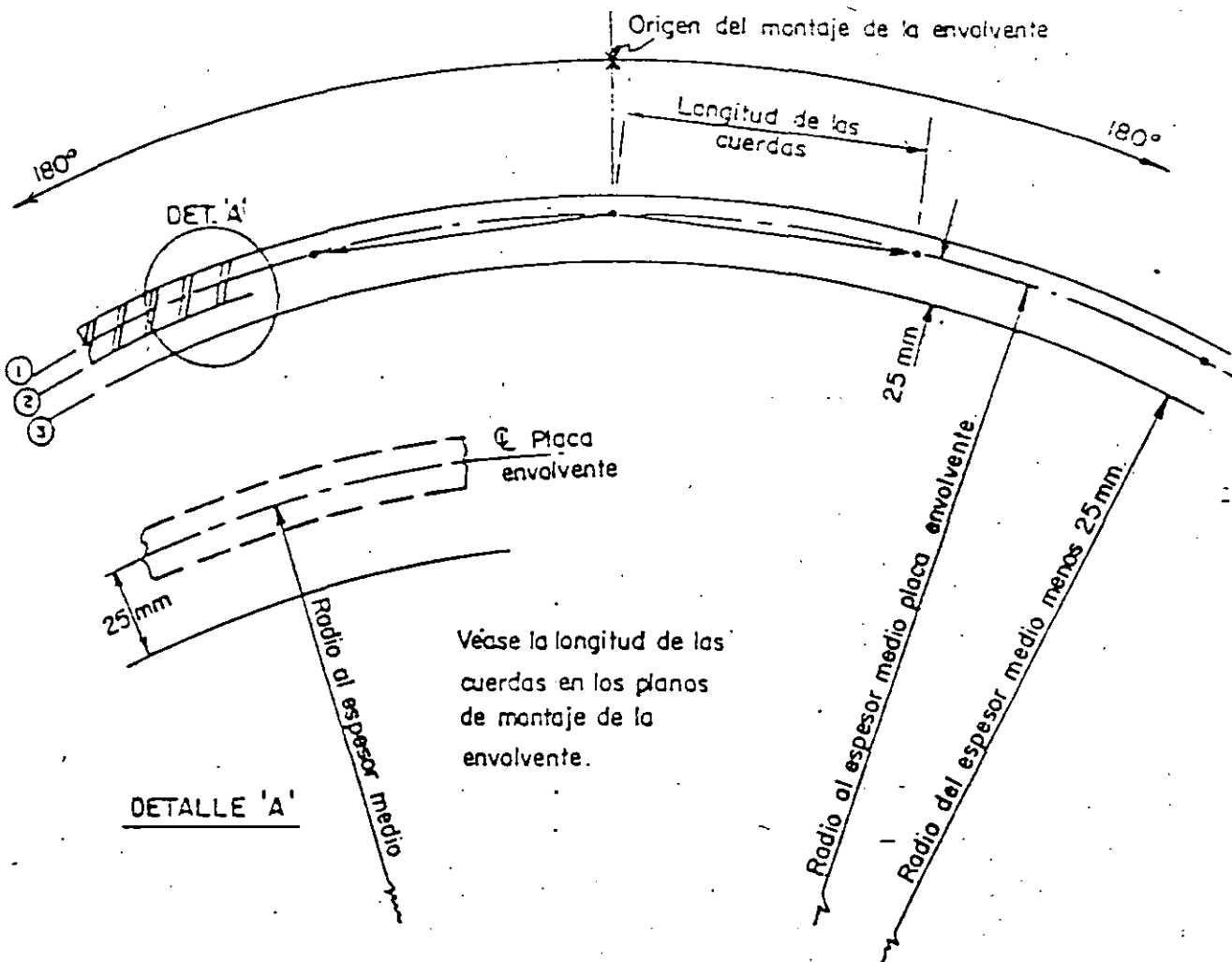


FIG. 3. 1.2B

PORTANTES PUÉS MARCAN EL EJE DE LAS JUNTAS VERTICALES Y SIRVEN POR LO TANTO, PARA LOCALIZAR EXACTAMENTE LOS EXTREMOS DE CADA PLACA DEL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE.

UN MÉTODO PRÁCTICO Y RÁPIDO PARA LLEVAR A CABO EL TRABAJO DE TRAZOS DE CUERDAS DESCRITOS EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, ES EL DESARROLLADO MEDIANTE EL EMPLEO DE DOS CINTAS DE MEDIR (VÉASE FIG. 3.1.2c). MIENTRAS QUE CON UNA SE ESTÁ MEDIDIENDO EL RADIO DEL MÉDIO ESPESOR SOBRE EL CÍRCULO CORRES...

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	6 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PONDIENTE, CON LA OTRA SE MIDE AL MISMO TIEMPO LA LONGITUD DE LA CUERDA DESDE EL TRAZO ANTERIOR. LA INTERSECCION

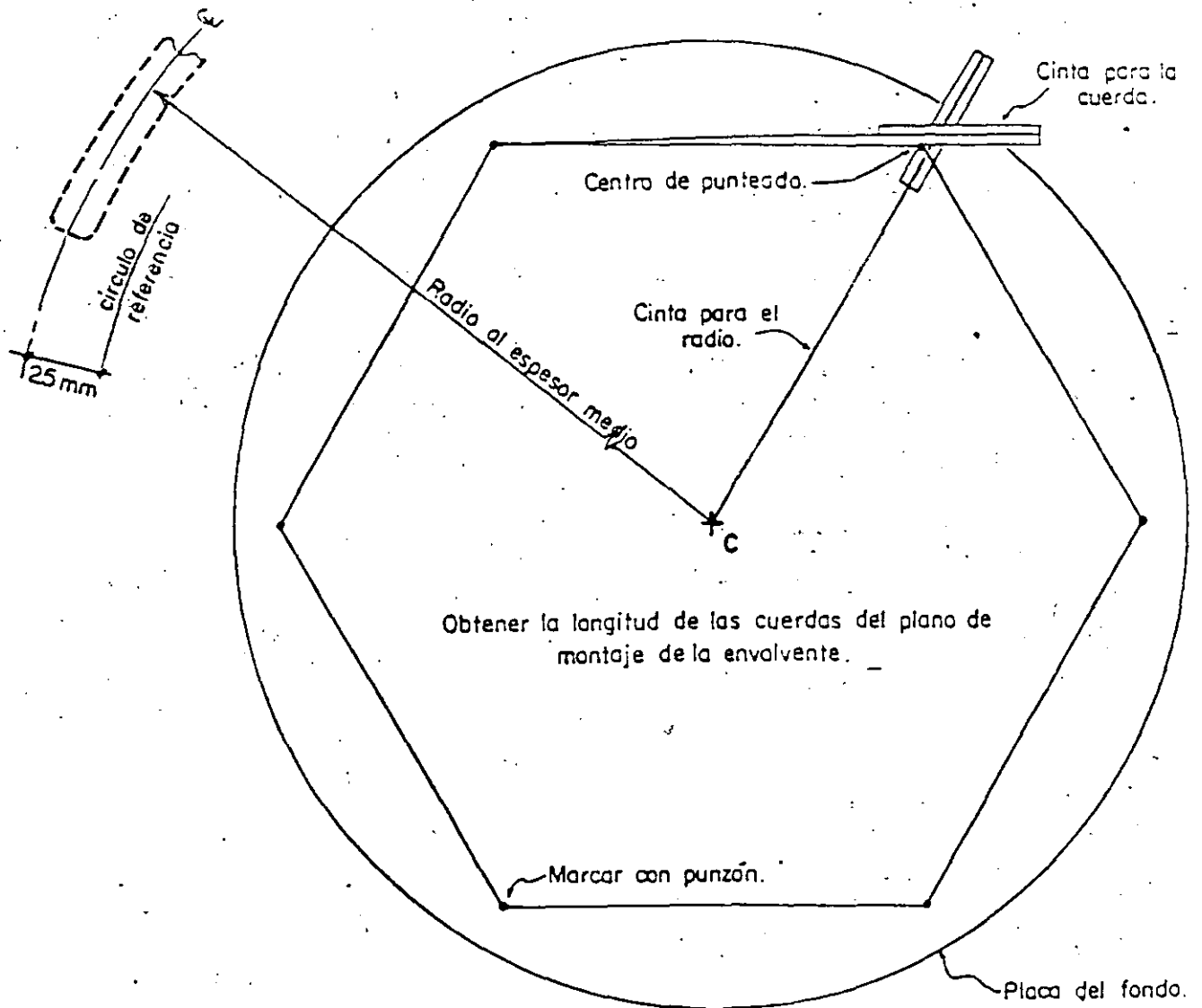


FIG. 3.1.2c

DE LAS DOS CINTAS DA EL EJE DE LA JUNTA VERTICAL Y SE MARCA CON EL PUNTO, PROSIGUIENDO EN ESTA FORMA LA OPERACION HASTA COMPLETAR MEDIA CIRCUNFERENCIA. SE DEBE TRABAJAR SIMULTANEAMENTE Y EN LA MISMA FORMA LA OTRA MITAD.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA IV-85	HOJA 7 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		APROBADO POR Ing. J. M. B.	MANUAL DE MONTAJE N° 1	

3. PUNTEAR POR PARES EN LAS PLACAS ANULARES O IRREGULARES -- DEL FONDO, UNA SERIE DE TUERCAS LISAS DE 50 X 50 X 25 MM. SEPARADAS DEL EJE DE LA ENVOLVENTE HACIA EL EXTERIOR Y EL INTERIOR, UN MEDIO ESPESOR DE LA PLACA DEL PRIMER ANILLO MÁS 13 MM. EN EL SENTIDO RADIAL (FIG. 3.1.2d) Y CIRCUNFERENCIALMENTE EN CADA ARCO DE CÍRCULO ENTRE DOS MARCAS CORRESPONDIENTES A LOS EJES DE LAS JUNTAS VERTICALES (LARGO DE CADA PLACA) LOCALIZAR PRIMERO DOS TUERCAS A 150 MM. DE CADA EJE POR EL LADO EXTERIOR Y A 600 MM. POR EL INTERIOR DEL CÍRCULO DE REFERENCIA Y DESPUÉS EL RESTO DE LA SERIE A INTERVALOS NO MENORES DE 1800 A 2500 MM. (MIENTRAS MÁS DELGADA ES LA PLACA DE LA ENVOLVENTE, MENOR SERÁ EL ESPACIAMIENTO).

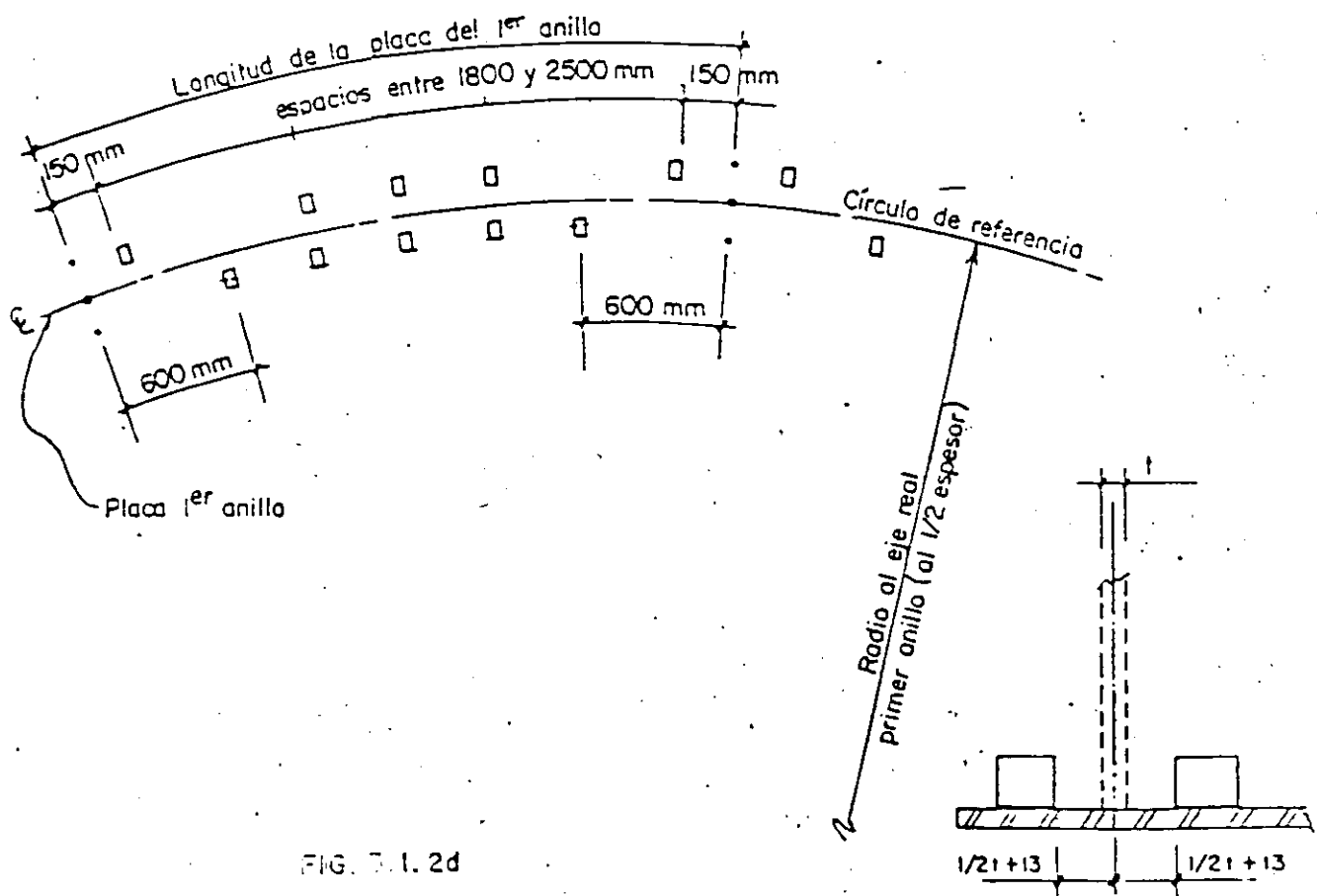


FIG. 3.1.2d

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA	FOLIO
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-66	8 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

EXISTE UNA VARIACION EN LA LOCALIZACION DE LA TUERCA INTERIOR; CONSISTE EN PUNTEARLA EN EL CIRCULO TRAZADO CON EL RADIO INTERIOR DE LA ENVOLVENTE O SEA QUE QUEDA ADOSADA A LA CARA INTERIOR DEL ANILLO. ESTAS TUERCAS SON DESPRENDIDAS SI ES NECESARIO MOVER LA ENVOLVENTE HACIA ADENTRO.

3.2 ERECCION DEL PRIMER ANILLO.

CUANDO LOS PLANOS DE MONTAJE INDICAN QUE VARIOS ANILLOS TIENEN LAS MISMAS DIMENSIONES PERO QUE LAS PLACAS ESTAN MARCADAS CON EL NUMERO DEL ANILLO CORRESPONDIENTE O TIENEN UNA MARCA ESPECIAL, DEBERAN SER ORDENADAS POR GRUPOS Y MONTADAS CON LA MARCA DE MONTAJE INDICADA EN EL PLANO RESPECTIVO. AUN SUPONIENDO QUE NO SE TIENE UN REPORTE DE DISCREPANCIAS, ES CONVENIENTE REVISAR DIMENSIONES PUESTO QUE PUEDE HABER UN ANILLO MAS ANGOSTO QUE LOS OTROS O PUEDE HABER EN EL MISMO UNA PLACA MAS LARGA O MAS CORTA.

SOLDAR EN CADA PLACA DE LA ENVOLVENTE, LAS TUERCAS LISAS PARA LOS CANDADOS SUJETADORES CORRESPONDIENTES A LAS JUNTAS VERTICALES Y PARA LOS RIGIDIZANTES EN LAS JUNTAS HORIZONTALES, ASI COMO LAS SOLERAS PARA APOYAR LAS MENSULAS DEL ANDAMIAJE, TODO ES TO ANTES DE MONTARLAS (VEASE LA FIG. 3.2A).

LA SOLDADURA DE LAS SOLERAS DE SOPORTE PARA LAS MENSULAS, DEBE ESTAR LIMPIA DE ESCORIA, INSPECCIONADA Y HECHA POR UN SOLDADOR CALIFICADO. DEBERA SER CALIFICADA Y CIRCULADA CON LAS INICIALES DEL INSPECTOR CALIFICADO QUE HIZO LA REVISION.

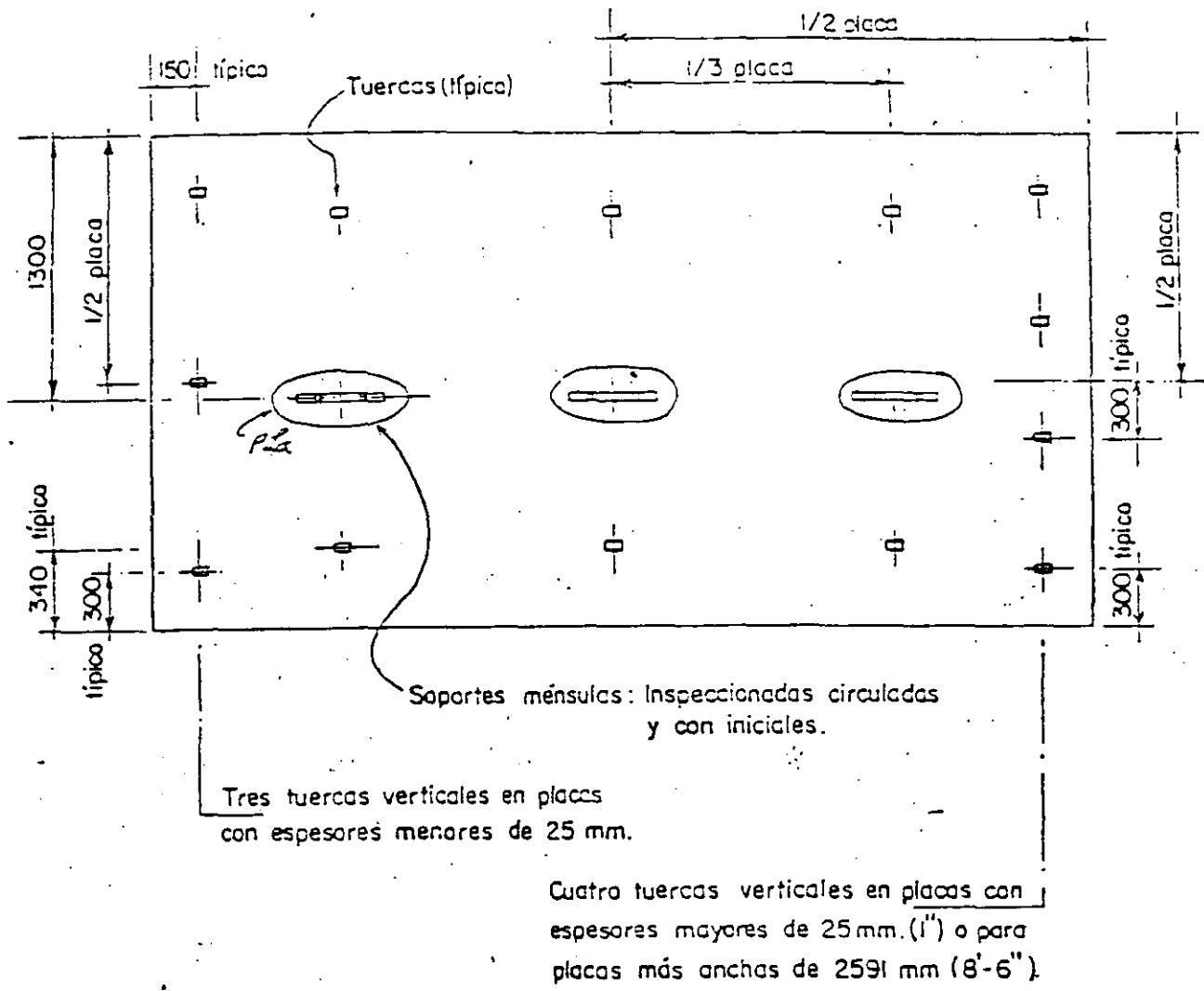


FIG. 3.2a

MONTAR LAS PLACAS USANDO EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO APROPIADO GRÚA, MONTACARGA, BALANCÍN, PERNOS, ESTROBOS, ETC. (FIGURA -- 3.2B) Y LOS HERRAJES ESPECIFICADOS: CANDADOS, SEPARADORES, -- ETC. (FIG. 3.4.1B y c)

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR: Ing. J.L.	FECHA: -
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-85
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

NOTA: NO SE USEN PUNTOS DE SOLDADURA PARA FIJAR PLACAS DE LA ENVOLVENTE UNAS A LAS OTRAS, DURANTE EL MONTAJE DE LAS MISMAS.

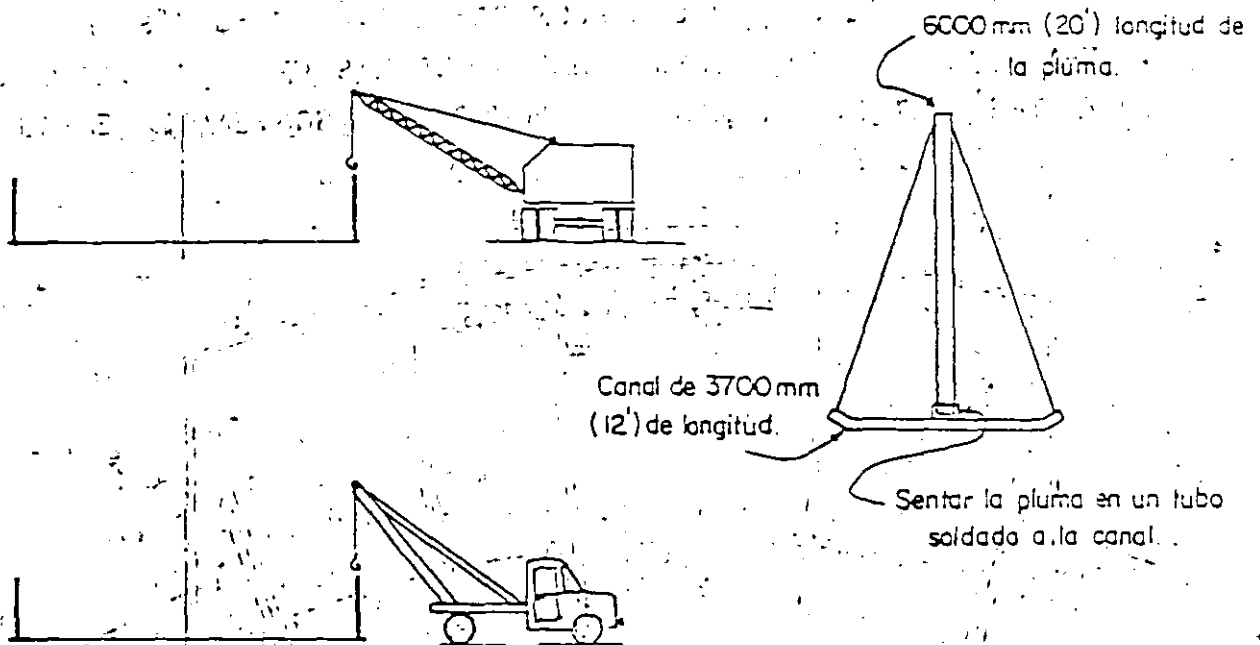


FIG. 3.2b Equipo para montar el primer anillo.

ENGANCHAR Y TRANSPORTAR A SU LUGAR LA PRIMERA PLACA DE MODO QUE EL EXTREMO QUE VA A APOYARSE PRIMERO ESTE LIGERAMENTE MÁS ELEVADO QUE EL OTRO, PERO LLEVANDO LA PLACA CASI A NIVEL.

SENTAR EL EXTREMO DE LA PLACA EN LA MARCA HECHA PREVIAMENTE EN EL FONDO QUE INDICA LA LOCALIZACIÓN DE LA JUNTA VERTICAL Y SOSTENERLA. APOYAR TODA LA PLACA EN LA CARA INTERIOR DE LAS TUERCAS EXTERIORES. MOVER LA PLACA HACIA ADENTRO O HACIA AFUE- NECESARIO PARA SITUAR EL OTRO EXTREMO EN LA MARCA CORRES-

P E M E X	S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	FOLIO
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	13 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

REVISARÁ SI EL MATERIAL DE LAS PUERTAS ESTÁ COMPLETO PARA QUE EL MONTAJE DE ÉSTAS NO SE DEJE INCOMPLETO.

PRESENTAR LA, Ó LAS PLACAS EN SU UBICACIÓN CORRECTA, COMO SE INDICA EN EL PLANO RESPECTIVO. MANÉJENSE EN LA MISMA FORMA QUE LAS DEMÁS PLACAS DE LOS ANILLOS. DESPUÉS DE HACER COINCIDIR LAS ORILLAS EXTREMAS VERTICALES CON LAS DE LAS PLACAS ADYACENTES, SUJÉTENSE CON CANDADOS Y PLACAS DE SUJECIÓN. NO USAR PLACAS SEPARADORAS. NO DESENGANCHAR EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO, HASTA QUE LOS CANDADOS ESTÉN APRETADOS (VÉASE LA FIG. 3.3A).

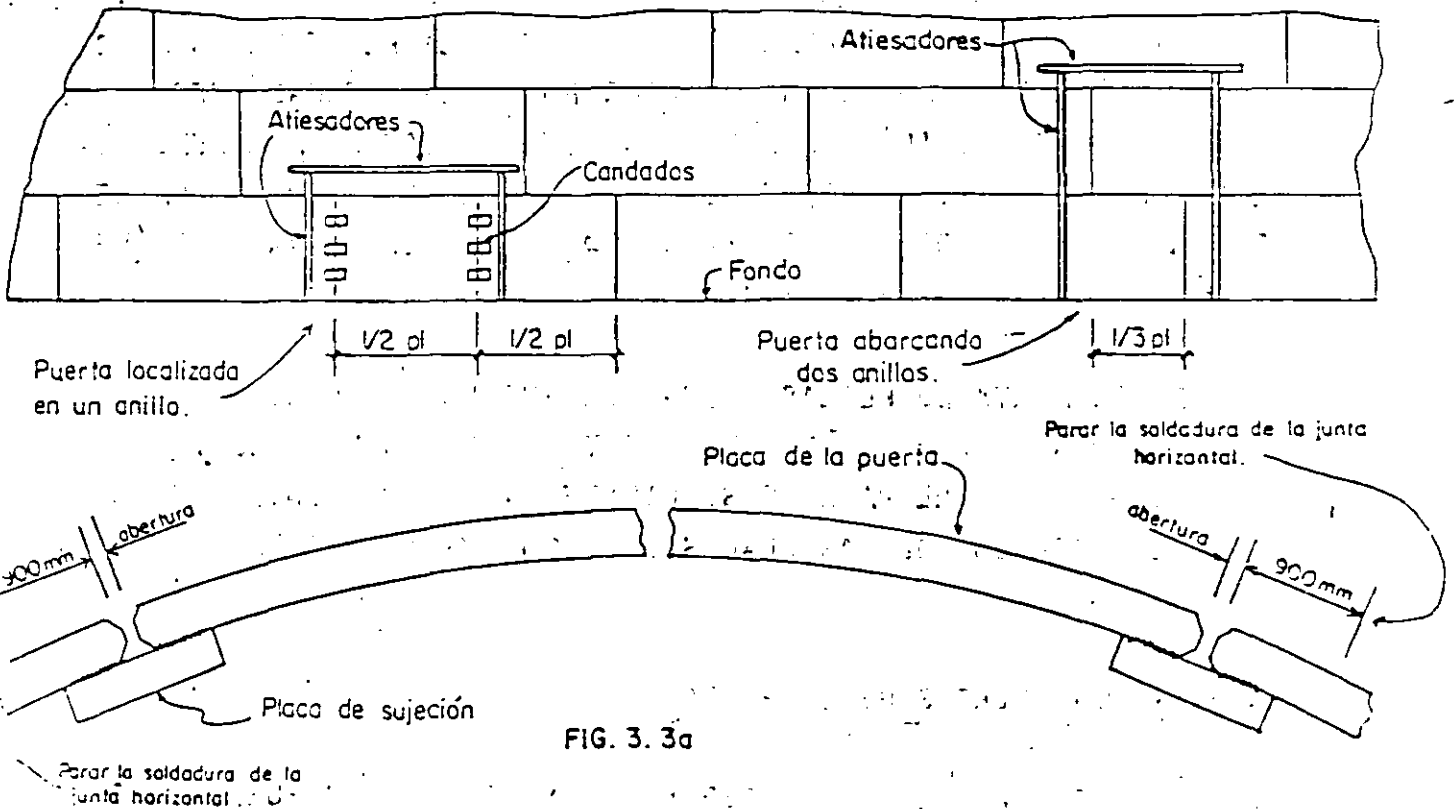


FIG. 3.3a

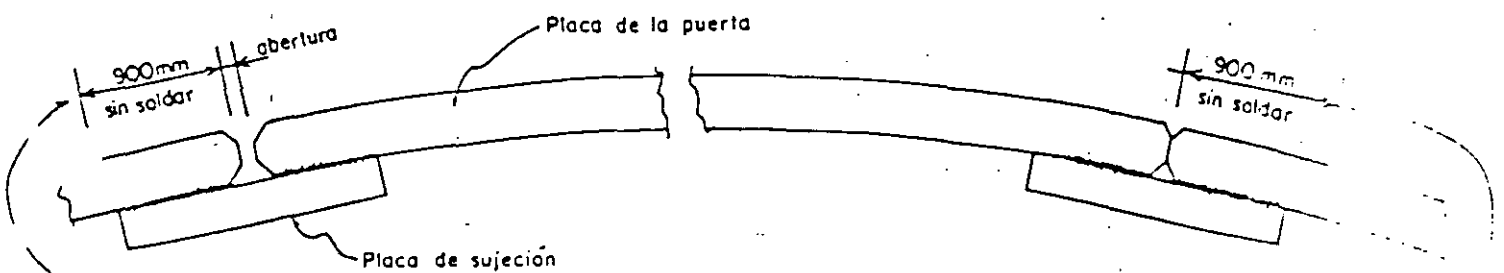
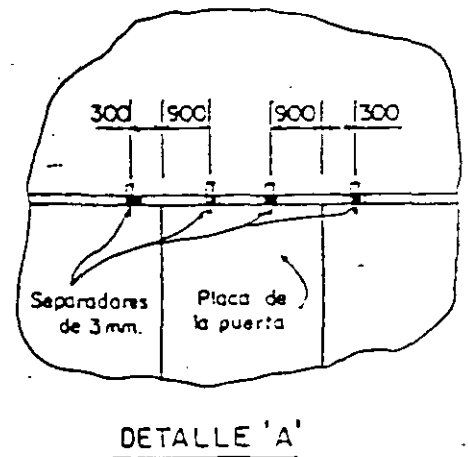
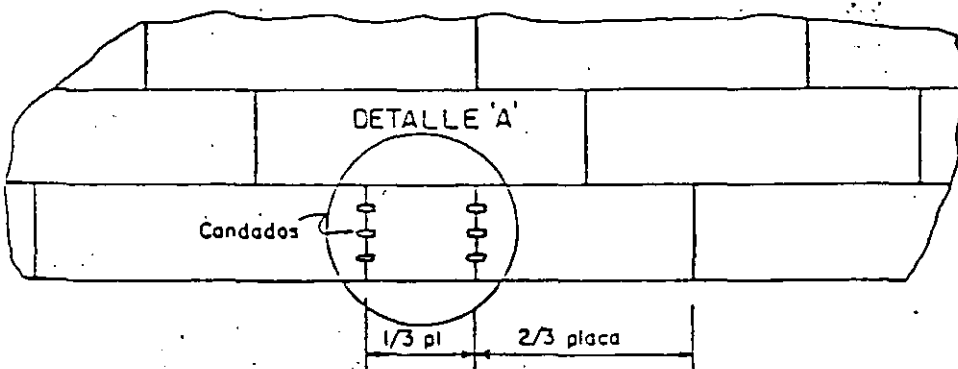
UNA VEZ PRESENTADAS, AJUSTADAS Y SUJETADAS LAS PLACAS DE LA PUERTA DE LIMPIEZA, REVISAR LA INSTALACIÓN Y LIBERESÉ EL EQUIPO DE MONTAJE.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	14 DE 19
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

PARA CONTAR CON UNO O MÁS ACCESOS HACIA EL INTERIOR DEL TANQUE, HAY NECESIDAD DE REMOVER LAS PLACAS DE LAS PUERTAS. ESTA REMOCIÓN SE HACE HASTA QUE SEA ABSOLUTAMENTE NECESARIO INTRODUCIR O SACAR DEL TANQUE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTA.

LAS PLACAS DE LAS PUERTAS NO SE QUITARÁN HASTA QUE LAS OPERACIONES SIGUIENTES HAYAN SIDO EJECUTADAS:

1. DOS ANILLOS SUPERIORES, CUANDO MENOS, DEBERÁN ESTAR COMPLETAMENTE SOLDADOS.
2. LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL FONDO-ENVOLVENTE Y LA PRIMERA JUNTA HORIZONTAL ENTRE EL PRIMERO Y EL SEGUNDO ANILLO ESTÉN SOLDADAS EXCEPTO 900 MM. MÍNIMOS POR CADA LADO DE LA PLACA (FIG. 3.3B).



Parar la soldadura horizontal
o la de anillo

Parar la soldadura
o la de anillo

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-85	15 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

3. LA ABERTURA QUE DEJA LA PLACA AL RETIRARLA HA SIDO PERFECTAMENTE ATIESADA CON CANALES DE 3.50 M. DE LONGITUD MÍNIMOS (EL PERFIL DE LA CANAL SERÁ FIJADO POR INGENIER(A) -- (VÉASE LA FIGURA 3.3c).

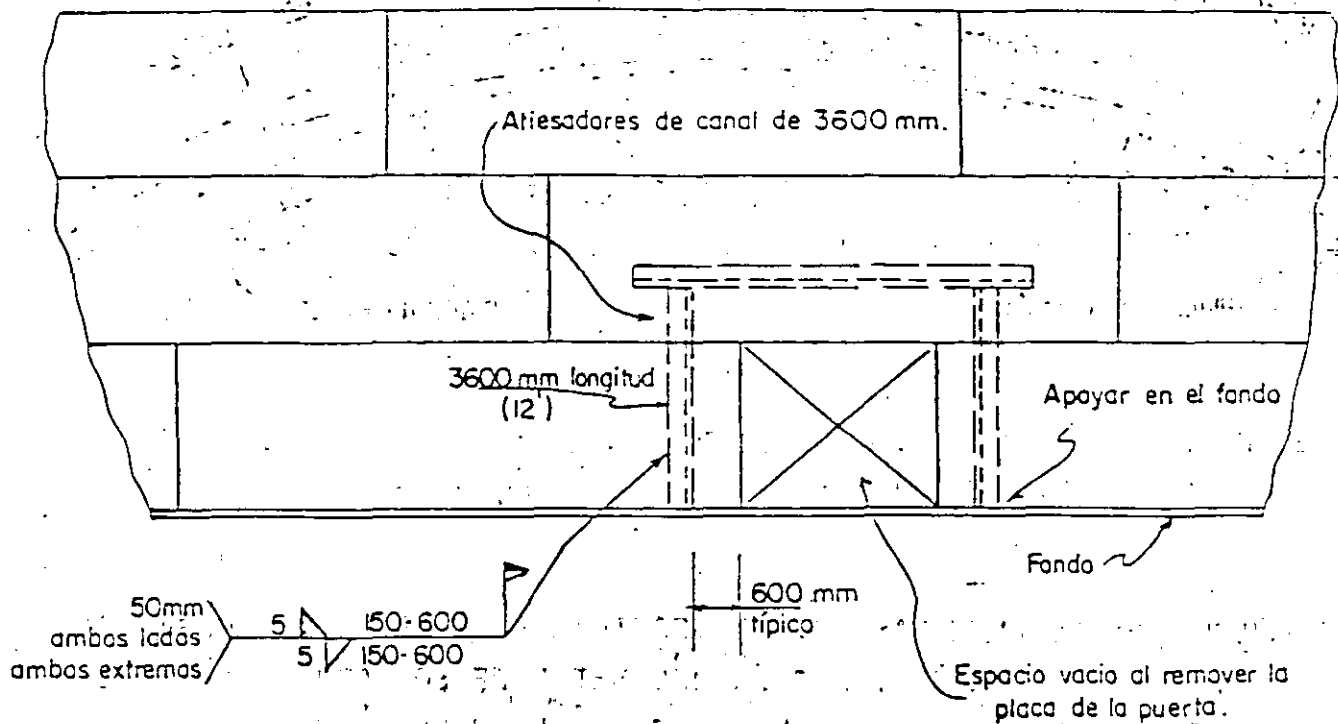


FIG. 3.3c

4. NO EMPEZAR A QUITAR CANDADOS NI PLACAS DE SUJECIÓN, HASTA QUE EL EQUIPO DE IZAJE ESTÉ ENGANCHADO.

CUANDO LAS PLACAS DE LAS PUERTAS SE COLOCAN EN FORMA DEFINITIVA EN SU LUGAR, UNA VEZ QUE SE TERMINÓ EL MONTAJE, FIJARLAS EN AMBAS JUNTAS VERTICALES EXTREMAS, MEDIANTE PLACAS SEPARADORAS. ESTO PODRÍA ORIGINAR QUE LA PLACA DE LA PUERTA SE PANDEE HACIA AFUERA Y QUE NO QUEDA EN LÍNEA CON LAS OTRAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE EN LA JUNTA HORIZONTAL FIG. 3.3d.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO-FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	FOLIA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	18 DE 35
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. AJUSTAR Y AMARRAR LA JUNTA EMPEZANDO DESDE ARRIBA HASTA LLEGAR A LA PARTE INFERIOR. INSTALAR SEPARADORES DE LÁMINA Y PUNZONES PARA ASEGURARSE QUE LA ABERTURA DE LA RÁZ EN LOS BISELES ES LA CORRECTA.

MIENTRAS SE AJUSTA UNA JUNTA, USAR UNA PLOMADA PARA DETERMINAR SI ESTÁ VERTICAL. CUANDO LOS EXTREMOS DE LAS PLACAS ESTÁN MAL FABRICADAS Y ELLAS SON FIJADAS ESTRICTAMENTE A LA SEPARACIÓN APROPIADA PUEDE RESULTAR UNA DE LAS DOS CONDICIONES SIGUIENTES:

- A. SI EL EXTREMO FUÉ CORTADO RECTO PERO EN ÁNGULO, LA PLACA SE INCLINA YA SEA HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA DEPENDIENDO DE LA DIRECCIÓN DEL ERROR. LA PLOMADA DETECTA ÉSTO RÁPIDAMENTE.
- B. SI EL EXTREMO DE LA PLACA ES CORTADO CURVÁNDOLO, TOMARÁ LA FORMA DE BARRIL YA SEA, HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA. NUEVAMENTE USANDO LA PLOMADA COMO REFERENCIA VERTICAL SE MOSTRARÁ ÉSTA CONDICIÓN.

ES IMPORTANTE QUE LA PLACA ESTÉ DERECHA Y A PLOMO DESPUÉS DE AJUSTADA Y FIJADA CON SUS CORRESPONDIENTES HERRAJES, LO CUAL SIGNIFICA QUE LA SEPARACIÓN DE LA JUNTA PUEDE VARIAR Y QUE EL BORDE DE LA PLACA DEBE SER AUMENTADO ANTES DE SOLDAR LA JUNTA.

LAS PLACAS CON JUNTAS VERTICALES RECTAS (SIN BISEL) SE MONTARÁN SIN SEPARADORES INTERMEDIOS EN LAS MISMAS Y PARA FIJARLAS EN SUS RESPECTIVAS POSICIONES DE TAL MODO QUE NO PUEDAN DESVIARSE DEBERÁ SOLDARSE UNA PLACA DE SUJECCIÓN

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	19 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SOBRE LA JUNTA HORIZONTAL A AMBOS LADOS DE LA VERTICAL Y A 900 MM. DE LA MISMA.

SUJETAR LAS DOS PLACAS DE UN ANILLO CON LAS MENCIONADAS - EN EL PÁRRAFO ANTERIOR PARA EVITAR CUALQUIER DESVIACIÓN, HACE QUE DICHAS PLACAS SEAN FORZADAS HACIA AFUERA DE MODO QUE SOBRESALEN HORIZONTALMENTE DE LAS PLACAS DEL ANILLO - INFERIOR. AL SOLDAR LA JUNTA VERTICAL, LAS PLACAS REGRESAN A SU POSICIÓN ORIGINAL SIN TENER PARTES PLANAS EN UNO U OTRO LADO DE LA JUNTA.

USANDO CANDADOS CRUZANDO LAS JUNTAS VERTICALES, SE ABREN LAS MISMAS HASTA ASEGURAR LAS SEPARACIÓN ADECUADA.

4. REVISAR EL AJUSTE DE LAS JUNTAS VERTICALES CON UNA CERCHA DE MADERA DE UNA LONGITUD MÍNIMA DE 900 MM, CON UN LADO - CURVADO AL RADIO DEL TANQUE Y UNA MUESCA CIRCULAR EN EL CENTRO PARA LIBRAR EL CORDÓN DE SOLDADURA. LA CERCHA PUEDE USARSE PARA VERIFICAR EL AJUSTE ASÍ COMO PARA REVISAR LA REDONDEZ DEL TANQUE DURANTE EL SOLDEO.

CUANDO LAS VERTICALES SE ESTÁN AJUSTANDO, SOLDAR PLACAS - DE SUJECIÓN SOBRE LAS JUNTAS A INTÉRVALOS DE 600 MM. SUÉLDESE ÚNICAMENTE UN LADO DE LAS PLACAS DE SUJECIÓN A LA -- ENVOLVENTE. ÉSTAS PLACAS DEBERÁN ESTAR INCLINADAS LIGERAMENTE HACIA ABAJO PARA EVITAR SOCAVADOS (VÉASE FIGURA - - 3.4.1A).

5. VÉANSE LAS FIGURAS 3.4.1B Y 3.4.1.C PARA EL USO DEL EQUIPO RIGIDIZANTE EN EL AJUSTE DE LAS JUNTAS.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J. H. B.	HOJA 20 DE 29
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

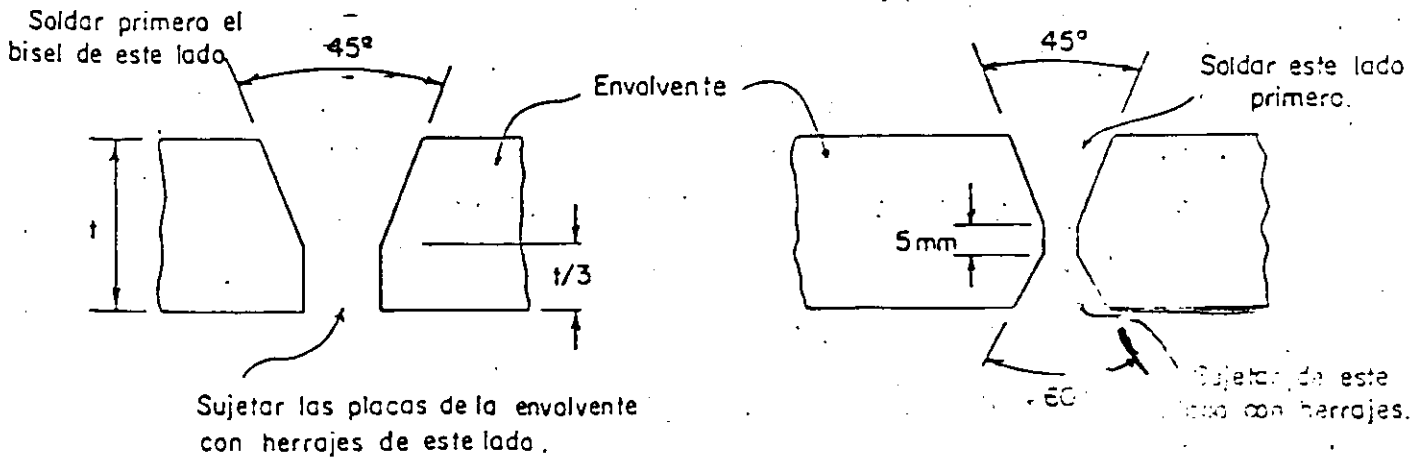
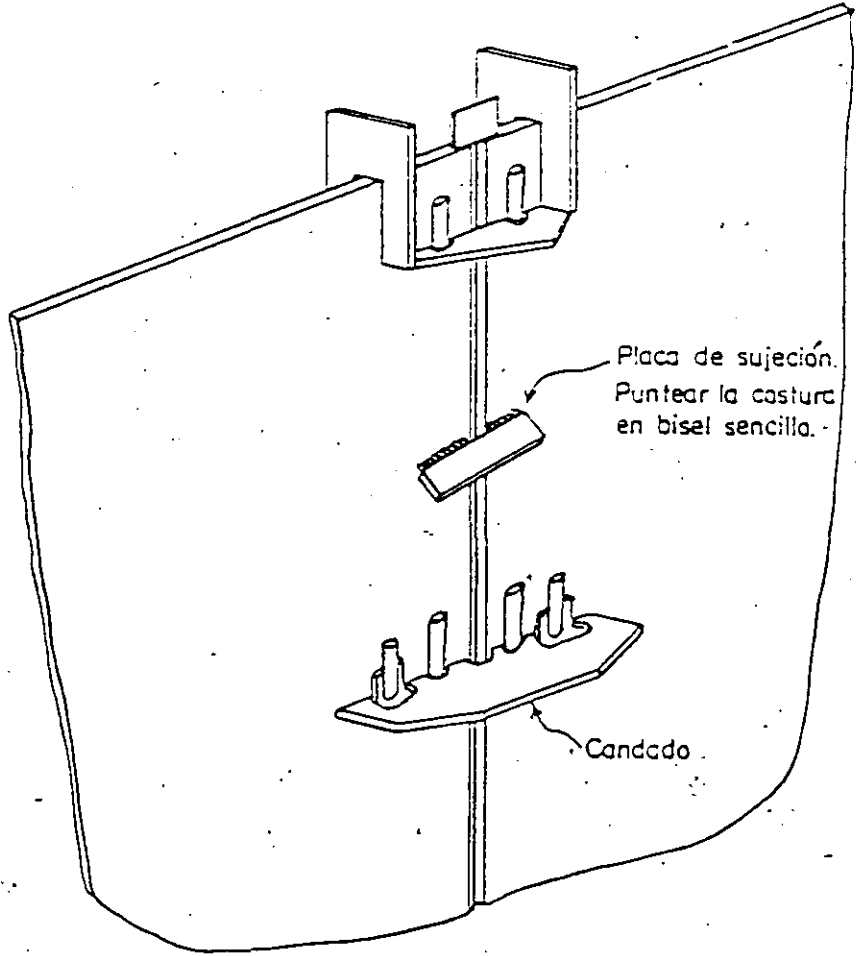
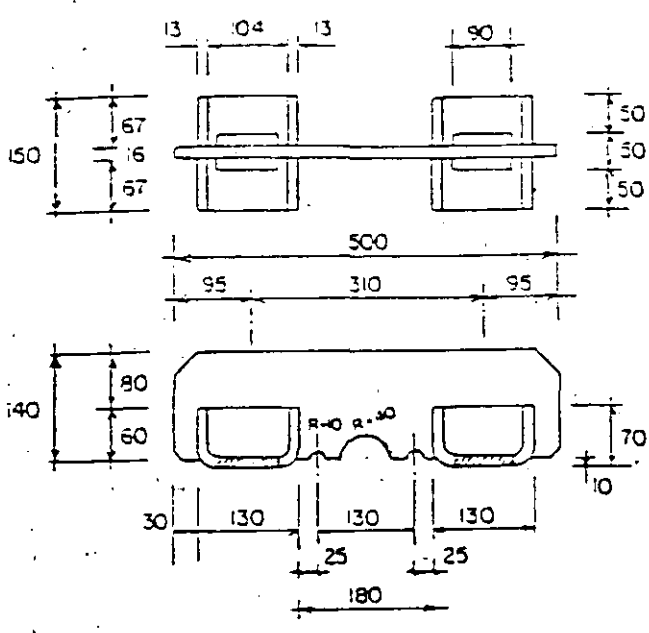
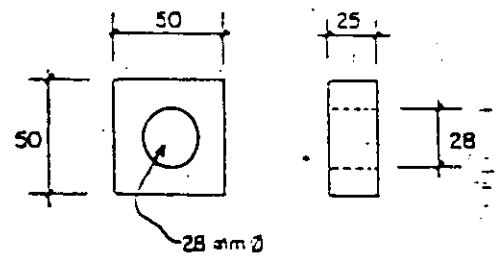
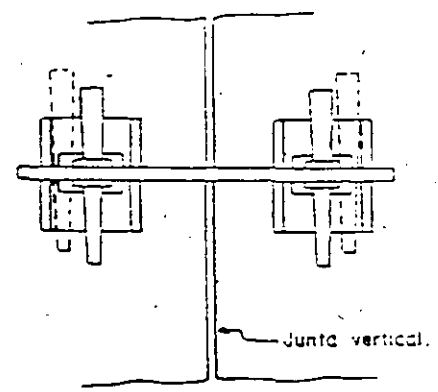


FIG. 3. 4. 1a

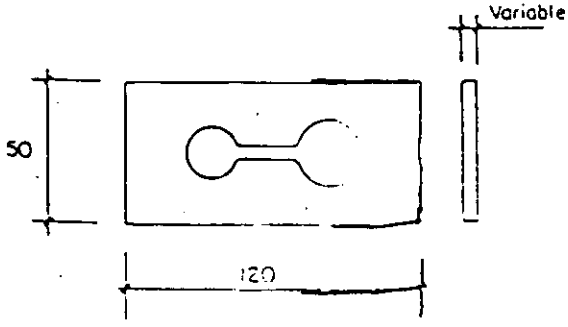
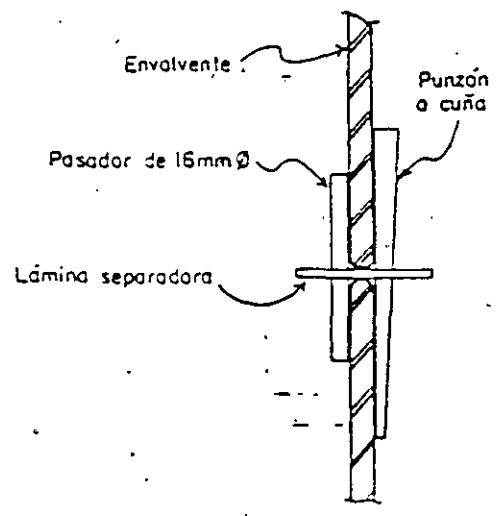


DETALLE DEL CANDADO

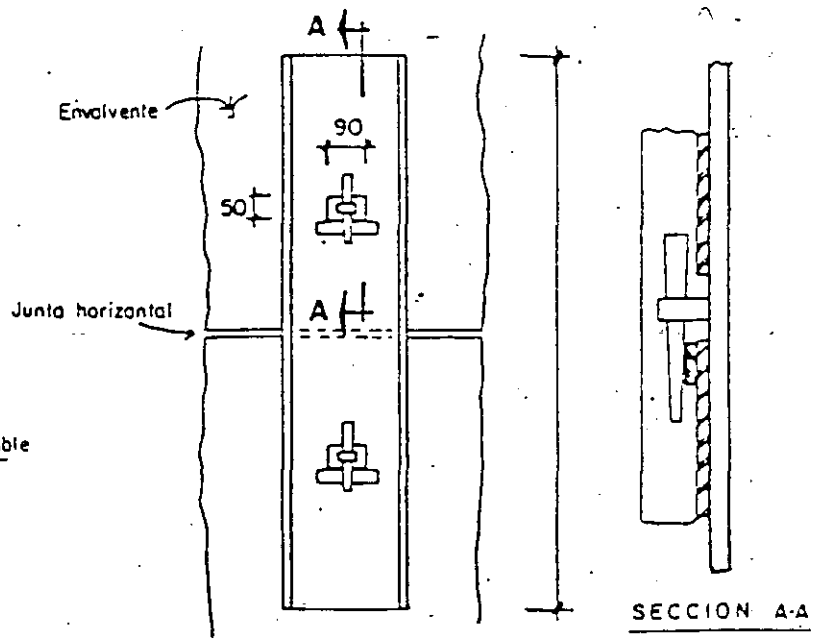
Aclaraciones en mm.



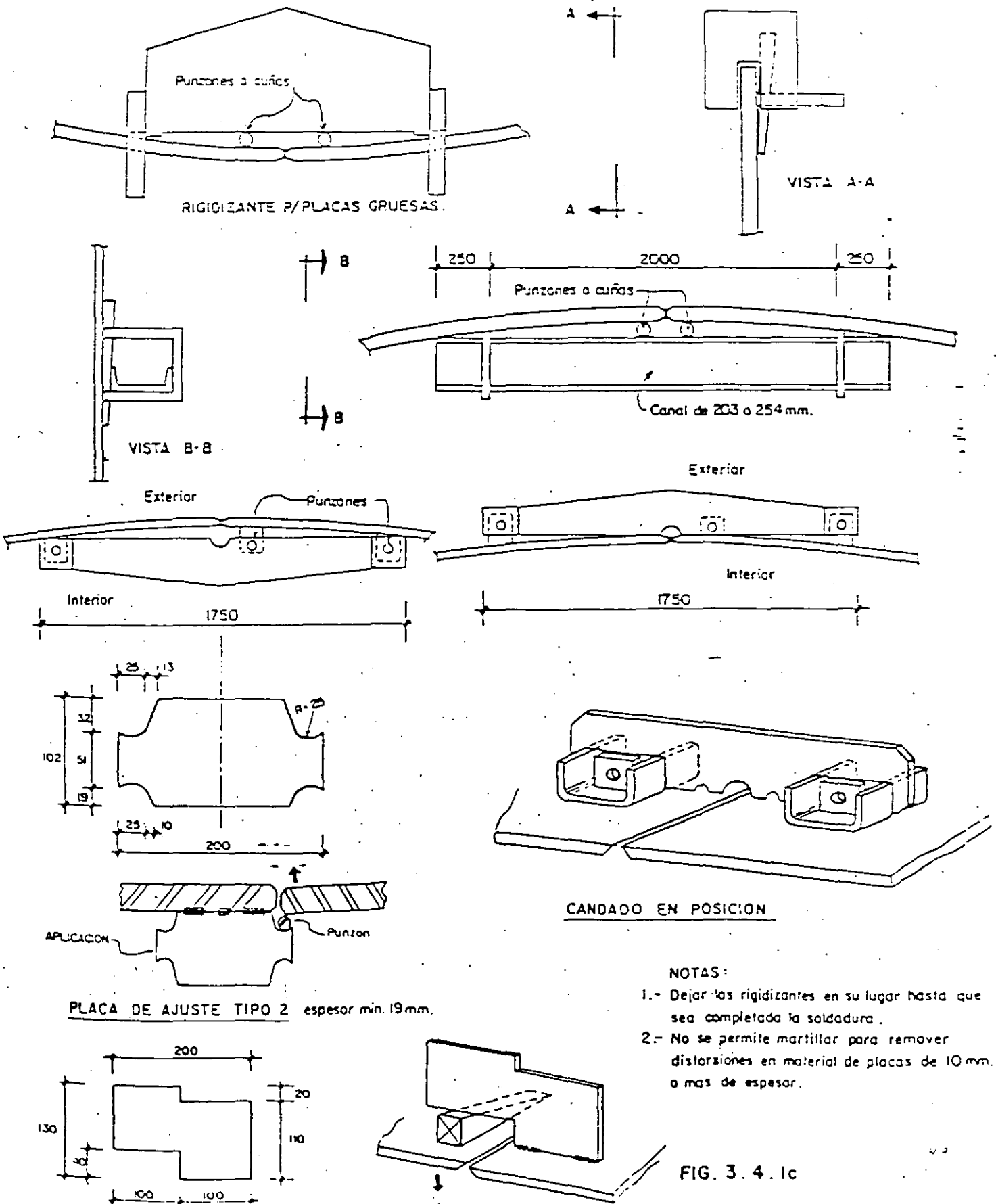
DETALLE DE TUERCA LISA



SEPARADOR PARA JUNTAS HORIZONTALES.



**CANDADO DE CANAL
PARA JUNTAS HORIZONTALES**



P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA IV-85	HOJA 23 DE 29
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.4.2 SOLDEO DE LAS JUNTAS VERTICALES.

SOLDAR LAS VERTICALES DE ACUERDO CON EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA INDICADO (VER SECCIÓN "A") ASÍ COMO CON EL ELECTRODO SELECCIONADO TANTO PARA SOLDADURA MANUAL COMO PARA LA AUTOMÁTICA. PRIMERO, SOLDAR COMPLETO EL LADO DE LA JUNTA QUE NO TIENE HERRAJES SOBRE ELLA. SOLDANDO EL OTRO LADO PRIMERO Y SALTANDO SOBRE LOS HERRAJES, PUEDE ORIGINAR GRIETAS Y FUSIÓN INCOMPLETA CUANDO SE SUELDAN LAS ÁREAS OMITIDAS. LOS CANDADOS Y LOS DEMÁS HERRAJES PUEDEN SER REMOVIDOS DESPUÉS QUE SE HA SOLDADO COMPLETAMENTE EL LADO LIBRE. PUEDE DEJARSE SI ES NECESARIO EL RIGIDIZANTE EXTREMO PARA MANTENER UNA CURVATURA CORRECTA. SI ÉSTA NO SE ADQUIERE EN LA VERTICAL CUANDO SE HA TERMINADO EL SOLDEO, DEBERÁ CORREGIRSE LA JUNTA. UNA MODERADA CANTIDAD DE MARTILLO PUEDE DAR LA FORMA, PERO NO MARTILLAR EN PLACAS DE 10 MM. O MÁS DE ESPESOR. VACÍAR LA SOLDADURA CON ARCO-AIRE Y RESOLDAR, NO CORREGIR SOLAMENTE EL EXTREMO. LA VERTICAL ENTERA DEBE ESTAR CORRECTA.

3.5 SOLDADURA EN LA JUNTA CIRCUNFERENCIAL FONDO-ENVOLVENTE.

ESTA SOLDADURA PUEDE SER TRABAJADA EN EL MOMENTO QUE SE QUIERA DESPUÉS QUE EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE HA SIDO MONTADO Y TODAS LAS JUNTAS VERTICALES AJUSTADAS Y ENSAMBLADAS CON SUS HERRAJES COMPLETOS. EL AJUSTE Y EL SOLDEO DE LA JUNTA PUEDE INICIARSE ANTES QUE TODAS LAS VERTICALES SEAN SOLDADAS PERO NO HACER NINGUNA OPERACIÓN BAJO UNA VERTICAL QUE NO HA SIDO COMPLETAMENTE SOLDADA. PARAR A UN METRO PROXIMAMENTE DE LA VERTICAL NO SOLDADA. EL PROCEDIMIENTO DESCRITO ES EL USADO POR CBI. SIN EMBARGO PARA EVITAR PROBLEMAS DE CONTRACCIONES MAYORES, ES ACONSEJABLE SOLDAR LA JUNTA FONDO ENVOLVENTE HASTA COMPLETAR LA SOLDADURA DE UN ANILLO DE LA ENVOLVENTE (VÉASE LA FIG. 3.01)

P E M E X I S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-55	24 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA SOLDADURA DE UN LADO DE LA JUNTA FONDO-ENVOLVENTE DEBERÁ HACERSE ANTES QUE LAS PLACAS IRREGULARES SEAN SOLDADAS UNA A LA OTRA. SOLDAR UN LADO PRIMERO Y HACER LA PRUEBA CON LÍQUIDOS PENETRANTES. SOLDAR EL OTRO LADO CUALQUIER TIEMPO DESPUÉS.

POR LA DIFERENCIA DE ESPESORES ENTRE LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE Y LAS ANULARES O IRREGULARES, ES CONVENIENTE PRECALENTAR LA JUNTA ANTES DE SOLDAR.

SI SE USA EQUIPO AUTOMÁTICO DE SOLDAR, AMBOS LADOS DEBEN SOLDARSE SIMULTÁNEAMENTE Y RADIOGRAFIAR LA SOLDADURA.

EN FONDOS CON PLACAS IRREGULARES PERIMETRALES, DEJAR ALGUNAS PLACAS SIN SOLDAR EN LAS ZONAS BAYONETADAS PARA FINÉS DE DRENAJE. NO FORZAR LOS PUNZONES O CUÑAS BAJO LA ENVOLVENTE PORQUE ÉSTO PUEDE FACILMENTE DESNIVELÁRLA Y CREAR PROBLEMAS DE PANDEO. NO HACER MEDIOS AGUJEROS U OTROS CORTES EN LA ENVOLVENTE PARA DRENAR O POR CUALQUIER OTRA RAZÓN. ÉSTOS AGUJEROS CREAN CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS QUE PUEDEN CAUSAR FALLAS.

3.6 MONTAJE DEL SEGUNDO Y DEMÁS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE.

MONTAR LOS ANILLOS SUPERIORES CON EL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DISPONIBLE (VER FIG. 3.6A).

EN TANQUES CON DIÁMETRO DE 15.00 Ó MÁS METROS (50' Ó MÁS) LAS PLACAS DE LA ENVOLVENTE SON EMBARCADAS EN LOS TALLERES CON PUNTOS MARCADOS EN LOS TERCIOS DE SU LONGITUD EN EL LADO SUPERIOR Y POR EL INTERIOR. MONTAR LAS PLACAS DE MODO QUE AMBOS EXTREMOS COINCIDAN CON LOS PUNTOS MARCADOS EN EL PRIMER TERCIO

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	25 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

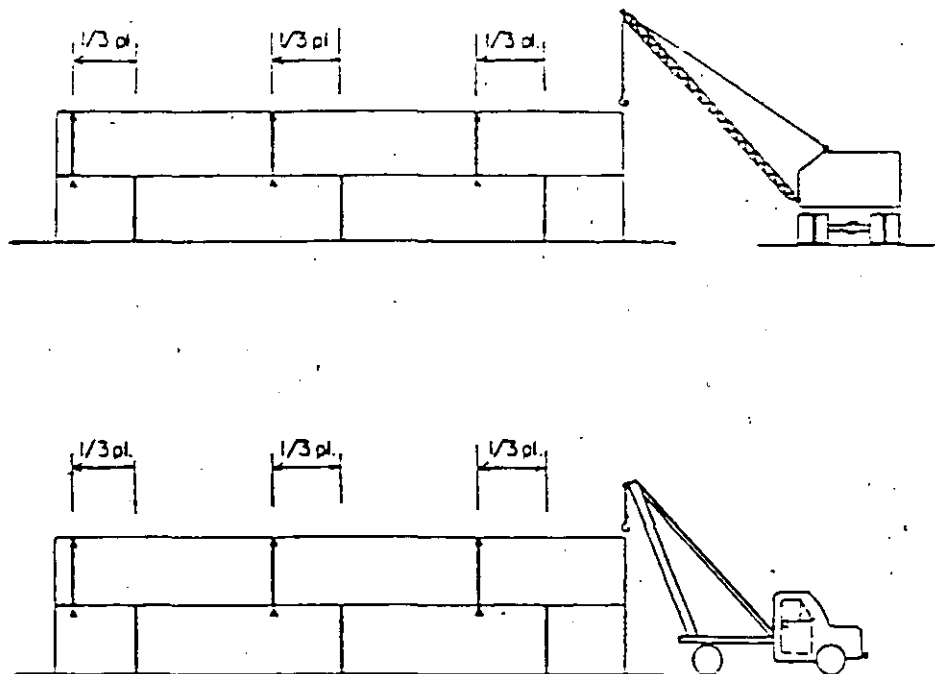


FIG. 3. 6a

DE LAS DOS PLACAS INFERIORES ADYACENTES. (VÉASE FIG. 3.6.A).

AMARRAR CADA PLACA AL ANILLO INFERIOR CON CANALES RIGIDIZANTES Y SEPARADORES COMO SE MUESTRA EN LA FIG. 3.6B.

LOS SEPARADORES SE USARÁN EN LA JUNTA HORIZONTAL AÚN CUANDO NO HAYA ABERTURA DE LA RAÍZ. ESTO ELIMINA LA NECESIDAD DE EMPLEAR LAS BARRAS EN U ANTIGUAMENTE USADAS PARA AJUSTAR LA COSTURA CIRCUNFERENCIAL. LOS SEPARADORES DEBERÁN ESPACIARSE ALREDEDOR DE 1.20 M. (4'). SIEMPRE ASEGURAR EL BORDE EXTREMO

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

IV-36

25 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

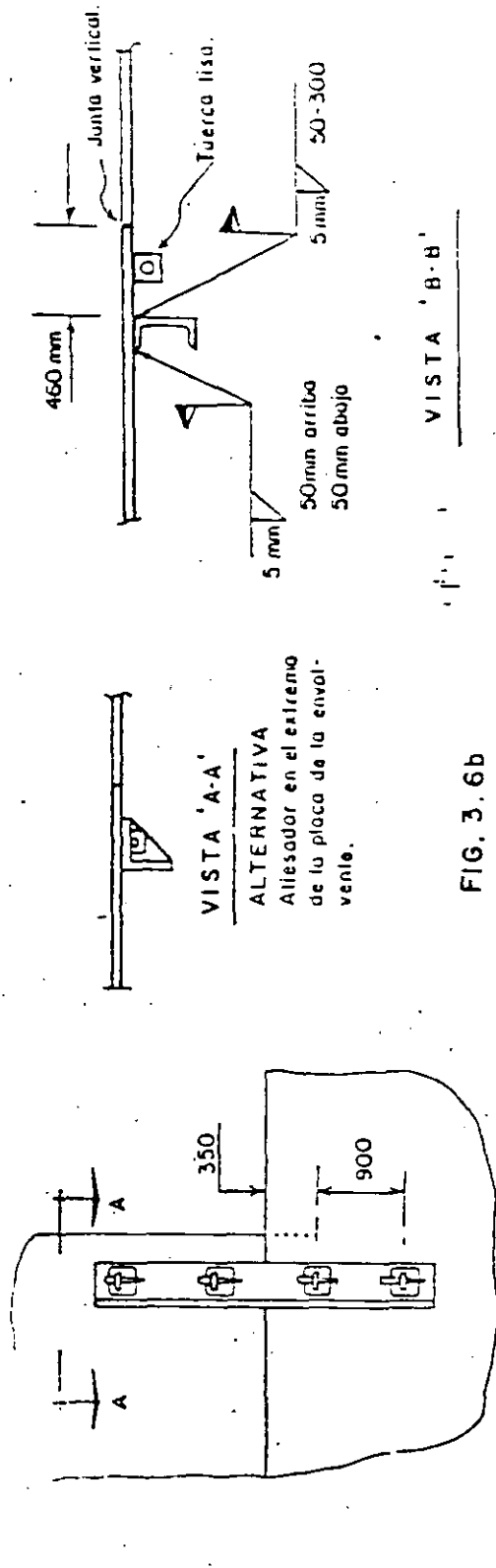
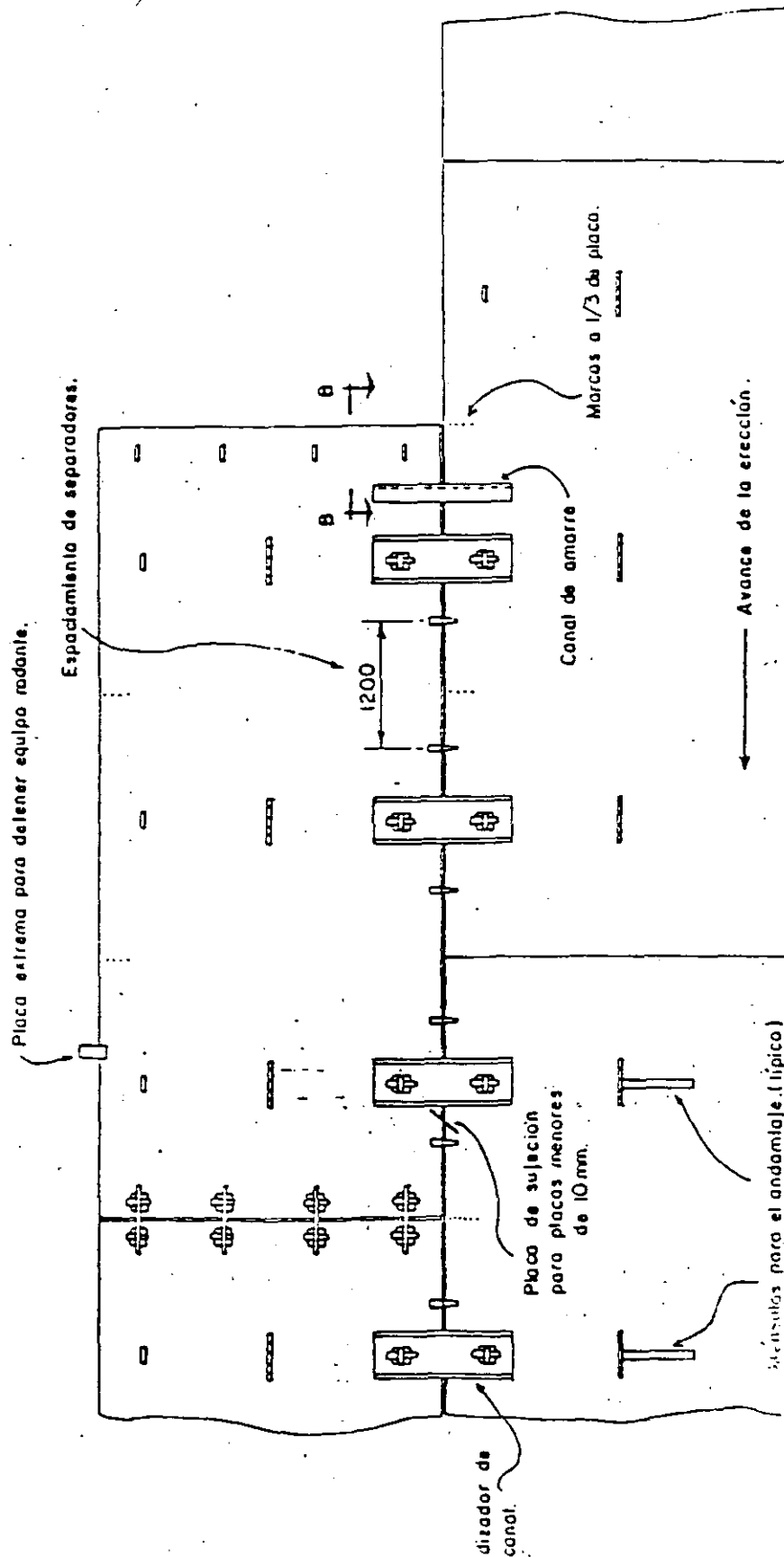


FIG. 3.6b

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR : Ing. J. L.	FECHA
		APROBADO POR : Ing. J. H. B.	IV-86
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

DE LA PRIMERA PLACA MONTADA, CON UNO DE LOS MÉTODOS ILUSTRADOS EN LA SECCIÓN A-A DE LA FIG. 3.6B. USAR CUANDO MENOS TRES (3) CANALES RIGIDIZANTES POR PLACA. SI EL MONTAJE DE UN ANILLO SE INTERRUMPE POR CUALQUIER RAZÓN (ACABARSE EL MATERIAL DE PLACAS, LA HORA DE LA COMIDA, ETC.) ASEGURAR EL BORDE DE ATAQUE DE LA ÚLTIMA PLACA MONTADA COMO SE INDICA EN LA SECCIÓN A-A DE LA FIG. 3.6B. EVITAR DEJAR UN ANILLO INCOMPLETO DURANTE LA NOCHE, PERO CUANDO ES NECESARIO, VÉASE EL PÁRRAFO 3.9 PARA INSTRUCCIONES SOBRE EL USO DE RETENIDAS ADICIONALES.

LAS PLACAS DE MENOS DE 6 MM. (1/4") DE ESPESOR PRESENTAN PROBLEMAS ESPECIALES. DEBIDO A QUE ÉSTAS GENERALMENTE NO SON ROLADAS, DEBERÁ USARSE UN TAMAÑO APROPIADO DE SEPARADORES PARA CURVAR LAS PLACAS Y SUJETARLAS PARA EVITAR SE LLEGUEN A CAER. SOLDAR UNA PLACA DE SUJECCIÓN CRUZANDO LA JUNTA HORIZONTAL, MÁS O MENOS A 1.00 M. (3') DEL LADO DEL ATAQUE DE CADA PLACA DE MENOS DE 10 MM. (3/8") DE ESPESOR, CUANDO SE ESTÉN MONTANDO.

EVITAR AGRUPAR EQUIPO RODANTE (MÁQUINAS DE SOLDAR AUTOMÁTICAS) EN PLACAS DELGADAS Y EN EL EXTREMO DE PLACAS DE ANILLOS INCOMPLETOS. ESPECIALMENTE CUANDO SE USA ANDAMIAJE EXTERIOR, NO SE PERMITAN MANGUERAS PARA AIRE NI CABLES PARA LAS MÁQUINAS DE SOLDAR COLGADOS ENTRE EL EQUIPO RODANTE Y EL CENTRO DEL TANQUE. SUSPENDER ÉSTOS ADITAMENTOS VERTICALMENTE Y ADOSARLOS A LA PARED DE LA ENVOLVENTE.

AJUSTAR Y SOLDAR LAS JUNTAS VERTICALES COMO SE INDICA EN EL PÁRRAFO 3.4.

3.7 AJUSTE Y SOLDEO DE JUNTAS HORIZONTALES (CIRCUNFERENCIALES).

SI NO SE USA EL SISTEMA DE ERECCIÓN DEL PUNTO A UN TERCIO DE

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	29 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA LONGITUD DE UNA PLACA (VER FIG. 3.6) NO SOLDAR LA JUNTA HORIZONTAL HASTA QUE TODAS LAS VERTICALES ARRIBA Y ABAJO DE LA MISMA HAN SIDO PREVIAMENTE SOLDADAS EN SU TOTALIDAD. SI NO SE SIGUE ESTA REGLA, AL CERRAR EL ANILLO PUEDE FALTAR O SOBRAR PLACA DEBIDO A LA CONTRACCION DEL MATERIAL POR EL SOLDEO VERTICAL.

EL MÉTODO DE ERECCION DEL PUNTO A UN TERCIO ES ÚTIL SI SE USA CORRECTAMENTE. ESTO ES ESPECIALMENTE CIERTO CUANDO LA JUNTA HORIZONTAL ES SOLDADA AUTOMÁTICAMENTE. EN TANQUES SOLDADOS CON ÉSTE PROCEDIMIENTO, EL SOLDEO DE LA JUNTA, A MENUDO SE INICIA ANTES QUE TODAS LAS VERTICALES SEAN SOLDADAS Y ALGUNAS VECES ANTES QUE LA ÚLTIMA PLACA SEA MONTADA.

SIN EMBARGO, NO SUJETAR LA JUNTA HORIZONTAL SI SE PASA POR CUALQUIER VERTICAL QUE NO HAYA SIDO COMPLETAMENTE SOLDADA. LAS JUNTAS VERTICALES DEBEN TENER LIBERTAD PARA CONTRAERSE CUANDO SE ESTÁN SOLDANDO Y NO DEBEN ESTAR FRENADAS POR LAS JUNTAS HORIZONTALES PUNTEADAS O SOLDADAS.

CUANDO SE DISEÑA UNA ENVOLVENTE CUYOS ANILLOS ESTÁN FORMADOS POR UN NÚMERO DETERMINADO DE PLACAS EXACTAMENTE DE IGUAL LONGITUD, SI LAS PLACAS DE CADA ANILLO NO SON MONTADAS Y AJUSTADAS EN SU POSICION CORRECTA, PODRÍA HABER DIFICULTADES EN MONTAR Y AJUSTAR LA ÚLTIMA PLACA, PUES LA LONGITUD DEL CLARO DONDE DEBERÍA ALOJARSE DICHA PLACA, PODRÍA NO CORRESPONDER A LA LONGITUD DE LA PLACA. CON LA JUNTA HORIZONTAL YA PARCIALMENTE SOLDADA, LLEGARÍA A SER MUY DIFICULTOSO DISTRIBUIR EL EXCESO DE PLACA EN LA ENVOLVENTE YA MONTADA. EN MÉXICO SE ACOSTUMBRA DISEÑAR CON CIERTO NÚMERO DE PLACAS IGUALES Y UNA ÚLTIMA PLACA, DE MUCHO MENOS LONGITUD, LLAMADA "PLACA DE AJUSTE", LA

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	29 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

CUAL SE ENVÍA UN POCO MÁS LARGA Y SE CORTA Y ADAPTA EN EL CAMPO.

CON EL PUNTO MARCADO A UN TERCIO, CADA PLACA PUEDE SER COLOCADA EN SU UBICACIÓN CORRECTA. CADA PLACA ADICIONAL QUE SE MONTA DEBERÍA TENER SU EXTREMO CORRECTO, COINCIDIENDO SOBRE LA MARCA AL TERCIO. PODRÍAN MONTARSE JUNTAS PLACAS LARGAS Y CORTAS REGRESANDO A LOS PUNTOS AL TERCIO DE LA LONGITUD.

3.7.1 PROBLEMAS AL AJUSTAR JUNTAS HORIZONTALES.

AL AJUSTAR LAS JUNTAS HORIZONTALES SE PRESENTAN DOS PROBLEMAS: ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS Y VARIACION DE LA ABERTURA DE LA RAIZ.

3.7.1.1 ANILLOS LARGOS O CORTOS.

CON LA TOLERANCIA ACEPTABLE PARA LA LONGITUD DE LAS PLACAS, PUEDE SUCEDER QUE EL DESARROLLO DEL ANILLO RESULTE LIGERAMENTE MUY LARGO O MÁS CORTO. CUANDO SE TRABAJA CON HERRAJES EN CUALQUIER TIPO DE JUNTA, EL AJUSTADOR DEBERÁ ESTAR CONSIENTE DE COMO SUS HERRAJES ESTÁN AFECTANDO OTRA PARTE DE LA ESTRUCTURA. MIENTRAS SE ESTÁ AJUSTANDO LA JUNTA HORIZONTAL, DEBERÍA OBSERVAR UNA Y MEDIA O DOS PLACAS MÁS ADELANTE Y TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES SEGÚN EL CASO.

1. SI HAY UNA PLACA CORTA ADELANTE, EL AJUSTADOR PUEDE AFLOJAR ALGO LAS PLACAS DE ADELANTE Y HACER EL AJUSTE.
2. O, SI EL AJUSTADOR ESTÁ TRABAJANDO EN UNA PLACA CORTA, PUEDE CONSEGUIR EL AFLOJAMIENTO DE UNA PLACA LARGA DE ADELANTE.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	30 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. SI UN ANILLO RESULTA MÁS PEQUEÑO, EL AJUSTADOR DEBE MOVER EL EJE DE LAS PLACAS DEL MISMO HACIA ADENTRO.
4. SI UN ANILLO RESULTA MÁS GRANDE, SE DEBE MOVER EL EJE DE LAS PLACAS HACIA AFUERA.

LOS CÓDIGOS CUBREN LA TOLERANCIA ADMISIBLE EN EL DESALINEAMIENTO DE LA JUNTA HORIZONTAL. LA TOLERANCIA POR DESALINEAMIENTO SE REFIERE A LA CANTIDAD QUE LA PLACA SUPERIOR SOBRESALE HORIZONTALMENTE DE LA INFERIOR YA SEA HACIA ADENTRO O HACIA AFUERA. VÉASE API 650 STD SECCIÓN 5.2.3.

3.7.1.2 VARIACIONES EN LA ABERTURA DE LA RAIZ DE LA SOLDADURA.

LA VARIACIÓN DE LA ABERTURA DE LA RAÍZ EN LA JUNTA HORIZONTAL PUEDE SER ORIGINADA POR UNA ENVOLVENTE FUERA DE NIVEL Y/O MALA FABRICACIÓN.

NO USAR CANDADOS PARA JALAR LA ABERTURA DE LA JUNTA HORIZONTAL. ESTO PODRÍA ORIGINAR DOBLECES EN EL ANILLO SUPERIOR MÁS DELGADO. SI LA ENVOLVENTE ABAJO DE LA JUNTA ESTÉ FUERA DE PLOMO, DEBERÁ RE-NIVELARSE.

SEPARACIONES NO UNIFORMES EN LA JUNTA HORIZONTAL, PUEDE SER EL RESULTADO DE UNA MALA FABRICACIÓN. EN ESTOS CASOS LA ORILLA DE LA PLACA DEBERÁ RELLENARSE CON SOLDADURA PARA PRODUCIR UNA ABERTURA UNIFORME. REPORTAR A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN SIEMPRE QUE OCURRA ÉSTA SITUACIÓN PARA QUE LA FABRICACIÓN PUEDE SER CORREGIDA. PUESTO QUE LA CONTRACCIÓN ES IGUAL EN CADA MITAD DE LA ABERTURA, HABRÁ PROBLEMAS SI NO ES RELLENADA APROPIADAMENTE. LA CONTRACCIÓN EN UNA ABERTURA IRREGULAR JALA EL ANILLO PONIENDOLO FUERA DE NIVEL CON EL RESULTADO DE PLACAS PLANAS Y/O ONDULACIONES O DOBLECES.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	31 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3.7.2 SOLDEO DE LAS COSTURAS HORIZONTALES. SOLDAR LA JUNTA DE ACUERDO CON EL PROCEDIMIENTO INDICADO EN LAS HOJAS RESPECTIVAS Y LAS TÉCNICAS DE SOLDEO MANUAL O AUTOMÁTICA (VÉASE LA SECCIÓN A.)

3.8 MONTAJE DE MIEMBROS ESTRUCTURALES EN LA ENVOLVENTE.

TERMINADA LA ERECCIÓN Y LA SOLDADURA DEL ÚLTIMO ANILLO SE PROCEDERÁ A MONTAR LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES COMO ÁNGULOS DE CORONAMIENTO, TRABES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO Y ÁNGULOS ATIESADORES ADICIONALES. LA ERECCIÓN DE ÉSTOS MIEMBROS, ES UNA OPERACIÓN COMÚN Y SOLAMENTE SE DAN COMENTARIOS GENERALES.

3.8.1 ÁNGULOS DE CORONAMIENTO Y ATIESADORES. ANTES DE PROCEDER AL MONTAJE DE ÉSTOS ELEMENTOS DEBERÁN REVISARSE DE ACUERDO CON LOS PLANOS DE FABRICACIÓN, COMO SIGUE:

1. REVISAR LOS EXTREMOS DE CADA PIEZA PARA ASEGURARSE QUE LOS ÚLTIMOS 600 ó 900 MM. ESTÉN ROLADOS APROPIADAMENTE.
2. SI LOS EXTREMOS NO VIENEN ROLADOS CORTAR LA PARTE RECTA; ASEGURARSE QUE HAY SUFICIENTE ÁNGULO PARA COMPLETAR EL ANILLO.
3. ANTES DE SOLDAR EL ÁNGULO DE CORONAMIENTO A LA ENVOLVENTE, PLOMEAR EL ALA VERTICAL DEL ÁNGULO.
4. ANTES DE SOLDAR CUALQUIER ATIESADOR, ASEGURARSE QUE EL ANILLO DE LA ENVOLVENTE AL CUAL SE CONECTA, ESTÁ CON LA REDONDEZ DENTRO DE LAS TOLERANCIAS MARCADAS EN LA SECCIÓN 1.0.

P. E. M. E. X. S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	FOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	32 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5. SOLDAR EL ÁNGULO DE CORONAMIENTO SIGUIENDO LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS DE MONTAJE.

3.8.2 TRABES PERIMETRALES DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO.

ANTES DE MONTAR ÉSTOS MIEMBROS, REVISAR LA REDONDEZ DE LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE. USESE EL DOBLE DE LA TOLERANCIA POR REDONDEZ DEL PRIMER ANILLO DADA EN LA SECCIÓN 1.0. TAMBIÉN REVISAR LA VERTICALIDAD DE LA ENVOLVENTE EN CADA JUNTA VERTICAL DEL ÚLTIMO ANILLO. VÉASE LA SECCIÓN 1.0 PARA TOLERANCIAS PERMISIBLES. SI EL TANQUE NO ESTÁ REDONDO O LA ENVOLVENTE NO ESTÁ A PLOMO, REVISAR LA HORIZONTALIDAD DEL ANILLO DE CIMENTACIÓN Y HACER LAS CORRECCIONES REQUERIDAS ANTES DE MONTAR LA TRABE DE REFUERZO.

1. TRAZAR LA LOCALIZACIÓN DE LA SECCIÓN CORRESPONDIENTE DE LA ESCALERA EXTERIOR EN LA ENVOLVENTE.
2. TRAZAR LA LOCALIZACIÓN DE LAS MÉNSULAS DE SOPORTE EN LA ENVOLVENTE.
3. MONTAR LAS MÉNSULAS.
4. LEVANTAR LAS SECCIONES DE LA TRABE Y APOYARLAS EN LAS MÉNSULAS. SUJETAR LAS JUNTAS A TOPE CON CANDADOS ENTRE UNA Y OTRA SECCIÓN.
5. COLOCAR LA PROTECCIÓN CON CABLES EN LA TRABE ALREDEDOR DEL TANQUE.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. L. B.
APROBADO POR Ing. J. H. B.

FECHA
IV-86

HOJA
33 DE 39

SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

6. AJUSTAR Y FIJAR TODAS LAS JUNTAS A TOPE DE LA TRABE EXCEPTO UNA. ASEGURARSE QUE ESTAS JUNTAS TENGAN LA ABERTURA -- APROPIADA A TODO SU LARGO. ESTO AYUDARÁ A MANTENER LA TRABE REDONDEADA AL RADIO DE DISEÑO. CON EL USO DE UNA CERCHA REVISAR QUE LA CURVATURA SEA LA CORRECTA.
7. SOLDAR TODAS LAS JUNTAS A TOPE DE LA TRABE EXCEPTO UNA.
8. EMPEZANDO EN LA PARTE OPUESTA A LA JUNTA NO SOLDADA, TRABAJAR EN AMBOS SENTIDOS ALREDEDOR DEL TANQUE FIJANDO LA TRABE A LA ENVOLVENTE.
9. AJUSTAR Y SOLDAR LA JUNTA A TOPE QUE QUEDÓ PENDIENTE.
10. SOLDAR LA TRABE A LA ENVOLVENTE.
11. AJUSTAR Y SOLDAR LA TRABE A LAS MENSULAS.
12. REVISAR EL DIÁMETRO DEL TANQUE NUEVAMENTE.

3 8.3 REVISIÓN DE LA REDONDEZ. ENVOLVENTE EN TANQUES ABIERTOS.

A CONTINUACIÓN SE SUGIERE UN MÉTODO PARA REVISAR LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE DE TANQUES ABIERTOS EN SU PARTE SUPERIOR DONDE SE INSTALAN TECHOS FLOTANTES.

PARA REVISAR SI LA ENVOLVENTE DEL TANQUE EN SU PARTE MÁS ALTA ESTÁ FUERA DE REDONDEZ, SE PROCEDE COMO SIGUE:

1. SELECCIONAR UNA BARRA O UN ÁNGULO COMO ESCANTILLÓN DE CUANDO MENOS 100 MM. MÁS LARGO QUE LA PARTE MÁS ANCHA DE LA TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO (TRABE DE RIGIDEZ).

P. E. M. E. X S. P. C. O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86	34 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

2. FIJAR UN ALAMBRE RESISTENTE O UNA CUERDA DE PIANO CON UNA PLOMADA U OTRO CONTRAPESO DE MÁS O MENOS 5 KG. EN EL EXTREMO DEL ESCANTILLÓN.
3. USANDO EL DISPOSITIVO ANTERIOR, BIEN FIJO EL ESCANTILLÓN A LA ENVOLVENTE, APOYADO EN LA TRABE DE RIGIDEZ COMO SE ILUSTRA EN LA FIGURA 3.8.3, MEDIR Y REGISTRAR LA DIMENSIÓN "A" EN PULGADAS.
4. EN LA MISMA FORMA, HACER MEDICIONES Y REGISTRARLAS EN TODAS LAS JUNTAS VERTICALES Y A LA MITAD DE TODAS LAS PLACAS DEL ÚLTIMO ANILLO.
5. CUANDO CADA MEDICIÓN ANTERIOR ES HECHA, REGISTRAR TODAS LAS DIMENSIONES "B" CORRESPONDIENTES, TAMBIÉN EN PULGADAS.
6. USESE LA SIGUIENTE EXPRESIÓN PARA DETERMINAR TOLERANCIAS: $0.01 (D+H)$ = TOLERANCIA DEL DIÁMETRO EN PULGADAS, DONDE D ES EL DIÁMETRO DEL TANQUE Y H SU ALTURA, AMBAS DIMENSIONES EN PIES. SI LA DIFERENCIA ENTRE LA MÁS GRANDE Y LA MÁS PEQUEÑA DIMENSIÓN "B" EN TODO EL PERÍMETRO DEL TANQUE ES IGUAL O MENOR QUE LA TOLERANCIA DEL DIÁMETRO CALCULADA, LA REDONDEZ DE LA ENVOLVENTE SE CONSIDERA CORRECTA PARA UN FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO DEL TECHO FLOTANTE.

LA DIFERENCIA B-A DE CADA MEDICIÓN DA, EN CADA PUNTO MEDIDO LA CANTIDAD FUERA DE PLOMO DE LA ENVOLVENTE.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES		HECHO POR Ing. I. J. L.	FECHA
TECHO FLOTANTE		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-86
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		HOJA 35 DE 39	
MANUAL DE MONTAJE N° 1			

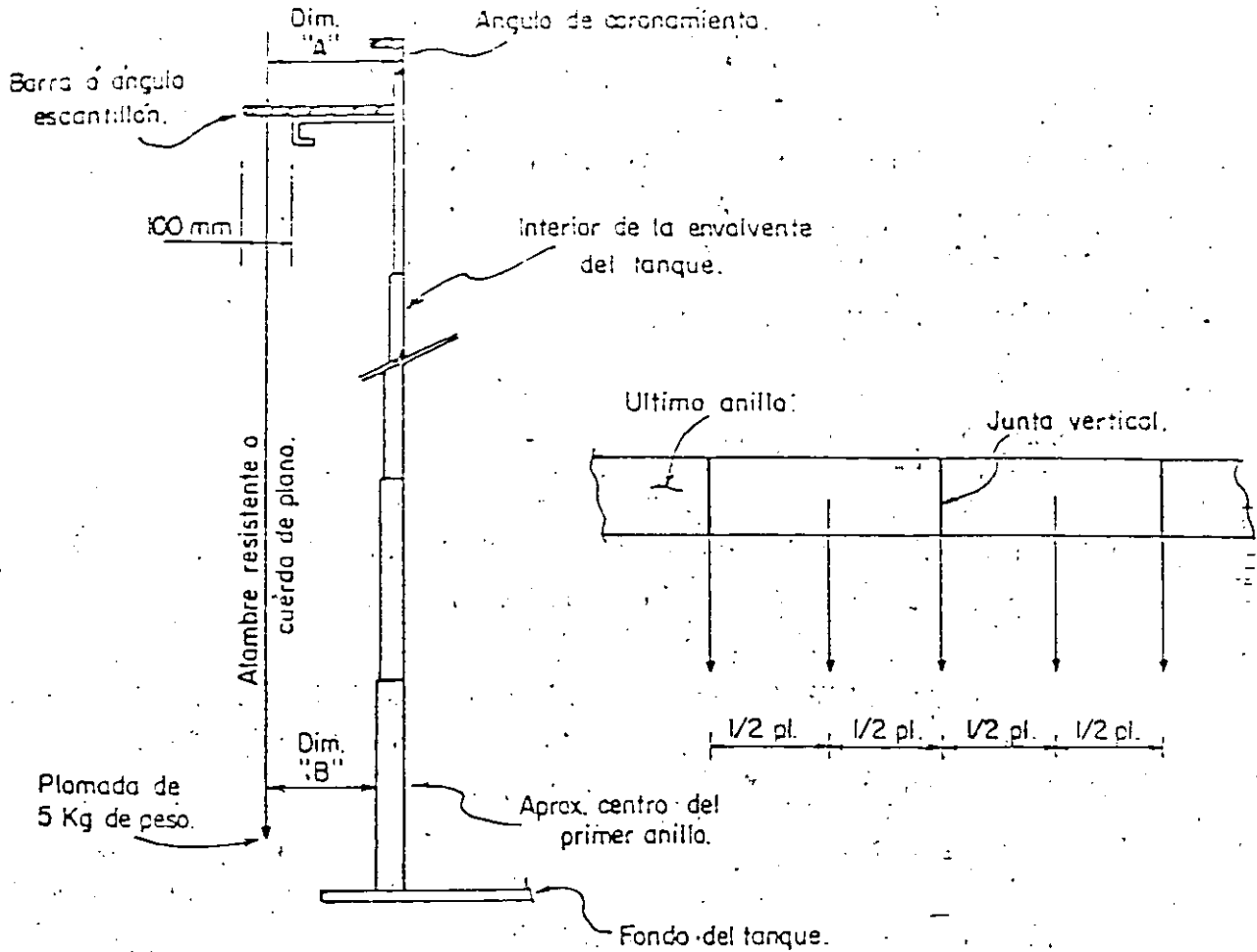


FIG. 3. 8.3

3.9 PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO.

LOS PROCEDIMIENTOS PARA SUMINISTRAR PROTECCIÓN CONTRA DAÑOS ORIGINADOS POR EL VIENTO, VARIAN CON LA LOCALIZACIÓN DEL TANQUE Y LA ÉPOCA DEL AÑO EN QUE SE HACE LA ERECCION. DEBERÁ USARSE LA EXPERIENCIA LOCAL PARA DETERMINAR LA PROTECCIÓN ADICIONAL QUE DEBERÁ SER PROPORCIONADA, ADEMÁS DE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS. EL PARRAFO 3.9.2 ENLISTA LAS MEDIDAS ADICIONALES QUE DEBERÁN TOMARSE EN EL CASO QUE HAYA FUERTES VIENTOS. EL CRITERIO ES LA ÚNICA GUÍA DISPONIBLE PARA DETERMINAR CUANTA PROTECCIÓN ES NECESARIA. EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y EL

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	36 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SUPERVISOR DE PEMEX DEBERÁN ESTAR SEGUROS QUE LA COMPAÑÍA -- TIENE Y USARÁ EL EQUIPO ADECUADO DURANTE LA ÉPOCA EN QUE SE ESPERAN FUERTES VIENTOS. LA CONTRATISTA DEBE ESTAR SUFICIENTEMENTE ENTERADA DE LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO, DE MODO QUE -- PUEDA HACER COMPLETO USO DE TODO SU EQUIPO DISPONIBLE CUANDO SE ESPERAN VENDAFALES LOCALES.

3.9.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS.

LOS SIGUIENTES SON LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS QUE DEBERÁN -- PONERSE EN OPERACIÓN AL FINALIZAR CADA DÍA DE TRABAJO. --

1. SE PUEDE USAR EL ANDAMIO HECHO A BASE DE MÉNSULAS Y TABLONES COMO TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO. SE PUEDE INSTALAR EN EL TERCER ANILLO, CUANDO SE HA INICIADO EL MONTAJE DEL CUARTO. APRETAR LOS GANCHOS EN "J", PUNZONES Y TABLONES PORQUE UN ANDAMIO ES ÚNICAMENTE TAN RESISTENTE COMO SU PUNTO MÁS DÉBIL.
2. CUANDO SE ESTÁ MONTANDO UN ANILLO SIEMPRE ES CONVENIENTE COMPLETARLO ANTES QUE EL PERSONAL SE RETIRE DE LA OBRA -- AL LLEGAR LA NOCHE, PERO ÉSTO NO SIEMPRE ES POSIBLE. -- CUANDO NO PUEDE COMPLETARSE EL MONTAJE, LOS EXTREMOS -- ABIERTOS DEL ANILLO PARCIALMENTE MONTADO, DEBERÁN CONTRAVENTEARSE CON RETENIDAS HACIA ADENTRO Y HACIA AFUERA CON CABLE DE 10 MM. (3/8") MÍNIMO DE DIÁMETRO.
3. CUANDO EN UN TANQUE SE DISEÑAN ATIESADORES PERMANENTES, ÉSTOS DEBERÁN MONTARSE Y SOLDARSE INMEDIATAMENTE DESPUÉS QUE LA JUNTA HORIZONTAL ARRIBA DE ELLOS HA SIDO SOLDADA. SI EL ATIESADOR NO INTERFIERE CON LA SOLDADURA DE LOS CORDONES HORIZONTALES, DEBERÁ MONTARSE TAN PRONTO COMO LA SOL

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES. TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J.L.L.	FECHA: IV-85
		APROBADO POR: Ing. J.H.B.	HOJA: 37 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

DADURA DE LAS JUNTAS VERTICALES HA SIDO COMPLETADA. VÉASE EL PÁRRAFO 3.8.

4. EL EQUIPO AUTOMÁTICO DE SOLDAR U OTROS EQUIPOS PESADOS -- SUSPENDIDOS DE LA ENVOLVENTE DEBERÁN SUJETARSE CON CABLES DE RETENIDA DE 10 MM. (3/8") HACIA ADENTRO Y HACIA AFUERA, DURANTE LAS NOCHES. AMARRAR CUALQUIER OTRO EQUIPO RODANTE PARA IMPEDIR QUE SE MUEVA.
5. EN TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 38.00 M. (125') O MÁS DE DIÁMETRO ES RECOMENDABLE USAR LA TRABE PERMANENTE DE RE--FUERZO CONTRA EL VIENTO COMO ANDAMIAJE.

3.9.2

RECOMENDACIONES ADICIONALES.

LA EXPERIENCIA LOCAL PUEDE DETERMINAR QUE PROTECCIÓN ADICIO--NAL DEBERÁ SUMINISTRARSE A LA OBRA POR VIENTOS FUERTES OCURRIEN--DO NORMALMENTE. DEPENDIENDO DE LA SEVERIDAD DE ÉSTOS VIENTOS ESPERADOS Y DATOS ESTADÍSTICOS DE LA LOCALIDAD, PODRÍAN RE--QUERIRSE PRECAUCIONES ADICIONALES COMO LAS ENLISTADAS A CONTI--NUACIÓN:

1. LA ADICIÓN DE UN SEGUNDO ANDAMIO EJERCIENDO LA FUNCIÓN DE UNA TRABE DE RIGIDEZ O LA ADICIÓN DE DOS CONTRAVIENTOS -- (MÍNIMO DE 10 MM. DE DIÁMETRO DE CABLE) POR PLACA, O AMBAS COSAS A LA VEZ.
2. DESMONTAR LA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SOLDAR O CUALQUIER -- OTRO EQUIPO PESADO DE LA ENVOLVENTE. CUALQUIER EQUIPO RO--DANTE QUE NO SE DESMONTE, DEBERÁ SITUARSE SOBRE UNA MEN--SULA DE ANDAMIO O SOBRE UN JUEGO DE CONTRAVIENTOS. ADEMÁS DE--

PEMEX		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-85	39 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

BERÁ AMARRARSE PARA IMPEDIR QUE SE DESPLACE. SI HAY VARIOS EQUIPOS, DISTRIBUIRLOS EN DISTINTAS MÉNSULAS Y NO DEJARLOS JUNTOS.

3. SOLDAR UNA TUERCA LISA EN LA ENVOLVENTE COMO TOPE ARRIBA DE CADA MÉNSULA PARA IMPEDIR QUE ÉSTA SE SALGA DE LA ABRAZADERA.
4. APRETAR ANCLAJES SI HAY FORMANDO PARTE DE LA ESTRUCTURA.
- 5.- DEJAR LAS PUERTAS DE LIMPIEZA, REGISTROS Y BOQUILLAS - ABIERTAS, PARA IMPEDIR SE HAGA UN VACÍO EN EL INTERIOR DEL TANQUE.

3.10 LIMPIEZA DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE.

LA SUPERFICIE EXTERIOR E INTERIOR DE TODOS LOS TANQUES Y TODAS LAS QUE SE VAN A PINTAR SE LIMPIARÁN COMO SIGUE:

1. REMOVER LA ESCORIA Y LAS SALPICADURAS DE LAS SOLDADURAS.
2. CON CINCEL LIMPIAR LAS REBABAS DE LOS CORDONES.
3. CINCELAR, ALISAR Y PULIR ESMERILANDO DONDE SE REQUIERE - REMOVER SALIENTES PUNTIAGUDOS Y ÁSPEROS.
4. REMOVER ACUMULACIONES DE LODO, POLVO Y OTRAS SUBSTANCIAS EXTRAÑAS ANTES DE LEVANTAR Y MONTAR LAS PLACAS EN SU LUGAR.

ADEMÁS, NO ARASTRAR MATERIAL CON LA PRIMERA MANO DE PINTURA

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-66	35 DE 39
SECCION 3.0 ERECCION DE LA ENVOLVENTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

APLICADA EN EL TALLER. EN EL INTERIOR DE LOS TANQUES DE TECHO FLOTANTE, TODOS LOS SALIENTES PUNTIAGUDOS DE MÁS DE 1.5 MM. - (1/16") DE ALTURA, DEBERÁN SER CINCELADOS DE MODO QUE QUEDEN SUPERFICIES LISAS. CUALQUIER SALIENTE QUE PROYECTE FILOS O PUNTAS DEBE SER ESMERILADO.

3.11 ANDAMIAJE.

LA CÍA. CONTRATISTA DEBERÁ PROPORCIONAR A LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, A TRAVÉS DE SU RESIDENTE Y EL SUPERVISOR DE PEMEX, EL SISTEMA DE ANDAMIAJE EXTERIOR O INTERIOR, ESCALAS Y DEMÁS PROTECCIONES QUE SE VA A USAR PARA QUE EL PERSONAL DE MONTAJE, SOLDADORES, INSPECTORES, ETC. TRABAJEN CON TODA LA SEGURIDAD POSIBLE.

HAY MUCHOS TIPOS DE ANDAMIOS, DESDE LOS MÁS SENCILLOS EMPLEANDO MÉNSULAS ENCAJADAS EN SOLERAS EN "U" Y TABLONES EN EL PISO HASTA LOS MÁS SOFISTICADOS QUE SE DESLIZAN POR LA ORILLA SUPERIOR DE LOS ANILLOS DE LA ENVOLVENTE. LO IMPORTANTE ES QUE LOS QUE SE VAN A USAR SEAN SEGUROS PARA QUE EL PERSONAL LABORE CON TODA CONFIANZA.

EN ALGUNOS CASOS, LA TRABE DE REFUERZO CONTRA EL VIENTO QUE SE INSTALA DEFINITIVAMENTE EN EL EXTREMO SUPERIOR DEL ÚLTIMO ANILLO, SE ARMA Y SE MONTA PROVISIONALMENTE EN EL PRIMER ANILLO Y SE VA ELEVANDO A MEDIDA QUE AVANZA EL MONTAJE DE LOS SIGUIENTES ANILLOS, SIRVIENDO DE ANDAMIAJE EXTERIOR.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	2 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

1. ENSAMBLE DEL PONTÓN Y SU MONTAJE.
2. ARMADO DE UNA OBRA PROVISIONAL DE APUNTALAMIENTO PARA APOYAR EL DIAFRAGMA.
3. ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.
4. SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.
5. INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE LOS POSTES DE SOPORTE DEFINITIVOS DEL TECHO Y PONTÓN.
6. INSTALACIÓN DE ACCESORIOS COMO EL SISTEMA DE DRENAJE DEL TECHO, ESCALERAS INTERIOR Y EXTERIOR, GUÍA ANTIROTACIÓN, VÁLVULAS, ETC.

4.2.1 SUB-ENSAMBLE Y MONTAJE DEL PONTÓN.

LAS PARTES PRINCIPALES DEL PONTÓN SON: LA ENVOLVENTE EXTERIOR (1) COMPUESTA DE DOS PLACAS, LA SUPERIOR (1A) Y LA INFERIOR (1B) - EN LOS TANQUES DE 500,000 BLS. (FIG. 4.2.1A) Y EN LOS DE MENOR CAPACIDAD SOLAMENTE LA PLACA (1) DE UNA SOLA PIEZA (FIGURA 4.2.1B), LA ENVOLVENTE INTERIOR (2), EL SECTOR SUPERIOR (3) Y EL

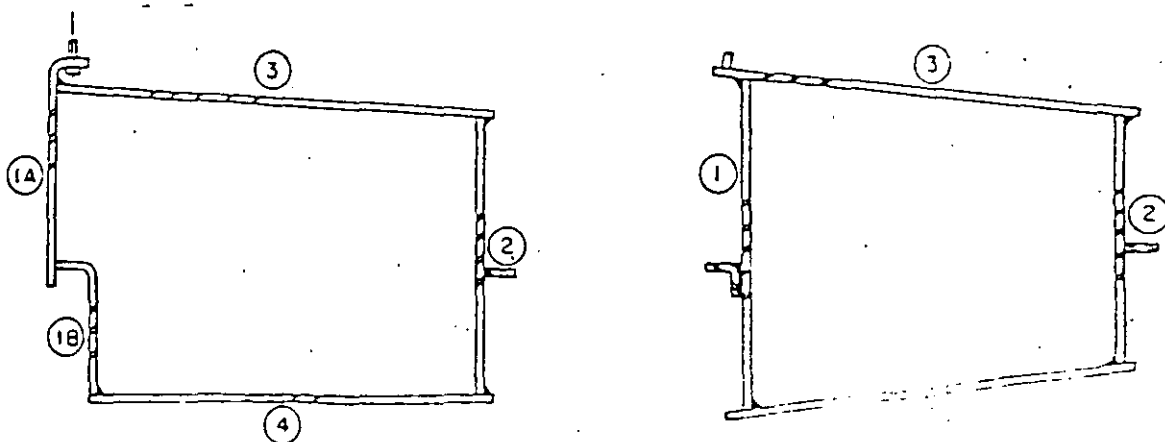


FIG. 4.2.1

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS, VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	3 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

INFERIOR (4). LLEVA ADEMÁS OTROS ELEMENTOS COMO REGISTROS DE --
HOMBRE, PLACAS SEPARADORAS DE COMPARTIMIENTOS, SOPORTE DEL --
PONTÓN EN EL FONDO, ETC.

NORMALMENTE, EL PONTÓN SE FABRICA EN SECCIONES DE LARGOS MANE-
JABLES. ESTAS SECCIONES SE TRANSPORTAN AL CAMPO CON TODOS SUS
ELEMENTOS SUELTOS PARA ENSAMBLARLOS EN LA OBRA MISMA. ESTO SE
PUEDE HACER FUERA DEL TANQUE SOBRE UNA CAMA BIEN NIVELADA O,
EN EL INTERIOR DEL MISMO DIRECTAMENTE SOBRE EL FONDO PERO TO-
MANDO EN CUENTA SU PENDIENTE, NIVELANDO EL SECTOR INFERIOR (4)
CON CALZAS. SIGASE EL ORDEN DE ARMADO SIGUIENTE PERO CONSUL-
TANDO SIEMPRE LOS PLANOS DE MONTAJE RESPECTIVOS.

- A. INICIAR EL ENSAMBLE POR SECCIONES, TENDIENDO LAS PLACAS -
DEL SECTOR INFERIOR DE CADA SECCIÓN SOBRE LA CAMA NIVELA-
DA O DENTRO DEL TANQUE, DONDE SE PREFIERA. CALZARLAS PARA
PONERLAS A NIVEL. UNIRLAS ENTRE SÍ PUNTEANDO LAS JUNTAS -
RADIALES.
- B. LA ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN, COMO YA SE INDICÓ, CONS-
TA DE DOS PARTES EN LOS TANQUES DE 500,000 BARRILES; COLO-
CAR LA INFERIOR SOBRE LA CUBIERTA O SECTOR INFERIOR PUN-
TEÁNDOLA Y EN SEGUIDA LA SUPERIOR. EN LOS OTROS TANQUES,
LA ENVOLVENTE VIENE DE UNA PIEZA, PUNTEARLA AL SECTOR IN-
FERIOR.
- C. COLOCAR PLACAS DIVISORIAS DE LOS COMPARTIMIENTOS DEL PON-
TÓN. PUNTEÁNDOLAS A LA ENVOLVENTE Y AL SECTOR INFERIOR.
- D. COLOCAR Y PUNTEAR EN LA MISMA FORMA QUE LA ENVOLVENTE EX-
TERIOR, LA INTERIOR, ASÍ COMO LAS PLACAS DE EXPANSIÓN.

P E M E X I S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-36	4 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

- E. MONTAR, AJUSTAR Y PUNTEAR EL SECTOR SUPERIOR A LAS ENVOLVENTES EXTERIOR E INTERIOR, PUNTEAR TAMBIÉN LAS PLACAS DIVISORIAS DE LOS COMPARTIMIENTOS CONFORME SE VAYA CERRANDO EL PONTÓN. CUIDAR QUE NO COINCIDAN LAS JUNTAS VERTICALES DE LAS ENVOLVENTES CON LAS UNIONES RADIALES DE AMBOS SECTORES.
- F. SEGUIR LA MISMA SECUENCIA DE ENSAMBLADO INDICADA PARA LA PRIMERA SECCIÓN DEL PONTÓN EN LAS RESTANTES, MONTANDOLAS A UNA ALTURA ADECUADA Y EN FORMA PROVISIONAL, TAL COMO SE INDICA EN LA FIG. 4.2.2b. PUEDEN EMPLEARSE SEPARADORES EN LAS JUNTAS VERTICALES DE LAS ENVOLVENTES, AJUSTANDO Y LIGANDO TODAS LAS SECCIONES HASTA CERRAR EL CÍRCULO DEL PONTÓN. SE PERMITE USAR PLACAS DE CIERRE EN EL AJUSTE FINAL.
- G. SOLDEO DEL PONTÓN. UNA VEZ ENSAMBLADA Y MONTADAS CON APOYOS PROVISIONALES, CADA UNA DE LAS SECCIONES, INICIAR EL SOLDEO DE LAS MISMAS, PRIMERO LAS ENVOLVENTES EXTERIOR E INTERIOR AL SECTOR INFERIOR; SOLDAR LUEGO LAS JUNTAS RADIALES Y LAS VERTICALES ENTRE LAS SECCIONES, AL MISMO TIEMPO SOLDAR LAS PLACAS DE LOS COMPARTIMIENTOS A LAS ENVOLVENTES Y AL FONDO DEL PONTÓN Y FINALMENTE EL SECTOR SUPERIOR O TAPA A LAS MISMAS ENVOLVENTES. ES NECESARIO DISPONER EN TODO MOMENTO DE UN JUEGO DE PLANOS DE MONTAJE DEL PONTÓN Y CONSULTARLO CONSTANTEMENTE PARA LOS EFECTOS DEL SOLDEO Y TRAZOS DE TODOS LOS ELEMENTOS ADICIONALES QUE LLEVA, COMO REGISTROS, GUÍA ANTIROTACIÓN, CAMISAS PARA LOS SOPORTES Y SUS REFUERZOS, ÁNGULOS DE SOSTÉN DEL SELLO Y SOLERA CIRCUNFERENCIAL DE APOYO DEL DIAFRAGMA.

4.2.2

OBRA FALSA PARA APOYO Y ARMADO DEL TECHO.

UNA VEZ SOLDADO EN SU TOTALIDAD EL PONTÓN PERO INSTALADO PRO-

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-86	5 DE 16
SECCION 40 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

VISIONALMENTE, A FIN DE TENER UNA SUPERFICIE NIVELADA PARA EL MONTAJE DEL DIAFRAGMA, ES NECESARIO PROYECTAR UN SISTEMA DE OBRA FALSA PARA TENDER LAS PLACAS DEL TECHO EN UN PLANO HORIZONTAL CON RESPECTO AL FONDO CÓNICO DEL TANQUE.

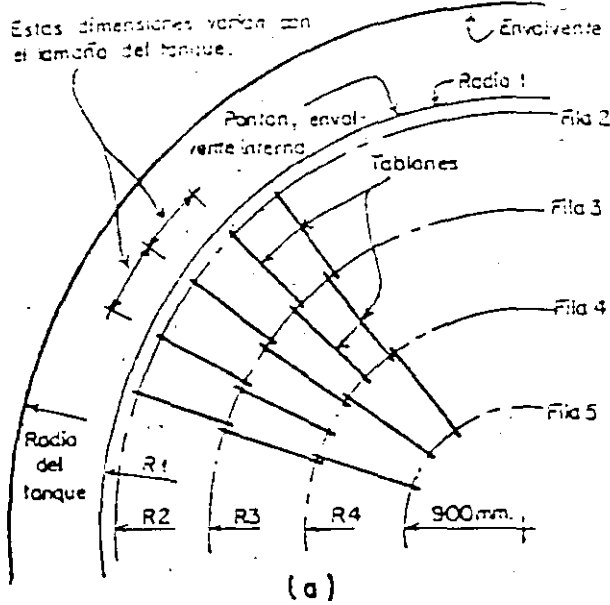
UN PROYECTO SENCILLO DE OBRA FALSA, ES UTILIZAR UN SISTEMA DE APOYOS AJUSTABLES DEL DIAFRAGMA, CON TABLONES COLOCADOS RADIALMENTE, DE LOS UTILIZADOS EN LOS ANDAMIAJES, DE 2" X 8" X 8' Y 10' (LO QUE HAYA DISPONIBLE) A FIN DE OBTENER LA HORIZONTALIDAD QUE SE NECESITA.

LA FIGURA 4.2.2A INDICA UN ARREGLO TÍPICO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE APUNTALAMIENTO. SE PUEDEN INTRODUCIR VARIANTES A ESTE ARREGLO, SIEMPRE QUE SE MANTENGA LA CONDICIÓN DE LOGRAR UNA SUPERFICIE A NIVEL.

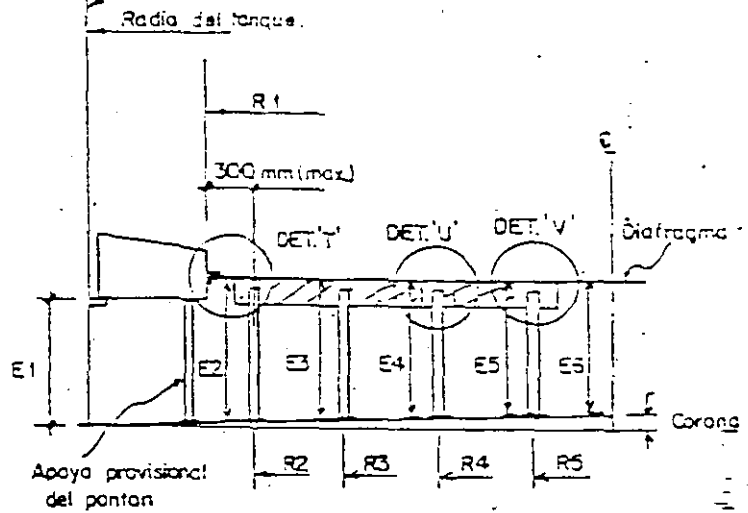
LOS APOYOS AJUSTABLES SON TUBOS CUYO EXTREMO INFERIOR, CON VARIAS PERFORACIONES LONGITUDINALES SE INTRODUCE EN UNA CAMISA TUBULAR CON LAS MISMAS PERFORACIONES Y UNA PLACA DE BASE SOLDADA A LA CAMISA, PERO INCLINADA A LA MISMA PENDIENTE DEL FONDO DEL TANQUE (FIG. 4.2.2.c). POR SU EXTREMO SUPERIOR, LLEVA SOLDADA UNA HORQUILLA HECHA CON PLACAS DE 13 MM DE ESPESOR -- DONDE SE APOYAN LOS TABLONES RADIALES. EN LOS SOPORTES DONDE HAY EMPALME DE TABLONES, LA HORQUILLA ES DE ANCHO DOBLE PARA ALOJAR DOS TABLONES. EN AMBOS CASOS LOS TABLONES SE FIJAN A LAS HORQUILLAS CON UN PAR DE PERNOS DE 15 Ó 19 MM DE DIÁMETRO. MEDIANTE LA SERIE DE AGUJEROS EN LA BASE DE LOS POSTES, SE LOGRA UNIFORMIZAR LAS ALTURAS PARA TENER LOS TABLONES EN POSICIÓN HORIZONTAL. SE SUGIERE QUE CADA POSTE SEA FIJADO AL FONDO DEL TANQUE CON PUNTOS DE SOLDADURA DERIVANDO ARRIOSTRARSE CONVENIENTEMENTE CON PERFILES ANGULARES EN ESTRELLA, CONECTADOS HORIZONTALMENTE MÁS O MENOS A LA MEDIA ALTURA DE LOS POSTES DE SOSTEN. PARA IMPEDIR QUE ÉSTOS SE PUEVAN MIENTRAS SE

DISEÑO DE LA OBRA FALSA Y ESQUEMA DE SU INSTALACION

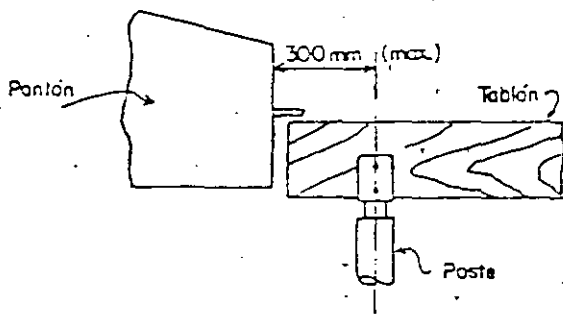
Estas dimensiones varían con el tamaño del tanque.



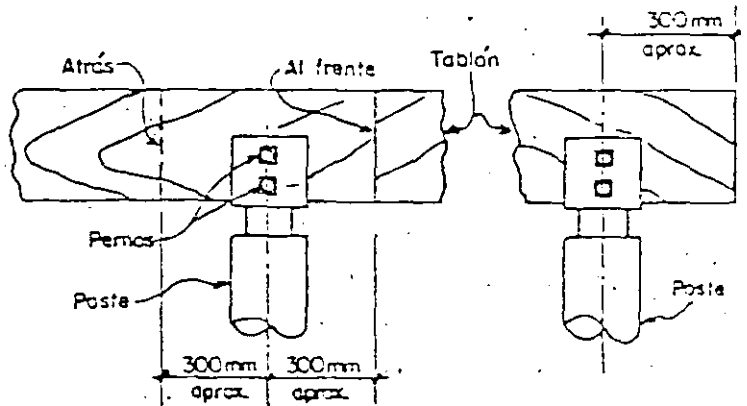
(a)
PLANTA PARCIAL
(Véase NOTA 2 para los radios)



(b)
ELEVACION PARCIAL DEL ARREGLO DE POSTES Ver NOTAS 1 y 2.



DETALLE "T"



DETALLE "U"

DETALLE "V"

NOTA 1

Las elevaciones de los postes de soporte son ajustadas de modo que el dielátragma se tienda plano sin pendientes.
La elevación de los postes de soporte es elegida, de modo que el dielátragma se eleve con gatos 15mm, cuando el techo está en su posición normal.

NOTA 2

Radio y número de radios son determinados tomando en cuenta la longitud de los tableros disponibles.

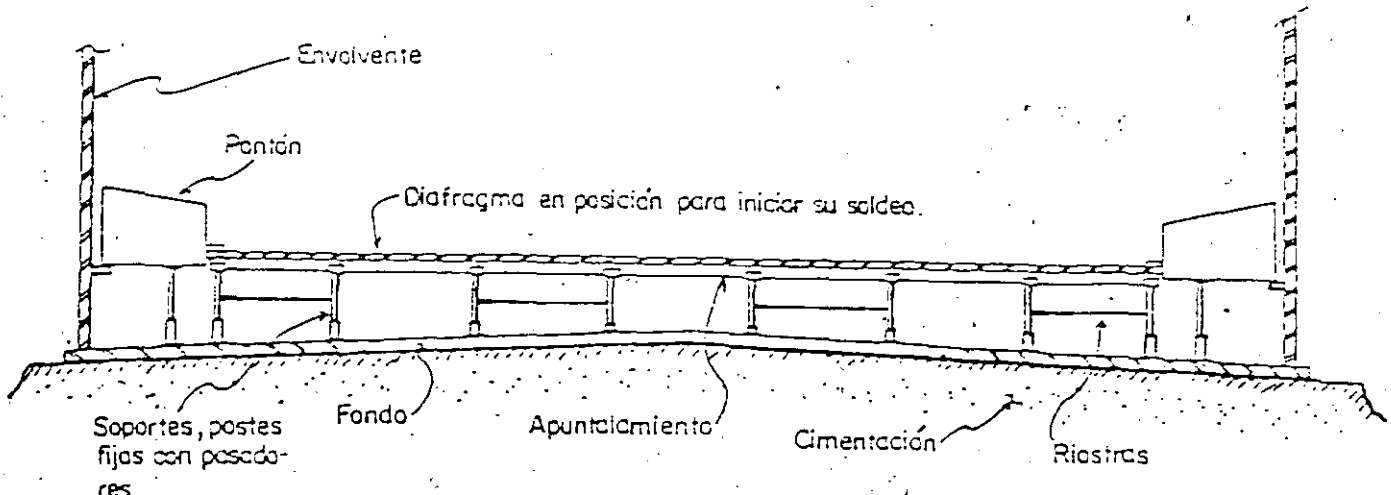


FIG. 4. 2. 2d

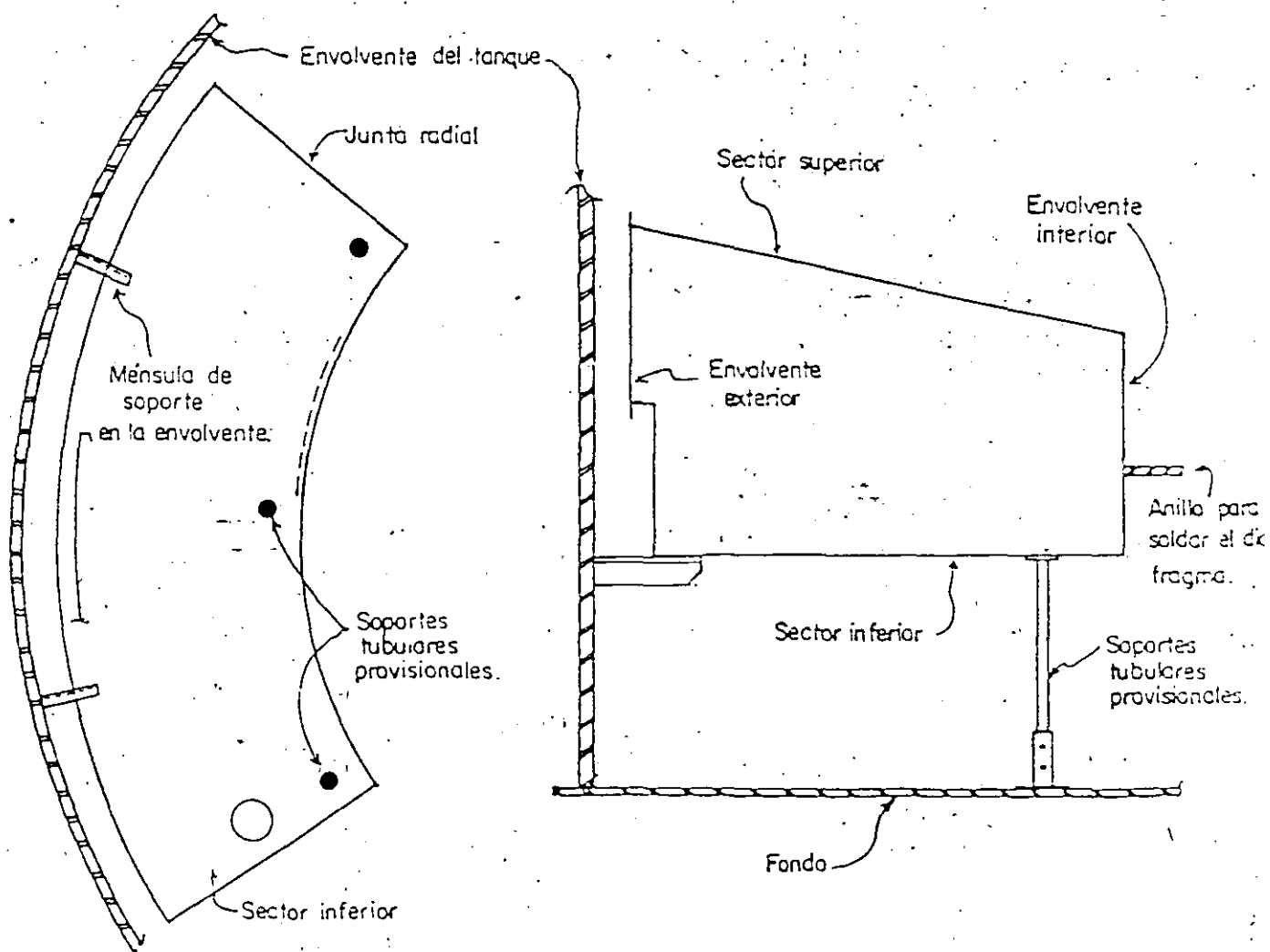
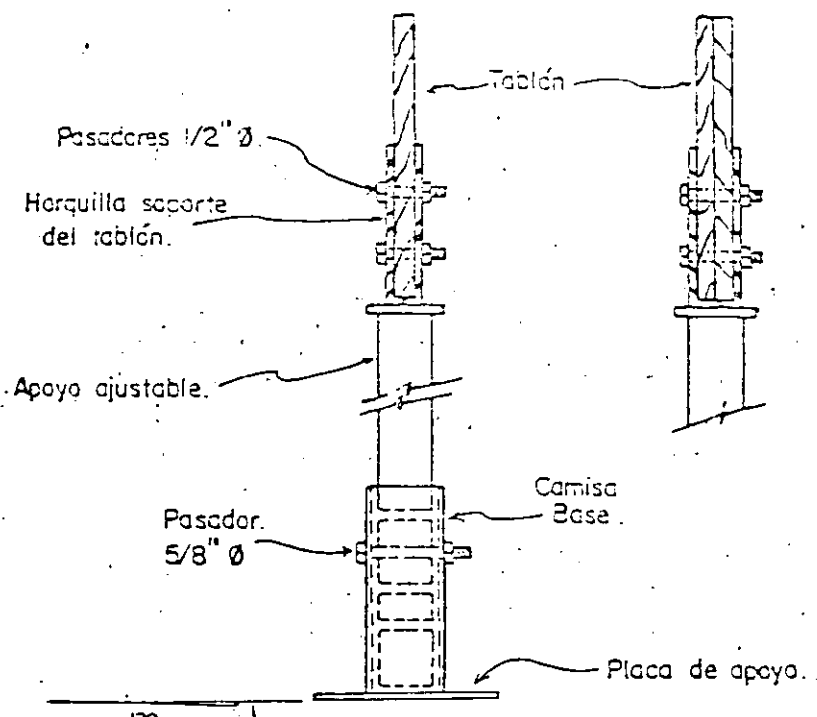


FIG. 4. 2. 2b



Detalle de un poste

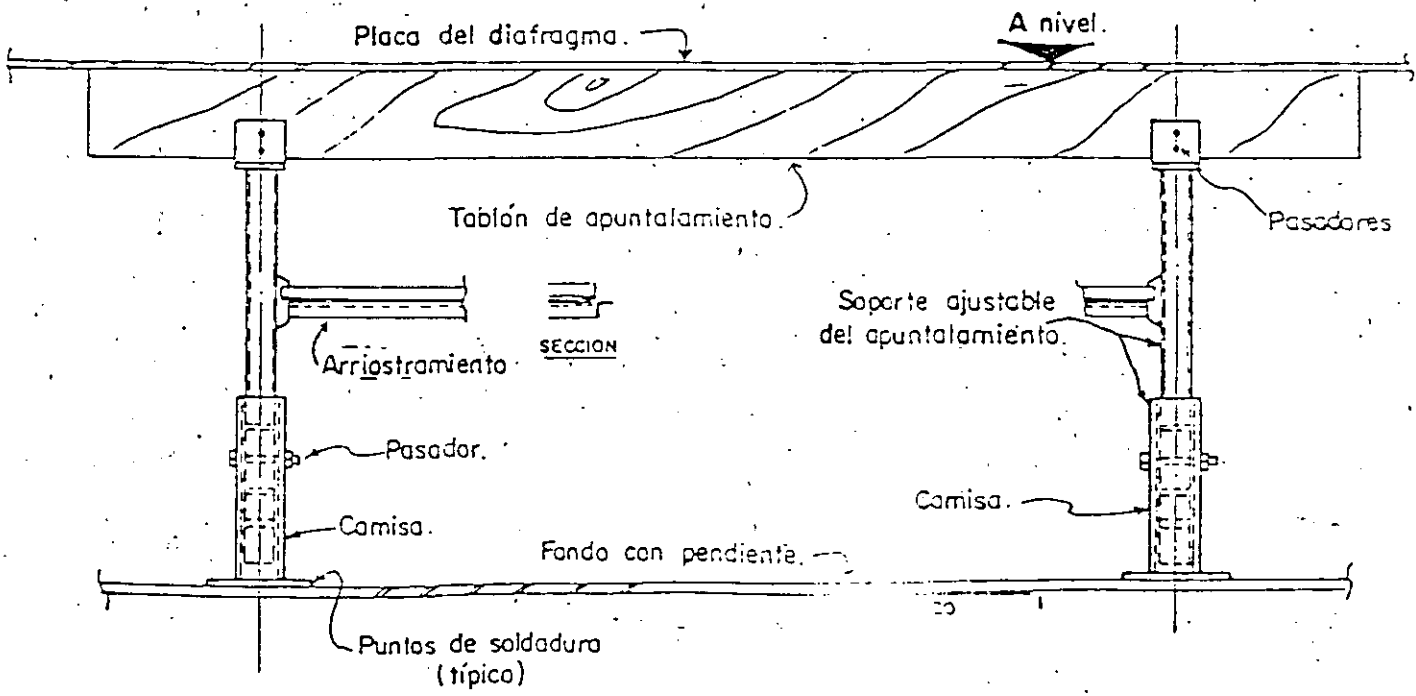


FIG. 4.2.2c

S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-86	9 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ESTÁ TENDIENDO EL TECHO. EN LA FIGURA 4.2.2D SE MUESTRA EN --
FORMA ESQUEMÁTICA EL ARREGLO GENERAL DE LA OBRA FALSA CON --
SUS SOPORTES ARRIOSTRADOS Y LISTA PARA RECIBIR LAS PLACAS DEL
DIAFRAGMA.

4.2.3 ARREGLO Y TENDIDO DE LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.

CON UN MÉTODO SEMEJANTE AL USADO PARA EL TENDIDO DE LAS PLA--
CAS DEL FONDO (SECCIÓN 2.0) SE TIENDEN Y SE AJUSTAN LAS PLA--
CAS DEL TECHO A BASE DE DIAFRAGMA SENCILLO, SOBRE LA OBRA-PRO
VISIONAL DE APUNTALAMIENTO AVANZANDO DE LA PERIFÉRIA HACIA EL
CENTRO DEL TANQUE. LOS DISTINTOS CONCEPTOS TALES COMO LÍNEAS
DE DRENAJE, BOYAS, REGISTROS, ETC. DEBERÁN INTRODUCIRSE AL --
TANQUE ANTES DE COMPLETAR EL TENDIDO DEL DIAFRAGMA. LAS FIGU
RAS 4.2.3A Y 4.2.3.B EXHIBEN LOS DOS ARREGLOS USUALES DE TEN-
DIDO DE PLACAS DE DIAFRAGMA.

4.2.4 SECUENCIA DE SOLDEO DEL DIAFRAGMA.

LAS FIGURAS MENCIONADAS EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, INDICAN TAM--
BIÉN LA SECUENCIA DE LA SOLDADURA EN LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA.
COMO EN EL FONDO, SOLDAR SIEMPRE DEL CENTRO HACIA LA PERIFÉ--
RIA. EL USO DE CANDADOS EN LAS JUNTAS ENTRE LAS PLACAS HORI--
ZONTALES Y LAS IRREGULARES ESTÁ PERMITIDO PUES EVITARÁN DEFOR
MACIONES MAYORES DEL DIAFRAGMA EN ESTAS PARTES. TODAS LAS RE-
COMENDACIONES DADAS PARA EL SOLDEO DEL FONDO DEL TANQUE, SON
APLICADAS A LA SOLDADURA DEL DIAFRAGMA.

4.2.5 INSTALACIÓN DE BOYAS Y DE SOPORTES DEFINITIVOS DEL TECHO.

EN LA FIG. 4.2.5A SE SUGIERE UN ARREGLO DE BOYAS Y DE LOS --
SOPORTES DE SOPORTE. SE NOTARÁ QUE ALGUNOS DE LOS POSTES TUBU-

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

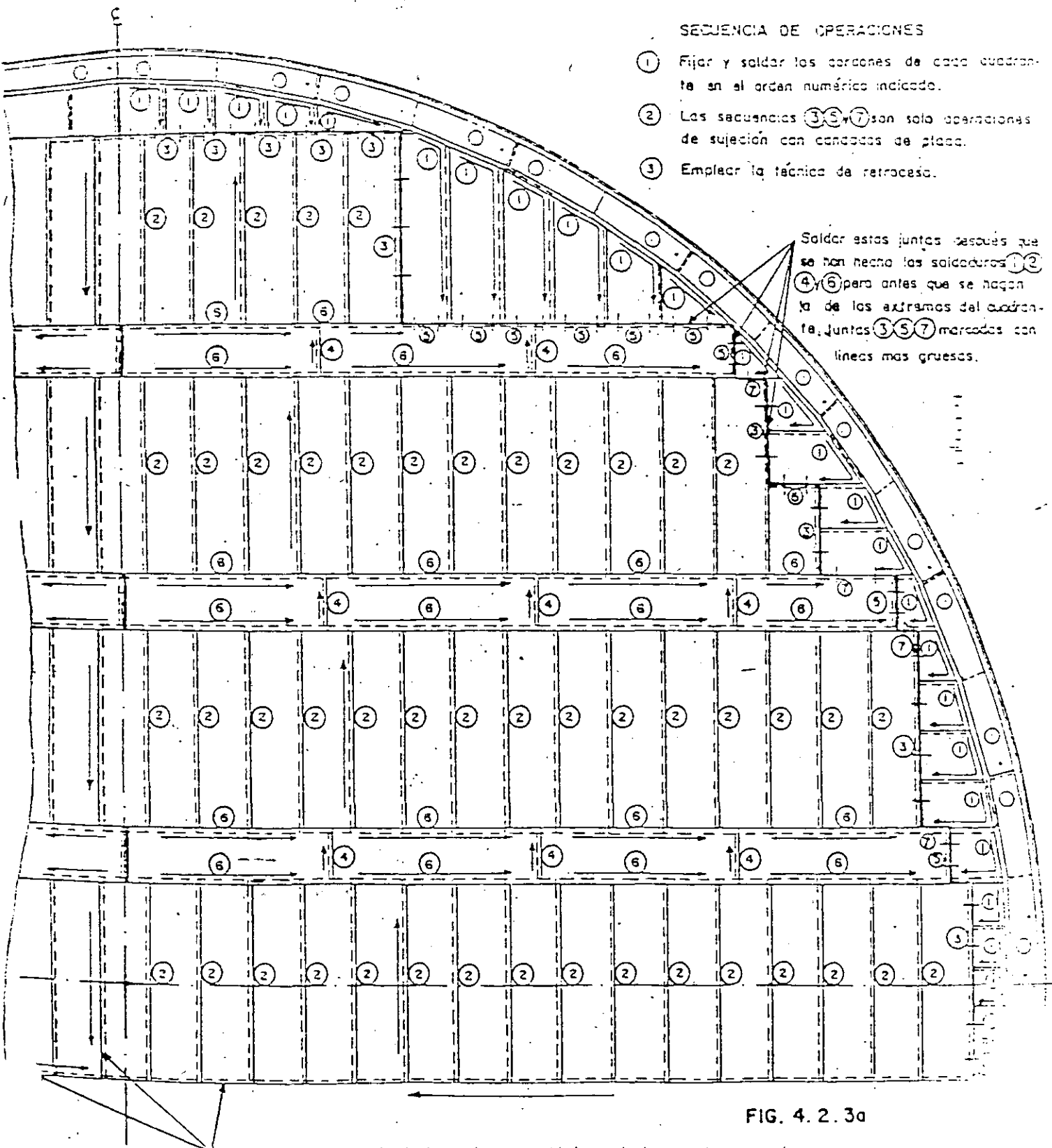
HECHO POR: Ing. J.H.L.
APROBADO POR: Ing. J.H.B.

FECHA
IV-85

HOJA
10 DE 15

SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1



SECUENCIA DE OPERACIONES

- ① Fijar y soldar los corchones de cada cuadrante en el orden numérico indicado.
- ② Las secuencias ③, ⑤, ⑦ son solo operaciones de sujeción con cascadas de placa.
- ③ Emplear la técnica de retroceso.

Soldar estas juntas después que se han hecho las soldaduras ①, ②, ④, ⑥ pero antes que se hagan la de los extremos del cuadrante. Juntas ③, ⑤, ⑦ marcadas con líneas mas gruesas.

FIG. 4. 2. 3a

No puntear o soldar hasta que todas las soldaduras de los cuadrantes adyacentes del diafragma han sido terminadas. Cuando se haga, el avance del soldado se hará de la conexión al pontón hacia el centro del tanque.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J.L.L.
APROBADO POR Ing. J.H.B.

FECHA
IV-86

HOJA
11 DE 18

SECCION 4.0 MONTAJE DE TECHO FLOTANTE

MANUAL DE MONTAJE N° 1

ARREGLO DEL TENDIDO DE PLACAS DEL DIAFRAGMA EN TANQUES DE TECHO FLOT.
Y SECUENCIA DE SOLDEO

NOTAS :

- 1.- Fijar y soldar los cordones de cada cuadrante en el orden numérico indicado.
- 2.- Las secuencias ③ ⑤ y ⑬ son solo operaciones de sujeción con candados de placa.
- 3.- Emplear la técnica de retroceso en todos los cordones.

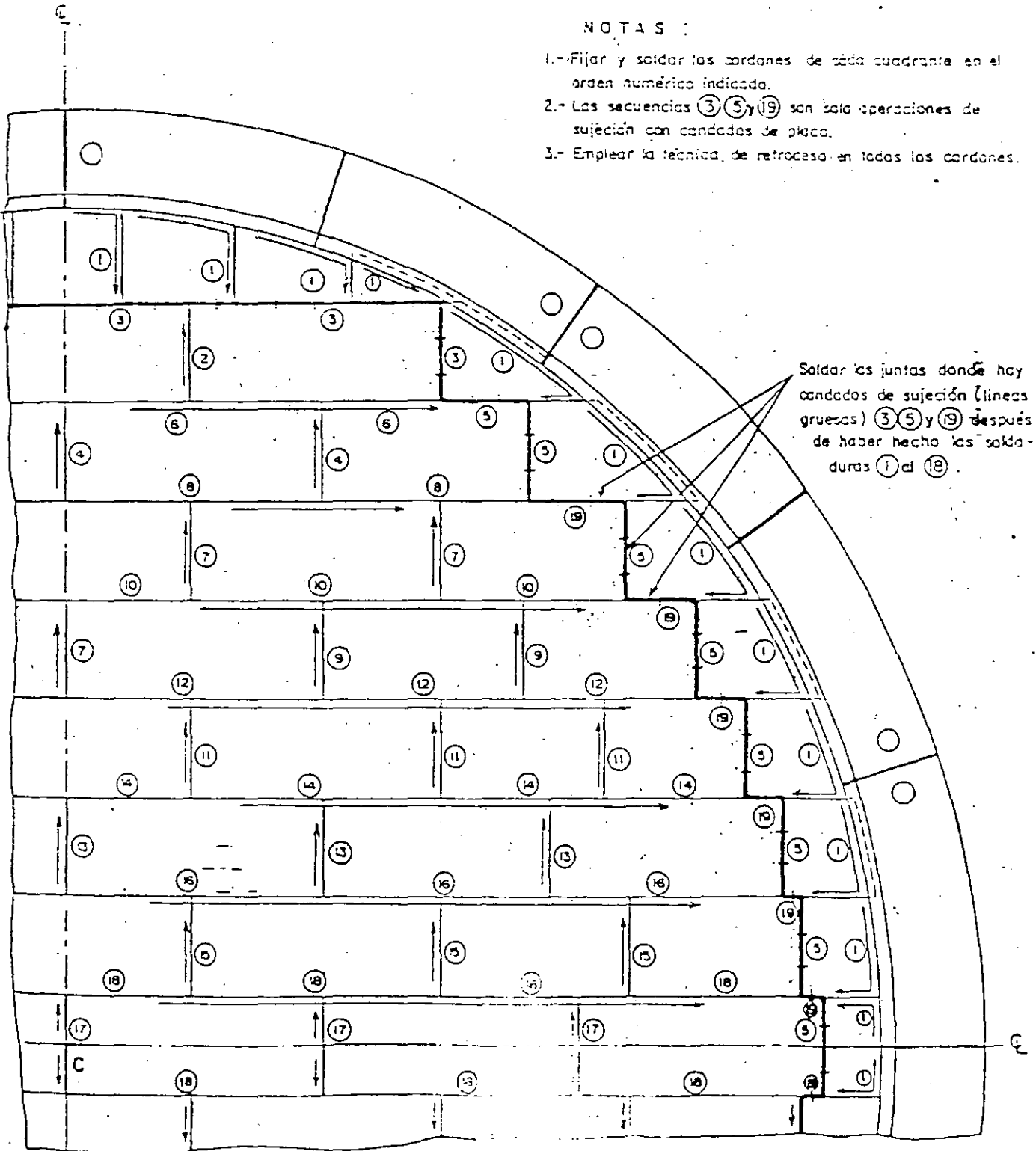


FIG. 4.2.3:

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA IV-66	HOJA 13 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

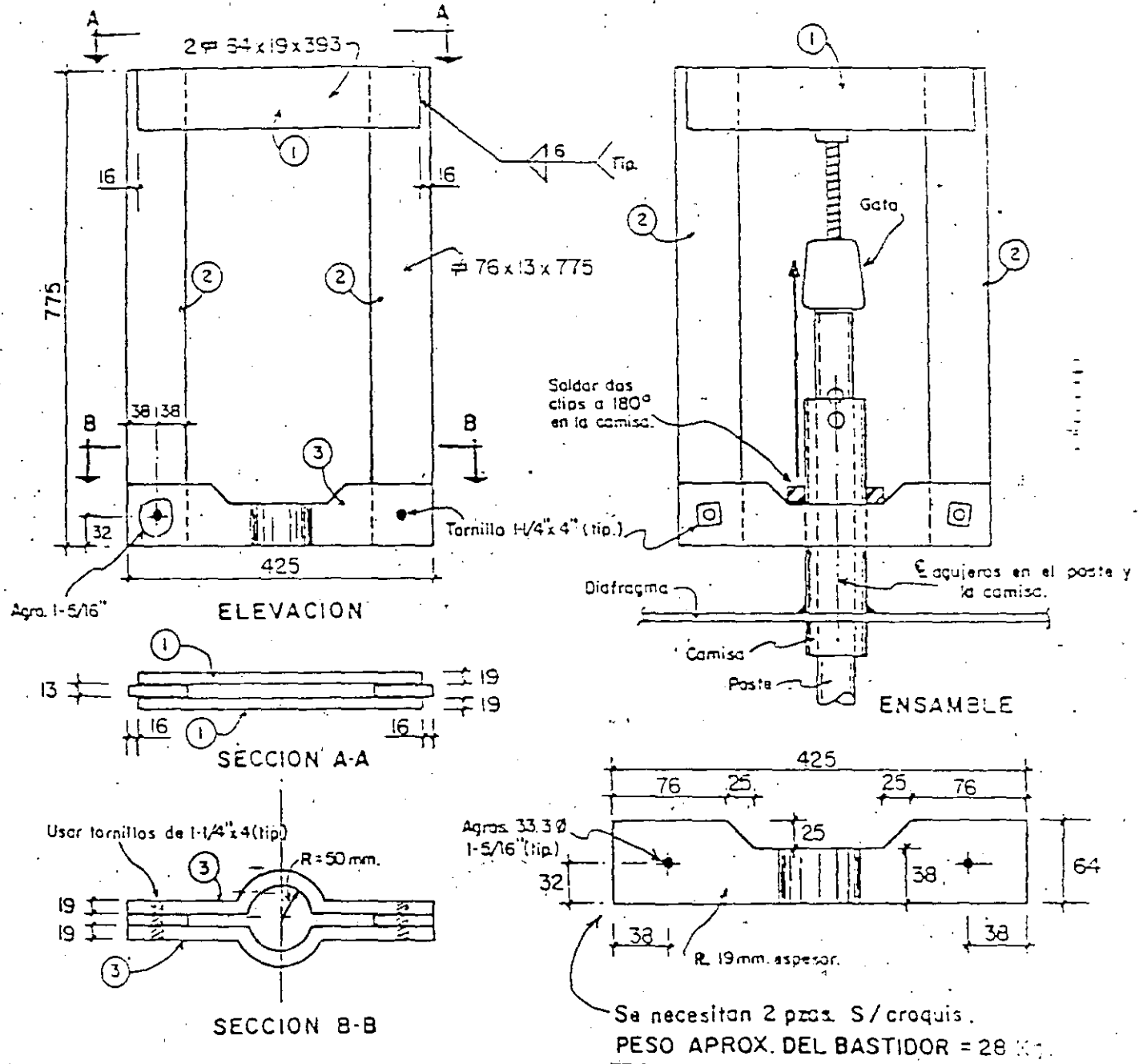
LARES CAEN DIRECTAMENTE EN COSTURAS DE SOLDADURA. SE RECOMIENDA, EN ÉSTOS CASOS, QUE ÉSTOS APOYOS SEAN RELOCALIZADOS EN EL CAMPO DE MODO QUE NO COINCIDAN CON LAS JUNTAS SOLDADAS DEL DIAFRAGMA. AGREGANDO A LO ANTERIOR, SERÁ NECESARIO DESVIAR BOYAS (DONDE SEA NECESARIO) UNA PEQUEÑA DISTANCIA A FIN DE SITUARLAS A UNOS 75 MM MÍNIMOS, O BIEN MOVERLAS A QUEDAR SOBRE LA COSTURA. SOLDARLAS AL DIAFRAGMA Y ABRIR AGUJEROS PARA EL PASO DE LAS CAMISAS DE SUS POSTES DE APOYO. INSERTARLAS EN EL AGUJERO DE LA PLACA DE REFUERZO Y SOLDARLAS.

DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE LA TOTALIDAD DE LAS BOYAS Y ALOJADOS LOS POSTES DE APOYO EN SUS CAMISAS EN EL DIAFRAGMA Y EL PONTÓN, ES NECESARIO ASEGURARLOS MEDIANTE PASADORES. VEÁNSE LOS PLANOS DE MONTAJE CORRESPONDIENTES A CADA CAPACIDAD DE TANQUES, CONSULTANDOLOS CUANTAS VECES SEA NECESARIO. SE HARÁN LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTES DE TODA LA INSTALACIÓN Y DE LAS SOLDADURAS FINALES.

PARA ASEGURAR LOS POSTES A SU CAMISA CORRESPONDIENTE COMO SE INDICA EN EL PLANO DE MONTAJE, ES NECESARIO ELEVAREL DIAFRAGMA HASTA 15 MM PARA INSERTAR EL PERNO DE SUJECIÓN. SE SUGIERE UNA TÉCNICA A BASE DE GATOS APOYADOS EN BASTIDORES HECHOS DE FIERRO PLANO. LA FIGURA 4.2.5B INDICA EL MÉTODO MENCIONADO Y LA TÉCNICA DESARROLLADA PARA EFECTUAR LA OPERACIÓN, ASÍ COMO EL DETALLE DE LOS ELEMENTOS DEL BASTIDOR PARA SU FABRICACIÓN.

DESPUÉS QUE SE HA TERMINADO LA INSTALACIÓN DEFINITIVA DE LA TOTALIDAD DE LOS POSTES, LA OBRA FALSA DE SOPORTE PUEDE SER DESMANTELADA Y SIGUIENDO A ÉSTO YA SE PUEDEN INSTALAR LOS DRENAJES DEL TECHO Y LOS REGISTROS.

DETALLES Y USO DE BASTIDORES Y GATOS PARA ENSAMBLAR
LOS POSTES DE SOPORTE DEL DIAFRAGMA DEL TECHO FLOTANTE A SUS CAMISAS.



NOTAS :

- 1.- Soldar una abrazadera (3) a las soleras verticales (2) y dejar suelta la otra, atornillándola después de abrazar la camisa.
- 2.- Usar simultáneamente tres bastidores colocados en posición de soporte. Con gatos poner los postes en posición pasadores a través de los agujeros de la camisa y el Continuar esta secuencia hasta que todos los postes hayan sido instalados.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV- 86	15 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

4.2.6 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.

TERMINADO EL MONTAJE DEL DIAFRAGMA, PROCEDER A LA INSTALACIÓN DE LOS ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TECHO FLOTANTE, DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES SIGUIENTES:

1. LOCALIZAR Y ALINEAR LOS CARRILES DE LA ESCALERA RODANTE Y LAS OREJAS QUE VAN SOLDADAS A LA PLACA DE EXTENSIÓN DE LA ENVOLVENTE. TENER ESPECIAL CUIDADO EN LA INSTALACIÓN DE LOS CARRILES PARA EL DESPLAZAMIENTO DE LA ESCALERA.
2. ARMAR LAS SECCIONES DE LA ESCALERA SOBRE LOS CARRILES EN SU POSICIÓN EXTREMA HORIZONTAL. SOLDAR LAS SECCIONES ENTRE SÍ, Y LEVANTAR EL EXTREMO SUPERIOR HASTA ENSARTAR EL PERNO DE ARTICULACIÓN. HACER LA INSTALACIÓN COMPLETA ANTES DE LA PRUEBA DE LLENADO CON AGUA.
3. ESCALERA EXTERIOR EN ESPIRAL. EL MONTAJE DE ESTA ESCALERA SE LLEVA A CABO DESPUÉS DE TERMINADA LA ERECCIÓN Y SOLDEO DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE. SEGUIR EL ORDEN DEL MONTAJE DEL EXTREMO INFERIOR AL SUPERIOR.
4. LOCALIZAR EL INDICADOR DE NIVEL SOBRE LA EXTENSIÓN DE LA ENVOLVENTE Y CON PLOMADA LOCALIZAR SOBRE EL PONTÓN EL POZO DEL FLOTADOR. COLOCAR ÉSTE, SOLDARLO Y COMPROBAR SU HERMETICIDAD.
5. LOCALIZADA LA POSICIÓN DE LA GUÍA ANTIROTACIÓN, COLOCAR EL SOPORTE SUPERIOR Y CON PLOMADA TRANSPORTAR LA ABERTURA DE LA CAMISA GUÍA EN EL PONTÓN Y LA POSICIÓN DEL SOPORTE INFERIOR. ARMAR Y SOLDAR EL CONJUNTO Y VERIFICAR LA HERME

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. J. L. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-66	16 DE 16
SECCION 4.0 MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

TICIDAD DE LA CAMISA-GUÍA. LA INSTALACIÓN SE HARÁ ANTES DEL LLENADO DEL TANQUE CON AGUA.

6. LOCALIZAR LAS VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE VENTEO, ABRIR SUS AGUJEROS, MONTAR CAMISAS SOBRE EL DIAFRAGMA Y SOLDAR.
7. LOCALIZAR E INSTALAR POZOS Y REGISTROS DE MUESTREO, VENTILAS MANUALES, BARRAS CENTRADORAS, GUARDA MANGUERAS, PARRILLAS DE DRENAJE, ETC. TODA PERFORACIÓN HECHA AL DIAFRAGMA DEBERÁ VERIFICARSE CON LÍQUIDO PENETRANTE DESPUÉS DE SOLDAR EL ACCESORIO.

NOTA: TODAS LAS LOCALIZACIONES INDICADAS, VIENEN BIEN DEFINIDAS EN LOS PLANOS DE MONTAJE DEL TECHO. CONSULTARLOS PARA DISIPAR DUDAS. TAMBIÉN EN DICHS PLANOS SE INDICAN LA SOLDADURA DE CAMISAS, REFUERZOS, ETC.

PEMEX		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: ING. J. L. L.	FECHA: IV-86	HORA: 1 DE LO
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

5.1 GENERALIDADES.

EL SISTEMA DE SELLADO PARA LOS TANQUES DE TECHO FLOTANTE EN USO EN PEMEX ES EL DENOMINADO TUBO-SELLO. SE TRATA DE UN DISPOSITIVO IDEADO PARA CERRAR HERMÉTICAMENTE EL ESPACIO ANULAR ENTRE EL PONTÓN PERIMETRAL DEL TECHO FLOTANTE Y LA ENVOLVENTE CILÍNDRICA O PARED DEL TANQUE. ES UN TIPO DE SELLO MUY EFECTIVO PARA REDUCIR A UN MÍNIMO LAS PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN DEL PRODUCTO ALMACENADO, MINIMIZANDO EL ESCAPE DE LOS VAPORES AL MEDIO AMBIENTE. LA ADOPCIÓN POR PARTE DE PEMEX DEL TIPO DE SELLO DESCRITO, SE BASÓ EN SU ALTA EFICACIA CON RELACIÓN A OTROS TIPOS DE DISEÑO MECÁNICO Y CON MATERIALES METÁLICOS.

EL TUBO-SELLO CONSTA ESCENCIALMENTE DE UN TUBO FLEXIBLE, BANDA DE DESGASTE Y PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN PRINCIPALMENTE CONTRA LA LLUVIA. EL TIPO EXPANSIBLE TIENE UN SOPORTE ADICIONAL DE APUNTAMIENTO. EL TUBO SE LLENA GENERALMENTE CON PETRÓLEO DIAFANO PERO PUEDEN USARSE OTROS LÍQUIDOS SI SON COMPATIBLES CON EL MATERIAL DEL TUBO Y CON EL RANGO DE TEMPERATURA AMBIENTE ENTRE EL VERANO Y EL INVIERNO, EN ZONAS DE CLIMA EXTREMOSO. COMO EL TUBO QUE ES PROPIAMENTE EL SELLO, SE LLENA CON UN LÍQUIDO, SE ACOMODA ASIMISMO A LAS MENORES IRREGULARIDADES DE LA ENVOLVENTE TALES COMO LAS COSTURAS DE LAS SOLDADURAS. LAS FIGURAS 5.1A Y 5.1B REPRESENTAN INSTALACIÓN COMPLETA DEL TUBO-SELLO, ASÍ COMO SUS PARTES COMPONENTES.

EL TUBO Y LA BANDA DE DESGASTE, SE FABRICAN CON HULE SINTÉTICO RESISTENTE A LA ABRASIÓN Y A LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DEL CRUDO Y DE LOS PRODUCTOS LIGEROS ALMACENADOS. EL RANGO DE TEM

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. I.J.L.

FECHA

HORA

APROBADO POR: Ing. J.H.B.

IV, 86

2 DE 10

SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

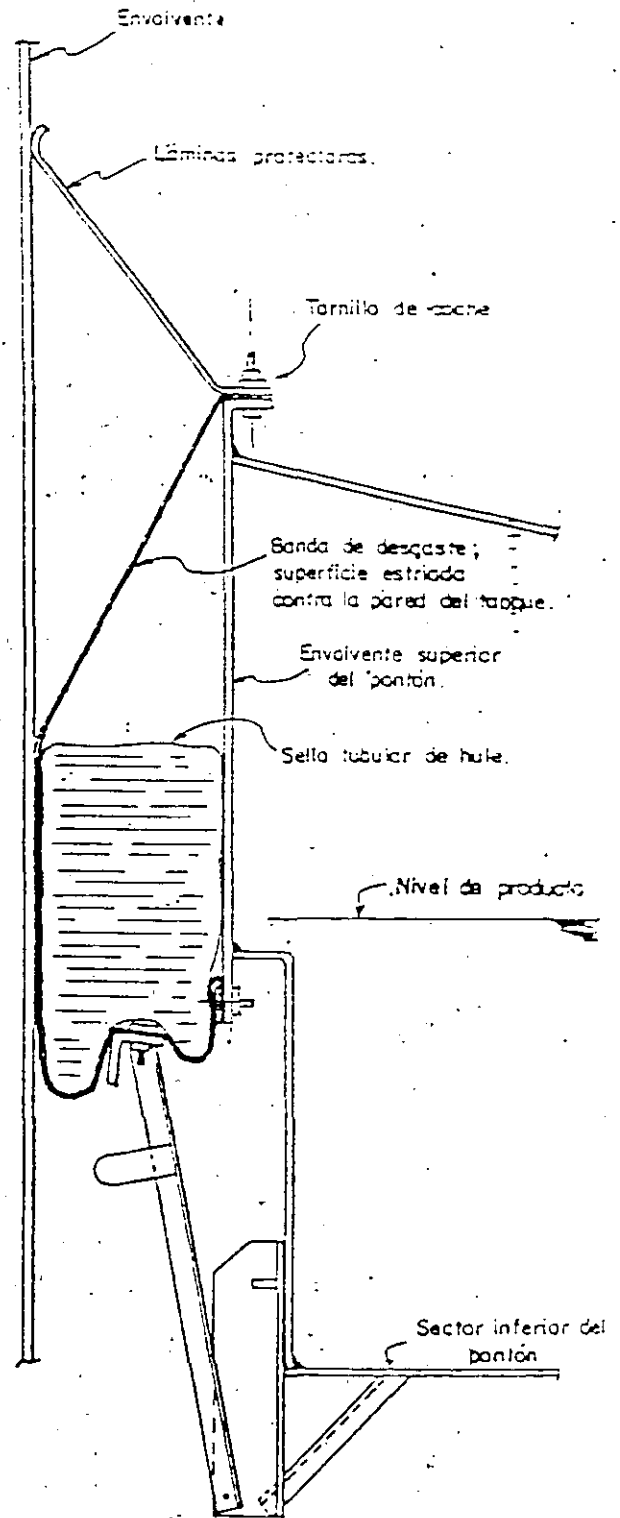
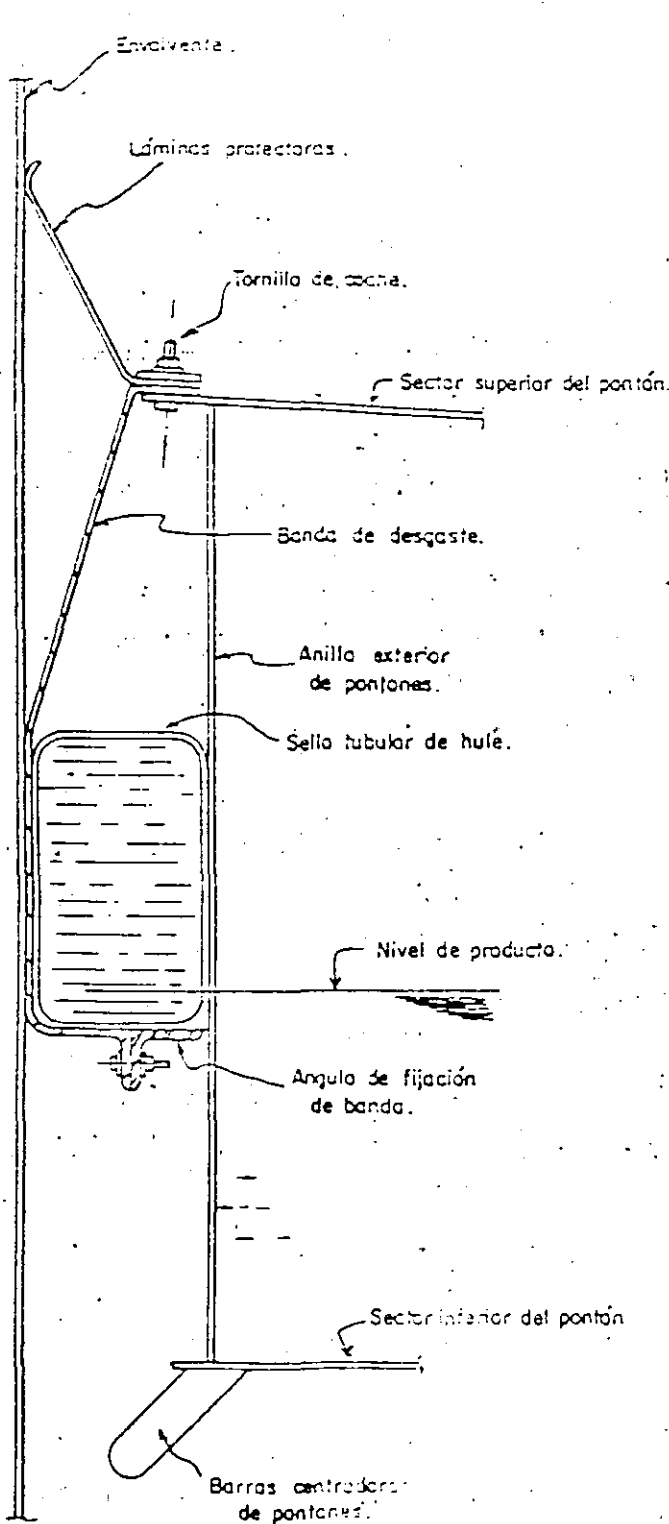


Fig. 5.1.a Instalación del tubo-sello
de 200, 100 y 55 M.B.

Fig. 5.1.b Instalación del tubo-sello
en tanques de 500 M.B.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTEHECHO POR Ing. J. L. L. FECHA HOJA
APROBADO POR Ing. J. H. S. IV-35 3 DE 10

SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

PERATURA PARA EL MATERIAL ESTANDAR ES DE -29°C A $+93^{\circ}\text{C}$ --
(-20°F A $+200^{\circ}\text{F}$). SE DISPONE, SIN EMBARGO DE FÓRMULAS ESPE-
CIALES PARA LA FABRICACIÓN DE SELLOS PARA CONDICIONES MÁS SE-
VERAS DEL MEDIO AMBIENTE.

5.2 INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL SELLO.

A CONTINUACIÓN SE EXPONE LA SECUENCIA QUE SE SIGUE PARA LA --
INSTALACIÓN CORRECTA DEL TUBO-SELLO, APLICANDO LAS INSTRUCCIO-
NES CONTENIDAS EN EL PLANO RESPECTIVO.

1. ANTES DE INICIAR LA INSTALACIÓN DEL TUBO, DEBERÁ ESTAR --
COMPLETAMENTE MONTADO Y SOLDADO EL FONDO, LA ENVOLVENTE Y --
EL TECHO FLOTANTE DEL TANQUE. EL TECHO, APOYADO EN EL FON-
DO CON SUS-SOPORTES DEFINITIVOS Y CONCÉNTRICO CON LA EN-
VOLVENTE DEL TANQUE. REVISAR QUE LA SEPARACIÓN ENTRE LA -
ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN Y LA PARED DEL TANQUE, ES-
TÉ DE ACUERDO CON LAS DIMENSIONES DEL PLANO DE MONTAJE. -
LA ENVOLVENTE DEL PONTÓN DEBERÁ ESTAR COMPLETAMENTE VERTI-
CAL SIN NINGUNA CURVATURA O COMBA EN SU PARTE SUPERIOR.
2. CADA DOS TORNILLOS UNO SI Y EL OTRO NO, LOCALIZADOS EN EL
SECTOR SUPERIOR DEL PONTÓN, ESTÁN EN LÍNEA DIRECTAMENTE -
CON CADA AGUJERO DEL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN. ES SUFI-
CIENTE--VERIFICAR MÁS O MENOS CADA DIEZ PERNOS CON SUS CO-
RRESPONDIENTES AGUJEROS DEL ÁNGULO, QUE ESTÉN EN LÍNEA Y
COMPROBAR IGUALMENTE QUE SUS SEPARACIONES SEAN LAS MISMAS.
3. LOS TORNILLOS DEBERÁN SOLDARSE AL PONTÓN Y TODAS LAS DI--
VERSAS SOLDADURAS Y ESMERILADOS DEL SECTOR SUPERIOR DEL -
PONTÓN DEBERÁN COMPLETARSE ANTES DE INSTALAR LA BANDA DE
DESGASTE.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J. L. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-26	4 DE 6
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

4. LAS JUNTAS VERTICALES DEL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN, - DEBERÁN ESTAR ALINEADAS Y AL RAS; SOLDARLAS Y ESMERILAR-- LAS A DEJARLAS ALISADAS. CUALQUIER SALIENTE EN LAS ALAS - DEL ÁNGULO, TAMBIÉN SERÁ REBAJADO.

- 5.- SALPICADURAS DE SOLDADURAS, REBABAS Y CUALQUIER OTRO SA-- LIENTE CORTANTE QUE HAYA EN EL ESPACIO DONDE SE ALOJARÁ - EL SELLO, DEBERÁN SER REMOVIDOS.

6. ANTES DE DESEMPACAR LA BANDA DE DESGASTE Y EL TUBO-SELLO- LIMPIAR, BARRIENDO EL DIAGRAMA Y EL PONTÓN. LA BANDA Y EL TUBO VIENEN EN CAJAS SEPARADAS Y ÉSTAS SE ABRIRÁN HASTA - QUE SE REQUIERA.

7. LA BANDA DE DESGASTE TIENE UNA CARA LISA Y LA OTRA ESTRIA-- DA. SE INSTALA COMO UN ANILLO CONTINUO, PERO VIENE EN VA-- RIOS TRAMOS. DESEMPACAR ÉSTOS CUIDADOSAMENTE, DESENNOLLAR LOS SOBRE EL PONTÓN Y EMPALMARLOS SIGUIENDO LAS INSTRUC-- CIONES DEL PLANO DE MONTAJE. TENDER LA BANDA CON SU CARA- LISA HACIA ARRIBA Y CON LAS PERFORACIONES PARA INSERTAR - LOS TORNILLOS DEL PONTÓN CADA 152 MM (6") HACIA EL INTE- RIOR DEL TANQUE,. FIJAR LA BANDA EN LOS TORNILLOS COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 5.2A Y HACIENDO UN GIRO DE LA BANDA- PARA QUE SU CARA ESTRIADA MIRE HACIA LA ENVOLVENTE DEL -- TANQUE,-DESCOLGARLA EN EL ESPACIO ENTRE PONTÓN Y ENVOLVEN- TE Y APOYARLA EN EL ÁNGULO INFERIOR DE SUJECCIÓN. COLOCAR- EN FORMA PROVISIONAL SOLERAS DE FIJACIÓN (LAS QUE TRAEN - AGUJEROS OVALADOS) APROXIMADAMENTE A CADA METRO Y APRETAR LAS TUERCAS EN LOS TORNILLOS, HASTA DEJAR FIRME LA BANDA- SIN DETERIORARLA POR EXCESO DE APRIETE. DESPUÉS SE ATORMI- LLARÁN EN FORMA DEFINITIVA, AL INSTALAR EL TUB - - - - -

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. J. J. L.

FECHA:

HOJA:

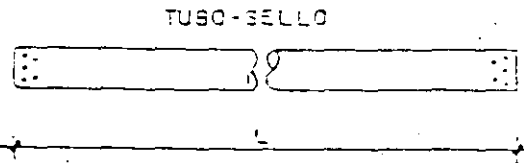
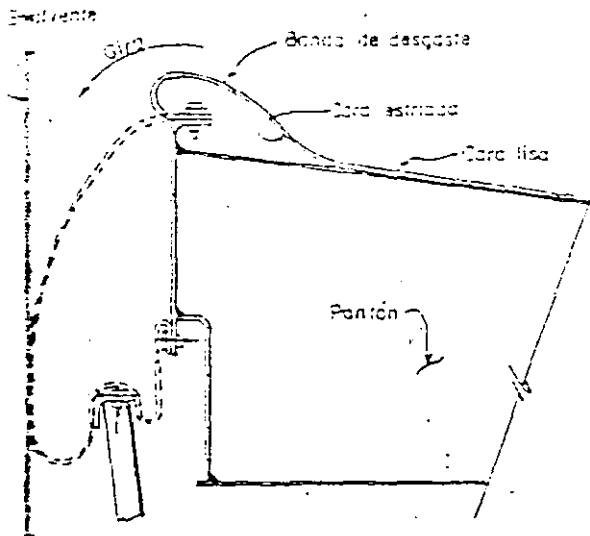
APROBADO POR: Ing. J. H. B.

IV-66

5 DE 10

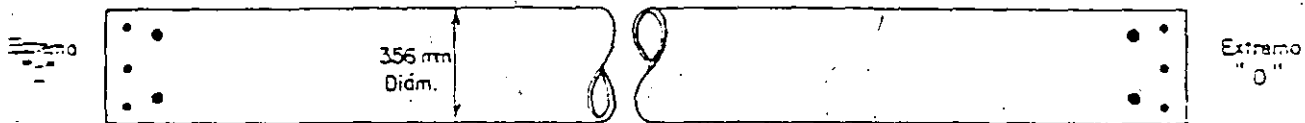
ITEM 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO

MANUAL DE MONTAJE N° 1



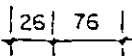
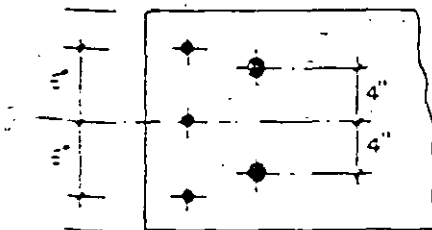
- L = 270,053 mm. en tanques de 500 MB.
- L = 172,974 mm. en tanques de 200 MB.
- L = 128,778 mm. en tanques de 100 MB.
- L = 96,317 mm. en tanques de 55 MB.

FIG. 5. 2a



A Gros. 7/16" Ø

A Gros. 1" Ø



Montar estos
en campo.
(= caras del tubo)

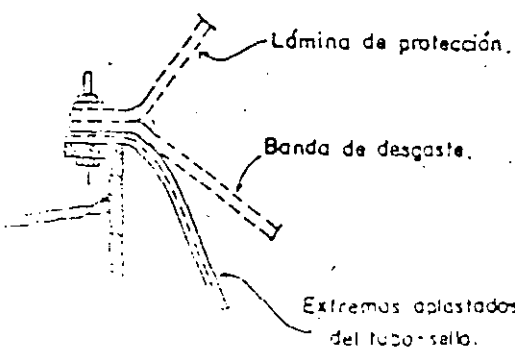
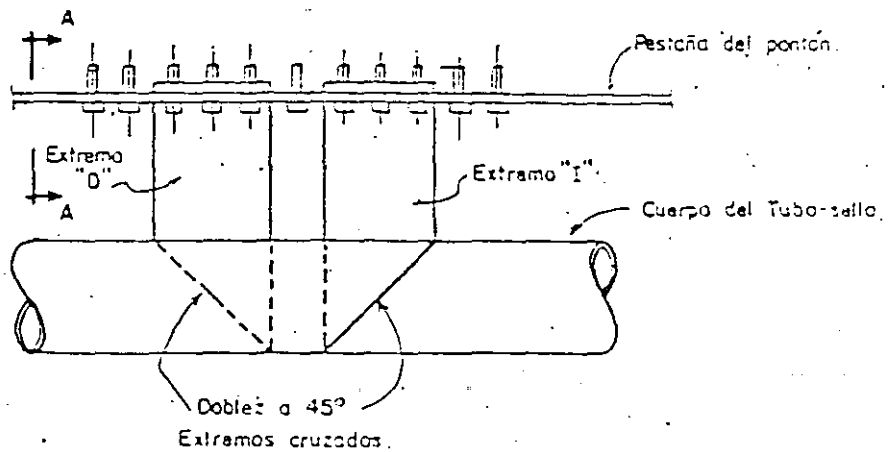


FIG. 5. 2b

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. L.

FECHA

HOJA

APROBADO POR Ing. J. H. B.

IV-66

3 DE 10

SECCION SO INSTALACION DEL TUBO-SELLO

MANUAL DE MONTAJE N° 1

SELLO Y LAS LÁMINAS DE PROTECCIÓN. ATORNILLAR LA BANDA AL ÁNGULO DE FIJACIÓN INFERIOR, USANDO TORNILLOS DE COCHE -- CON LA CABEZA ALISADA HACIA LA ENVOLVENTE. NO APRETAR LOS TORNILLOS. EN LOS TANQUES DE 500,000 BARRILES, LA BANDA - SE FIJA ABAJO EN DOS APOYOS: EN EL ÁNGULO INFERIOR SOBRE EL BRAZO ANGULAR Y DIRECTAMENTE EN LA PLACA INFERIOR 13 - DE LA ENVOLVENTE EXTERIOR DEL PONTÓN (FIG. 5.13). EN LOS TANQUES DE 200,000 A 55,000 BLS. DE CAPACIDAD, SOLAMENTE SE FIJA LA BANDA EN UN ÁNGULO INFERIOR Y CON SU SOLERA - CORRESPONDIENTE DE SUJECIÓN (FIG. 5.1A). AL APRETAR LOS TORNILLOS DESPUÉS DE INSTALADO EL TUBO-SELLO, SE OBTEN-- DRÁ UN SELLO LÍQUIDO HERMÉTICO.

8. DESPUÉS DE COMPLETAR EL ATORNILLADO PROVISIONAL EN EL ÁNGULO INFERIOR, DESEMPACAR EL TUBO-SELLO INSPECCIONANDO - EL INTERIOR DE LA CAJA, POR SI HAY CLAVOS QUE HAYAN PICA DO EL TUBO. SACARLO CON MUCHO CUIDADO PARA EVITAR UNA PI CADURA. DESENCROLLARLO Y TENDERLO CERCA DEL PERÍMETRO EX TERIOR DE LA TAPA DEL PONTÓN. TODAS LAS TORCEDURAS Y - - ARRUGAS EN EL TUBO DEBERÁN SUPRIMIRSE, ALISANDOLO CUANDO SE ESTÁ EXTENDIENDO. PREPARAR SUS EXTREMOS (FIG. 5.2B) - APLASTANDO LAS PUNTAS Y PUNZONAR LOS TRES AGUJEROS DE 11 MM (7/16") A LAS DISTANCIAS INDICADAS. LOS DOS AGUJEROS DE 25.4 MM. (1") EN CADA EXTREMO YA VIENEN HECHOS DE FÁ BRICA Y SIRVEN DE RESPIRADERO Y PURGA.
9. VACIARLE AL TUBO POR UN EXTREMO APROXIMADAMENTE 40 LI -- TROS DE PETRÓLEO DIAFANO. SOSTENER EL EXTREMO LEVANTA DO Y A UNOS 2.00 METROS APROXIMADAMENTE ELEVAR EL TUBO A LA MISMA ALTURA PARA ACUMULAR EL LÍQUIDO EN EL COLUM PIO RESULTANTE E INSPECCIONAR EL TRAMO CUIDADOSAMENTE - PARA DESCUBRIR POSIBLES FUGAS. ENTRE DOS TRABAJADORES, REPETIR ÉSTA OPERACIÓN RECORRIENDO LA LONGITUD TOTAL --

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-36	7 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

DEL TUBO Y CON EL LÍQUIDO RETENIDO EN SU PARTE BAJA, BUSCAR SEÑALES DE GOTEADO O HUMEDAD. REPARAR EN CASO NECESARIO CON EL EQUIPO DE REPARACIÓN QUE SE SUMINISTRA. REVISADO EL ESTADO DEL TUBO-SELLO, PROCEDER A COLOCARLO EN SU LUGAR DESCOLGANDO DE LOS TORNILLOS DEL PONTÓN LA BANDA DE DESGASTE, EN UNA LONGITUD DE 2.50 A 3.00 METROS, DEJANDO CAER EL TUBO SOBRE LA BANDA. DÓBLENSE LOS EXTREMOS DEL TUBO CON EL DOBLEZ HACIA EL PONTÓN Y FÍJENSE EN LOS TORNILLOS SOLDADOS DEL DOBLEZ (FIG. 5.2b). SUBIR Y ENGANCHAR LA BANDA. DESCOLGAR OTRO TRAMO DE IGUAL LONGITUD DEJANDO CAER EL TUBO, INMEDIATAMENTE SUBIR LA BANDA Y ENGANCHARLA EN LOS TORNILLOS. REPETIR ESTA OPERACIÓN EN TODA LA LONGITUD DEL TUBO. AL COLOCARLO, ASEGURARSE QUE SU COSTURA LONGITUDINAL QUEDE DEL LADO DEL PONTÓN Y DEBERÁN TOMARSE TODAS LAS PRECAUCIONES PARA NO LASTIMARLO CON LAS CUERDAS DE LOS TORNILLOS O LAS ARISTAS METÁLICAS.

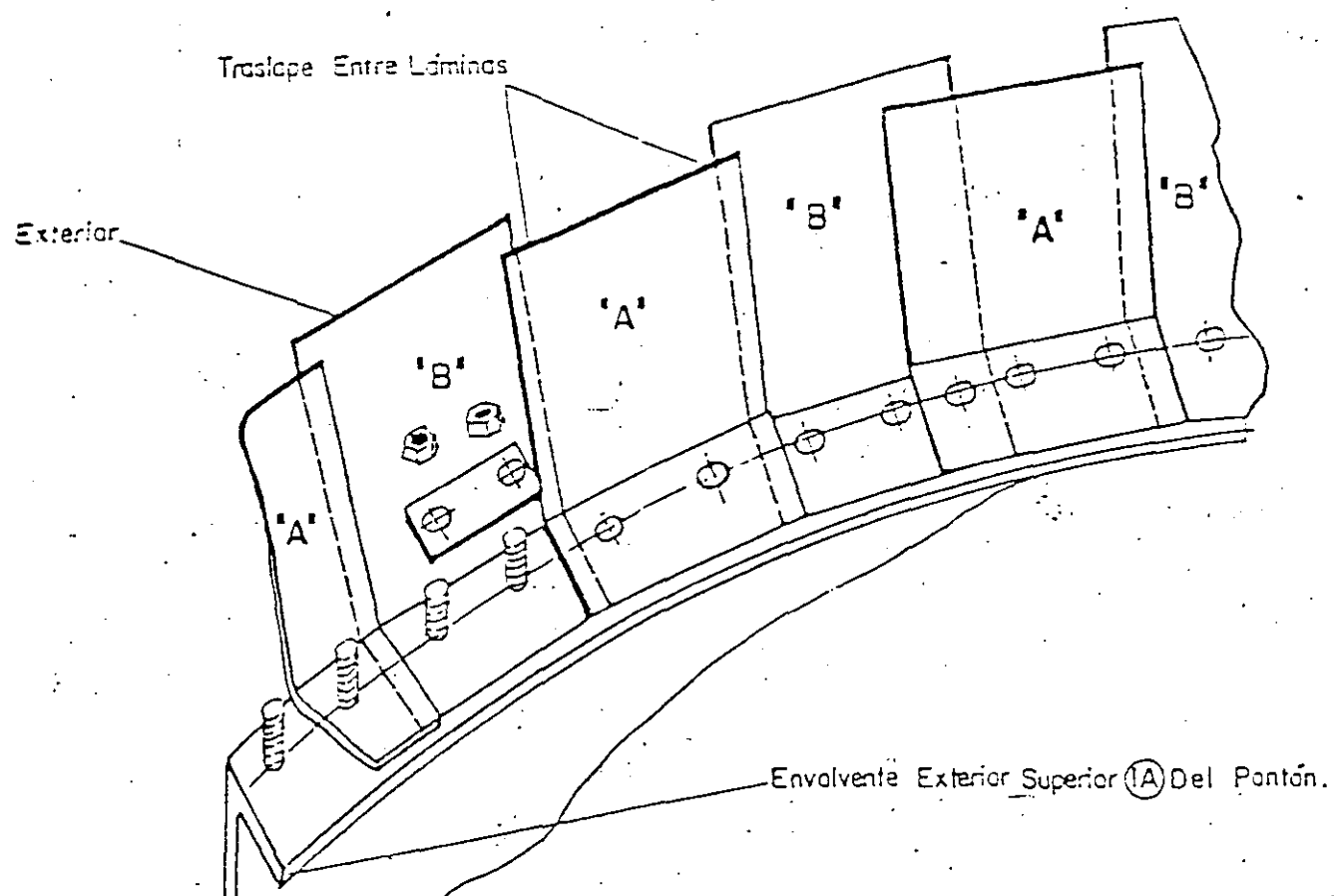
10. DESPUÉS DE COLOCADO TODO EL TUBO Y LA BANDA DE DESGASTE ENGANCHADA EN SU LUGAR (NO ATORNILLADA) PROCEDER A LLENAR EL TUBO-SELLO INSERTANDO LA PUNTA DE LA MANGUERA DE LLENADO EN EL EXTREMO DEL TUBO-SELLO MÁS ALLÁ DEL DOBLEZ A 45° CON EL OTRO EXTREMO ENSARTADO Y SIN APRETAR LAS TUERCAS. VACIAR LÍQUIDO HASTA COMPLETAR LA PRIMERA CUARTA PARTE DE LA CANTIDAD TOTAL ESPECIFICADA. PARAR EL LLENADO, DESPRENDER LA BANDA DE DESGASTE DE TRES EN TRES TORNILLOS Y EFECTUAR UNA MINUCIOSA INSPECCIÓN DEL SELLO CERCIORÁNDOSE QUE EL TUBO ESTÉ LISO SIN ARRUGAS NI TORCEDURAS. NO DESPRENDER LA BANDA DE TRES TORNILLOS SI NO SE HAN ENGANCHADO LOS TRES ANTERIORES. SEGUIR LLENANDO HASTA COMPLETAR LA SEGUNDA CUARTA PARTE, PARAR Y EFECTUAR UNA NUEVA REVISIÓN. CONTINUAR EN LA MISMA FORMA HASTA

MEXICO S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-36	3 DE 10
SECCION 5.0 INSTALACION DEL TUBO-SELLO	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

QUE EL TUBO ESTÉ COMPLETAMENTE LLENO CON LA CANTIDAD NORMAL QUE ES CASI SIEMPRE ALREDEDOR DEL 80% DE LA CANTIDAD TOTAL ESTIPULADA EN EL PLANO DE MONTAJE RESPECTIVO. ESTA CANTIDAD ES SUFICIENTE SI DESPUÉS DE APRETAR TODOS LOS -- TORNILLOS EXISTE UN CONTACTO HERMÉTICO CON LA ENVOLVENTE DEL TANQUE EN TODA LA PERIFERIA. ES PREFERIBLE USAR PETRÓLEO DIAFANO PARA LLENAR EL TUBO; PODRÍA USARSE AGUA EN -- CLIMAS NO FRÍOS Y AÚN EN REGIONES FRÍAS, PERO EN ESTE CASO DEBERÁ AGREGARSELE UNA SOLUCIÓN ANTICONGELANTE. NUNCA DEBERÁ EMPLEARSE AGUA SALADA.

11. LA PARTE INFERIOR DE LA BANDA DE DESGASTE SERÁ INSPECCIONADA DESPUÉS DE 24 HORAS DE EFECTUADA LA OPERACIÓN DE LLENADO, PARA BUSCAR FUGAS O DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN DEL TUBO-SELLO. SI ÉSTO OCURRE, ES INDICACIÓN DE UNA FUGA EN EL TUBO; REINSPECCIONARLO PARA DESCUBRIR PUNTOS DE HUMEDAD -- QUE PUDIERAN EXISTIR Y REPARAR EN SU CASO.
12. INSTALAR LAS LÁMINAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA EN EL ORDEN INDICADO EN EL PLANO DE MONTAJE. FIJARLAS CON LAS -- SOLERAS DE RETENCIÓN QUE PRESIONARÁN TAMBIÉN LA BANDA DE DESGASTE Y EL TUBO-SELLO. VÉASE LA FIGURA 5.2.C.
13. PARA CUALQUIER PONCHADURA O PIQUETE, QUE PUDIERE DESARROLLARSE EN EL TUBO, SE PUEDEN HACER LAS REPARACIONES DE -- ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES QUE SE ADJUNTAN EN CADA -- EQUIPO DE REPARACIÓN.
14. VERIFICAR NUEVAMENTE QUE TODA REBABA, BORDE, CORDÓN DE -- SOLDADURA, SALPICADURAS, ETC. EN LA PARTE INTERIOR DE LA ENVOLVENTE HAYA SIDO ALISADA TOTALMENTE TANTO ARRIBA DEL

DETALLE COLOCACION DE LAS LAMINAS DE PROTECCION



Nota: Los tipos de láminas 'A' y 'B' se identifican por el ángulo de dobléz.
50° en láminas tipo 'A'
60° en láminas tipo 'B'

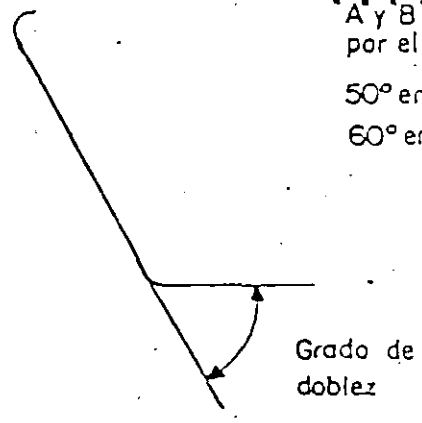


Fig . 5.2.C DETALLE DE COLOCACION DE LAMINAS DE PROTECCION TIPO 'A' y 'B'.

S. E. M. E. X.		S. P. C. O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-88	10 DE 0
SECCION 50 INSTALACION DEL TUBO-SELLO		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

SELLO COMO ABAJO DEL MISMO, YA QUE EN OPERACION EL TECHO PUEDE ESTAR A SU ALTURA MÁXIMA COMO EN LA PARTE MÁS BAJA A SU NIVEL DE APOYO EN EL FONDO.

15. INSPECCIONAR CUIDADOSAMENTE QUE NO QUEDEN EN EL INTERIOR DEL TANQUE, HERRAMIENTA, ANDAMIOS, ETC. Y BARRER EL FONDO PARA DEJARLO LIMPIO.
16. CONECTAR Y PROBAR LA HERMETICIDAD DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL DIAFRAGMA CON LA CUAL QUEDA TERMINADO EL MONTAJE DEL TECHO FLOTANTE.
17. SE PREPARA ENSEGUIDA LA PRUEBA DE FLOTACION LLENANDO EL TANQUE CON AGUA HASTA DESBORDARSE. DURANTE EL PRIMER CICLO DE RECORRIDO DEL TECHO HASTA EL NIVEL SUPERIOR Y REGRESO AL FONDO, OBSERVAR CUIDADOSAMENTE LA CARA SUPERIOR DEL DIAFRAGMA Y EL INTERIOR DEL PONTÓN Y BOYAS PARA DETERMINAR SI HAY FUGAS. DURANTE LA TRAVESIA HACIA ARRIBA PUEDE SUCEDER QUE SE LIBERE ALGO DEL LIQUIDO DEL TUBO-SELLO PARA LO CUAL SE HAN DEJADO LOS EXTREMOS SIN PRENSAR. CONCLUIDO EL RECORRIDO, SE COLOCARÁN LAS PLACAS DE PROTECCION FALTANTES Y LAS BARRAS DE FIJACION DEL TUBO-SELLO.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTEHECHO POR Ing. I. J. L.
APROBADO POR Ing. J. H. B.FECHA
IV-86HOJA
1 DE 7

SECCION 60 INSTALACION DE ACCESORIOS

MANUAL DE MONTAJE N° 1

5.0 ACCESORIOS:5.1 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS:

REGISTROS DE HOMBRE, BOQUILLAS Y OTROS ACCESORIOS DEBERÁN INSTALARSE Y SOLDARSE APROPIADAMENTE PARA IMPEDIR LA FORMACIÓN DE GRIETAS. AÚN PEQUEÑAS GRIETAS, CUANDO ESTÁN SUJETAS A ESFUERZOS ALTOS, PUÉDEN EXTENDERSE EN LA ENVOLVENTE DEL TANQUE CAUSANDO FALLAS DESASTROSAS.

LOS CORTES EN LA ENVOLVENTE PARA LA ENTRADA DE LAS BOQUILLAS DEBERÁN HACERSE CON EXACTITUD. LA PERIFÉRIA DE LA ABERTURA DEBE ESTAR LISA Y LIBRE DE CORTADURAS, DE BORDES O CANTOS ÁSPEROS Y ESQUINAS CON FILOS. TODA LA ESCORIA, REBABAS O RECORTES DEBERÁN REMOVERSE ANTES DE SOLDAR Y LAS ESQUINAS REDONDEADAS CON ESMERIL. SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, NO DEBERÁN DISEÑARSE --

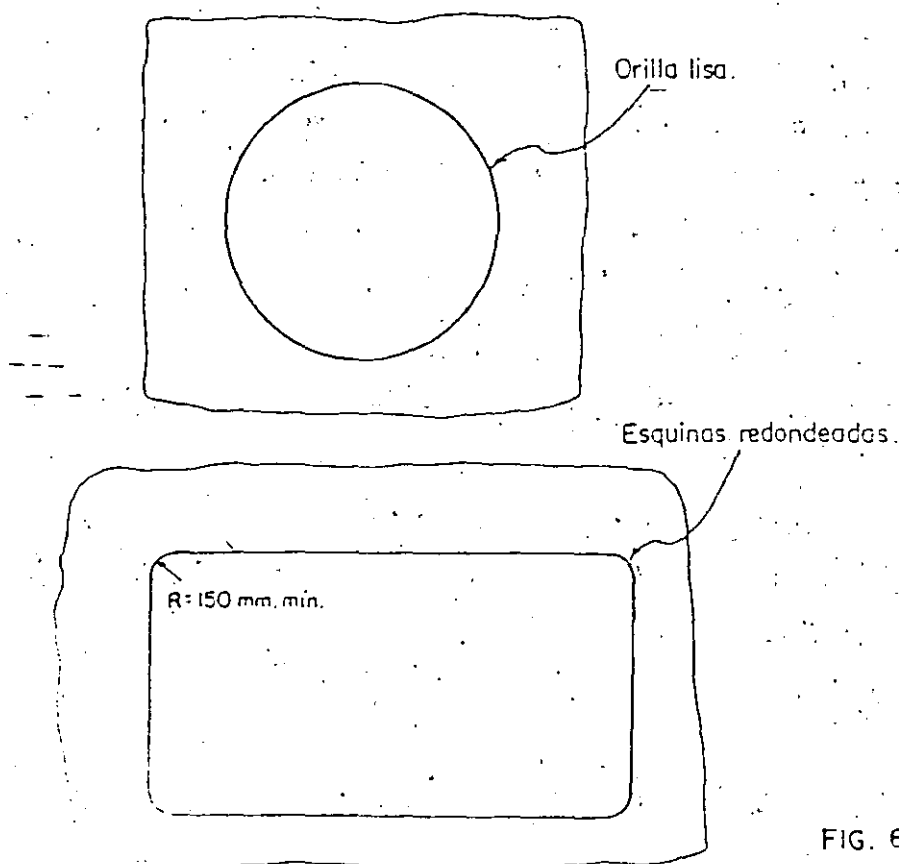


FIG. 6.1

PEMEX		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR Ing. I.J.L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-85	2 DE 7
SECCION 5.0 INSTALACION DE ACCESORIOS		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ENTRADAS RECTANGULARES O CUADRADAS. CUANDO SEA NECESARIO HACERLO, LAS ESQUINAS DEBERÁN REDONDEARSE CON UN RADIO NO MENOR DE 150 MM. VÉASE LA FIG. 5.1. LAS BOQUILLAS TAMBIÉN DEBEN ESTAR BIEN ACABADAS CON ESQUINAS ESMERILADAS, BIEN ALISADAS, LIBRES DE GRIETAS Y RECORTES. TODAS ÉSTAS PREPARACIONES DEBERÁN HACERSE ANTES DE INICIAR LA SOLDADURA DE LAS BOQUILLAS.

6.1.1 LOCALIZACIÓN DE ACCESORIOS. USAR EL ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE BOQUILLAS Y REGISTROS NORMALMENTE REFERIDO AL NORTE CONSTRUCTIVO. EN CASOS ESPECIALES PUEDE REQUERIRSE LOCALIZAR UNA BOQUILLA EN EL CAMPO A PETICIÓN DEL USUARIO Y POR UNA CONDICIÓN ESPECIAL. PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DISTANCIAS DE LOS CORDONES DE SOLDADURA ENTRE REFUERZOS Y DEL FONDO AL CORDÓN DE LA BOQUILLA MÁS BAJA CONSULTAR EL API 650 SECCIÓN 3.7.3 O VÉANSE LAS FIGURAS 6.1.1a, 6.1.1b, 6.1.1c y 6.1.1d.

SIEMPRE HABRÁ QUE NOTIFICAR A INGENIERÍA DE DISEÑO A TRAVÉS DE LA SUPTCIA. LOCAL DE CONSTRUCCIÓN, CUANDO POR NECESIDAD DE SERVICIO, SE HAGAN MODIFICACIONES EN EL CAMPO AL DISEÑO ORIGINAL DEL TANQUE. INGENIERÍA DEBERÁ REVISAR LOS PLANOS ORIGINALES Y PONERLOS AL DÍA PARA INCLUIR LAS MODIFICACIONES O CAMBIOS HECHOS POR CONSTRUCCIÓN.

6.2 SOLDEO DE ACCESORIOS.

EL PROCESO DE SOLDEO EN LA PERIFÉRIA DE LAS ABERTURAS DE ENTRADA DE LAS BOQUILLAS CREA ESFUERZOS DE CONTRACCIÓN, LOS CUALES PUEDEN SER MEJOR CONTROLADOS USANDO EL PROCEDIMIENTO EN "CASCADA" EN UNA SECUENCIA APROPIADA.

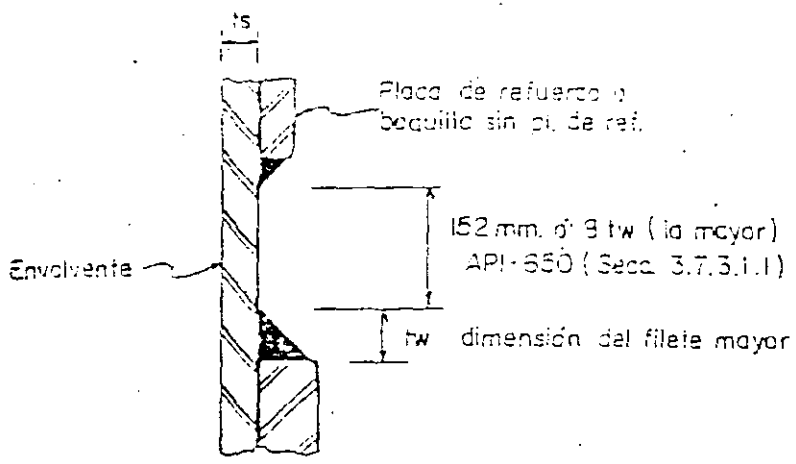


FIG. 6.1.1a.- Espaciamiento mínimo entre accesorios en la envolvente.

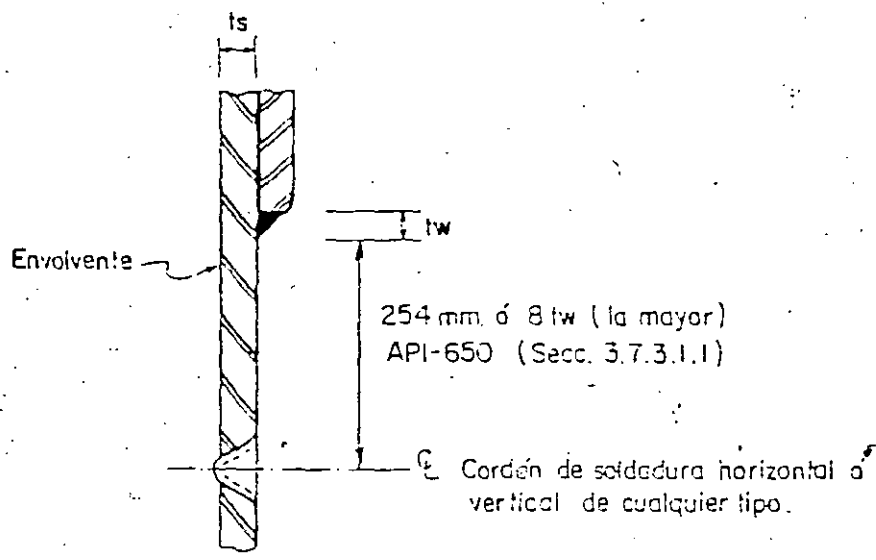


FIG. 6.1.1b.- Espaciamiento mínimo entre accesorios de la envolvente y cordones de soldaduras a tope de cualquier tipo.

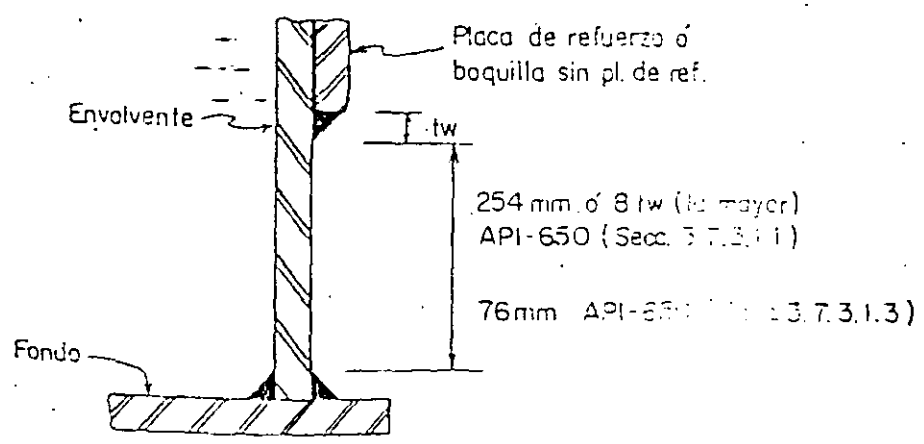


FIG. 6.1.1c.- Espaciamiento mínimo entre accesorios de la envolvente y el fondo.

'A' es soldado primero
 'B' es soldado después
 'C' es soldado al último

use el método de cascada (6.2 b)

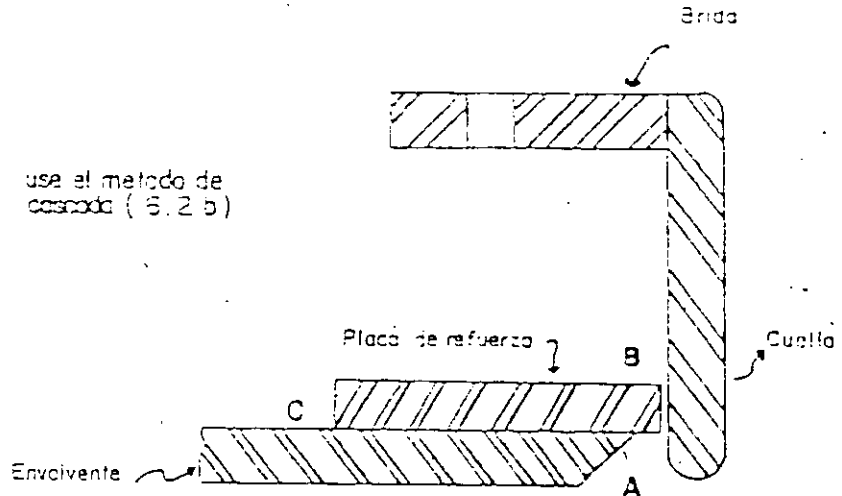


Fig. 6.2a Secuencia de soldes en una boquilla

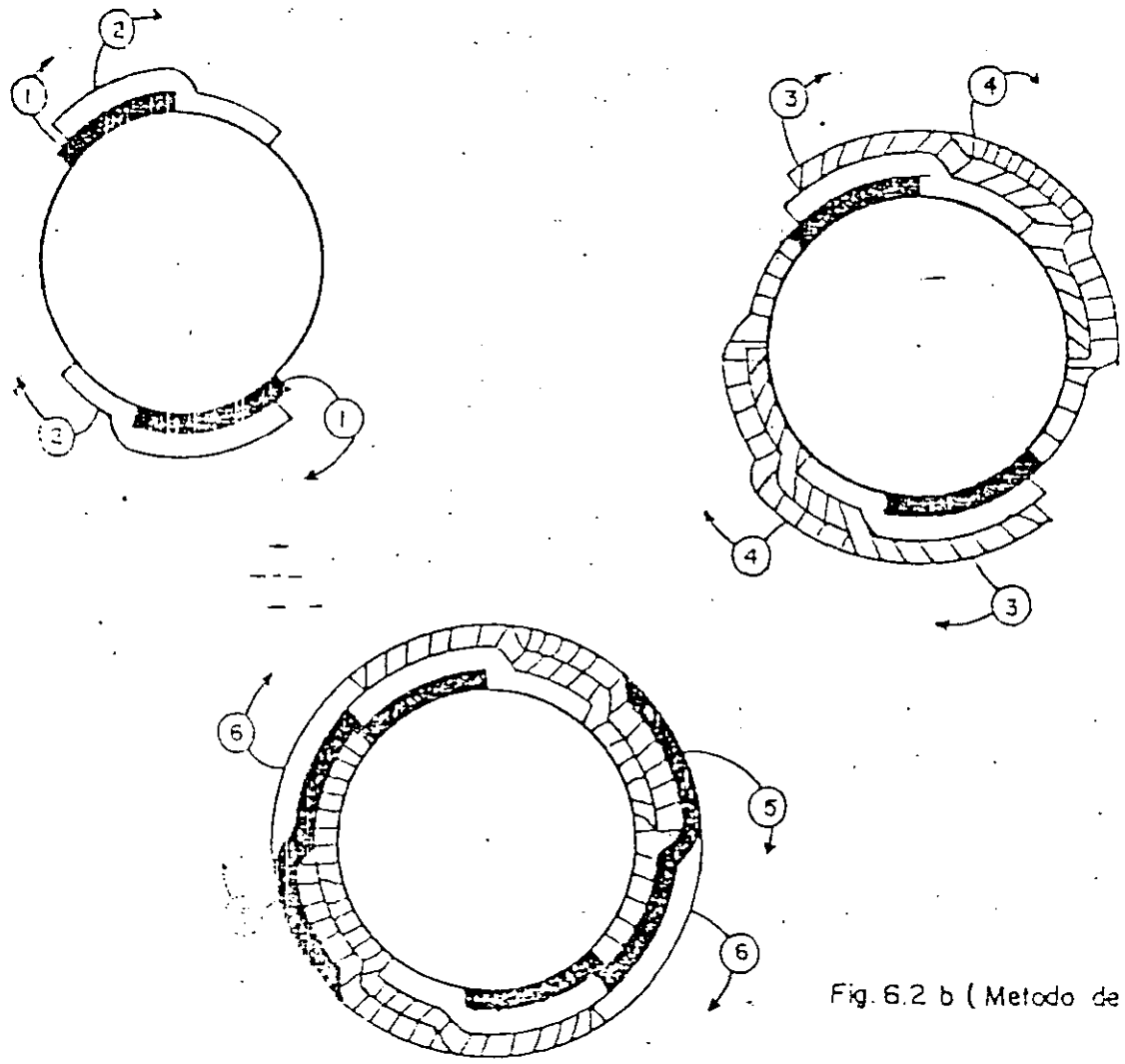


Fig. 6.2 b (Método de Cascada)

F E X I S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-88	5 DE 7
CON SU INSTALACION DE ACCESORIOS	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA FIG. 6.2A MUESTRA UN DETALLE SECCIONAL DE UNA BOQUILLA CON LAS SOLDADURAS MARCADAS A, B Y C. SIEMPRE HÁGASE PRIMERO LA SOLDADURA A, LUEGO LA B Y FINALMENTE LA C.

LA FIG. 6.2.B ILUSTR A EL MÉTODO DE SOLDEO EN "CASCADA". SE PIENSA QUE AL APLICARLO SE SOSTIENE EL ACCESORIO CALIENTE DURANTE EL SOLDEO. NO MARTILLAR LA PRIMERA Y LA ÚLTIMA CAPA PERO SI SE PERMITE EN LAS CAPAS INTERMEDIAS PARA EVITAR GRIETAS Y DISTORSIONES. DESPUÉS DE INICIAR EL SOLDEO ALREDEDOR DE CUALQUIER ENTRADA, DEBE CONTINUARSE SIN INTERRUPCIÓN HASTA QUE TODA LA SOLDADURA ES COMPLETADA Y MIENTRAS EL ÁREA ESTÁ AÚN CALIENTE.

SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES DE VIENTO Y LA TEMPERATURA DEL MEDIO AMBIENTE SON TAN SEVERAS QUE EL MÉTODO EN "CASCADA" NO MANTIENE LA BOQUILLA CALIENTE, LA PLACA DE LA ENVOLVENTE, LA DE REFUERZO Y EL CUELLO DE LA BOQUILLA DEBERÁN PRE-CALENTARSE A 40°C Y SOSTENER ÉSTA TEMPERATURA HASTA QUE LA BOQUILLA SE HA SOLDADO TOTALMENTE. NO DEPOSITAR CANTIDADES EXCESIVAS DE ELECTRODO FUNDIDO. LAS SOLDADURAS DE FILETE DEBERÁN SER DE LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN LOS PLANOS DE DISEÑO.

6.3

PRUEBAS EN LAS PLACAS DE REFUERZO.

HASTA COMPLETAR LA FABRICACIÓN Y ANTES DE LLENAR EL TANQUE CON EL AGUA DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA, LAS PLACAS DE REFUERZO EN CADA BOQUILLA SERÁN PROBADAS APLICANDO HASTA 15 LB/PULG² (1.1 KG/CM²) DE PRESIÓN MANOMÉTRICA CON AIRE ENTRE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE Y LA PLACA DE REFUERZO USANDO UN AGUJERO DE PRUEBA DE 6 MM. (1/4") DE DIÁMETRO HECHO EN LA PLACA DE REFUERZO. AL MISMO TIEMPO QUE A CADA BOQUILLA SE LE APLICA TA PRESIÓN, UNA PELÍCULA DE JABONADURA, ACEITE DE LINAZA U OTR

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR: Ing. J. L. J.
APROBADO POR: Ing. J. H. B.

FECHA
IV-85

HOJA
6 DE 7

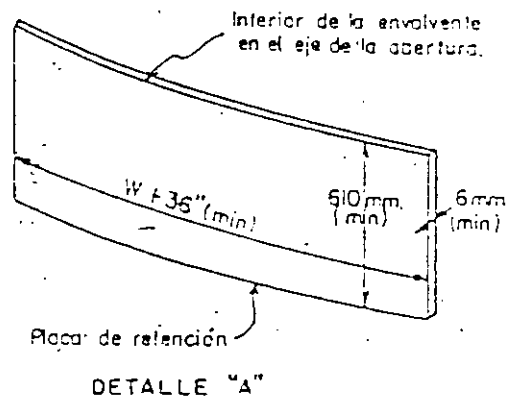
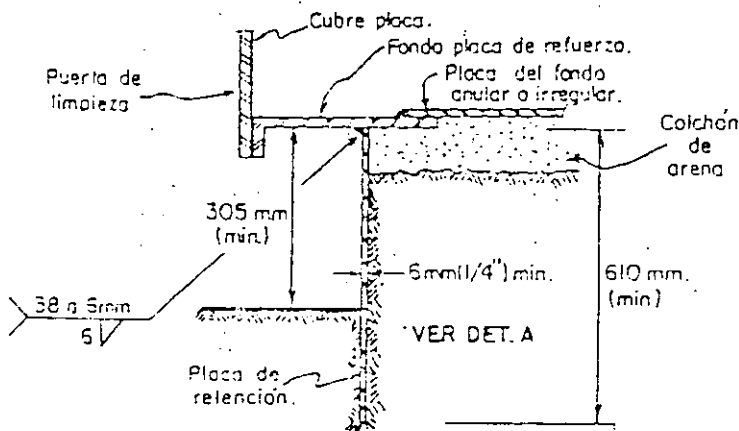
SECCION 5.3 INSTALACION DE ACCESORIOS

MANUAL DE MONTAJE N° 1

MATERIAL APROPIADO PARA DESCUBRIR FUGAS, SE APLICARÁ A TODA LA SOLDADURA ALREDEDOR DEL REFUERZO TANTO ADENTRO COMO AFUERA DEL TANQUE. SI SE DESCUBRE CUALQUIER FUGA, RELEVAR LA PRESIÓN DEL AIRE, REMOVER LA SOLDADURA DEFECTUOSA CON CINCEL O ARCO-AIRE, REPARARLA Y VOLVER A PROBAR. AL TERMINAR LA PRUEBA, RETIRAR EL EQUIPO Y DEJAR EL AGUJERO ABIERTO A LA ATMÓSFERA.

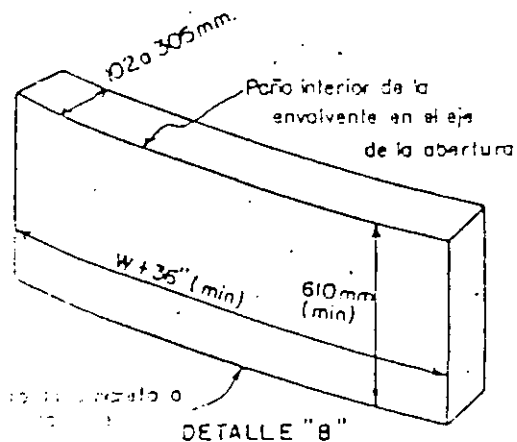
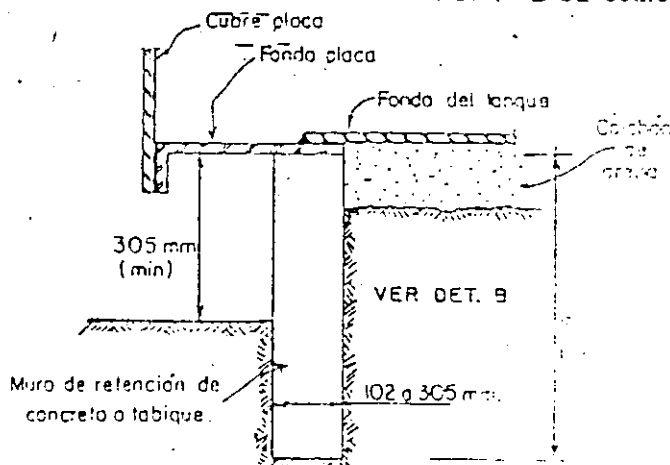
6.4 INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.

DE ACUERDO AL TIPO DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, SE HACEN LOS ARREGLOS PARA LA INSTALACIÓN CORRECTA DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA. EN MÉXICO, NORMALMENTE SE PROYECTA LA CIMENTACIÓN A



METODO A.-Placa de retención para tanques apoyados en cimentación de piedra o grava:

NOTA.-VEASE COL.3, TABLA 3-II PARA VALORES DE W EN PULG.



METODO B.-Muro de concreto o labique

cimentación de piedra o grava.

FIG. 6.4 Arreglo en cimentaciones d.

instalación correcta de

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-88	7 DE 7
SECCION 5.0 INSTALACION DE ACCESORIOS	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

BASE DE ANILLOS DE CONCRETO (SECCIÓN 1.0, PÁRRAFO 1.3 DEL MANUAL) AUNQUE TAMBIÉN DEBIERA USARSE EN TERRENOS RESISTENTES -- LA CONSTRUIDA CON GRAVA O PIEDRA TRITURADA. EN EL PRIMER CASO, INGENIERÍA DE DISEÑO HA ELABORADO UN PLANO CON TODAS LAS INDICACIONES PARA LA INSTALACIÓN CORRECTA DE LAS PUERTAS Y -- EN EL CASO DE CIMENTACIÓN A BASE DE PIEDRA O GRAVA TRITURADAS, EL API-650 SECCIÓN 3.7.7 FIGURA 3.9 DA LAS INDICACIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS PUERTAS. SIN EMBARGO PUEDE SEGUIRSE LA SIGUIENTE SECUENCIA DE MONTAJE, MÉTODOS A Ó B -- (FIGURA 5.4)

1. LOCALIZAR LA POSICIÓN DE LAS PUERTAS ANTES DE TENDER EL FONDO.
2. HACER LA EXCAVACIÓN PARA INSTALAR UNA PLACA DE RETENCIÓN (MÉTODO A) O CONSTRUIR UN MURO DE RETENCIÓN DE CONCRETO O TABIQUE (MÉTODO B).
3. COLOCAR LA PLACA DE RETENCIÓN O FABRICAR EL MURO A LA ALTURA, AL RADIO EXACTOS Y SIMÉTRICA CON RESPECTO A LA ENTRADA DE LA PUERTA (VÉASE LA FIG. 6.4).
4. REEMPLAZAR LA TIERRA POR LA PARTE INTERIOR DE LA PLACA O DEL MURO, RELLENANDO EL HUECO CON UN COLCHÓN DE ARENA AL RAZ DE LA PLACA DE BASE DE LA PUERTA. COMPACTAR CONCIENZUDAMENTE EL RELLENO DE TIERRA Y ARENA ANTES DE CUBRIRLO CON LAS PLACAS DEL FONDO DEL TANQUE.
5. TENDER LAS PLACAS DEL FONDO Y HACER EL CORTE PARA LA ENTRADA DE LAS PLACAS DE LAS PUERTAS. MONTAR EL PRIMER ANILLO DE LA ENVOLVENTE DEL TANQUE, EMPEZANDO CON LAS PLACAS DE LAS PUERTAS DE LIMPIEZA.

F. B. M. E. X. S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
CERCHOS CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV- 65	1 DE 13
PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

PRUEBAS, INSPECCIONES, LIMPIEZA, PINTURA Y CONCLUSIONES.

LAS PRUEBAS INDICADAS EN ÉSTA SECCIÓN SE HARÁN CONFORME SE VAYA TERMINANDO LA ERECCIÓN DE LAS DIFERENTES PARTES. PARA GARANTIZAR QUE SE ESTÁ DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DEL CÓDIGO API-650 SECCIÓN 5.3, LA C.A. CONTRATISTA DESARROLLARÁ LOS PROCEDIMIENTOS NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO DICHAS PRUEBAS A MEDIDA QUE SE VAYA REQUIRIENDO Y HACERLAS DE ACUERDO CON LOS ESTANDARES DEL API.

7.1 INSPECCIÓN DE SOLDADURAS DEL FONDO Y TECHO DEL TANQUE.

UN PROCEDIMIENTO EFICAZ PARA INSPECCIONAR LOS CORDONES DE SOLDADURA DE FONDOS Y APROBADO POR API, ES MEDIANTE LA PRUEBA DE VACÍO HECHA POR MEDIO DE UNA CAJA DE METAL DE 150 MM. DE ANCHO Y 900 MM. DE LARGO (FIG. 7.1) CON UNA TAPA DE DOBLE CRISTAL Y EL FONDO ABIERTO EL CUAL ES SELLADO CONTRA LA SUPERFICIE DEL FONDO DEL TANQUE CON UN EMPAQUE DE NEOPRENO O DE HULE ESPUMA. LA CAJA TIENE ADEMÁS UNA CONEXIÓN DE TUBO APROPIADO, VÁLVULA Y UN TUBO SIFÓN PARA MEDIR EL VACÍO (FIG. 7.1). APROXIMADAMENTE 900 MM. DE LA SOLDADURA POR PROBARSE ES MOJADA CON UNA SOLUCIÓN DE JABONADURA O ACEITE DE LINAZA. (EN TEMPERATURA AMBIENTAL MUY FRÍA ES NECESARIO AGREGAR UNA SOLUCIÓN ANTICONGELANTE). SE COLOCA LA CAJA SOBRE EL CORDÓN ENJABONADO Y SE ORIGINA UN VACÍO. LA PRESENCIA DE POROSIDAD O FUGAS EN LA COSTURA ES INDICADA POR BURBUJAS O ESPUMA PRODUCIDAS POR AIRE SUCCIONADO A TRAVÉS DEL CORDÓN DE SOLDADURA. EL VACÍO EN LA CAJA SE OBTIENE CONECTANDO UN COMPRESOR DE 7 KG. COMO MÁXIMO CON UNA MANGUERA DE LARGO SUFICIENTE PARA CUBRIR TODO EL FONDO, O CONECTANDO LA CAJA AL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN DE UN MOTOR DE GASOLINA O DIESEL A UN EYECTOR DE AIRE O UNA BOMBA ESPECIAL DE VACÍO.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

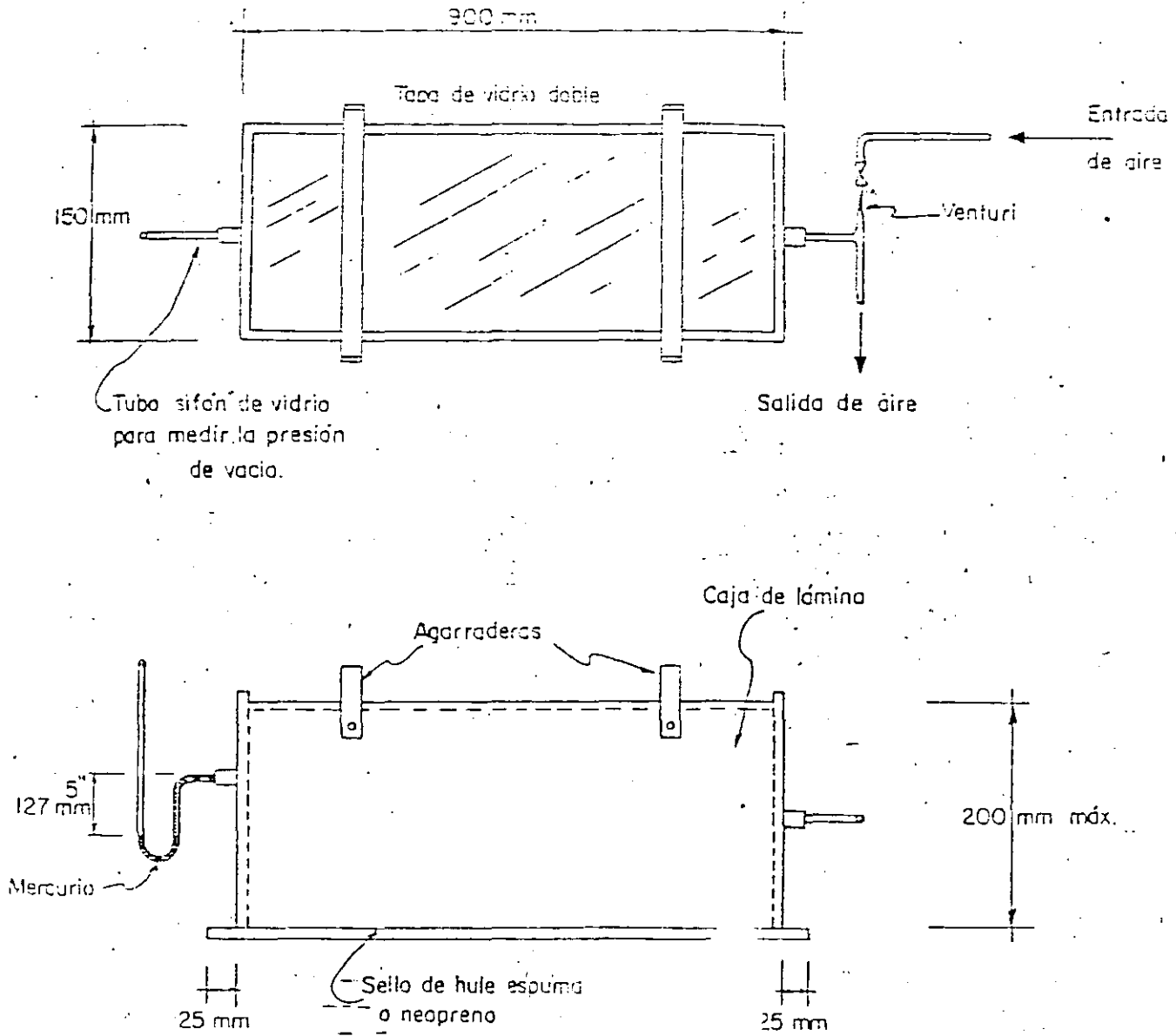
HECHO POR Ing. J. J. L.
APROBADO POR Ing. J. H. B.

FECHA
IV-86

HOJA
2 DE 13

REBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1



5" de mercurio = 2.46 lb/pulg.² = 0.173 Kg/cm.²

FIG: 7.1 Caja metálica para p vacío.

S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TUBOS CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.J.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-65	3 DE 13
PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

LA COLUMNA DE MERCURIO DEL TUBO CURVADO DEBE REGISTRAR 5 PULGADAS PARA OBTENER UN VACÍO PARCIAL DE 2.5 LBS/PULG² (173 GR/CM²). SUFICIENTE PARA PROTEGER EL SELLO DE LA BASE. AL CERRAR LA VÁLVULA DE AIRE Y QUEDAR LA CAJA SIN VACÍO, SOLA VUELVE A SU POSICIÓN NORMAL Y ASÍ PODER SEGUIR CON LA PRUEBA HASTA COMPLETAR EL FONDO. SE HA VENIDO GENERALIZANDO EL USO DE LA CAJA DE VACÍO EN VIRTUD DE QUE EL RESULTADO DE LA PRUEBA ES MUY SEGURO Y CON RESPECTO A OTROS MEDIOS EMPLEADOS, RESULTA SUMAMENTE ECONOMICO.

EN LA MISMA FORMA QUE SE PRUEBAN LAS COSTURAS TRASLAPADAS DEL FONDO, CON LA CAJA DE VACÍO, SE PROBARÁ LA SOLDADURA DEL DIAFRAGMA. SI SE DESCUBREN POROSIDADES O FUGAS, REPARAR DE INMEDIATO. ASIMISMO LA SOLDADURA EN EL FONDO/ENVOLVENTE EN EL PRIMER ANILLO, SERÁ PROBADA CON LÍQUIDO PENETRANTE DESPUÉS DE SOLDAR EL CORDÓN EXTERIOR. ROCIAR PETRÓLEO DIÁFANO (KEROSENE) POR LA JUNTA INTERIOR ANTES DE SOLDARLA. DESPUÉS QUE TODAS LAS FUGAS DE LA SOLDADURA EXTERNA HAN SIDO REPARADAS, PODRÁ SOLDARSE EL CORDÓN INTERIOR.

7.2

PRUEBAS EN EL FONDO Y BOYAS.

DESPUÉS DE TERMINADAS LAS SOLDADURAS EN TODO EL DIAFRAGMA, Y PONTONES Y LA DE LAS BOYAS AL DIAFRAGMA INCLUYENDO SUS PLACAS DE REFUERZO, SE LES HARÁ UNA INSPECCIÓN VISUAL Y LUEGO SERÁN PROBADAS CON LÍQUIDOS PENETRANTES ROCIANDO ABUNDANTE PETRÓLEO DIÁFANO POR EL INTERIOR DEL TECHO. DESPUÉS DE UN PERÍODO DE 24 HORAS, LAS SUPERFICIES SUPERIORES DE ESTAS ÁREAS SOLDADAS SERÁN REVISADAS PARA DESCUBRIR FUGAS. TODAS LAS CONEXIONES ASÍ COMO REGISTROS Y BOQUILLAS EN EL TECHO TAMBIÉN SERÁN PROBADAS CON LÍQUIDO DESDE LA PARTE INTERNA DEL DIAGRAMA.

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES. TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J.L.L.	FECHA	HOJA
	APROBADO POR Ing. J.H.B.	IV-55	4 DE 13
PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

7.3 ENVOLVENTE DEL TANQUE Y PRUEBA DE FLOTACION.

LA ENVOLVENTE SE PRUEBA LLENANDO EL TANQUE A SU CAPACIDAD NORMAL, CON AGUA. CUANDO SE EMPIEZA LA PRUEBA HIDROSTÁTICA, TAN PRONTO COMO EL TECHO EMPIEZA A FLOTAR, SE INTERRUMPE EL LLENADO Y SE HACE UNA REVISIÓN EXHAUSTIVA DEL DIAFRAGMA Y PONTÓN. CONTINUAR CON EL LLENADO DEL TANQUE Y MIENTRAS EL TECHO ESTÁ SUBIENDO, REVISAR EL TUBO-SELLO, LA LÁMINA DE PROTECCIÓN Y LA ESCALERA RODANTE. CUANDO EL TANQUE SE VACÍA Y EL TECHO BAJA, SE SEGUIRÁ LA INSPECCIÓN EN LA MISMA FORMA QUE SE HIZO CUANDO EL TECHO IBA HACIA ARRIBA. TAMBIÉN SE HARÁN INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL PONTÓN MIENTRAS EL DIAFRAGMA SUBE Y BAJA. ESTA INSPECCIÓN ES MUY IMPORTANTE PORQUE MUCHAS VECES PUEDEN OCURRIR FUGAS DURANTE EL MOVIMIENTO DEL DIAFRAGMA.

UNA ATENCIÓN ESPECIAL DEBERÁ DARSE TAMBIÉN A LA ESCALERA RODANTE PORQUE CUALQUIER EXCESO DE LIGADURAS PUEDE CAUSAR MÁS TARDE UN GRAN DAÑO O AVERÍA.

CUANDO SE TIENE EL TANQUE LLENO DE AGUA SE DEBE HACER UNA REVISIÓN OCULAR DE LAS SOLDADURAS POR SI SE DESCUBRE ALGUNA FUGA. ESTA PERMITIDO GOLPEAR CON UN MARTILLO DE BOLA LAS SOLDADURAS ESPECIALMENTE LOS CRUCES PARA EL MISMO OBJETO.

TAMBIÉN ES MUY IMPORTANTE LA REVISIÓN QUE SE HACE A LA CIMENTACIÓN, MIENTRAS SE LLEVA A CABO LA PRUEBA HIDROSTÁTICA. SI HAY UN ASENTAMIENTO EXCESIVO EN CUALQUIER PUNTO, DEBERÁ TOMAR SE UNA ACCIÓN CORRECTIVA ADECUADA.

4 INSPECCIÓN FINAL.

ANTES DE ENTREGAR EL TANQUE TOTALMENTE TERMINADO AL USUARIO

P E M E K S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J. L.	FECHA	HORA
	APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-66	5 DE 12
PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

EL MONTADOR JUNTAMENTE CON EL RESIDENTE DE LA CONTRATISTA Y EL SUPERVISOR DE PEMEX, HARÁN UNA AMPLIA REVISIÓN FINAL AL TRABAJO HECHO PARA CONFIRMAR QUE ESTÁ COMPLETO Y POR ENCIMA DE LA CALIDAD REQUERIDA. LA SIGUIENTE ES LA MÍNIMA INSPECCIÓN REQUERIDA:

1. FONDO:

- A. REVISAR, BUSCANDO JUNTAS SIN SOLDAR, SOLDADURAS DE MENOR DIMENSIÓN, SOLDADURAS DEFECTUOSAS Y SOCAVACIONES.
- B. BARRER TODO EL FONDO PARA DEJARLO LIMPIO Y REVISAR SI SE DESCUBREN SALIENTES, REBABAS Y MELLAS O MUÉSCAS DONDE CANALES O MÉNSULAS PUDIERAN HABERSE DESPRENDIDO.
- C. REMOVER TODOS LOS SALIENTES Y REBABAS.
- D. REMOVER LA ESCORIA DE TODAS LAS SOLDADURAS.
- E. REPARAR LOS SOCAVADOS Y MUÉSCAS.

2. FONDO AL PRIMER ANILLO:

- A. REMOVER LA ESCORIA DE TODA LA SOLDADURA DE FILETE INTERIOR Y EXTERIOR.
- B. REVISAR PARA LOCALIZAR SOLDADURAS DE MENOR DIMENSIÓN, SOCAVADOS Y JUNTAS NO SOLDADAS.
- C. TODAS LAS REBABAS SERÁN REMOVIDAS DE LA INTERSECCIÓN DE PLACAS.

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. J. L. L.	FECHA	NOVA
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-66	5 DE 13
RUBERIAS, INSPECC. FINAL CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

3. ENVOLVENTES:

- A. TODOS LOS SALIENTES O CONEXIONES A ANDAMIAJES SERÁN --
REMOVIDOS Y RESANADOS.
- B. LAS REBABAS SE QUITARÁN CON CINCEL, LOS SOCAVADOS, RE--
LLENADOS Y LUEGO ESMERILADOS. DEBERÁ DARSE ESPECIAL --
ATENCIÓN A LAS ÁREAS ALREDEDOR DE LAS ESCALERAS.
- C. TODAS LAS SOLDADURAS VERTICALES Y HORIZONTALES SERÁN --
INSPECCIONADAS PARA DESCUBRIR SOCAVADOS Y QUE LOS REFUER--
ZOS Y POROSIDADES ESTÉN DENTRO DE LAS TOLERANCIAS ESPE--
CIFICADAS.

4. TRABES DE REFUERZO Y ÁNGULOS DE CORONAMIENTO:

- A. EN LA MISMA FORMA QUE EN EL FONDO Y ENVOLVENTE, REVISAR
TODAS LAS SOLDADURAS LOCALIZANDO SOCAVADOS, POROSIDADES,
CORDONES DE MENOR DIMENSIÓN Y ÁREAS SIN SOLDAR.
- B. LAS SOLDADURAS A TOPE EN LA TRABE DE REFUERZO Y ÁNGULO
DE CORONAMIENTO SE REVISARÁN PARA QUE LA JUNTA TENGA PE--
NETRACIÓN COMPLETA Y SEA DE LA MISMA CALIDAD QUE LAS --
VERTICALES DE LA ENVOLVENTE.
- C. LAS SOLDADURAS HORIZONTALES SE REVISARÁN PARA CERCIORAR
SE QUE SON DE LA MISMA CALIDAD QUE LAS HORIZONTALES DE
LA ENVOLVENTE.

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	APROBADA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-38	7 DE 13
70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

5. ACCESORIOS:

- A. TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN DEL TAMAÑO INDICADO EN PLANOS Y SIN SOCAVADOS.
- B. LOS AGUJEROS DE ENTRADA Y LAS CARAS DE TODAS LAS BRIDAS SE REVISARÁN PARA QUE ESTÉN DE ACUERDO A LOS PLANOS RESPECTIVOS.
- C. ASEGURARSE QUE TODOS LOS REFUERZOS HAN SIDO PROBADOS.
- D. LAS BRIDAS CIEGAS, TAPAS DE REGISTROS DE HOMBRE, PERNOS Y EMPAQUES DEBERÁN INSTALARLAS APROPIADAMENTE.
- E. LAS REBABAS ALREDEDOR DE LAS BOQUILLAS SERÁN REMOVIDAS.

6. ESCALERAS Y ESCALAS:

- A. LAS ESCALERAS SERÁN REVISADAS PARA UN CONTORNO APROPIADO, LAS HUELLAS A NIVEL, LOS BARANDALES A PLOMO Y TODAS LAS SOLDADURAS COMPLETAS SEGÚN DIBUJO.
- B. LAS SOLDADURAS EN LOS PASAMANOS SERÁN ALISADAS CON ESMERIL. REVISAR ÉSTO.
- C. LAS ESCALAS SE INSTALARÁN DERECHAS Y A PLOMO.
- D. LAS PROTECCIONES EN LAS ESCALAS SE INSTALAN DERECHAS.

PEMEX S.P.C.O. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR INC. J. L.	FECHA	FOLIA
	APROBADO POR INC. J. H. B.	IV-86	3 DE 13
70 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1	

7.5 PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR.

1. LA PINTURA EN LOS TANQUES SE APLICARÁ DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE PEMEX, NORMAS 2.132.01, 3.134.01, - 4.32.01 Y 5.132.01.

2. EL TRABAJO DE PINTURA INTERIOR SE INICIA CUANDO SE HA TERMINADO:
 - a) ARMADO Y SOLDADO DEL FONDO.

 - b) PRUEBA DEL FONDO.

 - c). ARMADO Y SOLDADO DEL DIAFRAGMA DEL TECHO.

 - d). ARMADO Y SOLDADO DE LA ENVOLVENTE.

 - e). LIMPIEZA Y RESANE GENERAL DEL INTERIOR DEL TANQUE.

3. PINTURA INFERIOR DEL DIAFRAGMA, PONTÓN Y FONDO, ENVOLVENTE POR EL LADO INTERIOR (TODAS LAS SUPERFICIES METÁLICAS EN CONTACTO CON EL CRUDO), BOYAS.
 - a). LA PINTURA SE APLICARÁ ANTES DE HACER LA PRUEBA DE -- FLOTABILIDAD E HIDROSTÁTICA DEL CUERPO DEL TANQUE.

 - b). -NO ARMAR EL SELLO Y LA BANDA DE DESGASTE ANTES DE HABER TERMINADO LA PINTURA INFERIOR Y SUPERIOR DEL DIAFRAGMA.

 - c). LAS PLACAS DEL DIAFRAGMA, PREVIO AL TENDIDO LLEVARÁN APLICADA LA PINTURA QUE FIJA LA NORMA. LOS RESANES --

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR Ing. J. J. L.	FECHA	FOLIA
	APROBADO POR Ing. J. H. B.	IV-88	9 DE 13
7.0 PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ORIGINADOS POR LA APLICACIÓN DE LA SOLDADURA SE HARÁN COMO COMPLEMENTO DE TERMINACIÓN.

4. PINTURA EXTERIOR DE LA ENVOLVENTE:

- a). INICIAR ÉSTA ETAPA CUANDO SE HAYA TERMINADO DE APLICAR EN SU TOTALIDAD, LA PINTURA INTERIOR, LOS RESANES Y LA LIMPIEZA DE REBABAS DE SOLDADURA.
- b). EL MONTAJE DEL TUBO-SELLO SE HARÁ SIMULTÁNEAMENTE CON LA ETAPA DE PINTURA EXTERIOR SIEMPRE QUE NO HAYA PROBLEMAS CON LA ARENA QUE ARRASTRA EL VIENTO, YA QUE ÉSTO DEFICULTA E IMPIDE LA APLICACIÓN DE PINTURA POR EL EXTERIOR DEL TANQUE.

7.6. CONCLUSIÓN:

DESPUÉS DE TERMINAR LAS REVISIONES E INSPECCIONES INDICADAS EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, SE PROCEDE A ENTREGAR EL TANQUE TERMINADO Y PINTADO AL USUARIO, ES DECIR, AL PERSONAL AUTORIZADO DE LA OPERATIVA, SIGUIENDO LOS PROCEDIMIENTOS APROBADOS EN ÉSTOS CASOS.

EN LA EXPOSICIÓN DE LOS MÉTODOS DE MONTAJE DE LAS DIFERENTES PARTES QUE INTEGRAN UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE, NO SE HA SEGUIDO UNA SECUENCIA DETERMINADA, ES DECIR, EL ORDEN EN QUE SE PRESENTA CADA SECCIÓN DEL MANUAL NO CONCUERDA CON EL QUE SE SIGUE REALMENTE EN EL MONTAJE DE UN TANQUE. ÉSTO QUE PUDIERA

P E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE.		HECHO POR Ing. J. G. L.	FECHA	NO. 1
		APROBADO POR Ing. J. G. L.	IV-66	1000000
A. PRUEBAS, INSPECC. FINAL, CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

ORIGINAR ALGUNA CONFUSIÓN ENTRE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL MONTAJE CONSIGNADAS EN EL MANUAL Y EL TRABAJO REAL DE LA ERECCIÓN DE UN TANQUE, MÁXIME QUE ALGUNAS OPERACIONES SON EJECUTADAS SIMULTÁNEAMENTE, QUEDA SUBSANADO MEDIANTE EL USO DEL DIAGRAMA QUE SE PRESENTE AL FINAL DE ESTE PÁRRAFO Y DONDE SE EXPONE UNA SECUENCIA DEL MONTAJE DESDE SU INICIO HASTA LA TERMINACIÓN Y ENTREGA DEL TANQUE, MOSTRANDO ADEMÁS AQUELLAS OPERACIONES QUE SE TRABAJAN PARALELAMENTE. ES CONVENIENTE TENER SIEMPRE A LA MANO, EN LA OBRA ESTE DIAGRAMA Y CONSULTARLO CUANTAS VECES SEA NECESARIO PARA SEGUIR SUS INDICACIONES Y ESTAR DE ACUERDO CON LOS PROGRAMAS DE ERECCIÓN DE LOS TANQUES.

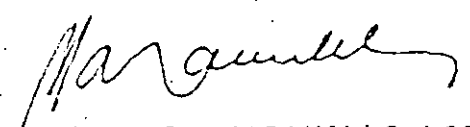
AL TERMINAR EN ESTE PÁRRAFO EL MANUAL No. 1 DE ERECCIÓN DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE, PUEDE APARECER COMO INCOMPLETO POR FALTAR LAS SECCIONES NO MENOS IMPORTANTES DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA Y PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y TOLERANCIAS ADMISIBLES. NO SE PUEDE USAR EL MANUAL SIN LA LECTURA DE ESTAS SECCIONES Y PARA TAL FIN, DADO QUE LOS CONCEPTOS VERTIDOS EN ELLAS, SON APLICABLES TANTO A TANQUES DE TECHO FLOTANTE COMO DE TECHO FIJO. (MANUAL DE ERECCIÓN No. 2), SE TENDRÁN DOS SECCIONES COMPLEMENTARIAS: LA "A" CORRESPONDIENTE A LOS PROCEDIMIENTOS ESTANDAR DE SOLDADURA Y LA "B", PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y TOLERANCIAS ADMISIBLES. COMO SE ESPECIFICÓ YA, AMBAS SECCIONES PODRÁN USARSE EN TANQUES CON TECHO FLOTANTE O CON TECHO-FIJO.

FINALMENTE, QUEDA ESTABLECIDO QUE EL USO DE ESTE MANUAL ES OBLIGATORIO EN LA ERECCIÓN DE TANQUES DE TECHO FLOTANTE Y PARA EVITAR CONFUSIONES QUE PUDIERAN PRESENTARSE SE CANCELAN

P E M E X S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION			
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE	HECHO POR: Ing. J.H.B.	FECHA	HORA
	APROBADO POR: Ing. J.H.B.	IV-55	11 DE 13
ZC PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES	MANUAL DE MONTAJE N° 1		

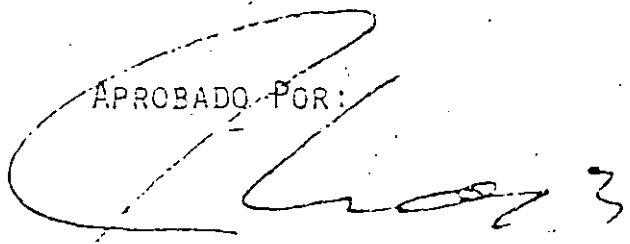
TODOS LOS INSTRUCTIVOS DE MONTAJE Y RECOMENDACIONES AFINES QUE SE ENCUENTRAN EN USO A LA FECHA. SIN EMBARGO, SE TOMARÁN EN CUENTA TODAS AQUELLAS PROPOSICIONES QUE MODIFIQUEN MEJORANDO EN CIERTO GRADO UNO O VARIOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE-EXPUESTOS EN EL MANUAL Y PREVIO ESTUDIO Y APROBACIÓN EN SU CASO POR LA COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN DE LA SPCO DE PEMEX, SE INCORPORARÁN AL MISMO.

HECHO POR:



ING. IGNACIO JARAMILLO LOPEZ
GCIA. DE PROYS. INDUSTRIALES
S.P.C.O.

APROBADO POR:



ING. JAIME HERNANDEZ BALBOA
COORD. EJECUTIVO DE CONST'N.
S.P.C.O.

S E M E X		S.P.C.O. COORDINACION EJECUTIVA DE CONSTRUCCION		
TANQUES CILINDRICOS VERTICALES TECHO FLOTANTE		HECHO POR: Ing. I. J. L.	FECHA	HOJA
		APROBADO POR: Ing. J. H. B.	IV-86	12 DE 13
3. PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES		MANUAL DE MONTAJE N° 1		

FUENTES DE INFORMACION:

CHICAGO BRIDGE AND IRON Co. (CBI)

PITTSBURG-DES MOINES STEEL Co. (PDM)

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD. (KHI)

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. API-650 STD.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME V.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME IX.

AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS)

INSTRÚCTIVO DE MONTAJE DE TANQUES DE T.F. DE 500 M. BLS. (PENEX)

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE PARA TANQUES DE 500 M. BLS. (CISA)

MOTAS Y ESPECIFICACIONES DE MONTAJE DE TANQUES (I. J. L.)

TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
TECHO FLOTANTE

HECHO POR Ing. J. G. L.
APROBADO POR Ing. J. H. S.

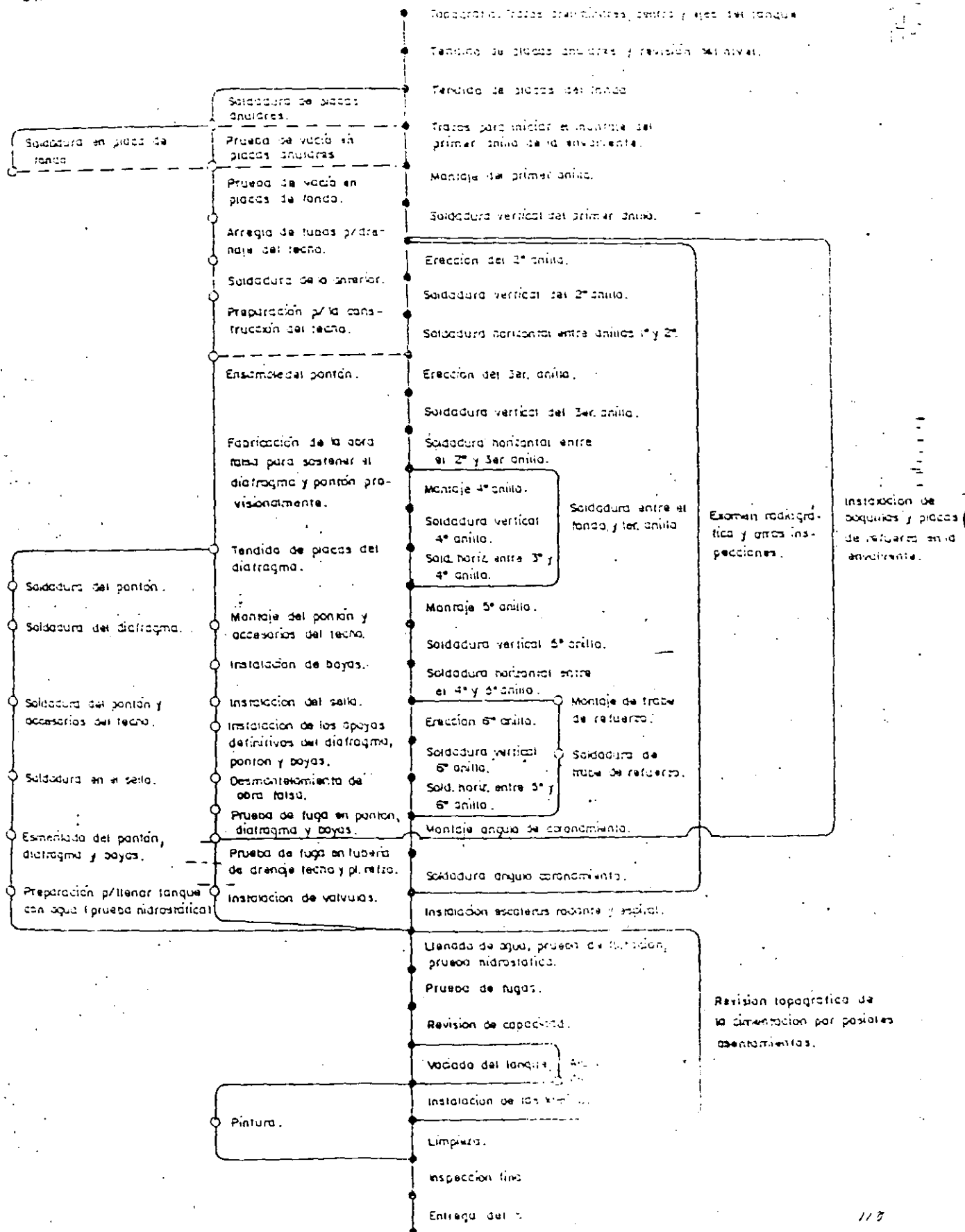
FECH
IV-58

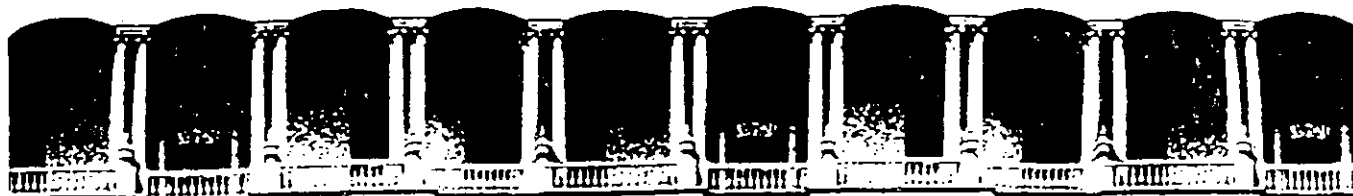
HOJA
13 DE 13

20 PRUEBAS, INSPECC. FINAL. CONCLUSIONES

MANUAL DE MONTAJE N° 1

DIAGRAMA DE LA SECUENCIA DE LAS OPERACIONES DE MONTAJE DE UN TANQUE





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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

**FABRICACION, TRANSPORTE, MONTAJE Y COLOCACION
DE EDIFICIOS Y NAVES INDUSTRIALES**

ING. LUIS ZARATE ROCHA

JULIO - 1992

I N D I C E

- 1.- DESCRIPCION DE LA PLANTA
- 2.- PLANOS DE INGENIERIA VS PLANOS DE FABRICACION
- 3.- CUBICACIONES
- 4.- PROGRAMAS DE TRABAJO
- 5.- TALLER DE FABRICACION
- 6.- SECUENCIA DE MONTAJE
- 7.- SUPERVISION DE LA FABRICACION Y MONTAJE

1.- DESCRIPCION DE LA PLANTA .

Para nuestra platica, voy a tomar como ejemplo una Planta Deshidratadora de cebolla y ajo, que se localiza en la región denominada Bajío Guanajuatense y está situada al Noroeste de la Ciudad de Irapuato, Km. 10.5 carretera libre Irapuato-Salamanca.

Esta Planta está constituida por los edificios cuya descripción-resumida se presenta a continuación.

a).- EDIFICIO DE PROCESO:

En este edificio, como su nombre lo indica, se procesará la deshidratación de la cebolla y el ajo, para lo cual alberga los equipos de corte, lavado y de secado, así como los deshidratadores y transportadores.

Se cuenta con una superficie de construcción de 4000 M² y su estructura metálica está constituida a base de porticos rígidos, compuesta por columnas con dimensiones de 36 x 36 cm. y 831 cm. de altura, así como travesaños principales de 30.5 x 68.6 cm. y 1029 cm. de largo fabricadas a base de 3 placas de acero con espesores de 10 a 16 mm. las travesaños secundarios son de perfiles comerciales tipo IPR de 30.4 x 20.3 cm. y una longitud de 850 cm. con un peso total de 190 tons.

El techo lo integra una losa de concreto de 9 cm. de espesor promedio sobre lámina de acero acanalada tipo Romsa HR la cual a su vez es apoyada en vigas de acero con claros de 2.7 mt.

Las dimensiones de dicho edificio son de 145 mt. de largo y un ancho promedio de 22.64 mts.

b).- EDIFICIO DE MOLINO:

En este edificio se molerá el producto deshidratado proveniente del edificio de proceso, tiene una superficie de construcción de 2000 M². La estructura metálica, la constituyen marcos tipo rígido compuesta por columnas de 30.5 x 30.5 x 1042 cm. de altura fabricadas por 3 placas de 16 x 10 mm. de espesor, así como travesaños compuesta de perfiles comerciales IPR de 45.7 x 22.2 y 30.5 x 16.5 cm.

En los niveles 1716.62 y 1719.67 el piso es a base de vigas y ángulo de 3" x 3" x 1/2" colocado a cada 1 mt. donde descansa una placa antiderrapante de acero con un peso de 43 tons.

Las cuatro esquinas del edificio se utilizarán contraventeos a base de 2 ángulos de 3" x 3" x 1/2". Las estructuras para recibir las cubiertas laterales es a base de canal tipo Montén de 6 MT calibre 12

con un peso total de la estructura de 200 tons. En la losa de techo es integrada con una losa aligerada tipo Siporex las cubiertas laterales a base de Multipanel HM 90 de 1 1/2" de espesor. Este edificio es integrado con 4 pisos cuyos niveles son: 1716.62, 1719.67, 1722.72, 1726.99 y las dimensiones del edificio son de 30.48 x 29.925 --- mts.

c).- ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO:

En este edificio es almacenado como su nombre lo dice el producto terminado proveniente del edificio del Molino, donde previamente fué envasado, cuenta con una superficie de construcción de 3600 M² y está formado con estructura metálica tipo rígido compuesta por columnas de peralte variable de 25 a 135 cm. y 7 mts. de altura, traveses de 21.5 a 50 y de 50 x 88 cm. para un claro de 30 mts. fabricadas con placa de acero de 6 a 13 mm. de espesor.

Los contravientos están formados con 2 ángulos de 3" x 3" x 1/4" de espesor y largueros a lo largo del edificio con separación de 1.65 mt. a base de Monter de 10 Mt. cal. 10. El peso de la estructura es de 145 TOns.

La cubierta del techo es a base de Multi panel HY 90 de 1 1/2" de espesor. Las dimensiones de este edificio es de 30 m. de ancho y 120 m. de largo con una altura máxima de 9.73 mts.

d).- EDIFICIO DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA:

Este edificio tiene como finalidad el almacenaje de la materia prima como son la cebolla y el ajo, cuenta con una superficie de construcción de 950 M², compuesta por estructura metálica tipo marco rígido a base de columna de peralte variable de 25 a 80 cm. y una altura de 6.1 mts compuesta de 3 placas de acero con espesores de 6 y 13 mm. Las traveses son de peralte variable para claros de 30.5 mts. fabricados de placa de acero de 6 y 13 mm. de espesores y dimensiones de 83 a 30 cm. y 30 a 63 cm.

En la cubierta superior está integrada con dos largueros tipo Monter MT 8 calibre 12 separados 1.5 mt. y en laterales, largueros compuestos con 2 canales tipo CP de 20.3 x 7.6 cal. 12 el peso total de la estructura es de 48.8 Tons.

La cubierta, así como laterales es a base de lámina pintor HR. Las dimensiones del edificio es de 30.5 x 30.5 y una altura de 8 mts.

e).- EDIFICIOS AUXILIARES Y ADMINISTRATIVOS:

Los edificios auxiliares lo componen los siguientes edificios:

- A).- Edificio de Calderas.
- B).- Edificio de Mantenimiento
- C).- Edificio de Subestaciones.
- D).- Edificio de Administración.

A).- EDIFICIO DE CALDERAS:

Este edificio, su finalidad es albergar 3 calderas, las cuales generan vapor a los edificios de proceso, la superficie de construcción es de 450 M². Está compuesto por una estructura tipo rígida compuesta por columnas y traves de peralte variable a base de 3 placas de acero con espesores de 8 a 13 mm. y dimensiones de columnas de 25 x 60 y una altura de 6 mt y de traves 70 a 30 y de 31 a 50 mts. para claros de 22.50 mt. con un peso de estructura de 4 - Tons., su cubierta está integrada a base de lámina pinto hr. tanto en la cubierta superior y laterales y sus dimensiones son de 20 x 22.5 mt. y una altura de 7.65 mt.

B).- EDIFICIO DE MANTENIMIENTO:

La función de este edificio como su nombre lo indica, será el lugar donde se hará el mantenimiento tanto a los equipos de proceso así como equipos y maquinaria auxiliares de la Planta Deshidratadora. Cuenta con un área de construcción de 450 M² compuesta por una estructura tipo rígida integrada por columnas y traves tipo IPR de 30.5 x 20.3 y 30.5 x 16.5 cm. pesos de 38.7 a 74.5 Kg/mg. La cubierta superior es a base de largueros tipo Monten 8 MT. calibre 10 y en la cubierta lateral Monten 8 MT. calibre 12, los contraventeos lo integran 2 ánfulos 3" x 3" x 3/8", todo esto con peso de 30 Tons. Su cubierta está integrada a base de lámina Pinto tipo HR y las dimensiones del edificio son de 10 x 45 mts. y una altura de 6.5 metros

C).- EDIFICIO DE SUBESTACIONES:

Son 3 Subestaciones las que integran el sistema de alimentación de energía eléctrica y está compuesta por una estructura de concreto integrada por columnas de 30 x 30 cm. y zapatas aisladas de 1.6 x 1.6 x 20 cm. de espesor, traves de 20 x 30 cm. con claros de 6.15 y 5.30 mt. y una losa de techo a 2 cos aguas con un peralte de 12 cm. con un concreto total incluyendo cimentaciones de 30 M³ y 10 Tons de acero de refuerzo y sus dimensiones son de 3.7. mt.

D).- EDIFICIO DE ADMINISTRACION:

Este edificio como su nombre lo indica, alberga al personal Técnico-Administrativo de la Planta Deshidratadora. Cuenta con un área de construcción de 600 M², está integrado por una estructura de concreto con columnas de 30 x 40 y una altura de 3 x 4.55 m. apoyado en una zapata aislada de 200 x 250 cm. y un peralte de 25 cm., están unidas entre si las columnas perimetrales con una contratrase de 20 x 60 y una trabe en la parte superior de 20 x 50 promedio, la losa de techo es de concreto armado de 10 cm. de peralte con un concreto total incluyendo cimentaciones y pisos de 420 M³ y un consumo de acero de 40 Tons. Las dimensiones del edificio es de 40 x 15 y altura promedio de 3 a 4.65 mt.

PLANOS DE INGENIERIA VS PLANOS DE TALLER

Los planos de Ingeniería dan origen a los planos de montaje y planos de taller. Los planos de Ingeniería, su información no es muy explícita, de tal forma que el personal obrero que interviene en el habilitado y armado de los elementos estructurales ejecute dicha labor sin error. Ya que tomando en cuenta que los planos generalmente de Ingeniería su información no sólo se encuentra en un plano, sino que es complementado por otros planos donde se nos marca los detalles de las diferentes conexiones. Lo que origina que el personal obrero se pierda y cometa más errores. Para nuestro ejemplo del montaje de la estructura del Molino de cebolla, la cual lo integran diversos planos de montaje solamente nos ocuparemos de los planos de montaje 9681 M1 y 9682-M2.

El plano 8681 M1 da origen a diversos planos de taller de tal forma que integran todas las piezas que componen en si, la estructura. Para nuestro caso ejemplificaremos algunos casos de ellos.

El plano 9681 M1 es muy similar al plano C-79 de Ingeniería, los cuales se refieren a las plataformas cuyos niveles son 1716.62 y 1719.67, ambos planos coinciden con la misma información en cuanto a dimensiones de claros, números de piezas que integran al plataforma, la única diferencia estiba en que cada una tiene su propia codificación para identificar las piezas.

El plano 968.1-2 es un plano de taller el cual contiene las trabes T 8 a la T 13

En el taller para la fabricación de los elementos estructurales está integrado por varias etapas.

La primera es el trazo y corte de los elementos, así como la integración de piezas de cada elemento estructural con una mayor claridad para el personal obrero, ya que en éste plano se tiene toda la información necesaria para llevar a cabo el armado y habilitado de los elementos estructurales. Siguiendo con nuestro ejemplo, las trabes T 8 y T 9 se indica con claridad: Dimensiones del elemento, localización de Agros, así como diámetros de las mismas, ancho del cordón de soldadura, calibre de las placas que integran la trabe sin mandarnos algún detalle donde se distrairá el obrero y posiblemente cometer más errores.

El armado de nuestro elemento estructural con el plano 968.1-2 el armador cuenta con la información del número de partes que compone a cada elemento estructural en una forma explícita, cometiendo menos errores. La etapa final es el soldado del elemento estructural donde también en dicho plano indica los anchos de cordones de soldadura.

La trabe T 11 y T 12 del plano 968.1-2 nos indica dimensiones del elemento, localización u dimensiones de atiesadores, localización de ángulo para recibir columna en fin todas las partes que integrarán las trabes anteriores. Como se observa nunca se le da información al obrero detalles de conexiones con otros elementos si no que en los mismos dibujos de taller, se le indica todas las piezas necesarias ya sea para conexión con otros elementos ó para recibir algunos otros elementos.

Del plano C-79 de ingeniería nos indica una planta de las plataformas de los niveles 1762-62 y 1719-67 donde indica el número de piezas que integrarán dichas plataformas, no nos da las dimensiones reales, dichas acotaciones son de eje a eje.- Este mismo plano nos indica tipo de perfil que integra las mencionadas plataformas. Todos los detalles de conexiones no se encuentran en el plano C-79 si no que se complementa con otros planos así los detalles 5, 6 y 7 están en el plano C-81 (color naranja), el detalle 5 en el plano C-80 así como el detalle del plano C-79 (color violeta del detalle 1 plano C-79 nos indica 2 cortes "A" y "B" los cuales nos da la información de conexión de las trabes T 1 y T 2 a columna a detalle. En el corte "A" nos indica espesor de la placa de conexión no nos indica la dimensión de la placa. (color verde)

Del detalle 6 plano C-81 nos indica la unión de trabes T 2A y T1, así como contravientos tipo CV 1 en dicho detalle tenemos un corte F en el cual nos indica la placa de conexión de los contravientos CV1 a la trabe T1 sin dar dimensiones solamente espesores de la misma.

Todo lo anterior podemos concluir en lo mencionado anteriormente que los planos de ingeniería todos los detalles no se encuentran en el plano, principal, (para nuestro ejm. el C-79) si no que son complementados en otros planos, lo cual el personal obrero tendría mas problemas para su interpretación y por ende mas errores al trabajar con este tipo de planos.

CUANTIFICACION DE MATERIALES.

COLUMNAS Y MARCOS

PLANO # 1

ELEMENTO	PERFIL	NUMERO DE PIEZAS.	LONGITUD	PESO POR METRO.	PESO POR PIEZA.	PESO TOTAL
K 1	PLS 13 x 250	26	6959	25.0	173.98	4523
	PLS 13 x 250	26	7043	25.0	176.08	4578
	PLS 6 x 1321	26	6965	12.20	269.55	7008
	PLS 19 x 300	26	300	45.0	13.50	351
	PLS 16 x 250	26	1350	31.25	42.19	1097
M1 A M3	PLS 13 x 250	26	7644	25.00	191.10	4969
	PLS 13 x 250	26	6475	25.00	161.88	4209
	PLS 13 x 122	52	1180	12.20	28.80	748
	PLS 13 x 122	52	1213	12.20	14.80	770
	PLS 13 x 122	52	1251	12.20	15.26	794
	PLS 13 x 122	52	1288	12.20	15.71	817
	PLS 13 x 122	52	1391	12.20	16.09	837
	PLS 6 x 160	96	165	8.00	1.32	127
	PLS 6 x 1319	26	7767	47.45	368.57	9583
	PLS 10 x 325	44	470	24.38	11.46	504
	PLS 16 x 250	26	1350	31.25	42.19	1097
	PLS 10 x 325	44	470	24.38	11.46	504
	PLS 10 x 470	8	650	35.25	22.91	183

ACCIÓN EN MM.

00

EDIF MOLINO
 HOJA 1 DE 2
 FECHA JUNIO / 1988

DEHYDRATION PLANT. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

CONCEPTO	JUNIO																											OBSERV.
	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27					
NIVEL 1716.62 Y 1722.72																												
MONTAJE COLUMNAS EJE 6	—																											
" " " 5		—																										
" " " 4			—																									
" " " 3				—																								
" " " 2					—																							
" " " 1						—																						
MONTAJE TRABES EJE 6							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 5								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 4									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 3										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 2											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 1												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTAJE TRABES EJE C								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " D									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " E									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " F									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " G									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NIVEL 1726.99																												
MONTAJE COLUMNAS EJE 3																—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 2																	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTAJE TRABES EJE 3																	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " 2																		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTAJE TRABES EJE C																		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" " " D																			—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTAJE DE VOLADOS EJE 6																												

ELABORO

REVISO

APROBACION

TALLER DE FABRICACION.

DIPOSITIVA

C O N T E N I D O

- 1 Recepción de materia prima: Se deberá verificar el tipo de acero, así como su calidad.
- 2 Patio de maniobras de los materiales.
- 3 Area de armado de la estructura: Observese que se cuenta con grúa viajera para facilidad de maniobra de las piezas por facilitar.
- 4 y 5 Equipo mínimo necesario en un taller: Cortadora automática, taladro mecánico.
- 6 Area de soldado: En esta área se debe de contar con áreas grandes para facilidad en el manejo de piezas grandes, usualmente se cuenta con grúa viajera.
- 7 Area de Limpieza: Una vez terminado de habilitar los elementos estructurales, pasan al área de limpieza, posteriormente se aplicará el recubrimiento.
- 8 y 9 Almacén: Una vez aplicado el primario de taller, las piezas terminadas pasan al área de almacén para ser enviadas a su destino final.
- 10 Almacén: Algunas veces los elementos estructurales no se les aplica ningún recubrimiento protector, de esta forma son embarcados a su destino final.
- 11 y 12 Area de embarque: En esta área son cargados los elementos estructurales para su envío final.

TALLER DE CAMPO.

Fabricación de un perfil formado por 3 placas.

- 13 Zona de trazo: Los trazos, usualmente se realizan en bancos provisionales para una mayor facilidad en las maniobras de las piezas.
- 14 Armado de piezas formadas por 3 placas: Se debe puntear la segunda placa para posteriormente verificar el plomo de la misma.
- 15 Verificación de la verticalidad de los elementos formados por 3 placas: Usualmente se hace con una escuadra.
- 16 Colocación de contravientos para conservar la verticalidad en elementos formados por 3 placas.
- 17 y 18 Una vez terminado de colocar contravientos, se realiza el soldado a lo largo del elemento estructural formado por 3 placas hasta su terminación final.

1.- CODIGOS Y ESPECIFICACIONES.

- 1.1.- Los materiales y los procedimientos de trabajo, estarán en conformidad con las últimas ediciones de las publicaciones citadas en éstas especificaciones.
- 1.2.- El acero estructural será del tipo definido en el "Code of Standard Practice for Steel Building and Bridges" del AISC, última edición.
- 1.3.- La fabricación se llevará a cabo de conformidad con la AISC "Specification for the Design, Fabrication & Erection of Structural Steel for Buildings", octava edición.
- 1.4.- Las conexiones y materiales en que se utilicen pernos de alta-resistencia se ajustarán a lo prescrito en la "Specification for Structural Joints using ASTM A325 or A490 Bolts", del AISC
- 1.5.- Los procesos de soldadura manual que se usen, estarán de acuerdo con el "Structural Welding Code D1 1.75, su apéndice "E" y su revisión 1-76 de la AWS.

2.- M A T E R I A L E S

Los materiales se ajustarán a los requisitos de las especificaciones listadas a continuación:

- 2.1.- Acero Estructural ASTM A36:
"Standard Specifications for Structural Steel"
- 2.2.- Pernos de alta resistencia ASTM A325:
"Standard Specifications for high Strength Bolts for Structural Steel Joints, Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers"
- 2.3.- Tubos ASTM A53, grado B
"Standard Specification for Welded and seamless steel pipe".
- 2.4.- Pernos comunes ASTM A 307:
"Standard Specifications for low carbon steel externally & internally threaded standard fasteners". Las tuercas serán hexagonales pesadas "American Standard".

2.5.- Electrodo para soldadura:

Los electrodos para soldadura manual al arco eléctrico con electrodos metálicos recubiertos, se ajustarán a la especificación AWS A-5.1 "Specifications for Mild steel covered Arc welding electrodes" o a la especificación AWS A5.5 Specification for low alloy steel - covered arc welding electrodes". Para soldadura al arco eléctrico-sumergido, los electrodos se ajustan a la especificación AWS A5.17 "Specification for bare steel electrodes and fluxes for submerged-arc welding".

2.6.- Galvanizado ASTM A123.

Standard specifications for zinc (hot galvanized) Coatings on product fabricated from, rolled, pressed and forged steel shapes, plates, bars and strips", ASTM A153 "Standard specification for zinc-coating (hot-Dip) on iron and steel hardware" y ASTM A368 "Specification for zinc coating (hot dip) on assembled steel products", según sea aplicable.

3.- FABRICACION:

3.1.- Los detalles de fabricación de piezas de acero se ajustarán a las especificaciones indicadas en los incisos 2 y 3 de la sección --01 y los suplementos correspondientes.

3.2.- Los detalles de fabricación se ajustarán estrictamente a los planos finales de diseño.

3.3.- Las piezas se fabricarán correctamente de los tamaños y dimensiones mostradas en los planos. Los cortes y perforaciones se harán de manera que produzcan superficies y líneas continuas, fieles a los detalles de los planos. Los ensambles y similares serán limitados y ajustados limpiamente, no se permitirán cortes con siete de piezas que vayan a quedar expuestos.

3.4.- Sólo se harán aquellas modificaciones en los perfiles o detalles de diseño que sean aprobados por la dirección de la obra.

3.5.- Toda soldadura se hará de acuerdo con el código indicado en el inciso 5 de la sección --01. También se seguirán los lineamientos indicados por el "Manual of steel construction", octava edición --del AISC.

3.6.- Se proveerá de agujeros para acomodar trabajo futuro y suministros de otros fabricantes en la forma mostrada en los planos de diseño.

3.7.- La mano de obra será de buena calidad, las operaciones de corte, punzanado y soldadura se harán con limpieza y se removerán todas las rebabas. Todas las juntas soldadas que vayan a quedar expuestas se esmerilarán al ras de las superficies circundantes.

La soldadura en las juntas a tope de barandales será enrasada.

- 3.8 LOS PLANOS DEFINITIVOS DE DISEÑO NO TOMARÁN EN CUENTA TOLERANCIAS. EL FABRICANTE CONSIDERARÁ TALES TOLERANCIAS AL DETALLAR AQUELLOS ELEMENTOS QUE DEBAN ENSAMBLAR EN OTROS Y PROVERÁ HOLGURAS RAZONABLES PARA EL AJUSTE DE LAS PARTES.
- 3.9 EL CORTE DEL MATERIAL SE EFECTUARÁ MEDIANTE EL USO DE SOPLETE GUIADO MECÁNICAMENTE.
- 3.10 LAS JUNTAS DEBERÁN ESTAR ANTES DEL MONTAJE Y EN EL MOMENTO DE SOLDARLAS LIBRES DE ESCORIAS, MOHO, PINTURA, TIERRAS, ACEITES Y ÓXIDOS, DEBIENDO LIMPIARSE CON ESMERILADORA Y CEPILLO DE ALAMBRE ACCIONADO POR MOTOR ELÉCTRICO, HASTA QUEDAR SIN REBABAS NI GRÁNULOS DE MATERIAL.
- 3.11 LAS PREPARACIONES DEBERÁN TENER UNA CARA DE LA RAÍZ, UNA APERTURA DE RAÍZ Y PODRÁ USARSE O NO PLACA DE RESPALDO, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CÓDIGO PARA SOLDADURA EN CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE LA SOCIEDAD AMERICANA PARA LA SOLDADURA (AWS D1 0-63).
- 3.12 LA SOLDADURA DE LAS JUNTAS PODRÁ HACERSE DE PREFERENCIA CON SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO EN AQUELLAS JUNTAS QUE LO PERMITAN.
- 3.13 TODOS LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEBERÁN ESTAR PERFECTAMENTE IDENTIFICADOS.
- 3.14 TODOS LOS MIEMBROS SERÁN FABRICADOS EN EL TALLER CON LAS DIMENSIONES ANOTADAS EN LOS PLANOS DE MANERA QUE NO HAYA EMPALMES DE CAMPO, EXCEPTO EN LOS LUGARES ESPECÍFICAMENTE INDICADOS EN LOS PLANOS, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA.
4. CONEXIONES PERNADAS O ATORNILLADAS.
- 4.1 TODAS LAS CONEXIONES SE AJUSTARÁN A LO DETALLADO EN LOS PLANOS DE DISEÑO Y A LO QUE AQUÍ SE ESPECIFICA.
- 4.2 TODAS LAS CONEXIONES PERNADAS O ATORNILLADAS SE HARÁN UTILIZANDO PERNOS DE ALTA RESISTENCIA QUE SE AJUSTEN A LA ESPECIFICACIÓN ASTM A325 EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA. LOS PERNOS NORMALES SE AJUSTARÁN A LA ESPECIFICACIÓN ASTM A307.
- 4.3 TODAS AQUELLAS JUNTAS QUE DEBAN LLEVAR PERNOS DE ALTA RESISTENCIA ESPECIFICACIÓN ASTM A325, SE CONSIDERARÁN COMO DEL TIPO DE APLASTAMIENTO EN LAS QUE ES PERMISIBLE QUE LA CUERDA SE ENCUENTRE EN EL PLANO DE CORTE.
- 4.4 AQUELLAS JUNTAS QUE NO SE DETALLEN EN LOS PLANOS DE DISEÑO, SERÁN DETALLADAS EN LOS PLANOS DE TALLER, AJUSTÁNDOSE A LOS DETALLES INCLUIDOS EN LA PARTE 4 DEL MANUAL AISC, OCTAVA ADICIÓN, DE TAL MANERA QUE SEAN CAPACES DE DESARROLLAR NO MENOS DE LA MITAD DE LA CAPACIDAD DEL ALMA DEL MIEMBRO QUE COMPACTAN.

5.- JUNTAS REMACHADAS.

En las estructuras remachadas se tendrán en cuenta las indicaciones siguientes:

5.1.- El diámetro de los agujeros será 1.6 mm mayor que el diámetro nominal de los remaches. Los agujeros se podrán hacer al diámetro requerido mediante punzón, siempre que el espesor del material no sea mayor de 19 mm ni menor que el diámetro nominal del remache. Cuando el espesor esté comprendido entre 19.0 mm y 25.4 mm, se hará con punzón a un diámetro menor y se limarán para obtener el diámetro requerido. Si el espesor es mayor de 25.4 mm., se taladrarán agujeros mal hechos o mal apareados.

Todas las partes que estén remachando tendrán que sujetarse rigidamente por medio de pernos o tornillos mientras dure esta operación.

5.2.- Los remaches se colocarán a máquina con remachadora operada manualmente, usando fuerza neumática, hidráulica o eléctrica, calentándose previamente el remache a una temperatura que no exceda de 1265 °C ni sea menor de 538°C al colocarlos. Los remaches que se encuentren flojos o sean defectuosos, deberán ser botados o rechazados respectivamente.

6.- SOLDADURA.

6.1.- Todo el trabajo de soldadura estará de acuerdo con lo indicado por el código mencionado en el inciso 5 de la sección 01 y se ajustará a las partes 4 y 5 del "Manual of Steel Construction" octava edición del AISC, en especial a lo indicado en la sección 1.17 de la parte 5 y a los detalles de soldadura mostrados en las páginas 4-416 y siguientes de la parte 4.

6.2.- Toda la soldadura deberá ser llevada a cabo por uno de los procesos siguientes.

A).- Soldadura al arco eléctrico con el electrodo recubierto.

B).- Soldadura al arco eléctrico sumergido.

C).- En ningún caso se podrá emplear la soldadura al arco eléctrico en gas inerte.

Cualquier otro proceso deberá estar aprobado por escrito por la Dirección de la obra.

6.3.- Todos los soldadores que se empleen, deberán estar calificados de acuerdo con las pruebas descritas en el código indicado en el inciso 5 de la sección 01.

6.4.- No se ejecutará ninguna soldadura cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia o viento considerable o cuando los soldadores estén expuestos a severas condiciones ambientales.

6.5.- Todas las soldaduras a tope serán de penetración completa, precalificadas, de acuerdo a lo indicado en las páginas 4-146 y siguientes del manual AISC octava edición.

7. ELECTRODOS.

- 7.1. TODAS LAS SOLDADURAS AL ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO METÁLICO RECUBIERTO SE AFECTARÁN CON ELECTRODOS E70XX. LAS SOLDADURAS AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO SE LLEVARÁN A CABO CON ELECTRODOS E70XX-F7X-EXXX.
- 7.2. LOS ELECTRODOS PARA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO METÁLICO RECUBIERTO SE AJUSTARÁN A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS DOS PRIMERAS ESPECIFICACIONES AWS INDICADAS EN EL INCISO 5 DE LA SECCIÓN 02.
- 7.3. LOS ELECTRODOS PARA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO SE AJUSTARÁN A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LA "SPECIFICATIONS FOR BARE-MILD STEEL ELECTRODES AND FLUXES FOR SUMERGED ARC WELDING A5.17" DE LA AWS.
- 7.4. LOS ELECTRODOS DE BAJO HIDRÓGENO QUE CUMPLAN CON LA ESPECIFICACIÓN SECCIÓN 2, SE COMPRARÁN EN EMPAQUES HERMÉTICAMENTE SELLADOS, O SE SECARÁN DURANTE POR LO MENOS UNA HORA A TEMPERATURA DE 370° C (700° F) A 430° C (800° F) ANTES DE QUE SEAN USADOS.
- 7.5. LOS ELECTRODOS QUE SE DESEMPAQUEN O SE RETIREN DEL HORNO DE SECADO SE ALMACENARÁN INMEDIATAMENTE EN UN HORNO A UNA TEMPERATURA DE POR LO MENOS 121° C (250° F).
- 7.6. LOS ELECTRODOS E70XX QUE NO SE USEN DENTRO DE LAS 4 HORAS SIGUIENTES DESPUÉS DE HABER ABIERTO EL EMPAQUE O HABER SIDO RETIRADOS DE LOS HORNOS, SE SECARÁN EN LA FORMA DESCRITA; NO SE PERMITIRÁ EL USO DE ELECTRODOS QUE HAYAN SIDO MOJADOS.
- 7.7. TODOS AQUELLOS ELECTRODOS QUE LLEGARAN A HUMEDECERSE O ROMPERSE SU REVESTIMIENTO, SERÁN RECHAZADOS.
- 7.8. LAS SOLDADURAS DEBERÁN PROTEGERSE DE LA LLUVIA HASTA QUE SE HAYAN ENFRIADO TOTALMENTE.

8. PROCESO DE SOLDADURA.

- 8.1. EL PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA ENTRE "PASADAS" ESTARÁ DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA:

PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PLACA MAS GRUESA POR SOLDAR.	TEMPERATURA MINIMA	
		°F	°C
SOLDADURA AL ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO METALICO, RECUBIERTO, -- USANDO ELECTRODOS QUE NO SEAN DE BAJO HIDROGENO	HASTA 3/4"	NO SE REQUIERE	*
	MAYOR 3/4" Y HASTA 1 1/2"	150	66
	MAYOR DE 1 1/2" Y HASTA 2 1/2"	225	107
	MAYOR DE 2 1/2"	300	150
SOLDADURA AL ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO METALICO RECUBIERTO USANDO ELECTRODOS DE BAJO-HIDROGENO.	HASTA 3/4"	NO SE REQUIERE	*
	MAYOR DE 3/4" Y HASTA 1 1/2"	50	10
	MAYOR DE 1 1/2" Y HASTA 2 1/2"	150	66
	MAYOR DE 2 1/2"	225	107
SOLDADURA AL ARCO SUBMERSO			

* Cuando el metal base esté a una temperatura igual o menor que 0°C (32°F) se precalentara cuando menos a 21°C (70°F);

- 6.2.- Cada soldadura que se aplique deberá ser uniforme en ancho y espesor en toda su longitud y cada pasada de soldadura deberá ser uniforme, libre de escorias, grietas, porosidad, burbujas y socavación y quedará totalmente fundida junto con las pasadas adyacentes de soldadura y con el metal base. Además, la pasada final de cobertura, quedará libre de ondulaciones, no quedará sobredimensionada ni subdimensionada ni con depresiones profundas en sentido longitudinal.
- 6.3.- Las soldaduras de filete serán del tamaño especificado con garganta completo y piernas de tamaño uniforme.
- 6.4.- El emparejado, esmerilado y reparación en general de soldaduras se hará siempre en forma tal, que no provoque ranuras, resanes o reduzca el espesor del metal base.
- 6.5.- En el ensamblado y unión de las partes de una estructura o de un miembro y cuando se sueldan placas y piezas diversas de refuerzo a un miembro, la forma de proceder y el orden en que se hagan las soldaduras será tal, que se eviten deformaciones innecesarias y se reduzcan al mínimo los refuerzos por contracciones o dilataciones. Debe considerarse la posibilidad de colocar tramos de soldaduras en dirección opuesta al avance general de la soldadura o el avance desde puntos distintos para minimizar los esfuerzos de temperaturas residuales; siempre que sea posible se procurará que el calor aplicado en los varios lados de una pieza quede lo más balanceado posible durante el desarrollo del proceso de soldadura.

9.- CALIFICACION DE LOS SOLDADORES

La calificación de los soldadores deberá ser hecha por un inspector especializado, a partir de pruebas ejecutadas por el operador; dichas pruebas serán congruentes con el trabajo por realizar tomando en cuenta las uniones especificadas en planos.

10.- PRUEBAS EN SOLDADURA

10.1.- Las pruebas consistirán básicamente en:

- + Pruebas para soldaduras de ranura.
- + Pruebas de tensión.
- + Pruebas de doblado en la base
- + Pruebas de doblado en la cara
- + Pruebas de doblado lateral.
- + Prueba para soldaduras de filete.

Los especímenes para pruebas de tensión sin ser relevados de esfuerzos deberán cumplir con los esfuerzos de fluencia y rupturas, así como con el alargamiento especificado para el material base,

Las pruebas de doblado deberán hacerse con el dispositivo especial para pruebas de doblado guiado; después de doblar a la probeta ésta no debe mostrar ninguna grieta u otro defecto de abertura que exceda de 3.2 mm. medido en cualquier dirección.

Las probetas para prueba de soldadura de filete estarán libres de grietas y otros defectos. El examen de la sección atacada químicamente debe satisfacer las especificaciones de los "Procedimientos Estándar de Calificación" de la Sociedad Americana para la Soldadura (AWS B3.0).

La preparación de material base, el tipo de electrodo, su inclinación, la posición de placas de prueba para soldaduras planas, horizontales, verticales y sobrecabeza, deberán ajustarse a lo indicado en los "Procedimientos Estándar de Calificación" de la mencionada Sociedad.

11.- CONTROLES PARA LA SOLDADURA.

11.1.- Control Visual.

La calidad de la soldadura deberá ser tal que permita una completa fusión entre el metal de aporte y el material base.

Todos los cráteres se llenarán hasta completar la sección transversal de la soldadura, así mismo, todas las soldaduras que tengan grietas deberán repararse.

Toda junta defectuosa se reparará removiendo la soldadura por medio de Arc-Air y reponiendo en forma adecuada el cordón; por ningún motivo se permitirá el uso de soplete para remover soldaduras.

En todo caso la aprobación o rechazo de una junta soldada quedará sujeta a juicio del inspector o representante de la Dirección de Obra, quien podrá hacer inspección y pruebas no destructivas de las soldaduras a su criterio, los métodos de pruebas podrán ser radiográficos, ultrasónicos y de particular magnética, a juicio de la misma Dirección.

11.2.- Control Radiográfico.

Adicionalmente a la inspección continua la soldadura de campo será controlada mediante el examen de radiografía o gammagrafías de las uniones soldadas.

La localización de las juntas por radiografías, podrá ser sistemática a juicio del inspector, quien podrá incluso su meter a éste control las juntas de taller que le parezcan inadecuadas.

De las conexiones principales deberán radiografiarse un 25% en placa superior y 10% en la inferior. El porcentaje de juntas de taller radiografiadas quedará a juicio del inspector según indicaciones de planos.

12.- ACABADOS Y TOLERANCIAS

Los miembros terminados deberán quedar bien alineados, sin torceduras, dobleces, juntas abiertas y en aquellos que van a quedar aparentes, todas las juntas deberán ser perfiladas con esmeril.

Todos los miembros no deberán tener una variación lateral mayor que 1:1000 de su longitud entre dos puntos consecutivos arriostrados lateralmente; la tolerancia en longitud no será mayor de 1.6 mm. en miembros con longitud menor o igual a 10mm y 3mm. para longitudes mayores.

13.- LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE

La limpieza de la superficie se efectuará por alguno de los siguientes métodos:

- a).- Sopletear con abrasivos secos, incluyendo todos los rincones y depresiones, eliminando toda la grasa, aceite, mugre, óxido y materiales extraños; pueden dejarse ligeras manchas, estrias o decoloraciones causadas por óxido o escama de laminación, y la pintura vieja bien adherida. Sopletear con gravilla de acero G-25, munición de acero S-330, o arena silice (malla 16)
Si la gravilla o munición son reutilizados, debe quitarse les toda contaminación.
- b).- Mordentado químico, de acuerdo a la especificación SSPC-SF-8-63.
- c).- Limpieza mecánica. Eliminar toda la escama de laminación y el óxido sueltos.

13.1.- Después de la limpieza, la superficie se limpiará con aspiradora y se soplará continuación con aire a presión (libre de aceite y agua). Antes de aplicar la primera capa se removerán completamente todos los productos de la limpieza.

Si después de la limpieza queda cualquier impureza, aceite, grasa u otra, adherida a la superficie, ésta será removida lavando con solventes y aplicando de nuevo la limpieza especificada.

Finalmente con una lima se eliminarán las rugosidades y los bordes agudos, en particular los producidos por las soldaduras.

13.2.- Para evitar la corrosión en los largueros formados por 2 perfiles tipo MONTEN, se deberá sellar la unión entre perfiles con sellador tipo FESTACRIL en pasta, o similar.

13.3.- Dentro de las ocho horas siguientes a la limpieza, y antes de que ocurra oxidación alguna, se aplicará a las superficies limpiadas el recubrimiento primario.

Si ha ocurrido oxidación antes de pintar, se cepillarán las superficies afectadas hasta eliminarlas.

14.- APLICACION DEL RECUBRIMIENTO.

14.1.- El primario será tipo Amercoat 38, color rojo, o un similar equivalente aprobado por la dirección de la obra; así mismo el recubrimiento de acabado será de esmalte alquidálico tipo Amercoat 52 o similar, con película seca de 5.0 mils, aplicada en dos capas.

El primario se aplicará hasta obtener un espesor uniforme mínimo en seco de 3.0 mils. (75 micras). El primario será aplicado en 2 capas, de conformidad con estas especificaciones y con las recomendaciones escritas del fabricante.

Durante las visitas de inspección de la Dirección de la Obra disponible para el examen del inspector, instrucciones completas impresas y literatura del fabricante de la pintura aprobada.

14.2.- El primario se aplicará contando con un equipo que incluya un aparato de agitación mecánica automática, que mantenga en suspensión el pigmento durante la aplicación.

No es aceptable el mezclar únicamente antes de la aplicación.

No se utilizarán solventes y adelgazadores a menos que éste sea recomendado por el fabricante del recubrimiento.

Los solventes y adelgazadores serán del tipo y la cantidad prescrita por el fabricante del recubrimiento, y en ningún caso se autorizará el uso de solventes y adelgazadores sustitutos.

14.3.- El primario se aplicará dentro de una atmósfera limpia, libre de polvo, arena o gases. No se aplicará en zonas próximas a lugares en donde se esté soldando. Se prestará especial atención a que las soldaduras, esquinas, pernos y otros sitios rugosos queden adecuadamente cubiertos.

14.4.- Todo el trabajo de recubrimiento queda sujeto a la inspección y aprobación de la Dirección de la Obra. Esta inspección se llevará a cabo en cualquier momento y tendrá como fin el asegurar el estricto apego a esta especificación.

El espesor de la película de recubrimiento seca se verificará con calibradores magnéticos y otros medios a juicio de la Dirección de la Obra. Se inspeccionará también la capa terminada de primario para detectar grietas, exceso de pintura, perforaciones y rugosidad.

Se rechazarán aquellas áreas que muestren tales defectos y otras señales de preparación incorrecta de la superficie o aplicación defectuosa del recubrimiento.

14.5.- Para determinar que las condiciones reinantes son adecuadas para la aplicación de primario o recubrimiento, se utilizarán los siguientes criterios:

- + No se aplicará el primario cuando la temperatura ambiente sea menor de 5°C , ni si es posible que la temperatura descienda a 0°C , antes de que seque la pintura.
- + No se aplicará el primario a acero cuya temperatura sea inferior a 2°C . Véanse otras condiciones de la tabla A.
- + El primario no se aplicará a superficies de acero que se encuentren a temperatura superior a 52°C a menos que dicho primario haya sido específicamente formulado para su aplicación a la temperatura propuesta. Si se aplica el primario en clima caliente, deberán tomarse precauciones especiales para asegurar que se obtiene el espesor especificado para la película seca.
- + No se aplicará primario en lluvia, nieve, niebla o cuando se haya formado escarcha en las superficies a pintar. Toda superficie sobre la que ha de aplicarse el primario deberá encontrarse perfectamente seca.
- + El primario no se aplicará cuando la humedad relativa del ambiente sea tal que una pequeña variación en las temperaturas ambiente y del metal pueda producir condensación sobre las superficies metálicas. Se utilizará la tabla "A" siguiente como una guía para determinar los rangos permisibles de temperatura y humedad relativa.

T A B L A " A "

HUMEDAD RELATIVA EN PORCIENTO, SOBRE LA CUAL SE CONDENSARÁ LA HUMEDAD AMBIENTE SOBRE LAS SUPERFICIES METÁLICAS NO AISLADAS.

TEMPERATURA DE LA SUPER- FICIE DEL METAL °C	TEMPERATURA AMBIENTE °C											
	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	
2	59	28	8									
5		64	38	17								
8			38	44	24	12						
11				71	48	30	17					
14					73	52	35	22	14	8		
17						76	56	40	29	20	14	
20							76	60	44	33	24	
23								79	62	47	35	
26									80	64	50	
29										81	56	
32											82	

15.- MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS

El contratista presentará sus planos de montaje a la Dirección de la Obra para su aprobación.

Las dimensiones de las piezas, juntas y sistema de montaje de las estructuras de acero, serán de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Las piezas se manejarán con el debido cuidado y la Dirección rechazará las que se encuentren dañadas.

Se autorizarán cortes con sopletes guiados mecánicamente sin necesidad de cepillar los cantos. En caso de que el soplete no sea guiado mecánicamente, será necesario cepillar los cantos a menos que el proyecto o la Dirección autorice otra cosa.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

III MODULO

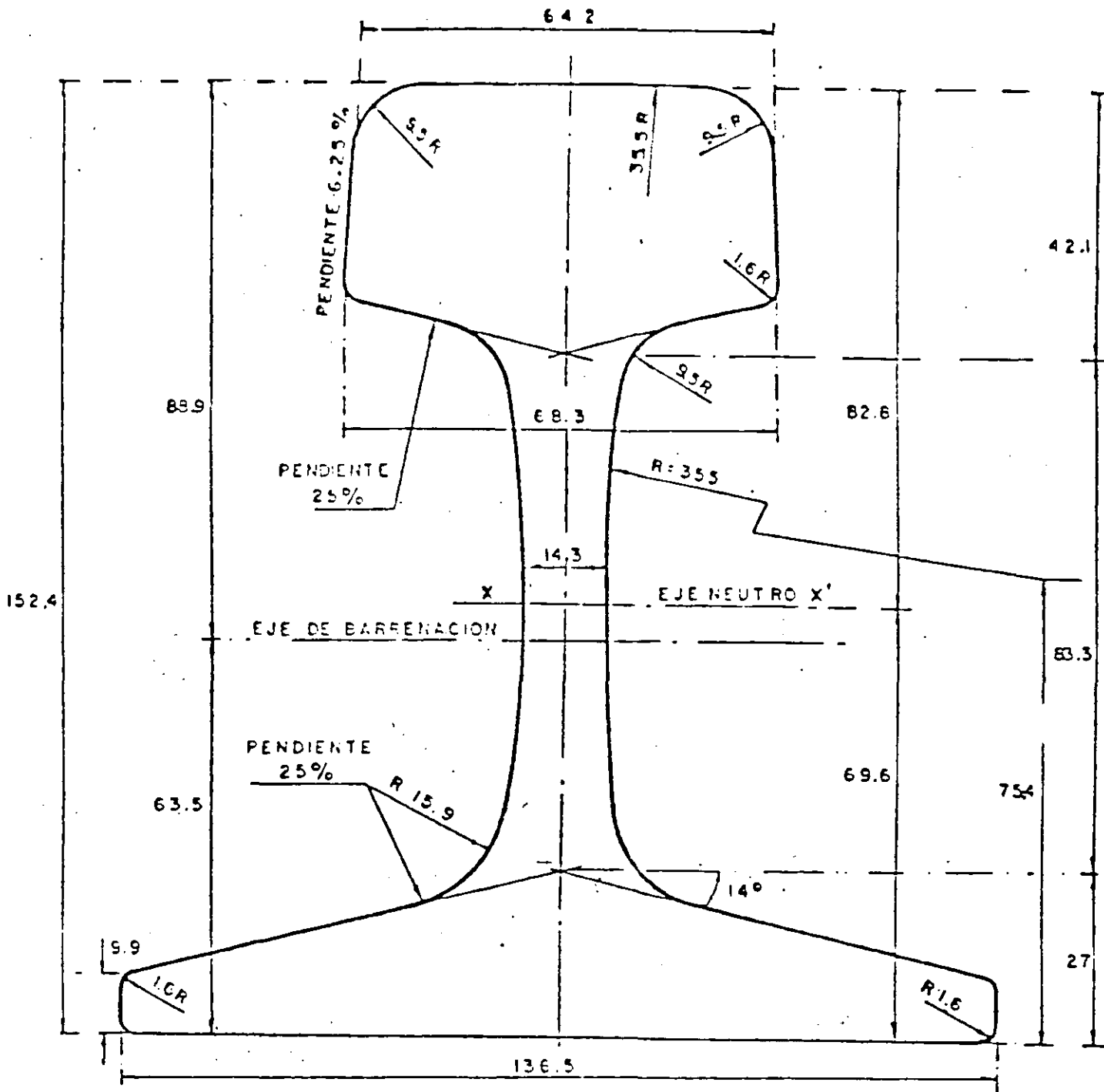
CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

INSTALACION DE VIA

ARQ. EDUARDO LAZZALA MOZO

JULIO 1992

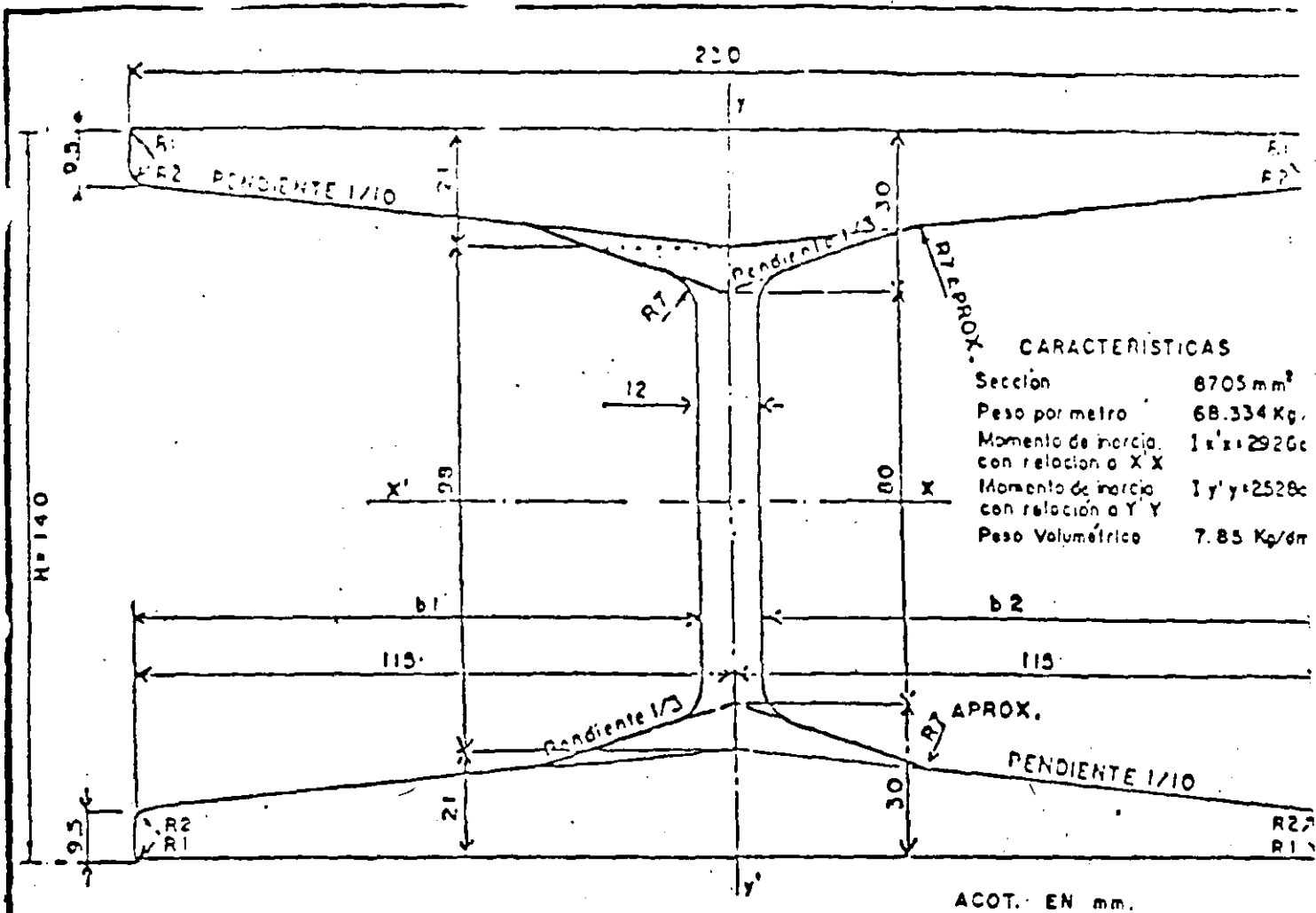


PERFIL DEL RIEL 100 RE

ACOT. EN mm.

RIEL DE 100 RE
 SECCION: 642 0 mm²
 PESO: 50.391 Kg/m
 DENSIDAD: 7.85

FIGURA No. 2



TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

A). PERFIL.

Altura, medida en el eje del perfil	± 2 mm
Ancho de las alas	± 3 mm
Espesor del alma	± 0.75 mm
Inclinación de los asientos de planchuelas (Verificado sobre una base de 30 mm. = paralelo al asiento de planchuelas teórico).	± 0.80 mm
Abertura de los asientos de planchuelas (Dimensión comprendida entre las intersecciones de los asientos y controlada en los extremos de los perfiles)	± 0.50 mm
Inclinación del alma medida sobre la altura total del perfil.	± 0.80 mm
Asimetría de las alas respecto al eje vertical.	$\frac{b_1 - b_2}{2} \leq 3 \text{ mm}$

B) PARALELISMO DE LAS ALAS

En los extremos del perfil, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas	≤ 2 mm
A lo largo de la barra, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas	≤ 2.5 mm
Concavidad transversal del perfil.	≤ 0.8 mm

C). LONGITUD DE LAS BARRAS

Medido a media altura del perfil hasta 18 m. Inclusive	≤ 2 mm
--	--------

D) ESCUADRADO DE LOS EXTREMOS

En el sentido vertical	± 1 mm
En el sentido horizontal	± 2 mm

E) ENDEREZADO

Flecha en el sentido vertical y horizontal (Medido con una regla de 1.50 m Colocada en los extremos.	± 0.8 mm.
--	-----------

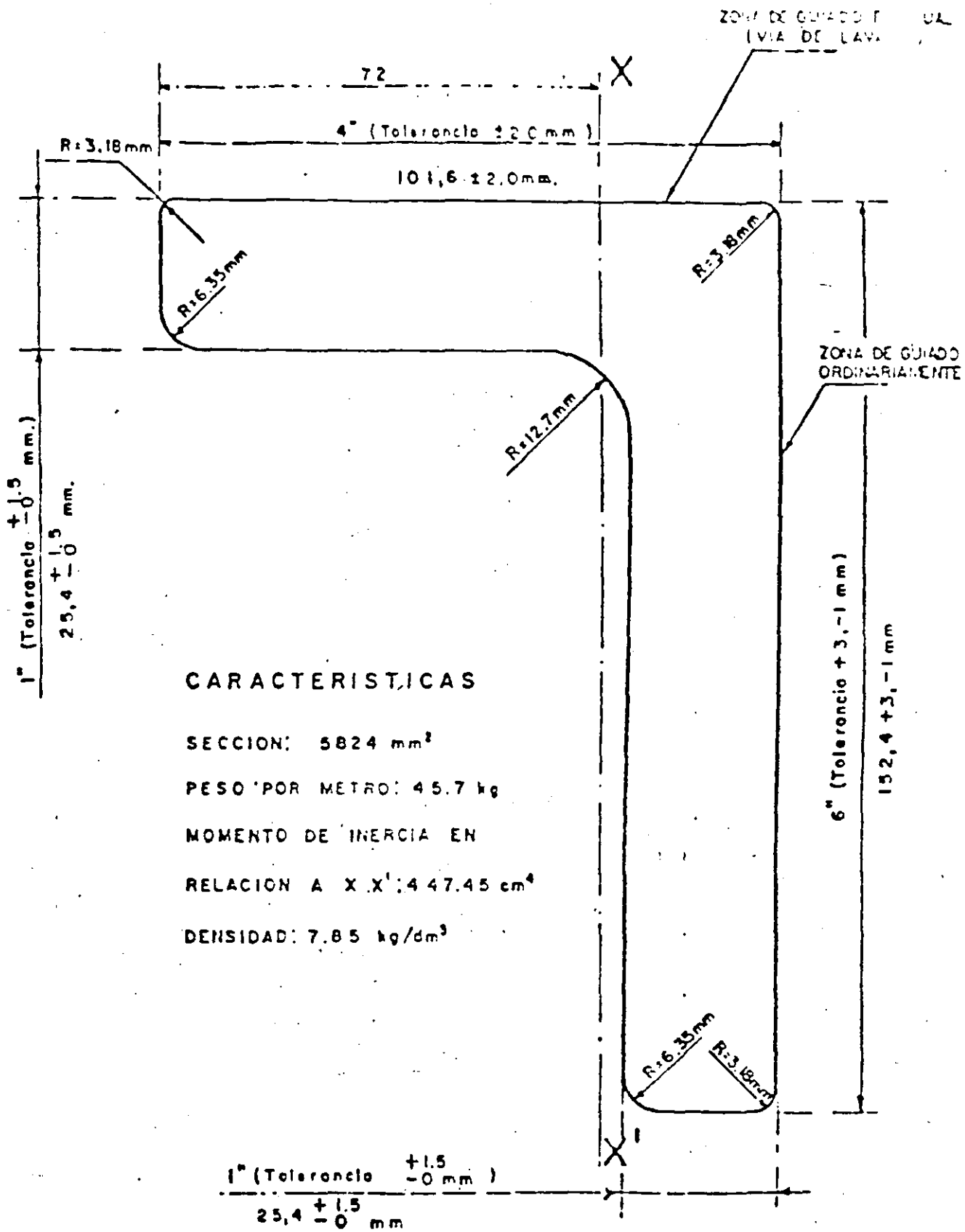


FIGURA No. 4

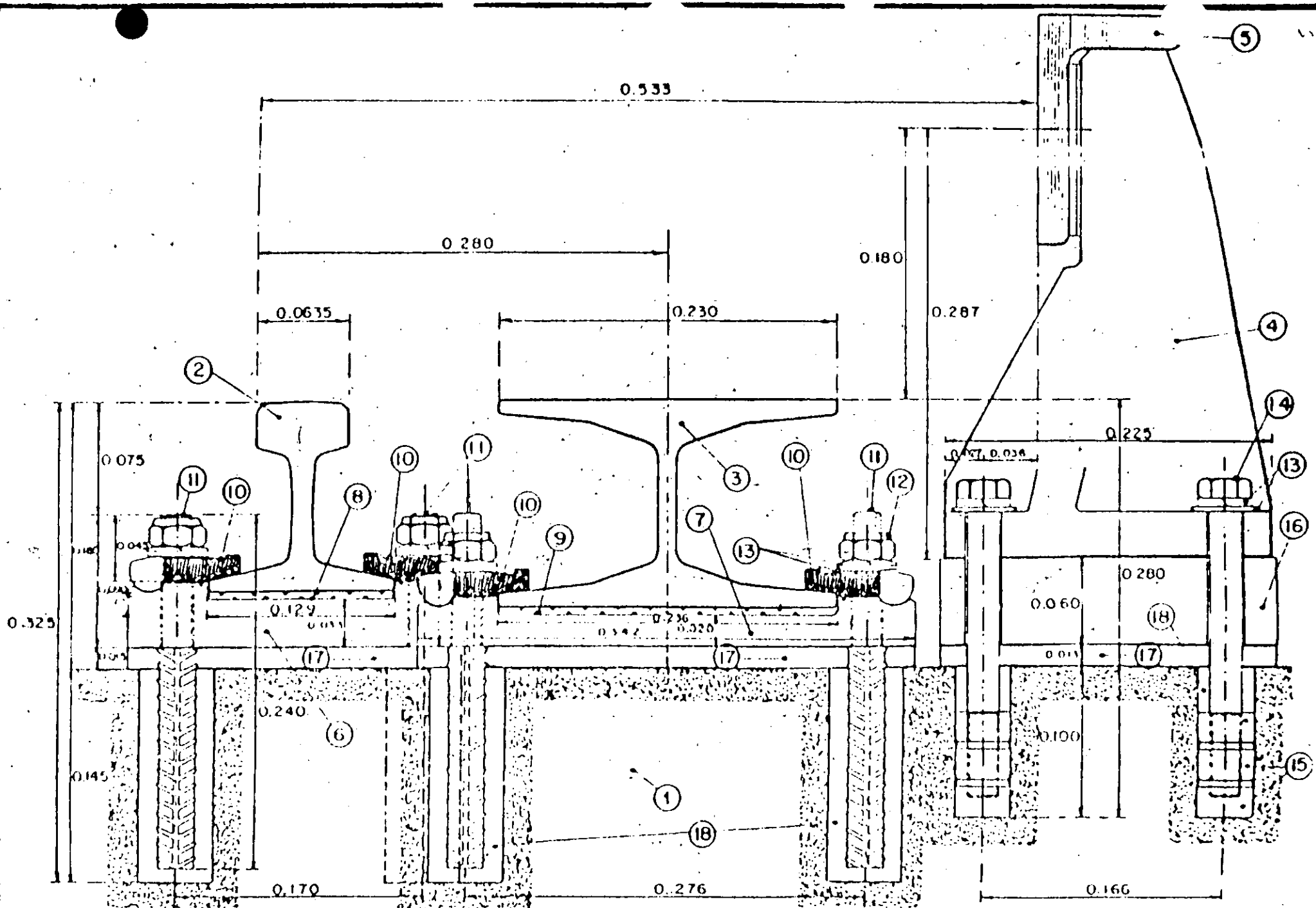
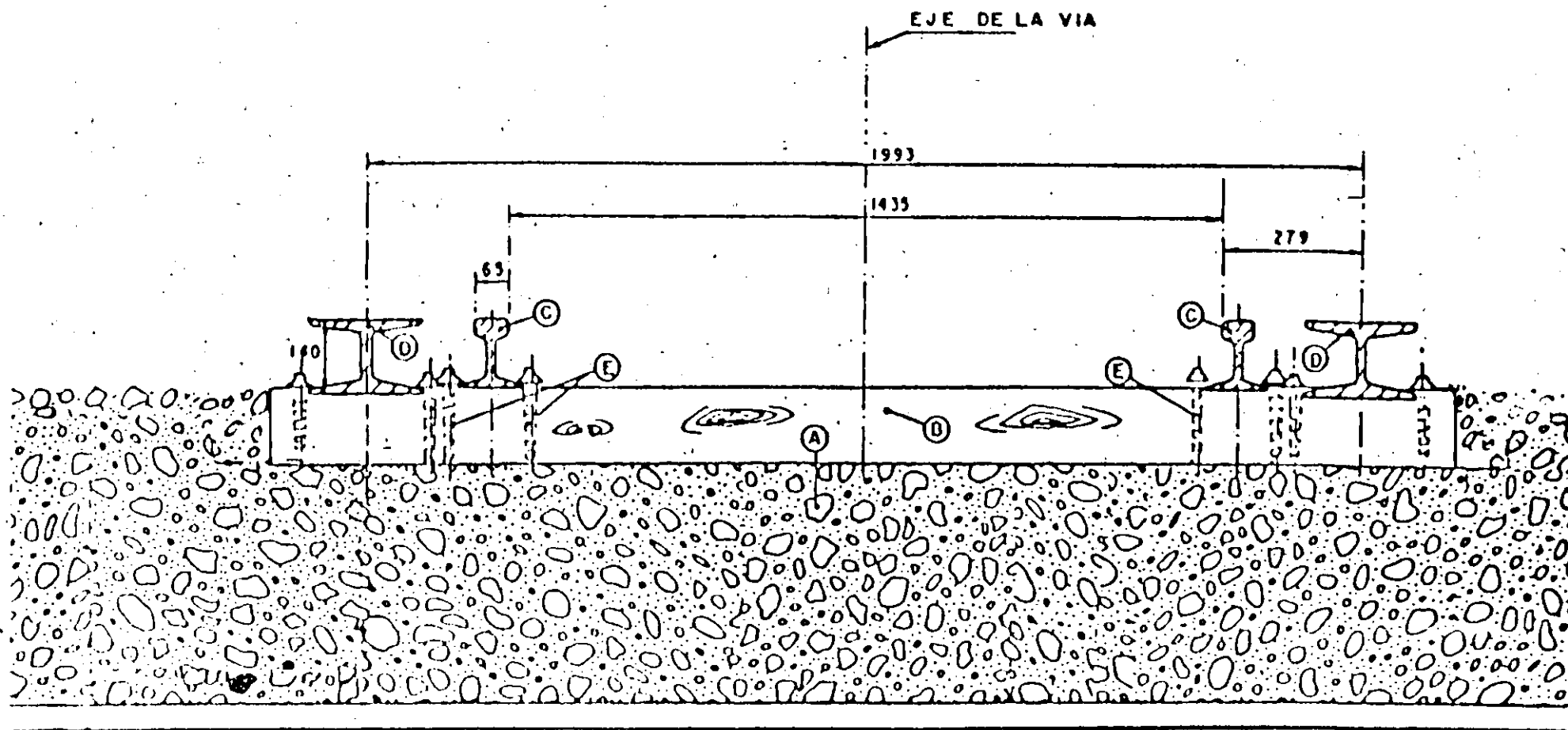


FIGURA No 1 SECCION TIPO DE UNA FIA DE VIA SOBRE CONCRETO

COTAS EN m

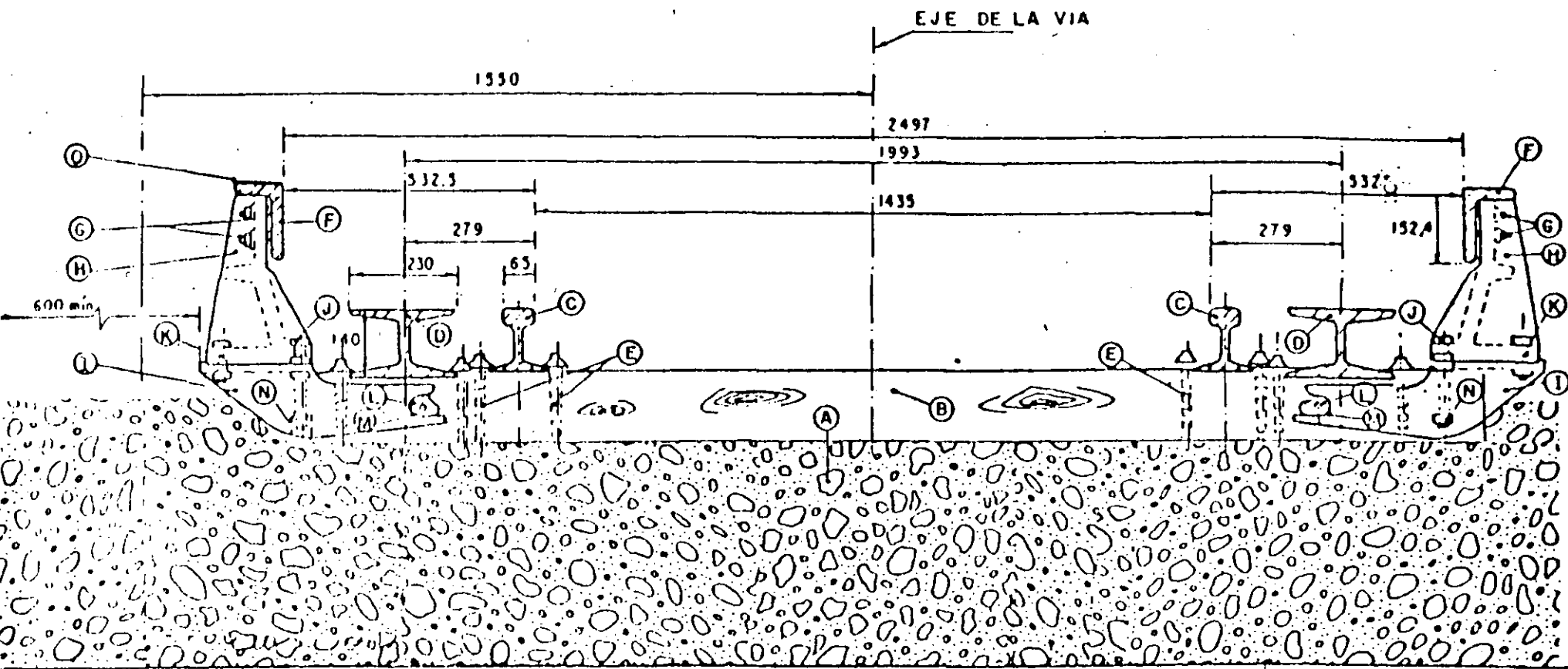


ACOT. EN mm.

NOMENCLATURA

- (A) = BALASTO.
- (B) = DURMIENTE DE MADERA
- (C) = RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) = PISTA METALICA.
- (E) = TIRAFONDO.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE RIELES Y PISTAS



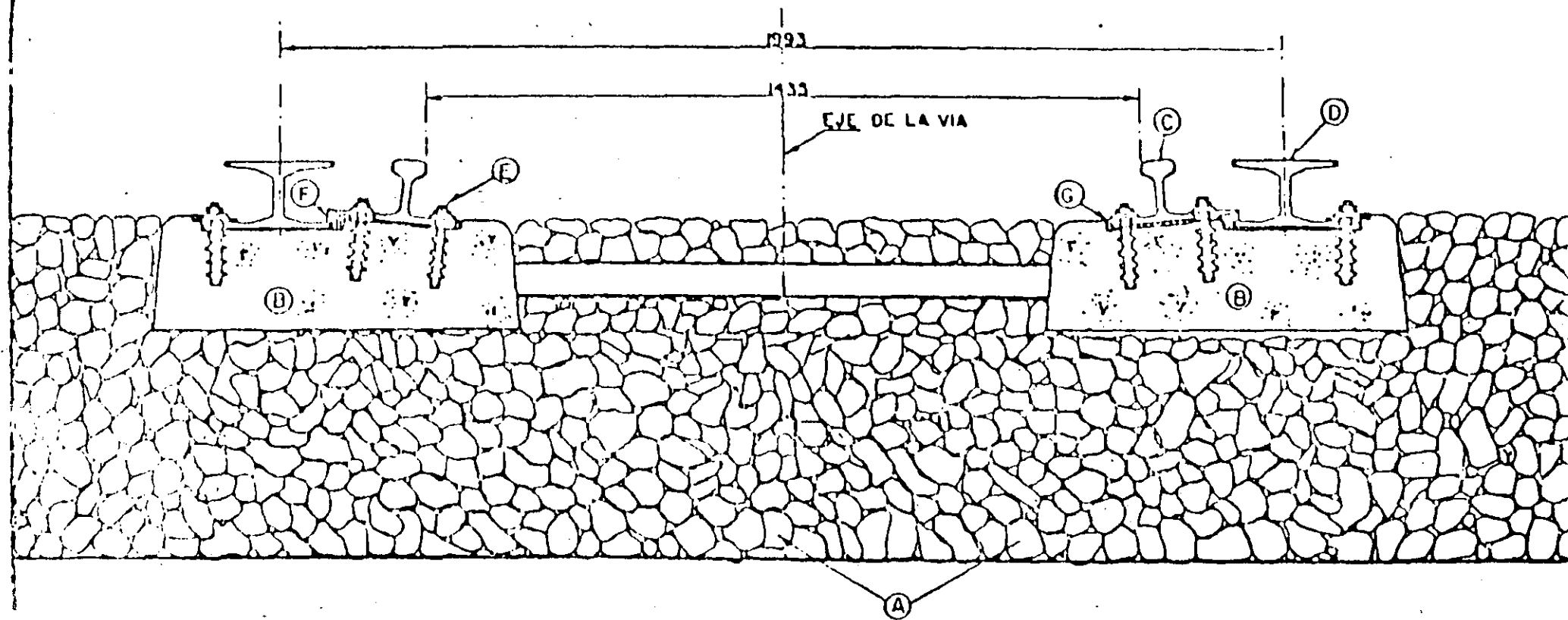
ACOT. EN mm

NOMENCLATURA

- (A) - BALASTO.
- (B) - DURMIENTE DE MADERA
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) - PISTA METALICA.
- (E) - TIRAFONDO.
- (F) - BARRA GUIA.
- (G) - PERNOS NELSON.
- (H) - AISLADOR
- (I) - ZOCL O
- (J) y (K) - TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR.
- (L) - PERNO PARA FIJACION DE CANDADOS
- (M) - CANDADO PARA FIJACION DE ZOCL O.
- (N) - CANDELERO
- (O) - AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON —
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE AISLADOR

Figura No. 5



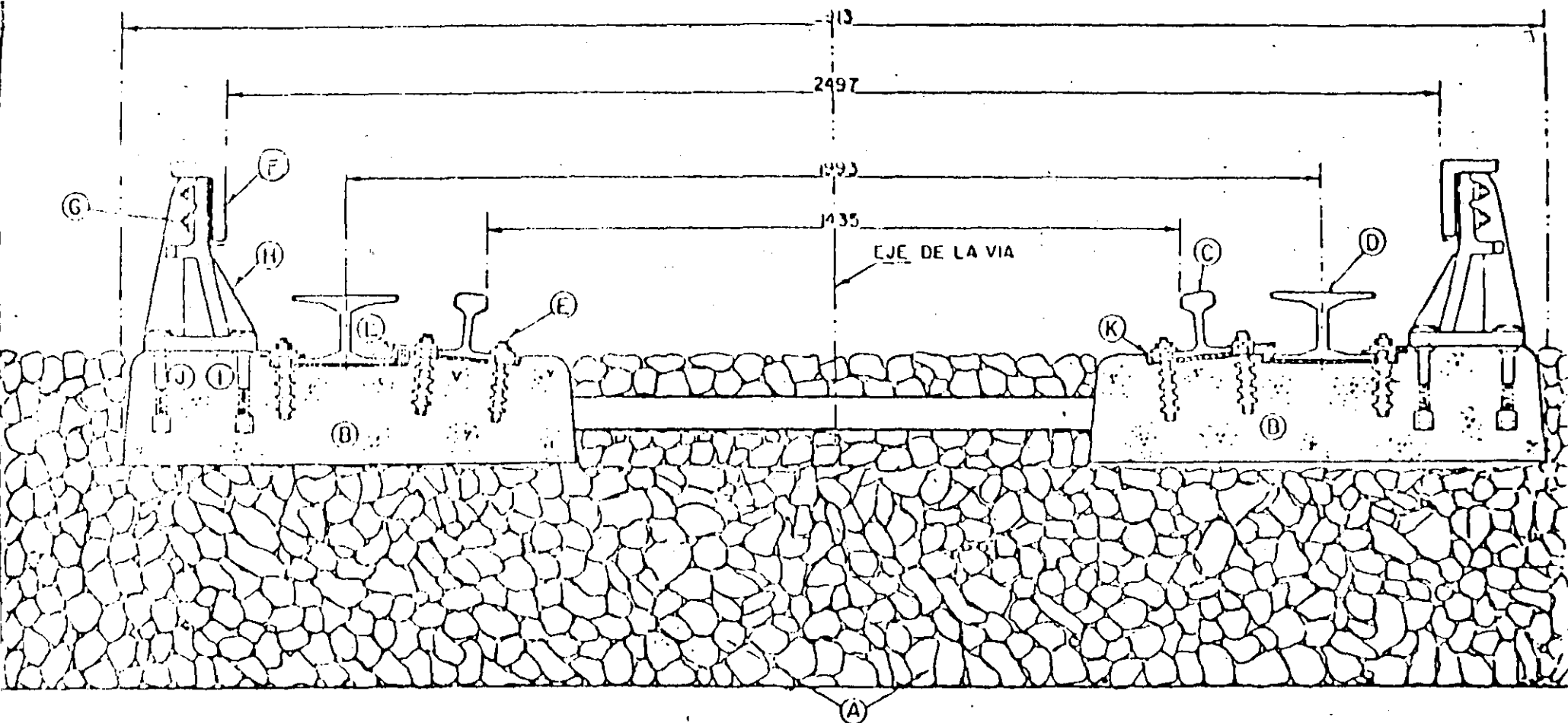
NOMENCLATURA

- (A) - BALASTO
- (B) - DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD
- (D) - PISTA METALICA
- (E) - PERNO TIRAFONDO
- (F) - ESTRIBO LATERAL

(G) - GRAPA DE NYLON

ACOTACIONES EN mm

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"



NOMENCLATURA

ACOTACIONES EN mm.

(A) : BALASTO.

(G) - PERNOS NELSON.

(b) : DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S".

(H) - AISLADOR.

(C) : RIEL DE SEGURIDAD.

(I) y (J) : TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR.

(D) : PISTA METALICA.

(K) - GRAPA DE NYLON

(E) : PERNO TIRAFONDO.

(L) - ESTRIBO LATERAL

(I) : BARRA GUIA.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"

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

La presente charla, es con el fin de que Ustedes conozcan los procedimientos más comunes para la instalación de vía que se utilizan en el País.

LAS VIAS FERREAS COMO ESTRUCTURAS METALICAS:

A primera vista podría subirse que una vía férrea y una estructura metálica no tienen nada en común, que no sea el metal con que están construidas ambas, pero no es así.

Una vía férrea esté sometida a esfuerzos de toda índole, y para evitar que estos produzcan deformaciones, se requiere estructurarlas, mediante procedimientos similares a los que se utilizan para una metálica.

Así, observamos que podemos estructurar a base de soldadura y pernos; pues bien, una vía férrea se estructura de la misma forma y con algún otro tipo de procedimientos que posteriormente iremos analizando.

QUE ES UNA VIA FERREA?

La definición es: "Camino por donde se transita; espacio que hay entre los carriles que señalan las ruedas de los carros".

De donde podemos decir, que hacer una vía férrea, es construir a base de elementos metálicos, un camino para que por él transiten vehículos que permitan la transportación de personas ó cosas.

A continuación, analizaremos los sistemas utilizados para la instalación de vía en el metro de la Ciudad de México.

Estos sistemas podrían dividirse en dos grandes grupos:

- 1.- La vía que se instala en línea subterránea.
- 2.- La vía que se instala en las líneas superficiales; para la primera hay dos subgrupos.
 - A.- La vía sobre balasto, en la cual pueden utilizarse durmientes de madera ó de concreto.
 - B.- La vía fijado directamente sobre una losa de concreto.

En las líneas superficiales se utiliza la vía sobre balasto y durmientes, ya sea de madera ó de concreto, pero con otro sistema de fijación, debido a las afectaciones que sufren las estructuras por la temperatura ambiente.

VIA SOBRE BALASTO

PRELIMINARES:

Se requiere que para el inicio de la Instalación de Vía, se encuentre el tramo perfectamente limpio, sin nada de material regado, con todas sus coladeras y registros, así como que tenga la totalidad de las tortugas (sin estar fracturadas ninguna de estas piezas).

Se procederá a hacer la prueba hidráulica del dren lateral.

El procedimiento a seguir para esta prueba es el siguiente:

Se inyecta agua con colorante desde el parteaguas o punto más alto de la pendiente, y deberá constatarse que el agua corre libremente por los drenes, verificándose su paso por los registros abiertos, que permitirán observar su recorrido hasta los cárcamos de bombeo o registros municipales.

TOPOGRAFIA:

Aún cuando en teoría, la obra civil precedente a los trabajos de Instalación de Vía, son regidos por el proyecto de trazo para ésta, es necesario replantearlo para los ejes de vía y utilizar los muros o muretes laterales para marcar su perfil longitudinal sobre ellos. Sobre estos también, es conveniente dejar marcados o materializados bancos de nivel que permitan replantear el trazo cuantas veces sea necesario.

Como referencias para el trazo, en tramos rectos se harán marcas cada 25 m., lineales.

El eje de vía se marcará, mediante estacas o clavos, tanto en las lasas de piso, como de techo, permitiendo éstas el marcaje definitivo en los muros con el distanciamiento anteriormente señalado.

Para zona de curvas o clotoides, se llevará a cabo el mismo sistema pero a cada 5 metros lineales y además quedará señalado el nivel de la fila del riel más bajo, determinando con el peralte de dicha curva el nivel del riel de la segunda fila.

Para instalación de vía en tramo elevado, las marcas de referencia se colocarán en el centro del claro entre columnas, y estas marcas deberán corregirse una vez haya sido cargada toda la estructura, pues aquí sí hay cambios fuertes, debido a las deformaciones lógicas que sufren.

INTRODUCCION DEL BALASTO:

La introducción del balasto al túnel o cajón será con gravedad y por los distintos puntos (llámese alcancías o lumbreras) que se dejan a expensas; para líneas superficiales o elevadas, es recomendable descargarlo en zonas que no se maltraten con este almacenamiento.

Una vez descargado el balasto en las zonas pertinentes, se procede a su transporte para depositarlo in situ, mediante camiones de carga y cargador frontal sobre neumáticos.

Este equipo permite extenderlo y compactarlo a todo lo ancho de la sección del tramo a construir. La compactación se lleva a cabo mediante un rodillo que se engancha al cargador, pasándolo varias veces hasta la aceptación por parte de la supervisión.

Para la vía sobre durmiente de madera, el compactado del balasto deberá quedar 10 cms., por debajo de la elevación requerida para las bases del durmiente.

Tomando como base el hongo del riel, esta capa deberá de ser de 38 cms., por debajo de su elevación de proyecto.

Cuando la vía que instalamos es sobre durmiente de concreto, el balasto compactado deberá quedar a 43 cms., por debajo de su elevación de proyecto.

Para curvas en durmiente de madera, se buscara colocar y compactar el balasto, siguiendo el perfil del peralte de proyecto de las vías, de tal manera que la superficie compactada quede en ambos rieles a 38 cms., por debajo de sus hongos.

Cuando utilicemos el durmiente de concreto, será el mismo sistema, pero nuestra cota será de 43 cms., por debajo del hongo en ambos casos.

DISTRIBUCION DE DURMIENTE Y RIEL:

La introducción de estos materiales se lleva a cabo por las alcancías (en cajón), las lumbreras (en túnel) ó aproximadamente en sitio, en superficial y elevado.

Esto quiere decir que en estos dos últimos casos, se ahorra un buen tiempo para la construcción de la vía.

A diferencia de la introducción del balasto, tanto los durmientes como el riel, son materiales mucho más delicados, y por lo tanto su introducción al túnel ó cajón es mucho más minuciosa.

Mediante una grua y un balancín, se introduce uno a uno cada tramo del riel de 13 m., colocándolo en tongas sobre polines de madera, y mediante Lorris y pórticos. Se llevan los Lorris al extremo de la vía provisional y se bajan los rieles con tenazas o pórticos, colocándolos adelante para aumentar 18 m., el largo de la vía provisional.

Esta vía provisional permite la distribución del durmiente y del riel de la vía definitiva.

DURMIENTES DE MADERA:

Para la vía sobre durmiente de madera, existen varios tipos de ellos.

Para rectas y curvas con radio mayor o igual a 500 m., se utilizan los durmientes A y GA.

El durmiente A se colocará en una proporción de 3 durmientes seguidos por un durmiente GA.

Estos durmientes vienen maquinados de tal manera, que una vez colocados los rieles tengan una distancia de 1.435 m., entre sus caras interiores de rodamiento.

La diferencia entre los A y los GA, es que los segundos son más largos y también están maquinados para recibir el zoclo metálico de bridas laterales que soporta el aislador y la barra guía.

El distanciamiento correcto entre durmientes A y GA, es de 75 cms., entre cada uno. Quedando los GA a 3.00 m., uno del otro.

Para curvas de radio menores a 500 m., se utilizan los durmientes C y GC, y vienen maquinados para que la separación entre las caras internas de los rieles sea de 1.439 m.

El durmiente GC, viene maquinado adicionalmente para recibir el zoclo metálico de bridas laterales igual que el GA.

El distanciamiento correcto entre durmientes C y GC, es de 50 cms., y se colocarán en una proporción de 2 durmientes C, seguidos de 1 GC, a continuación, quedando una distancia de 1.80 m., entre cada GC.

Para la transición de recto a curva (clotoides) se utilizan los durmientes T, estos se utilizarán por pares, ya sea a la entrada o la salida de la clotoide, su tamaño y maquinado será idéntico, la única diferencia es que el distanciamiento entre bordes de los rieles en uno será de 1.4363 y el siguiente de 1.4376, evitando de esta manera el cambio brusco de distanciamientos entre recta y curva.

Todos los durmientes anteriormente señalados, están maquinados también para recibir y apoyar la pista de rodamiento.

DURMIENTES DE CONCRETO:

Para la vía sobre durmiente de concreto, existen también varios tipos de durmiente.

Durmientes " O ": Son los durmientes ordinarios para riel y pista de rodamiento, ya sea en recta o curva de cualquier radio, a cada 75 cms., en recta y 60 cms., en curva.

Durmientes 1/2" x 1/2" por los durmientes para riel, visto y colocado, ya sea en recto o cualquier tipo de curva. A diferencia de los durmientes de madera, el distanciamiento entre los bordes del riel se realiza mediante unos grapos que después analizaremos. Pero la separación entre ellos será igual que en los de madera.

La distribución de los durmientes ya sean de madera o concreto, debe hacerse sobre todo en estos últimos con muchísimo cuidado, mediante Larris, especialmente adaptados y pórticos que permitan dejarlos en su lugar sin tirarlos bruscamente.

RIEL DE 80 LBS.:

La vía de rieles se compone de dos elementos de 80 lbs., (80 x ASCE) aprox. 39.7 Kg/ml., que se fijan sobre durmientes, ya sean de madera o de concreto.

La separación entre rieles previa a su fijación definitiva, se obtiene mediante escantillones, que mantienen la distancia óptima, dependiendo si se encuentra en recto o curva de radio menor de 500 ml.

Esta operación se llevará a cabo una vez terminada la primera capa de balasto, que anteriormente describimos y sobre los durmientes correspondientes.

La fijación del riel sobre durmiente de madera, se lleva a cabo mediante tirafondos que presionan y fijan el riel al durmiente, deberá cuidarse especialmente que los tirafondos de un mismo riel, se aprieten sucesivamente en el mismo durmiente.

Para facilitar la introducción del tirafondo en el barrenó, se le aplica grasa, ya que no deben de meterse a golpeo por ningún motivo.

Por regla general, se utiliza una tirafondadora con torque, que dé automáticamente el par de apriete especificado.

La fijación sobre el durmiente de concreto es mas minuciosa y complicada.

Este tipo de durmiente requiere como protección extra, que los pernos tirafondo se protejan con tuercas para que la rosca no se golpee durante su traslado.

Deberá cuidarse antes de asentar el patín del riel sobre el durmiente, que la almohadilla de caucho se encuentre en su lugar, fijamente adherida y perfectamente limpia de basura y objetos extraños.

La colocación del riel se llevará a cabo mediante pórticos que permitan su óptima ubicación, sin golpeo de ninguna especie.

Una vez en su lugar y colocados los escantillones, se quita la protección del perno tirafondo y se procede a la colocación de la grapa y la primera fijación del riel.

De los distintos grapas previstas para la instalación de la vía sobre durmiente de concreto para la zona interior, se escogerán las numeradas con los dígitos 9 y 10.

La grapa que se utilizará para la zona central, deberá colocarse longitudinalmente, en el sentido de la vía, de tal manera que sobre el patín del riel, asiente la muesca prevista para la fijación inicial del perfil. Para esta etapa podrán utilizarse las grapas de los números que se tengan a la mano, una vez alineado y nivelado se procederá al apriete de las tuercas en los pernos tirafondos, permitiendo de esta forma que las fuerzas laterales que producen los vehículos que transitan sobre el riel se transmitan al durmiente perfectamente.

Cuando los radios de las curvas sean menores de 300 m., deberá rolarse previamente el riel.

2º CAPA DE BALASTO:

Una vez armada la vía y prealineada, mediante balasteras, se procede a la colocación del balasto requerido para la nivelación definitiva de la vía, mediante el bateado que permitirá dejarla a 2 mm., arriba de lo solicitado en proyecto, para que una vez que circulen los trenes se compacte al nivel del diseño.

La nivelación se llevará a cabo mediante el uso de bateadoras (palos vibratorias).

Para el compactado del durmiente de madera, se procederá de la siguiente manera:

Los bateadores deberán colocarse de cara hacia el durmiente, en posición vertical y se inclinarán hacia abajo, mediante una vaiven que permita introducir la hoja bajo el durmiente y con ella el balasto que se vaya requiriendo, hasta obtener el nivel deseado, teniendo un apoyo rígido. Esta operación se llevará a cabo de los extremos del durmiente hacia su parte central, debiendo dejar el apoyo rígido hasta aproximadamente 40 cms., del riel hacia el eje de vía en ambos sentidos.

Se buscará que en la zona central del durmiente, el compactado sea ligero, dejando el apoyo rígido en los extremos.

Esta operación se llevará a cabo tantas veces como sea necesario, hasta llegar a la compactación deseada.

Para el compactado del durmiente de concreto, se procederá de la misma forma y sistema, empleando también bateadores pero con hojas para este tipo de durmiente. Y solamente se compactará bajo los bloques de concreto.

Una vez nivelado el tramo, deberá darse la alineación definitiva, mediante barretas y posteriormente se afinará el balasto, quedando 3 cms., abajo de los rieles y al ras del nivel superior de los durmientes.

INSTALACION DE PISTA:

La pista de rodamiento es un perfil estructural que pesa aproximadamente 68.4 Kg/ml., y cada pieza tiene una longitud aproximada de 18 ml.

Una vez instalado el riel de forma definitiva, alineado y nivelado, se procederá al armado de la pista de rodamiento.

Se recomienda que antes de ser colocada en su sitio, se suelden varias tramos, buscando completar tramos de junta a junta, ya sean mecánicas o aislantes, con la intención de evitar soldaduras cuando el perfil esté colocado en sitio, pues éstas requieren de otro tipo de molde, lo cual, lo complica en extremo.

Una vez soldados los distintos perfiles, se colocarán en su sitio, mediante pórticos y mordazas que lograr que se asienten suavemente.

Todas las pistas son marcadas previamente, de acuerdo a las tolerancias permitidas, esto nos permite conocer y clasificar las pistas por su altura, ancho, distintos anchos de las alas y los extremos de pista que permiten el emplanchuelado para juntas mecánicas o aislantes.

Se prevee que en la distribución de la pista las diferencias entre ellas sean las mínimas posibles.

Una vez cumplidos estos requisitos, se procederá a soldar los tramos sobre el centro de la vía.

Para curvas de radio menor de 350 ml., se deberá rolar o curvar previamente la pista en talleres.

Una vez que se coloque en su sitio la pista, se verificará el distanciamiento entre ésta y el riel, procediendo al apriete contra el durmiente.

En caso de que sea de madera, se fijarán los tirafondos, tratando que los dos de un mismo durmiente se aprieten sucesivamente.

Cuando el durmiente sea de concreto, se retirará la tuerca de protección del perno - tirafondo exterior de la pista, se colocará una grapa que no deje más de 2 mm. de huelgo horizontal entre la pista y el durmiente, escogiendo entre los existentes aquella que más ajustado quede y se le dará un apriete de 9 Kg/m.

A continuación se aflojará la grapa interior que sujeta al riel y se girará 90°, quedando perpendicularmente al riel y la pista, colocando una pieza metálica (cuña lateral) bajo la cuña de la grapa que aprisiona a la pista, consiguiendo de esta manera la posición correcta de la grapa.

Deberá como en el caso anterior, escogerse la grapa adecuada que no deje más de 2 mm., de huelgos laterales. Si la grapa original no lo permite, se buscará aquella que si lo haga.

Todos estos pasos deberán llevarse a cabo, durmiente por durmiente, pues se corre el riesgo de que la alineación y nivelación se pierda si se aflojan más de uno.

Se rectificara el torbe después de terminado el tramo a instalar.

INSTALACION DE LA BARRA GUIA:

Para la vía sobre durmientes de madera, se montará el aislador mediante 4 tornillos que se fijará el zoclo metálico de bridas laterales.

Es importante que el aislador quede en contacto con el tope trasero del zoclo, conforme se va ajustando.

Los durmientes de concreto tienen unos barrenos que rematan con una tuerca que queda embebida durante el fraguado, en estos barrenos es donde penetran los tornillos que fijan el aislador.

En ambos casos se colocarán dos roldanas, una plana y otra de presión.

Una vez fijo el aislador, se montará provisionalmente la barra guía y se fijará a éste, mediante una prensa, se repetirá esta operación colocándolas una tras otra, dejando entre ellos únicamente la apertura necesaria para la soldadura.

En seguida se marcará mediante una plantilla la posición exacta de cada perno autosoldable.

Esta plantilla tendrá unas guías que permitirán posteriormente que la pistola de soldar quede en posición óptima para la soldadura.

Deberá tomarse en cuenta la distancia de la barra y que las juntas entre estas no queden nunca a menos de 20 cms. de la parte más cercana del aislador, si esto no sucede, la barra deberá ser recortada para respetar la especificación.

En curva menor o igual a 250 m. de radio, la barra se rolará previamente en taller, recortando todas las puntas que no quedan debidamente roladas.

Posteriormente, se bajarán las barras nuevamente, procediendo a la soldadura de pernos autosoldables en su posición ideal para este efecto.

Una vez rectificada la soldadura de los pernos, se tomará la medida entre el borde de rodamiento del riel y el perfil superior del aislador, mediante un escantillón especialmente diseñado para este trabajo. Las diferencias se marcarán en el aislador para saber en cada punto cuanto calzado deberá de llevar.

Para alcanzar este espesor, hay dos tipos de calzas, las gruesas y las finas.

Las gruesas son las calzas permanentes de 3 barrenos de 3, 5 y 10 mm., de espesor, que se colocan antes de montar la barra y los de espesor variable y fino, que vienen separadas en dos partes y se colocan después de montada la barra guía que vienen en espesores de 1, 3 y 4 mm.

Para el concreto armado, se colocarán primero por la cara interior de la barra guía, las calzas permanentes de 3 barrenos y después las calzas en dos partes. A continuación se colocarán los soldanos y los tuercas autofrenables con un par de apriete de 3 Nm.

Se procederá posteriormente a la soldadura aluminotérmica, a su bulido y pruebas.

Como acabado final se pule mediante cordas toda la superficie de contacto con los escobillos y se le aplica grasa graficada.

Para líneas superficiales y elevadas se utilizarán aisladores cuyas preparaciones u orificios para la fijación de la barra son ovalados.

A diferencia de la instalación en túnel o cajón, en intemperie se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

Se colocarán y fijarán las barras sobre los aisladores y mediante prensas especiales para este efecto, dejando entre cada elemento la distancia requerida para la soldadura aluminotérmica.

Se procederá a hacer las soldaduras entre las barras haciendo un "chorizo" tan largo como lo indique el proyecto.

Una vez terminadas las soldaduras, se traza la posición de los pernos Nelson autosoldables, desmontando posteriormente mediante pórticos distribuidos en toda la longitud de la barra larga.

A continuación se sueldan los pernos Nelson en posición vertical y se hace el montaje definitivo, subiendo toda la barra al mismo tiempo.

ANCLAJE DE LA BARRA GUIA:

Para el anclaje de la barra, aproximadamente a la mitad del tramo que hay entre 2 aparatos de dilatación (126 m., aprox.) se instalarán sistemas de anclaje en dos de los aisladores que quedan en esa posición y que serán marcados por proyecto.

Los pernos Nelson de los aisladores con anclaje se soldarán después de ser marcados con una plantilla especial para esta operación. La soldadura de los topes se realizará una vez que la barra guía esté colocada y fijada sobre sus aisladores.

VIA SCERE LOSA DE CONCRETO

LOSA DE CONCRETO:

PRELIMINARES:

Para la construcción de esta losa, se hacen los siguientes preparativos:

- Debe retirarse todo el material suelto, dejando limpio el tramo donde se va a colocar.
- Posteriormente a base de martelinas se despegan toda la techar y protuberancias adheridas a la losa estructural.
- Se barre con escoba de mijo, dejando lo más limpio posible de todo material suelto.
- Se aplica ácido muriático rebajado al 18% con una proporción de agua 1 : 1.
- Se talla con cepillos de mijo fuertemente, para desincrustar toda suciedad y residuos de material que pudieran quedar todavía.
- Se riega agua en abundancia con la intención de retirar todo el desperdicio y anular los efectos del ácido.
- Se deja secar después de barrer perfectamente el tramo.

TOPOGRAFIA:

ALINEACION.- Como referencias para el trazo en línea recta o tangente, se harán marcas cada 30 ml., en curvas circulares y clotoides (enlaces parabólicos) se harán marcas a cada 2.0 ml., ambos sobre el eje de vía.

NIVELACION.- Tanto en tangente como en curvas o clotoides, se marcarán sobre las paredes del túnel ó cajón, con el distanciamiento antes indicado, las marcas que permitirán posteriormente la nivelación.

Se procede a la instalación de los candeleros en los puntos topográficos marcados con anterioridad, quedando de esta manera alineados y mediante unas anclas de balazo se fijan en su lugar a cada 2.80 ml., ya que las cimbras nivelables tienen sus pernos a este distanciamiento, continuando al siguiente ritmo:

0.22 2.80 0.22 2.80

Todas estas operaciones se llevarán a cabo sobre una de las vías, ya que la otra se utiliza para poder instalar todos los elementos requeridos para el correcto colado de la losa.

Cada una de las cimbras tiene en sus extremos, un tornillo similar al que se entranza sobre los canceleros y que además permite la nivelación con aparatos topográficos; no se permite que la losa tenga variaciones mayores en su superficie de más de 5 milímetros en cada 3 m., de longitud.

Por la vía libre se va instalando la tubería de bombeo de concreto, que se coloca hasta el extremo contrario al de la bomba, y de esta manera conforme se avanza se van quitando tramos, procedimiento lógico para un colado de estas características.

INTRODUCCION DEL CONCRETO:

El suministro de concreto a la bomba se lleva a cabo de diferentes maneras, dependiendo del tipo de construcción.

Si es cajón (excavación a cielo abierto y cerrado después con tabletas) previamente se dejan unos registros de acuerdo a las distancias ideales para los colados.

Si es túnel (excavación profunda), se utilizan los pozos de verificación topográfica.

En ambos casos, la olla del premezclado descarga sobre una tolva, que en su parte inferior tiene el diámetro del registro o pozo.

En el caso del cajón, esta tolva descarga directamente sobre un canalón que lleva el concreto a la bomba.

En túnel, donde las profundidades son mayores, descarga sobre el pozo que sirve de tubería y éste a su vez remata sobre un tanque amortiguador de donde sale un canalón para la bomba.

COLADO DE LOSA:

Una vez hecha toda la instalación para el bombeo y habiendo rectificado la alineación y nivelación de las cimbras, se procede a la aplicación del latex, que sirve para la correcta unión del concreto viejo con el nuevo y se inicia el colado.

Conforme avanza el colado, se va vibrando perfectamente y mediante una regla vibratoria que corre perpendicularmente sobre las cimbras, se va dando el acabado inicial. El acabado final se da mediante llana metálica.

Simultáneamente se cuele también el andador con un acabado final escobillado, para evitar resbalones.

Las características del concreto son: Concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm. TMA}$ de 19 mm., y revenimiento de $10 \pm 2 \text{ cms.}$

Como podrán observar, el bombear un concreto con revenimiento de 10 cms., a 150 m. de distancia no es posible, por lo cual se le aplica un aditivo fluidizante, reductor de agua dosificado en olla, que eleva a 18 cms. como máximo permitido el revenimiento para poder bombearlo.

Este positivo tiene un error de aproximadamente 3' minutos, los ser suficientes para la terminación del colado.

INSTALACION DEL RIEL:

Una vez verificado el acabado de la losa topográficamente y hechos los arreglos que se hayan requerido, se procede al trazo del eje de vía, sobre el cual quedarán las marcas para la colocación de las plantillas a cada 6 m. en tangente y 3 m. en curva.

Estas plantillas milimétricas se utilizan en la perforación de la losa para las calzas de riel y pista y permiten lograr una exactitud que no excede de ± 8 mm. en sentido transversal, ± 5 mm. en sentido longitudinal y ± 5 mm. en profundidad.

PERFORACION:

Cada plantilla tiene en sus extremos guías para la perforación de las anclas, que evitan los movimientos cuando se está perforando.

Por tanto, la perforación se inicia usando estas guías y colocando inmediatamente las anclas. Una vez anclado, se continua barrenando con equipo neumático y brocas de 50 mm. de diámetro, llevando cada perforación a 14.5 cms. de profundidad y cuidando que queden perfectamente perpendiculares al plano del piso.

Cada plantilla permite en tangente la perforación de los barrenos requeridos para las calzas de fijación del riel y pista a cada 75 cms. a lo largo de 6 ml.

En curva o clotoide, permite la perforación de los barrenos a cada 75 cms. en radios iguales o mayores a 500 ml. (8 veces el módulo de 0.75 m.), y a cada 60 cms. en radios menores de 500 ml. (5 veces el módulo de 0.60 m.), a lo largo de 3 m.

Según las cuerdas antes mencionadas, sobre la filo del radio mayor, las calzas aislantes serán igualmente colocadas, ya sea a 75 cms. o a 60 cms., según el radio. El borde exterior del riel de cada fila servirá de referencia para la implantación.

Para la fila de radio menor, las calzas serán distribuidas igual que los anteriores y la diferencia sera ajustada totalmente en una sola distancia, comprendida entre dos calzas.

Para evitar una acumulación de errores, se recomienda que cada cambio de plantilla se haga tomando como referencia la marca topográfica y no las perforaciones anteriores; una vez que se haya terminado la perforación y los errores (si los hay) hayan sido rectificadas, se procede a la limpieza de los barrenos, dejándolos completamente limpios de polvos y desechos, cuidando que queden tapados hasta el inicio de la operación siguiente sobre ellos.

Se introduce el riel, ya sea por lumbreras o alcobas, mediante una grúa y un balancín, estibados sobre losris, que corren sobre una vía provisional que va a todo lo largo del túnel y que permite la distribución del material sobre la vía contigua.

Es importante en la distribución del riel, que se tome en cuenta que las juntas entre ellos deben quedar cuando menos a 13 cms. del eje transversal de las perforaciones, para permitir la soldadura del elemento y que ésta no interfiera sobre las calzas de asiento. La apertura se dejará fija, mediante cualquier dispositivo que permita el armado provisional del riel, ésta apertura deberá ser la especificada para el correcto colado de la soldadura.

CALZAS AISLANTES:

Las calzas aislantes, son los asientos requeridos para que el riel se apoye sobre la losa.

Estas calzas están hechas de un material aislante (polyester) cuya superficie de contacto con el riel, tiene además un cojinete o almohadilla de caucho con características dieléctricas y que se fijan a la losa mediante unas varillas roscadas que quedan fijas al concreto con mortero expansivo, estas mismas varillas fijan el riel a la calza, aislando todo contacto mediante unas grapas aislantes que se aprietan con roldanas elásticas y tuercas autofrenables, que permiten que el apriete especificado (55 Nm) lo mantenga en su sitio.

Una vez que el riel ha sido soldado y armado en sus juntas aislantes, se procede al armado general de calzas, cuidando que las varillas queden sobre las perforaciones que les corresponden. A continuación se va colocando in situ mediante unos tirantes que permiten que la alineación sea la correcta (funcionando como escantillones) y que la separación de las caras internas de los rieles sea de 1.435 m. en tangente y curva con radio mayor a 500 ml. y 1.439 para curvas de radio menor de 500 ml.

Estos tirantes se colocarán a cada 3 m. en tangente y curvas mayores de 500 ml. y a cada 2 m. en curvas de radio menor de 500 ml.

Si la curva es menor a 300 ml. de radio, se requerirá rolar previamente el riel, en caso contrario es permitido que se le instalen en su sitio final por deformación elástica.

Hay ocasiones en que las soldaduras no son buenas y no cumplen con los requisitos especificados. En estas ocasiones, se debe hacer en injerto que nunca deberá ser menor de 4.50 ml. y se procederá al colado de las dos soldaduras resultantes.

Los tirantes tienen dos tornillos que permiten el movimiento perpendicular al eje vía, para la correcta alineación y otros 2 más que suben y bajan el riel, que sirven para nivelarlo.

Después de la revisión topográfica de la alineación y nivelación, se procede a quitar todo residuo de polvo y material de los orificios y bajo el patín del riel.

A continuación, se introducirá mediante pequeñas cuñas el mortero expansivo, lo suficientemente fluido, para que penetre por gravedad por el espacio que queda entre la varilla y la pared del barreno, hasta que quede a nivel de la losa, en caso de sobrepassarlo, hay que quitarlo de inmediato para evitar que fragüe, ya que debe quedar completamente al ras, para que posteriormente el relleno bajo calza quede correctamente.

Una vez fraguado el mortero, la varilla deberá tener una resistencia al arranque de 7 toneladas y un desplazamiento de 3 mm.

Dependiendo del producto usado como mortero expansivo y de acuerdo a las pruebas efectuadas en él, respecto al tiempo de fraguado requerido, se limpiará toda la zona bajo calza de adherencias y polvo.

Una vez limpia la zona, se introducirá bajo la calza el mortero autonivelante, no sin antes haber colocado la cimbra que deja sellado 3 de los lados de la calza, dejando una abierta para la introducción del material, mediante inyectores y cuñas; antes de que fragüe completamente se retirarán las cimbras y se cortará con cuñas verticalmente todo el sobrante que quede. Este producto deberá tener una resistencia al arrancamiento de 12 Kg/cm².

Tanto para el mortero expansivo de sellado, como el autonivelante del relleno bajo calza, se verificará mediante pruebas dejadas al mismo tiempo que se va construyendo a un lado de la vía.

INSTALACION DE LA PISTA:

Todo el procedimiento antes señalado, se sigue practicamente igual, para la instalación de la pista de rodamiento, las diferencias más representativas son las siguientes:

Si el radio de curvaturas es menor de 350 ml., deberá rolarse previamente la pista, en caso contrario podrá colocarse por deformación elástica. La separación dejada para las soldaduras deberá ser de 18 a 20 mm.

Deberá distribuirse de tal manera que siempre queden cuando menos 26 cms. entre la junta y el eje de los orificios, para no afectar las calzas.

La separación entre los tirantes (escantillones) de pista será de 6 m. en tangente y curva de radio mayor a 500 ml.

Para curva de radio menor a 500 ml., la separación deberá ser de 3 m., las dimensiones de la calza son diferentes, ya que el perfil es más ancho en su patín.

INSTALACION DE LA BARRA GUIA:

Se requiere dejar perfectamente limpio y emparejar la zona de asiento de los aisladores que sirven como soporte para esta barra; lo primero que se hace, mediante un escantillón es emparejar el nivel de dicha zona para que esté dentro de las tolerancias, y mediante una plantilla que permitirá

que los agujeros queden perfectamente perpendiculares al plano de la cara.

Deberán de perforarse 4 barrenos de 38 mm. de diámetro y 10 cms. de profundidad, esta plantilla se sujetará firmemente a la vía de los rieles para evitar movimientos.

Será fija para las perforaciones en tangente y variable o movable para las perforaciones en curva, en donde las distancias a las que queda el aislador, es variable con respecto a la directriz de la vía.

Estas plantillas deberán de tener una guía hecha de tubo que permita que la perforación sea lo más perpendicular posible al plano de rodamiento; una vez que la perforación está hecha, se limpia perfectamente el agujero para quitar todo residuo de polvo que haya quedado después de la perforación y mediante un escantillón se verifica la profundidad de cada uno de ellos.

En caso de que hayan quedado cortos, se procederá a perforar nuevamente sobre el mismo agujero, hasta tener la profundidad debido y si por alguna circunstancia esta profundidad es mayor que la solicitada, se colocarán roldanas metálicas de 35 mm. de diámetro, cuyo espesor permita dejar la perforación en la dimensión correcta.

A continuación se procederá a colocar los anclajes de conos de plomo mediante un perno guía o tornillo provisional sin cabeza de las mismas dimensiones del tornillo de fijación, que permita colocarlos en su lugar definitivo y proceder al golpe para la expansión correcta y pareja del plomo contra las paredes de la perforación, logrando con esto la resistencia requerida por la especificación.

Una vez que ha sido colocado el cono de plomo, se procederá al sellamiento del resto de la perforación, aplicando el mismo tipo de mortero expansivo que anteriormente explicamos, que se utiliza para las perforaciones de riel y pista.

La idea básica de hacer esta operación, es evitar el movimiento lateral que pueda aflojar la fijación del cono de plomo y ponerle los tornillos provisionales sin cabeza, los cuales permitirán quitar y poner la calza de aislador cuantas veces sea necesario, para ir verificando la simetría de su colocación.

Este mortero quedará adherido a las paredes de la perforación y también al tornillo provisional, éste deberá ser protegido por un desmoldante o en su defecto por una película de cartón delgado, que impida el contacto directo con el tornillo.

Para lograr que la cara vertical en la cual se apoya la barra guía quede perfectamente perpendicular al plano de rodamiento y paralelo al eje de la vía, así como, para que se logre la altura requerida para la perfecta nivelación de ésta, se requiere un mortero autonivelante semejante al utilizado para las calzas del riel y la pista. Este se colocará utilizando una cimbra que permita que no se desplace el mortero lateralmente y que sirva de escantillón, para dejar al nivel del proyecto la calza del aislador.

Obviamente, previo a la aplicación de este revestimiento, se aplicará una limpieza total y efectiva con los mismos procedimientos que hemos descrito anteriormente.

La misma calza servirá como cimera superior para el correcto acople; no se cargará la calza con el aislador hasta que el fraguado del revestimiento haya adquirido la resistencia suficiente. Esta resistencia dependerá de los ensayos que para dicho producto se hayan hecho previos a la aplicación del mismo.

Se deberá estar pendiente del momento en que empieza el fraguado del mortero del relleno, y cuando esto suceda, el tornillo provisional se aflojará en una vuelta, permitiendo con esto un desplazamiento vertical del elemento que acabe con cualquier adherencia.

La colocación de los tornillos permanentes se llevará a cabo una vez que hayamos probado ya con los tornillos provisionales que el aislador y su calza queden en la posición correcta a la altura correcta y con la distancia teórica del aislador con respecto a los hongos de la vía; esto se conseguirá mediante un escantillón.

Una vez constatado cada uno de los puntos anteriores, se procederá a la sustitución de los tornillos provisionales por los tornillos definitivos, que necesitarán un apriete de acuerdo a las especificaciones que se obtiene mediante un torquímetro calibrado con anterioridad.

Esta instalación se llevará a cabo exactamente con el mismo procedimiento que anteriormente se explicó para la vía sobre balasto en túnel.

JUNTAS AISLANTES:

Para el sistema de señalización del Metro, es necesario colocar sobre los rieles y pistas, juntas aislantes que permitan su seccionamiento.

Lo ideal en estos casos, es que mediante cortes con sierra o disco, sobre un mismo tramo de riel o pista se coloquen unos separadores de material aislante, que tienen la misma forma que el perfil del elemento que se esté cortando.

La continuidad mecánica se logra mediante unas planchuelas aislantes que quedan en contacto con el riel y que son reforzadas por la parte exterior por unas plaquetas metálicas que le dan la rigidez requerida para evitar que se fracture.

Tanto las planchuelas como las plaquetas tienen en sus extremos las preparaciones requeridas para su fijación a los tramos previamente cortados, mediante seis tornillos con roldana y tuerca.

Las perforaciones al riel y la pista para la correcta fijación de la junta, se realizarán mediante una plantilla que ubica exactamente la posición de estos barrenos. El aislamiento de los tornillos se logra mediante un buje de material aislante que sirva de gabardina al tornillo y que evite el contacto entre elementos metálicos, impidiendo de esta manera cualquier continuidad eléctrica y manteniendo a su vez la continuidad mecánica requerida.

Cuando la ubicación en proyecto de la junta aislante es en curva, deberá rolarse al elemento metálico previamente, no importa cual sea su radio, asegurando de esta manera la regularidad de la curvatura.

JUNTAS MECANICAS:

Las juntas mecánicas solo se utilizan en riel y pista, siendo el procedimiento semejante al anterior, pero sin los elementos aislantes.

APARATOS DE DILATACION:

Para líneas superficiales, elevadas y transiciones.

Todo lo anteriormente mencionado puede llevarse a cabo, porque ya se en túnel o cajón, la temperatura se mantiene estable con variaciones pequeñas que no deforman los elementos.

En este tipo de vías, la estructura de éstas se ve afectada fundamentalmente por la temperatura; los tres elementos empleados (riel, pista y barra guía) sufren las inclemencias del tiempo y reaccionan físicamente a ellas, mediante alargamientos y encogimientos.

Este tipo de movimientos se absorben mediante las juntas o aparatos de dilatación, cuya separación entre ellas son marcadas en proyecto.

Ya sea para riel, pista o barra guía, estos aparatos deberán instalarse una vez que ha sido formada la vía completa, para lo cual deberán colocarse provisionalmente los tramos que los sustituyan temporalmente.

Para el riel, se retirarán los tramos provisionales, aflojando los tirafondos que sujetan a los semitramos y colocándolos sobre rodillos a un lado de la vía. Deberán estar así cuando menos durante 24 Hrs., consiguiendo de esta manera que la vía quede liberada de esfuerzos.

Se volverá a colocar en los durmientes, se verificará su alineación, se tomará la temperatura y separación que quede entre los elementos y se apretará nuevamente del centro hacia los extremos.

Con los datos tomados, se ajustará el aparato de dilatación de acuerdo a unas tablas en donde se indica la forma de hacerlo.

Para colocar los aparatos de dilatación ya no deberán ser aflojados los semitramos, solamente se retirará el tramo provisional, se colocará y fijará en su lugar el aparato de dilatación y se procederá a apretar los tirafondos del tramo de 9 m. que ocupan.

Se buscará siempre efectuar simultáneamente el cambio de aparatos para las dos filas del elemento. Y en forma alternada en el sentido en que corre el tren. El corte en " V " del aparato marcará este sentido.

Para la pista, - con la intención de que las aberturas de los aparatos de dilatación de esta y del riel sean lo más uniformes posibles - se instalarán con la abertura promedio que presenten en el momento de la instalación los aparatos del riel que fueron instalados con anterioridad, cuidando mucho de solo aflojar los tirafondos para retirar el tramo provisional y colocar el definitivo, sin tocar para nada ningún elemento aledaño.

JUNTAS O APARATOS DE DILATACION DE BARRA GUIA:

Deberán haberse dejado entre las barras soldadas los espacios para la colocación posterior de los aparatos de dilatación.

El ajuste de la abertura estará en función de la temperatura promedio de las barras y de los anclajes que correspondan a la junta de dilatación que se va a colocar.

La temperatura deberá tomarse inmediatamente antes de fijar la abertura y realizar las soldaduras. Debido a la contracción que producen estas, se aplicará un factor de corrección al momento de la colocación de los otros aparatos de dilatación, en base a las observaciones del comportamiento que tuvo esta junta.

CUPONES NEUTROS Y CRUCETAS:

En la barra guía, de acuerdo al proyecto habrá elementos que permitirán el seccionamiento de la corriente de tracción.

Puede ser mediante una barra guía curvada de acuerdo a proyecto que sirve de remate de la forma de corriente de fracción, llamado cruceta. O mediante un cupón neutro hecho de varios bloques aislantes, que permiten el seccionamiento de toma de corriente, pero no así la continuidad del elemento.

APARATOS DE VIA:

Para los cambios de una vía a otra, tanto en tramos de operación como en talleres, se utilizan unos desvíos, hechos de piezas moldeadas de fierro, que debido a su enorme peso y tamaño son seccionadas en fabrica y después armados en el sitio definitivo de operación.

Para los vics de la red, se utilizarán los desvíos cuya tangente es 0.13 cuando por condiciones de proyecto se requiere que haya desvío en ambos sentidos, se montan las llamadas comunicaciones, que vienen a ser dos desvíos tangente 0.13, uno en un sentido y otro en el contrario.

Los desvíos utilizados en talleres, con los que se forman los peines que permiten la utilización de muchas vías son tangente 0.20.

Para la fijación de estos aparatos en vía sobre balasto, siempre se utilizan durmientes de madera, ya que estos forman parte del KIT del aparato, pues cada uno es diferente a los demás y deberá colocarse en un lugar en especial.

Para los durmientes de aislador, en donde el proyecto marca que son perpendiculares a la barra guía, el aislador será fijado por el sistema normal, pero cuando las cabezas de los durmientes no son perpendiculares

a la barra guía se asegurara la fijación de los aisladores sobre un zócalo plano. Este tipo de zócalo se fijara cuando se arme la barra guía del aparato.

En vía sobre concreto, se requiere dejar en la losa las diferencias de nivel inferior que tienen las piezas moldeadas del aparato y su fijación será mediante unas calzas especiales para cada punto de amarre.

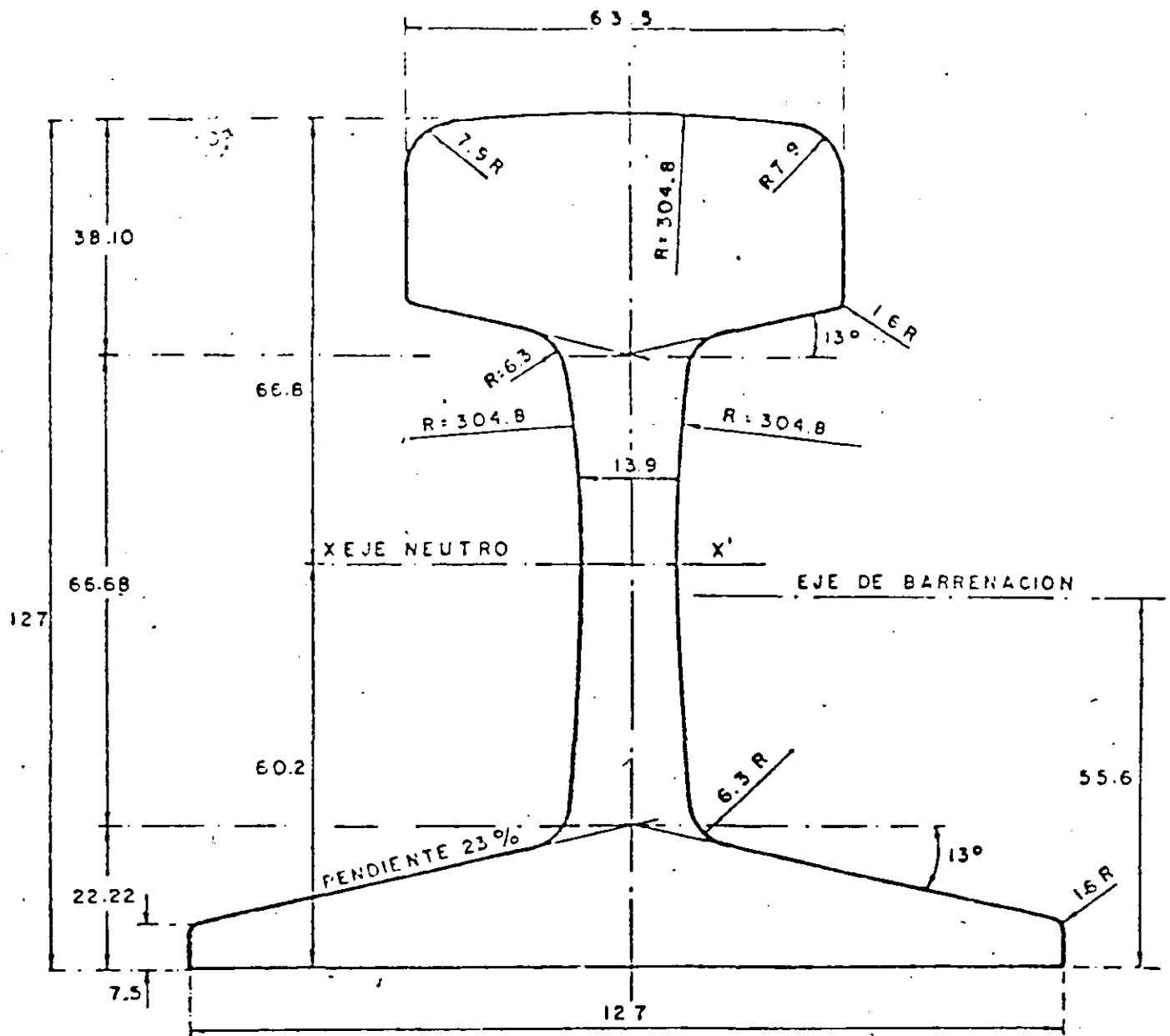
En ambos casos, una vez colocados los durmientes o las calzas, deberá armarse el aparato de acuerdo a los planos de instalación que marcarán la posición exacta de este.

Cuando se colocan en intemperie, se requiere dejar a ambos lados, sobre la zona de transición, aparatos de dilatación en los 3 elementos (riel, pista y barra) a una distancia que puede ir entre los 6 y 26 m.

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE
ESTRUCTURAS DE ACERO

ANEXOS GRAFICOS

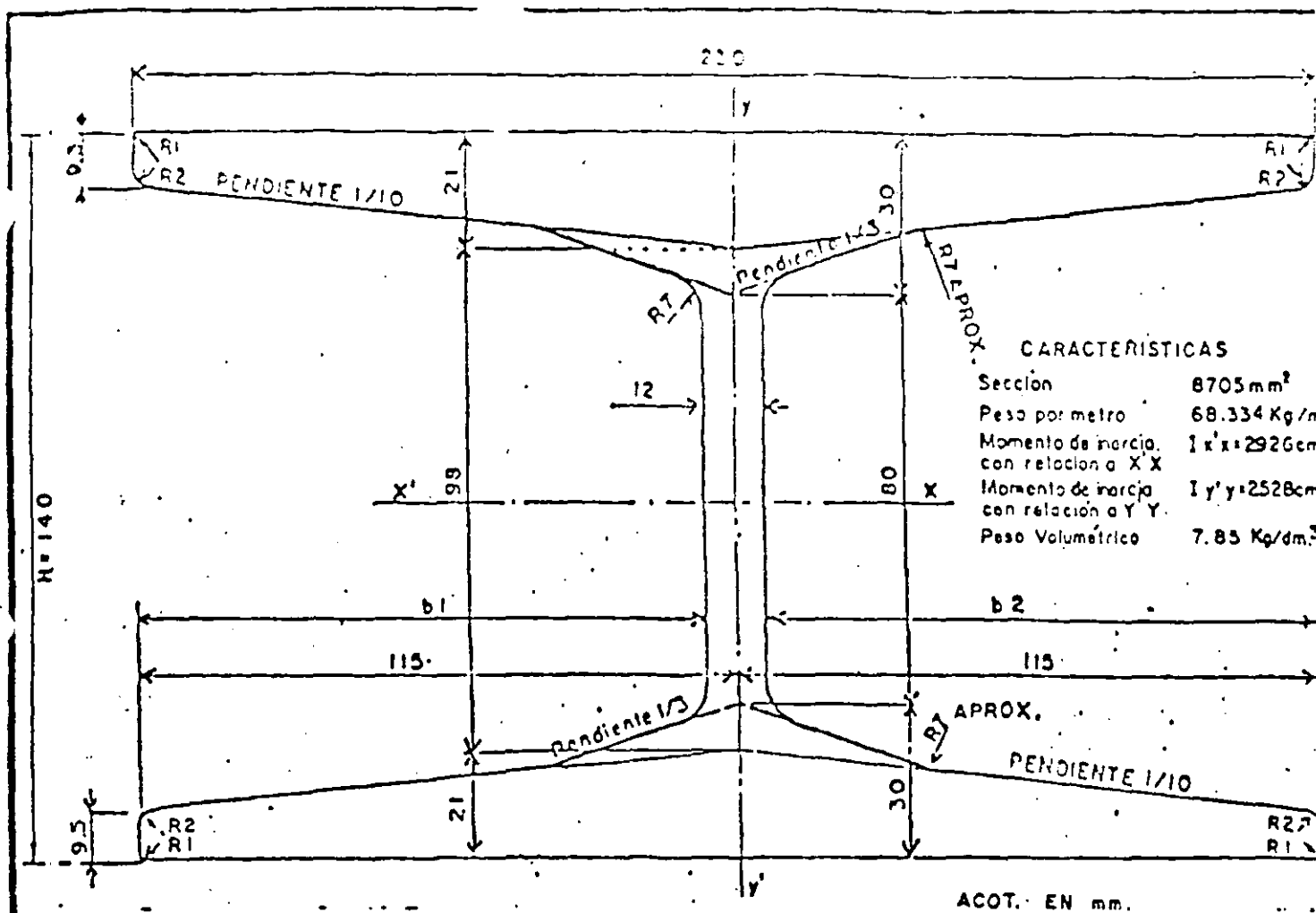
PERFILES METALICOS



PERFIL DEL RIEL 80 ASCE

ACOT. EN mm

RIEL DE 80 ASCE
 SECCION: 5071 mm²
 PESO: 39.807 Kg/m
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO
 AL EJE X.X': 1098.9 cm⁴
 DENSIDAD: 7.85



CARACTERISTICAS

Sección	8705 mm ²
Peso por metro	68.334 Kg/m
Momento de inercia con relación a X X	I _{x'x'} = 2926 cm ⁴
Momento de inercia con relación a Y Y	I _{y'y'} = 2528 cm ⁴
Peso Volumétrico	7.85 Kg/dm ³

TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

A). PERFIL.

- Altura, medida en el eje del perfil _____ ± 2 mm
- Ancho de las alas _____ ± 3 mm
- Espesor del alma _____ ± 0.75 mm
- Inclinación de los asientos de planchuelas (Verificado sobre una base de 30 mm. = paralela al asiento de planchuelas teórico). _____ ± 0.80 mm
- Abertura de los asientos de planchuelas (Dimensión comprendido entre las intersecciones de los asientos y controlado en los extremos de los perfiles.) _____ ± 0.50 mm
- Inclinación del alma medida sobre la altura total del perfil. _____ ± 0.80 mm
- Asimetría de las alas respecto al eje vertical. _____

$$\frac{b_1 - b_2}{2} \leq 3 \text{ mm}$$

B) PARALELISMO DE LAS ALAS

- En los extremos del perfil, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas _____ ≤ 2 mm
- A lo largo de la barra, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas _____ ≤ 2.5 mm
- Concordancia transversal del perfil. _____ ≤ 0.8 mm

C). LONGITUD DE LAS BARRAS

- Medido a media altura del perfil hasta 18m. Inclusive _____ ≤ 2 mm

D) ESCUADRADO DE LOS EXTREMOS

- En el sentido vertical _____ ± 1 mm
- En el sentido horizontal _____ ± 2 mm

E) ENDEREZADO

- Flecha en el sentido vertical y horizontal (Medido con una regla de 1.50m Colocada en los extremos. _____ ± 0.8 mm.

FIGURA No. 3

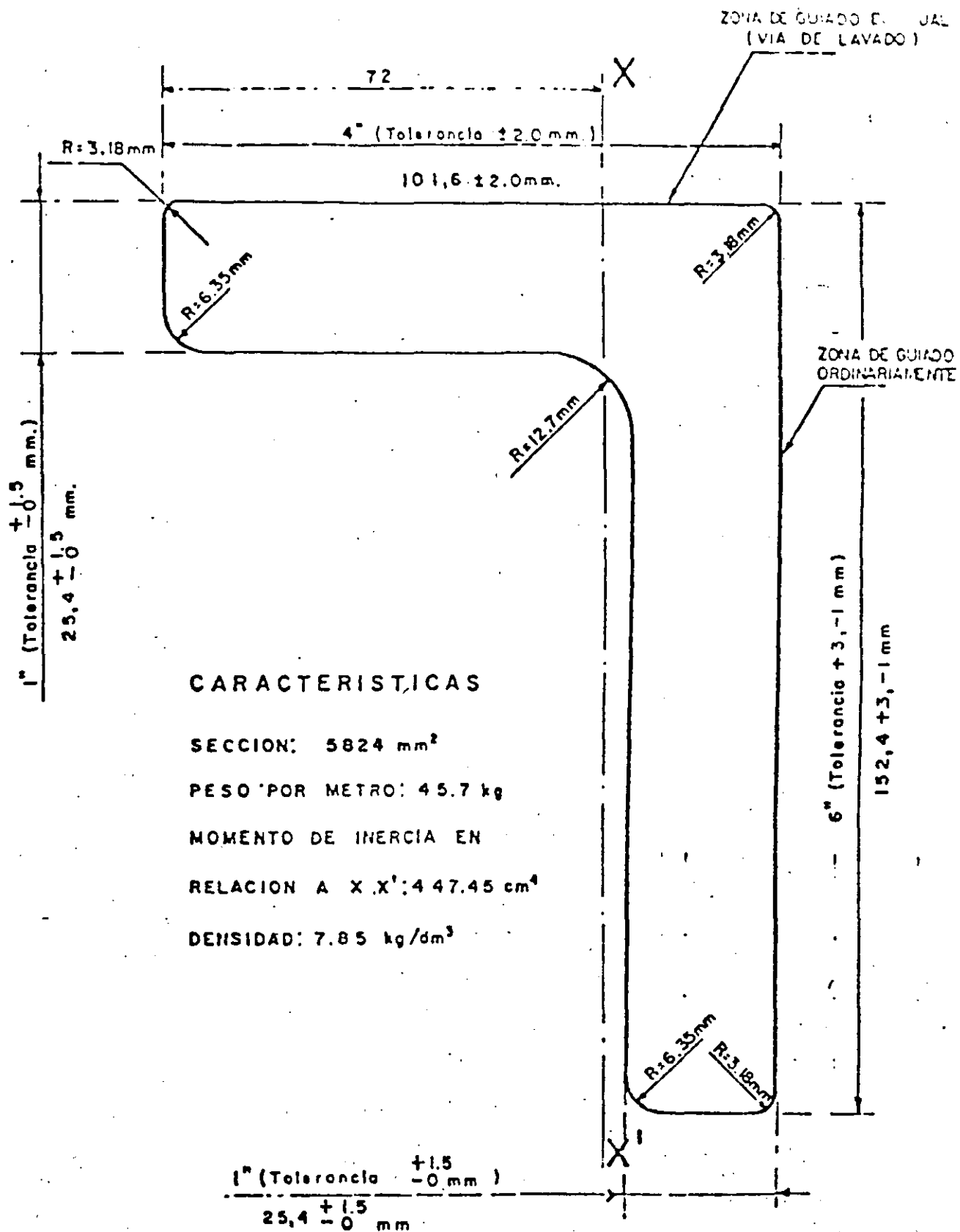


FIGURA No. 4

VIA SOBRE BALASTO,
DURMIENTE DE MADERA

DURMIENTES DE MADERA

METRO DE MEXICO

DURMIENTES ORDINARIOS (O)

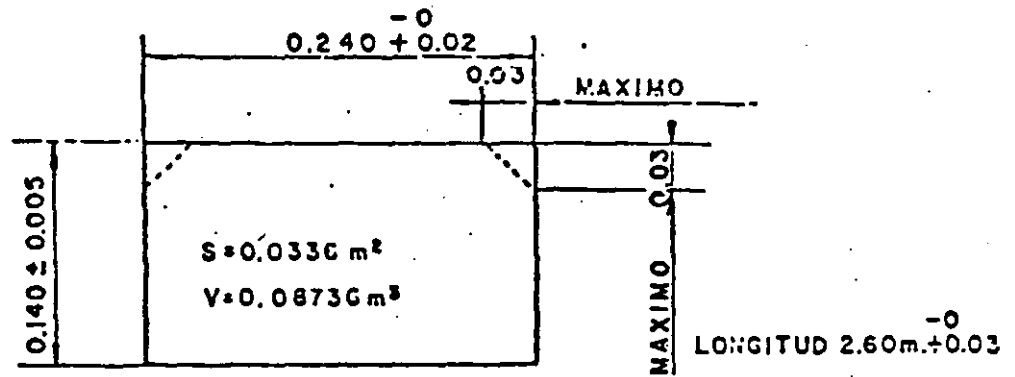


FIGURA 051-BA-1a

DURMIENTE SOPORTE DE AISLADORES (S)

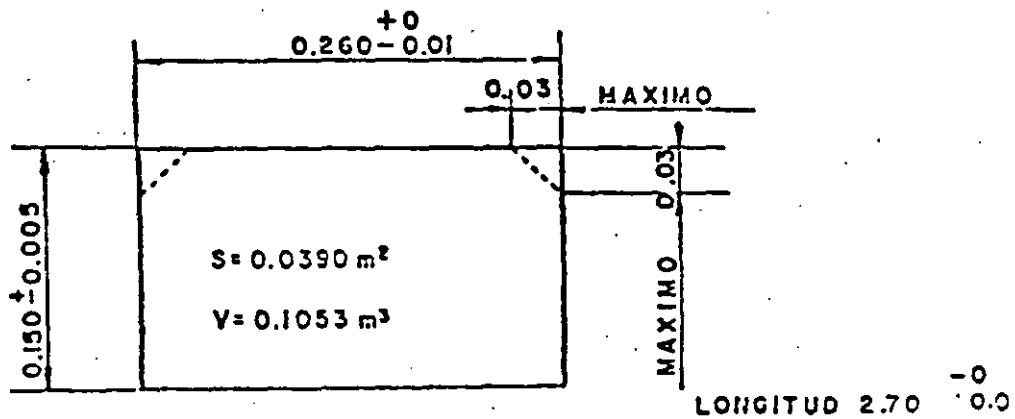
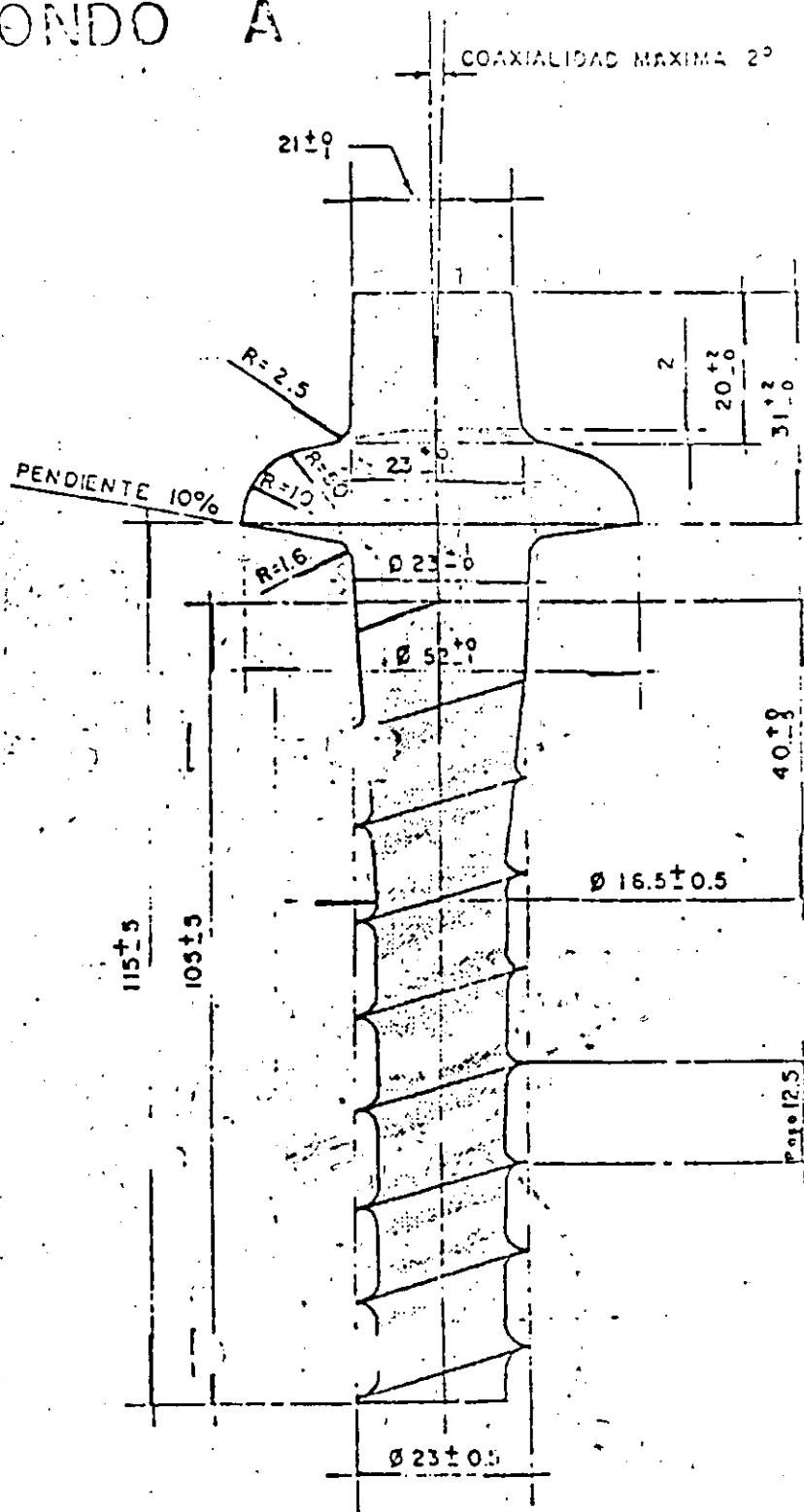
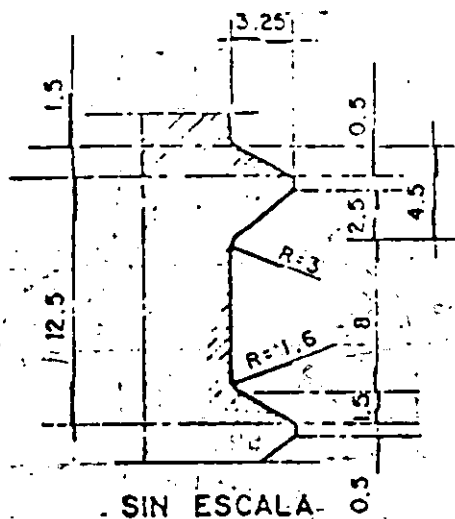


FIGURA No. 1

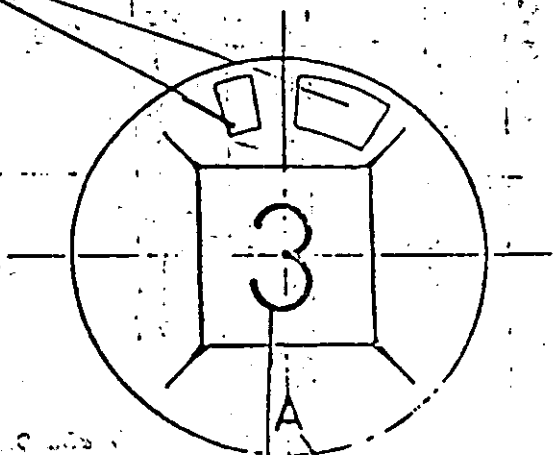
TIRAFONDO A

DETALLE DEL FILETEADO



IDENTIFICACION DEL FABRICANTE
DOS ULTIMAS CIFRAS DEL AÑO
DE FABRICACION

EN RELIEVE
DE 3mm.



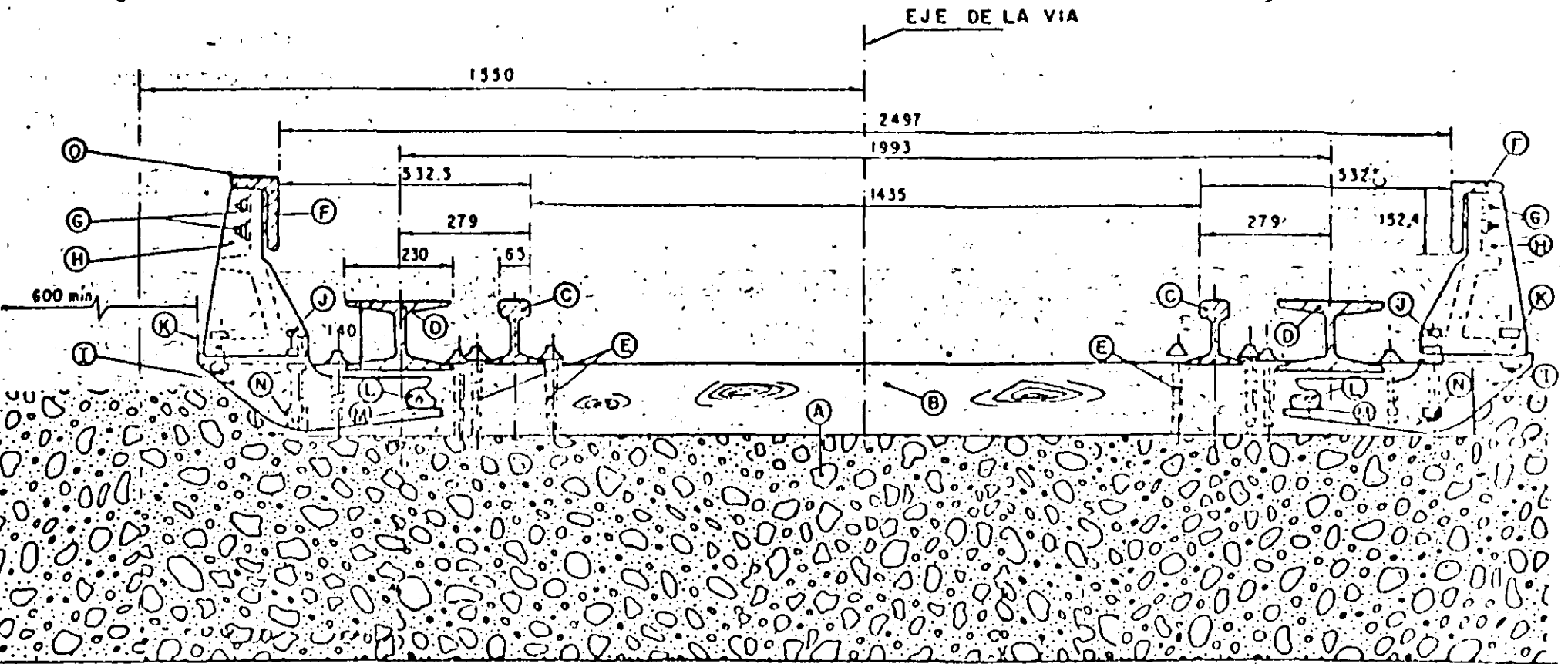
ULTIMA CIFRA DEL (Ø) DIAM.
DEL TIRAFONDO EN RELIEVE
DE 12 mm.

MARCA DEL TIPO
(EN RELIEVE DE 3 mm.)

ESC. 1:1

ESC. 1:1

FIGURA No. 2



ACOT. EN mm

NOMENCLATURA

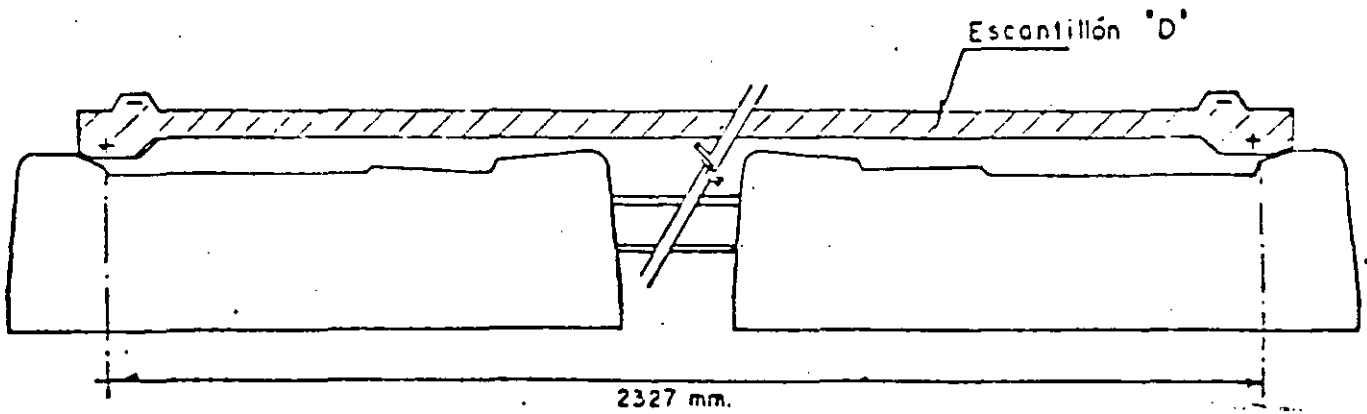
- (A) - BALASTO.
- (B) - DURMIENTE DE MADERA
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD.
- (D) - PISTA METALICA.
- (E) - TIRAFONDO.
- (F) - BARRA GUIA.
- (G) - PERNOS MSON.
- (H) - AISLADOR
- (I) - ZOCLO
- (J) y (K) - TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR.
- (L) - PERNO PARA FIJACION DE CANDADOS
- (M) - CANDADO PARA FIJACION DE ZOCLO.
- (N) - CANDELERO
- (O) - AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE MADERA PARA FIJACION
DE AISLADOR

**VIA SOBRE BALASTO,
DURMIENTE DE CONCRETO**

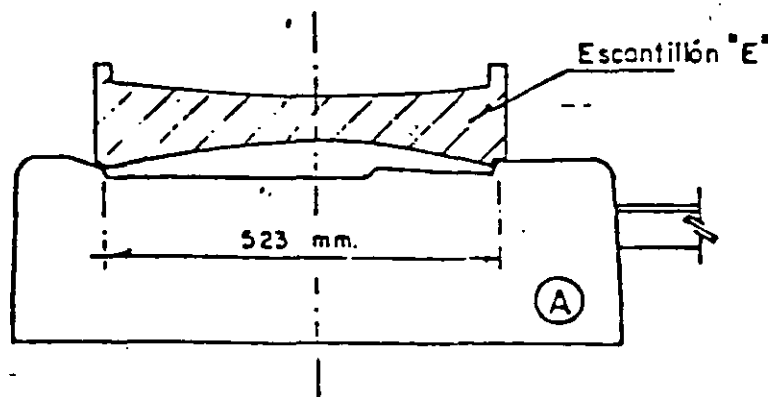
PLANARIDAD DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL Y DE LA PISTA

Se comprobará con una regleta de 300 cm de largo y de un ancho preciso; la desviación de las superficies de apoyo con respecto al filo de la regleta no deberá exceder de 1 mm.



DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTERIORES DEL DURMIENTE "O"

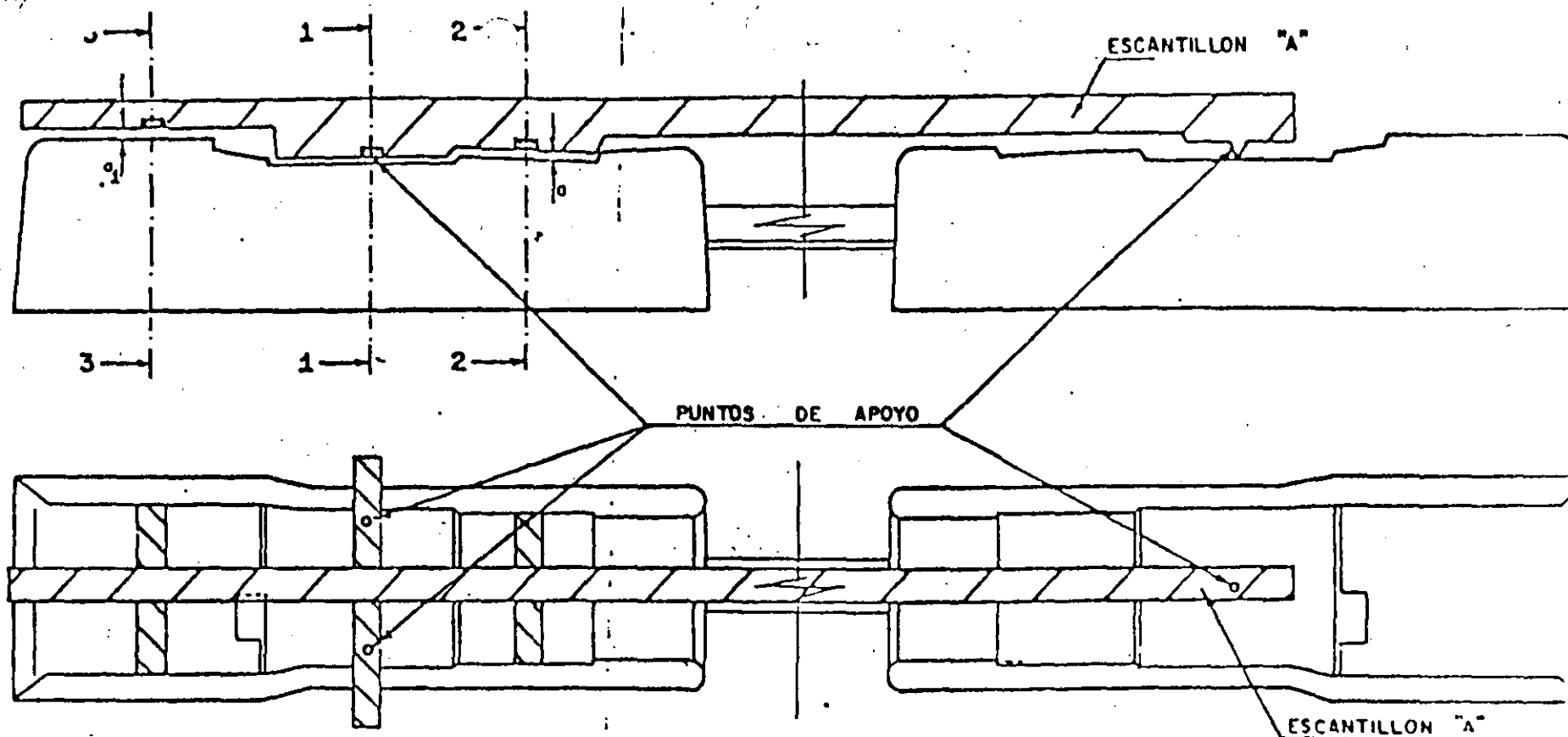
Esta distancia se comprobará con el escantillón "D" y se indicará correcto ó incorrecto
Distancia nominal: 2327mm Tolerancia ± 4 mm,



DISTANCIA ENTRE LOS DOS TOPES DE UN MISMO BLOQUE

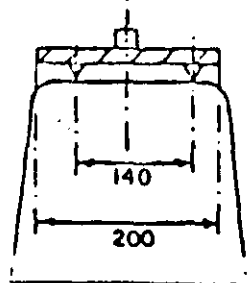
Esta distancia se comprobará con el escantillón "E" y se indicará correcto ó incorrecto
Distancia nominal: 523mm Tolerancia ± 3 mm
Se realizará la misma verificación con el bloque "B"

FIGURA No. 2

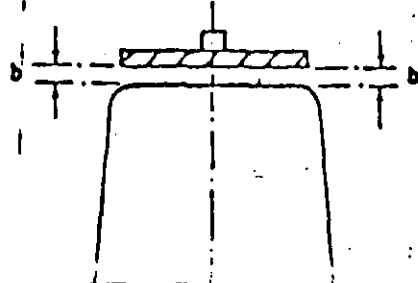


TOLERANCIAS GEOMETRICAS EN LOS DURMIENTES DE CONCRETO "S"

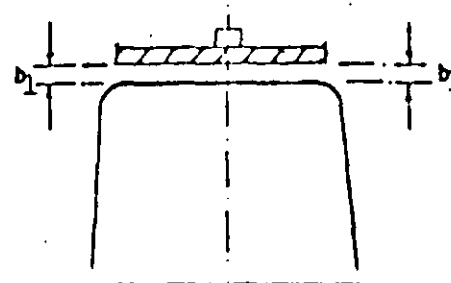
CORRESPONDENCIA DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL, PISTA Y AISLADOR



CORTE 1-1



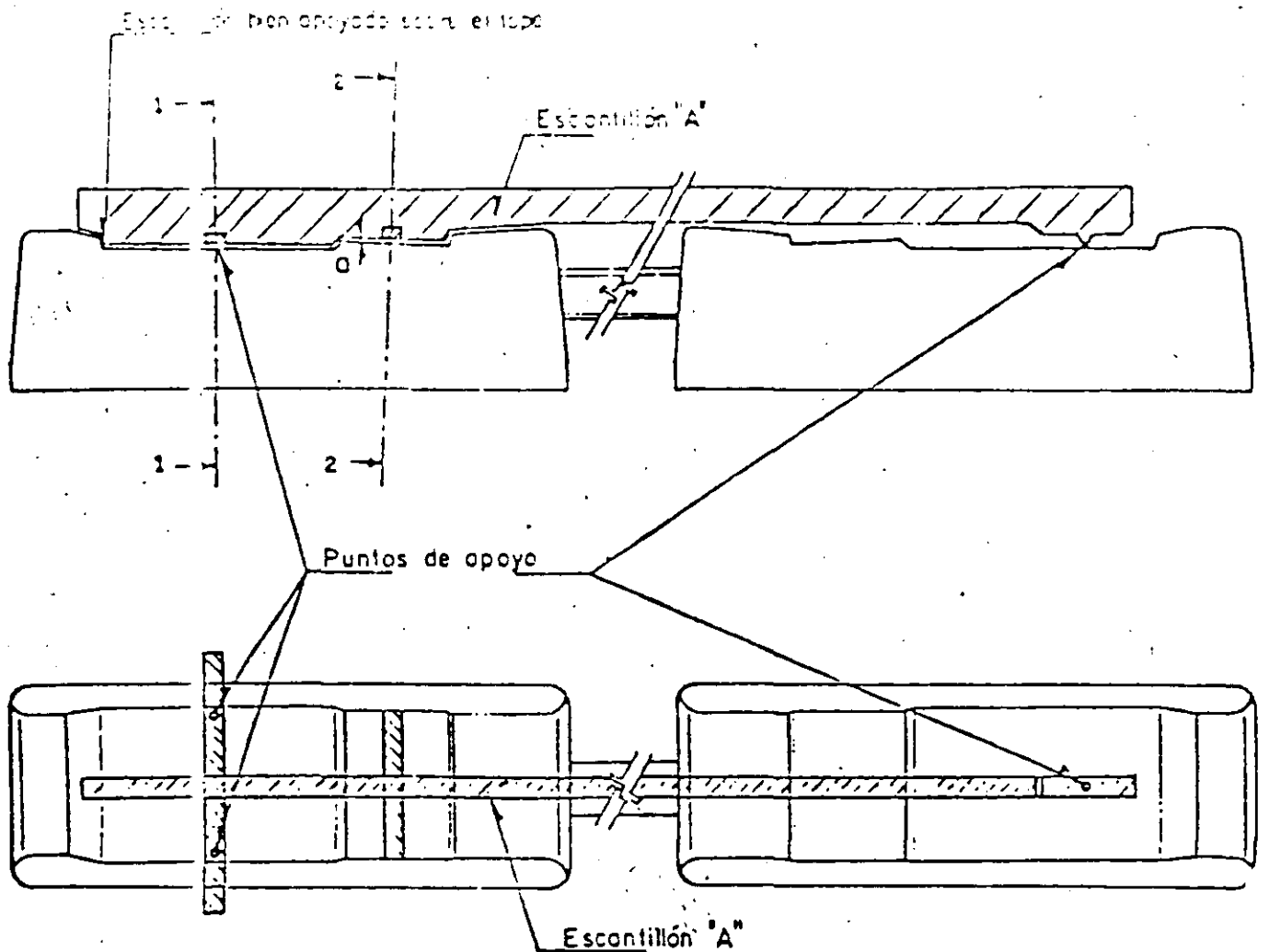
CORTE 2-2



CORTE 3-3

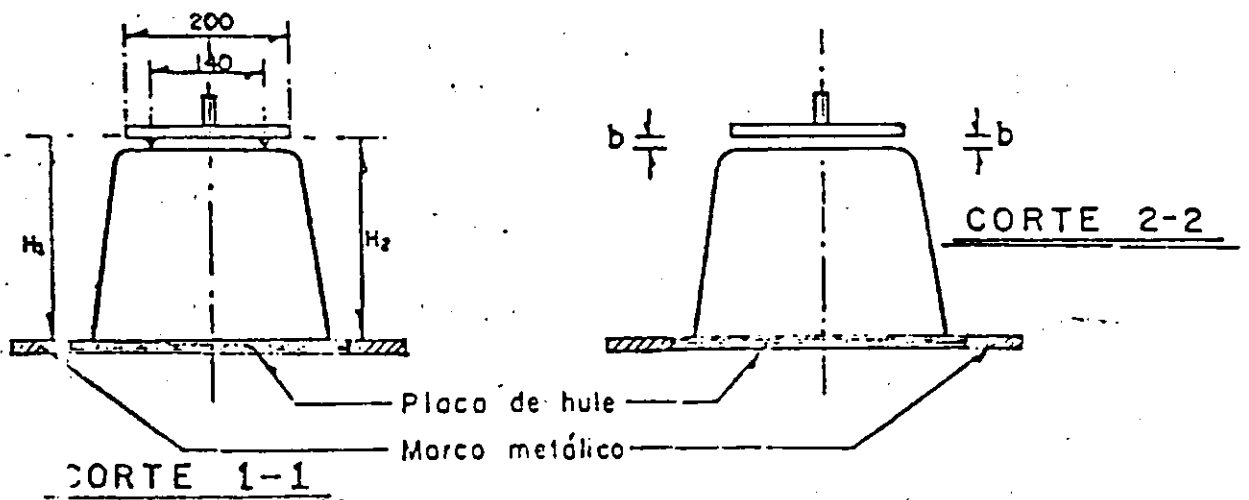
CORRESPONDENCIA DE LAS SUPERFICIES DE APOYO : $o = 3 \text{ mm. } \pm 1$
ALABEO DE LAS SUPERFICIES DE APOYO ENTRE SI : $b = 5 \text{ mm. } \pm 2$

FIGURA No. 3



TOLERANCIAS GEOMETRICAS EN LOS DURMIENTES DE CONCRETO "O"

1.1.— Correspondencia de las superficies de apoyo del riel y de la pista
Utilización del escantillón "A" (Ver croquis anterior)



- Correspondencia de las superficies de apoyo:
- Abalorio de las superficies de apoyo entre sí:
- Tolerancia en las alturas H_1 y H_2 : $(+8, -2)$ mm
- Medida de la cota 1 = $5 \text{ mm} \pm 3$
- Medida de la cota 2 = $5 \text{ mm} \pm 3$
- Diferencia $(H_1 - H_2)$: $\pm 5 \text{ mm}$

FIGURA No. 1

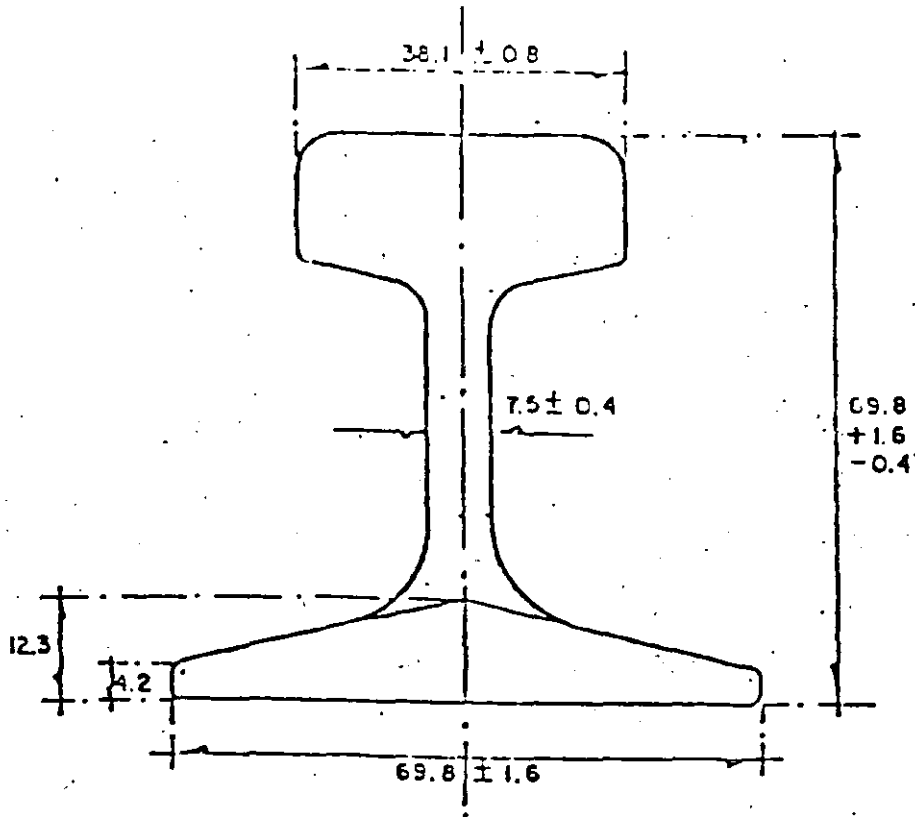
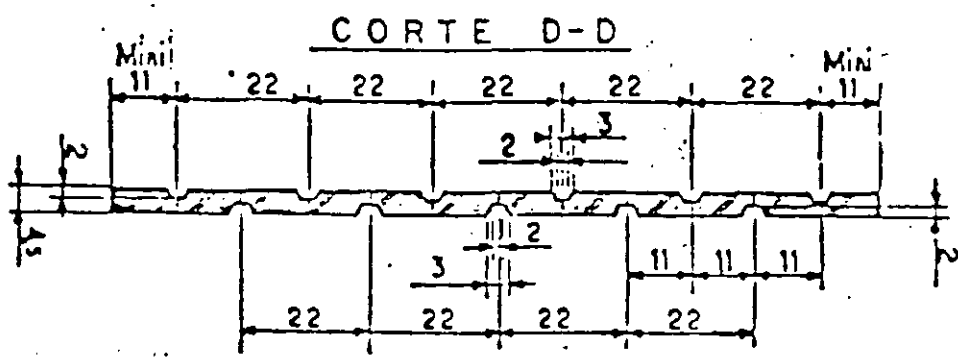
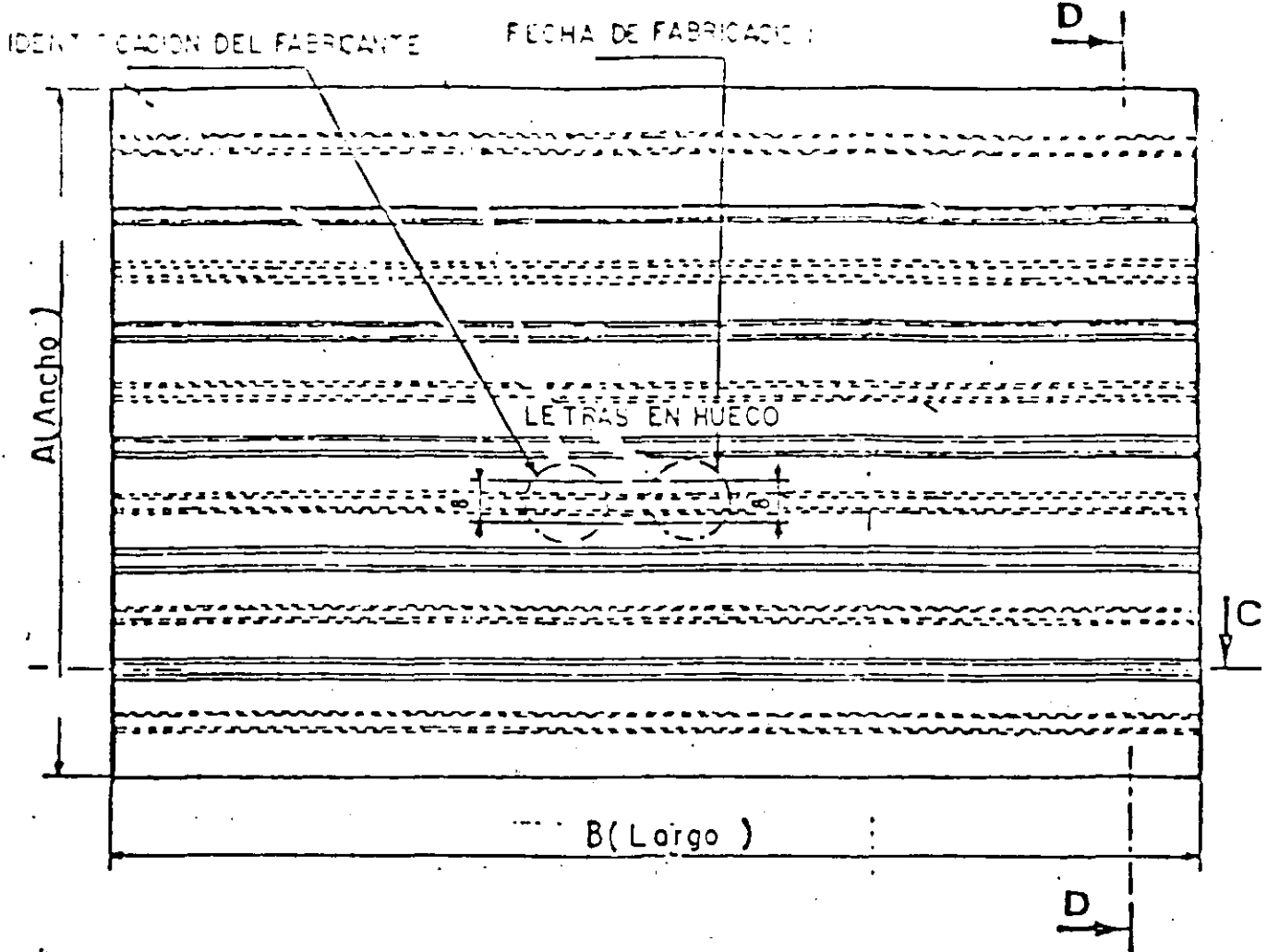


FIGURA 051-BB-1
RIEL 25 LB/YD ASCE
12.4 kg/m

NOTAS:

- El peso por metro lineal no deberá variar más de 1% del nominal de 12.40 kg/m.
- Una regla recta de 1500 mm de largo colocada sobre cada pieza de 2400 mm de largo no deberá acusar una flecha mayor de 3 mm, para los durmientes tipo "O".
- Una regla recta de 1500 mm de largo colocada sobre cada pieza de 2750 mm de largo no deberá acusar una flecha mayor de 3 mm, para los durmientes tipo "S" ó tipo "SO".



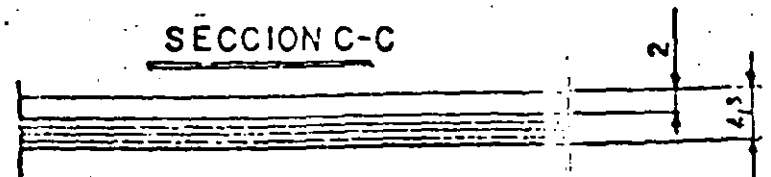
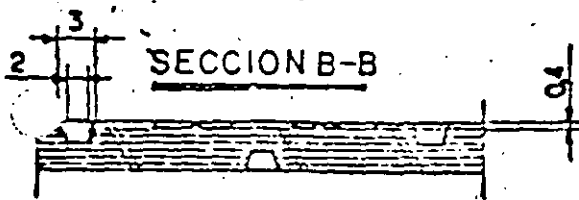
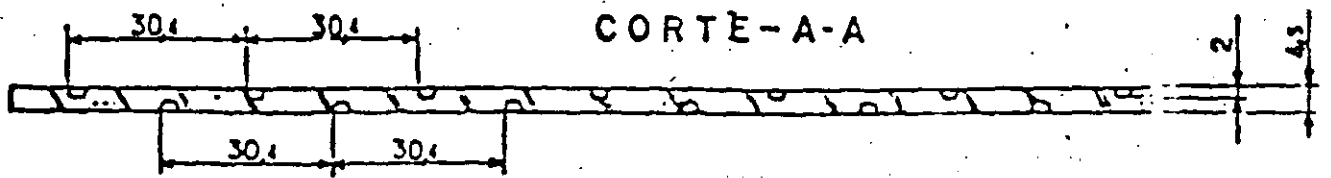
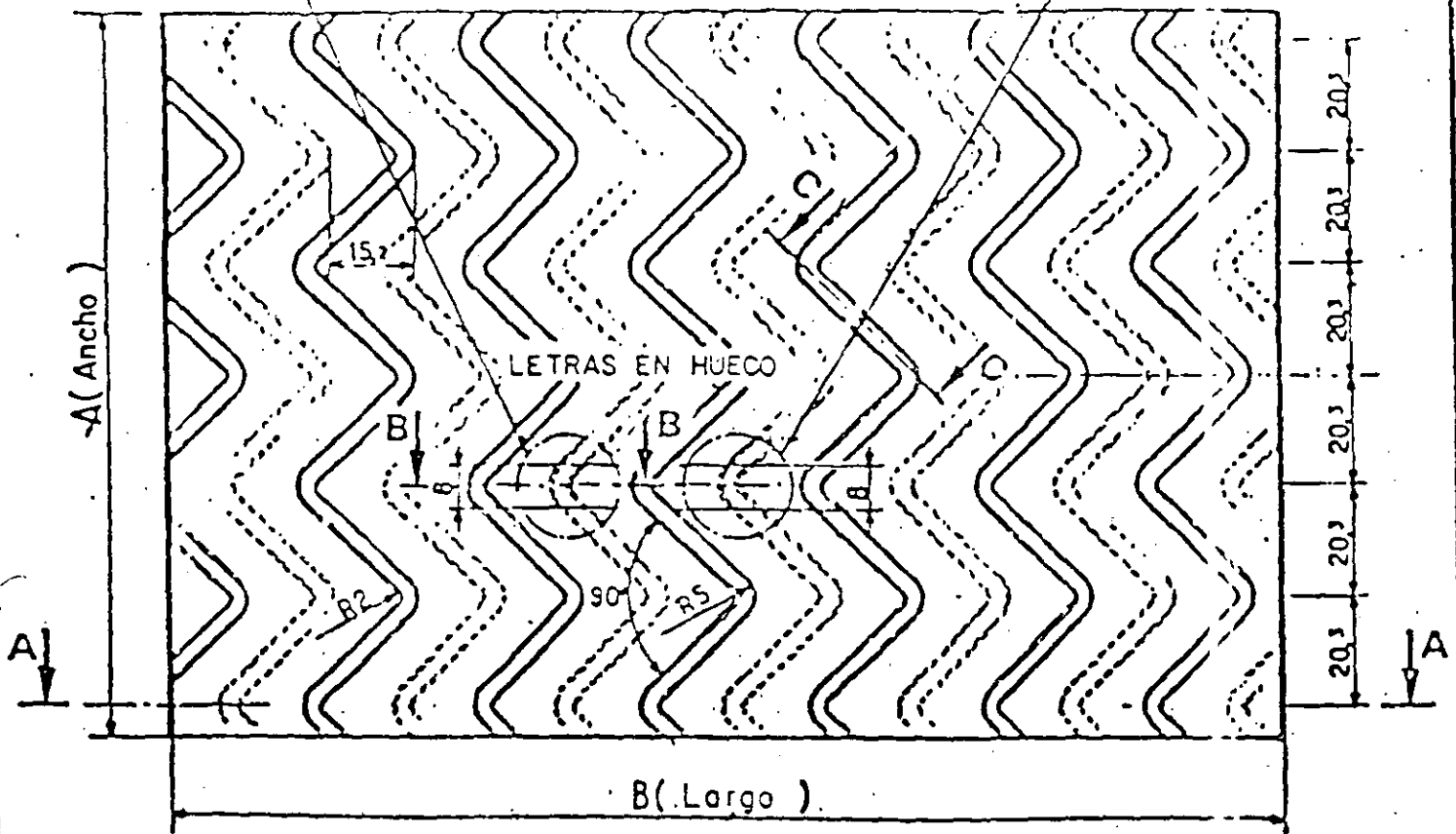
DIMENSIONES NOMINALES		
	A	B
RIEL-80	125	200
PISTA	200	230

ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA DURMIENTE DE CONCRETO (CANALADURAS LONGITUDINALES)

FIGURA No. 5

MARCAS EN HUECO DE CARACTER DE
6 mm. DE ALTO.
IDENTIFICACION DEL FABRICANTE

FECHA DE FABRICACION



DIMENSIONES NOMINALES	
	A B
RIEL-80	125 X 200
PISTA	200 X 230

ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA DURMIENTE
DE CONCRETO (TIPO CHEVRONS)

(FIGURA No. 6)

COTA	DIMENSION (mm)	TOLERANCIA (mm)
A	160	+4.3, -6.8
B	53	± 1.3
C	7	+1, -0.5
D	100	+2, -5
E	8	+3, -0
F	20	+5, -1
G	10	± 0.1
H	4.5	± 0.2
I	40	± 5
J	18	+0.5, -0
K	19	± 0.5
L	14	+0.3, -0.5

PARA LA CUERDA M-18 DEL PERNO

Ø MAYOR	máximo 17.96, mínimo 17.62
Ø MENOR	máximo 14.89, mínimo 14.54

PARA LA CUERDA M-18 DE LA TUERCA

Ø MAYOR	18 mínimo	
Ø MENOR	máximo 15.74, mínimo 15.29	
ALTURA	19	± 0.8
DISTANCIA + CARAS	38	+0, -1

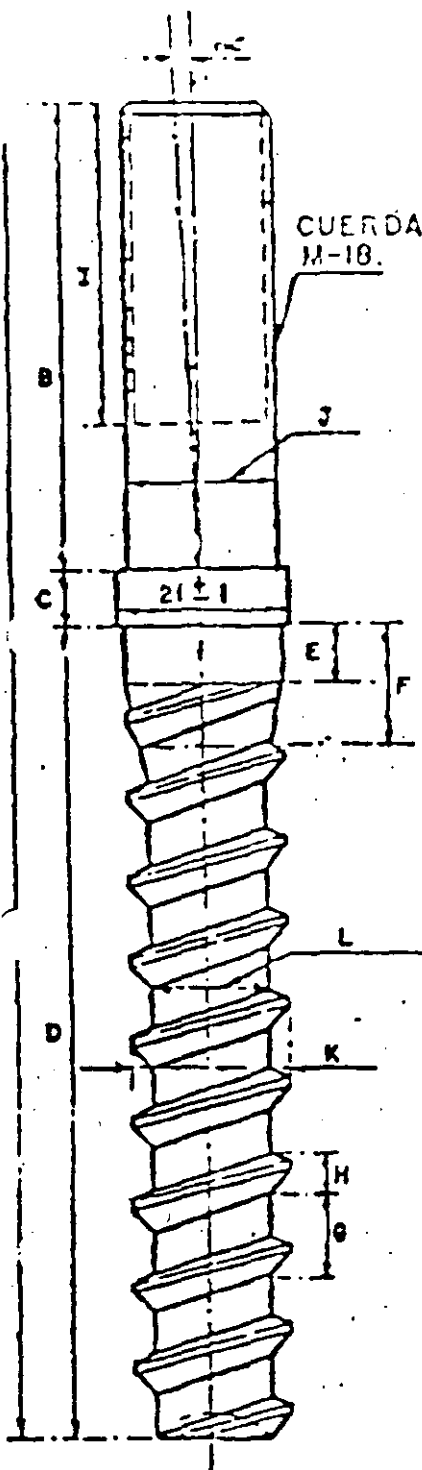
∞	≤ 1°
---	------

PERNO TIRAFONDO

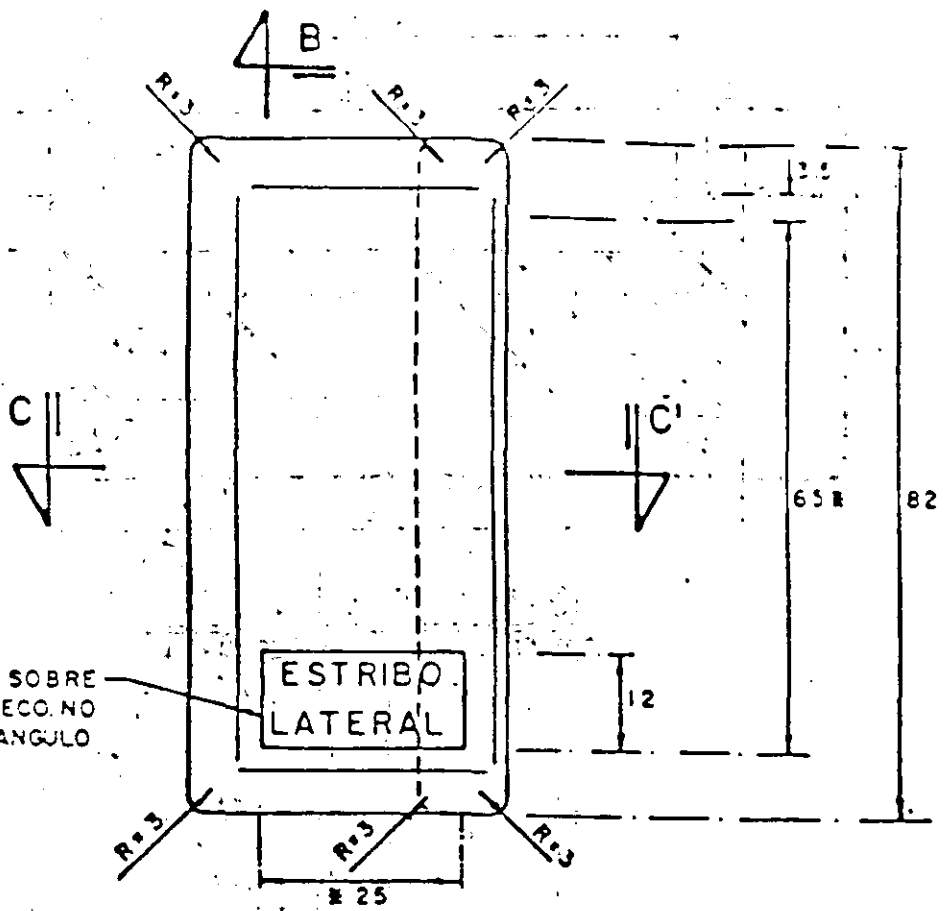
ESCALA 1:1

ACOT. EN mm.

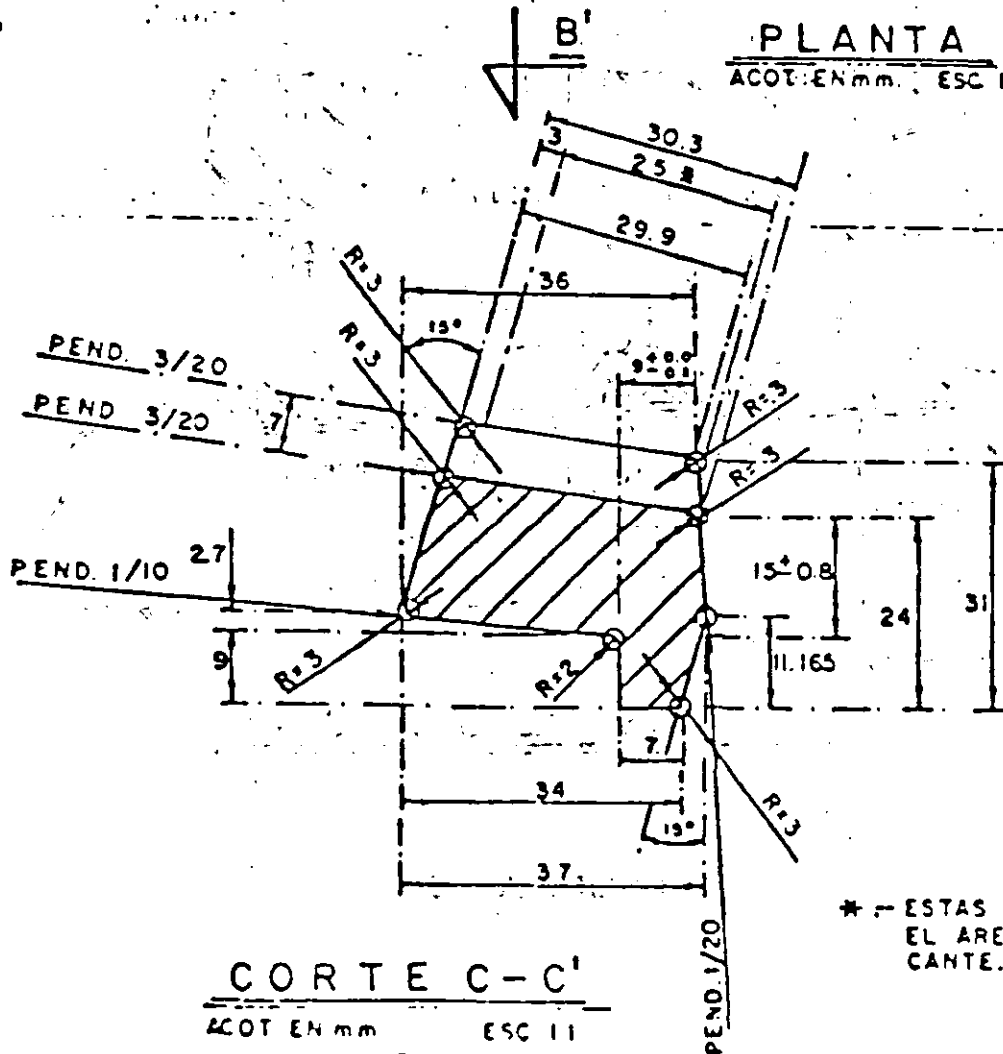
(FIGURA No. 7)



LETRAS EN RELEVE SOBRE RECTANGULO EN HUECO. NO SALIENTE DEL RECTANGULO DE 65x25

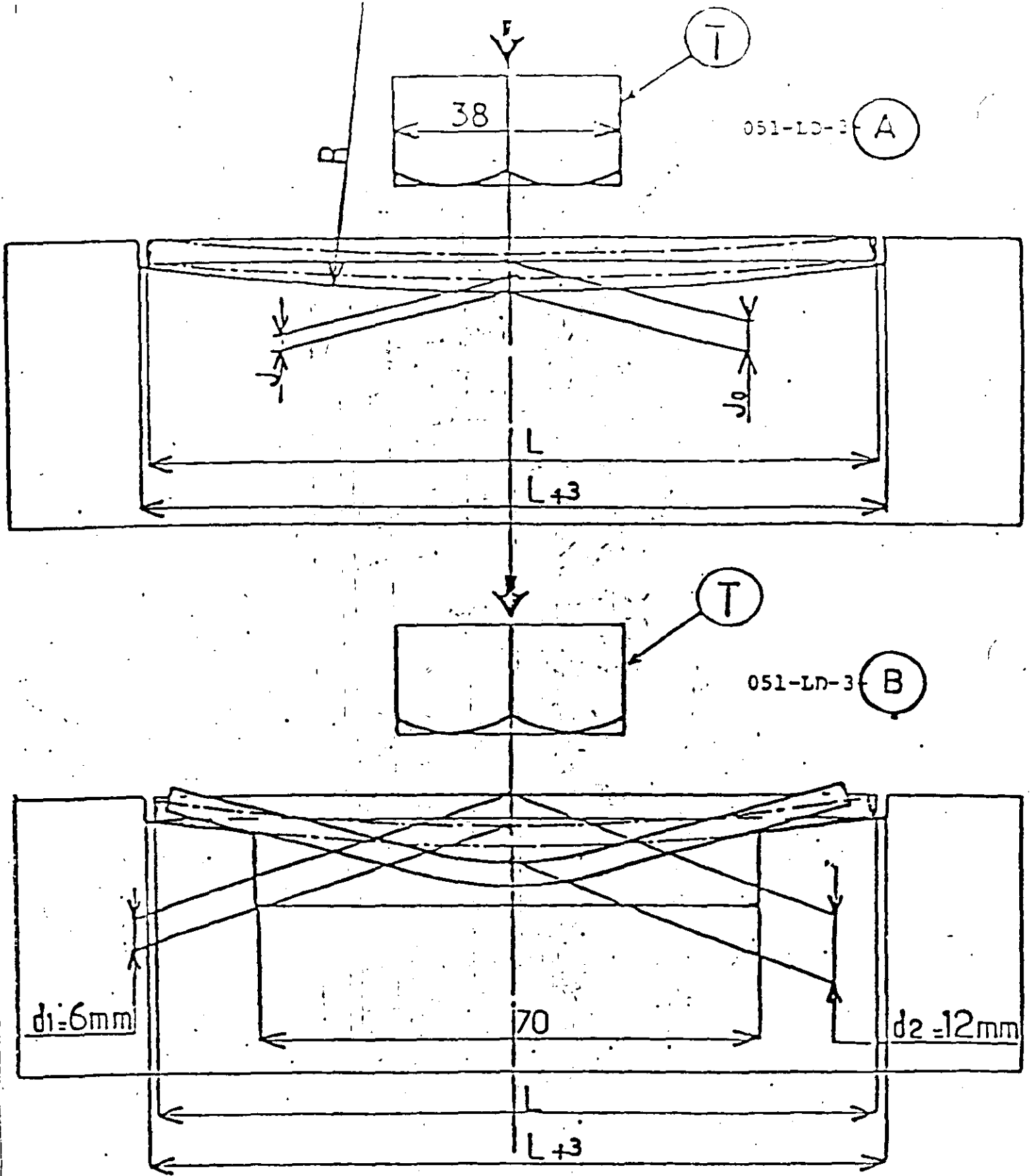


PLANTA
ACOT EN mm. ESC 1:1



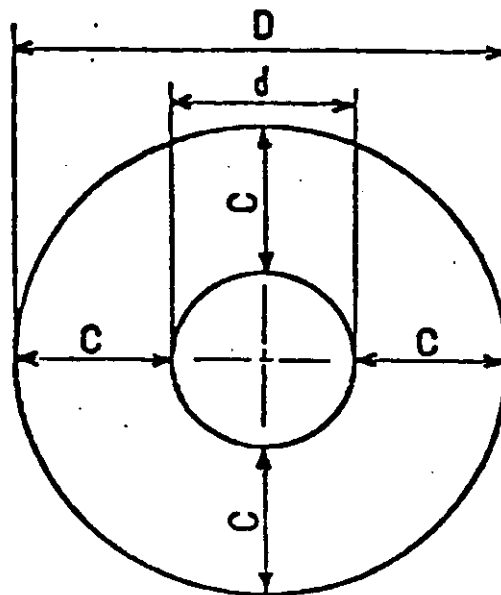
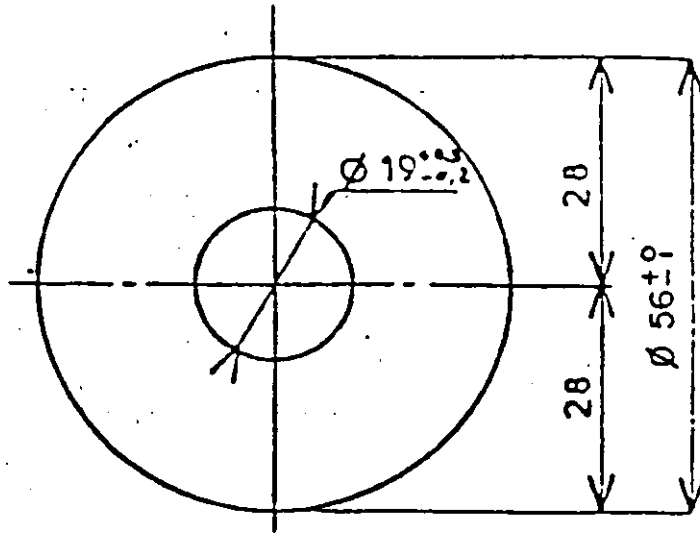
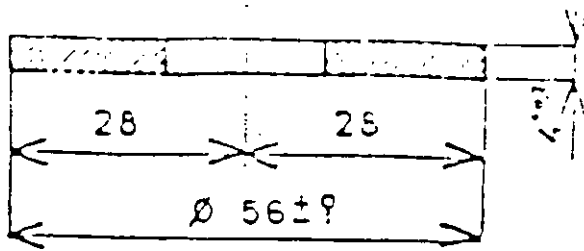
* - ESTAS COTAS DEFINEN UNICAMENTE EL AREA PARA DATOS DEL FABRICANTE.

CORTE C-C'
ACOT EN mm. ESC 1:1



DESIGNACION DE LA PLACA	R	L	J _o	J ₋	d ₁	d ₂
PLACA AP-GV 60x100x4 mm.	260mm	100mm	4.8mm	3.5mm	6mm	12mm

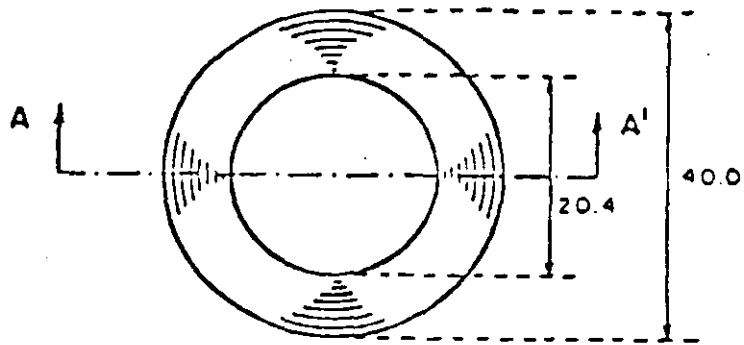
(FIGURA No. 12)



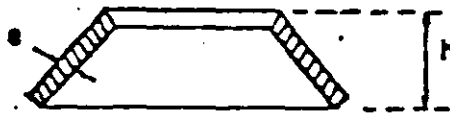
$$C = \frac{D-d}{2} = \dots \pm 0,5$$

VERIFICACION DIMENSIONAL DE LAS ARANDELAS

(FIGURA No. 13)



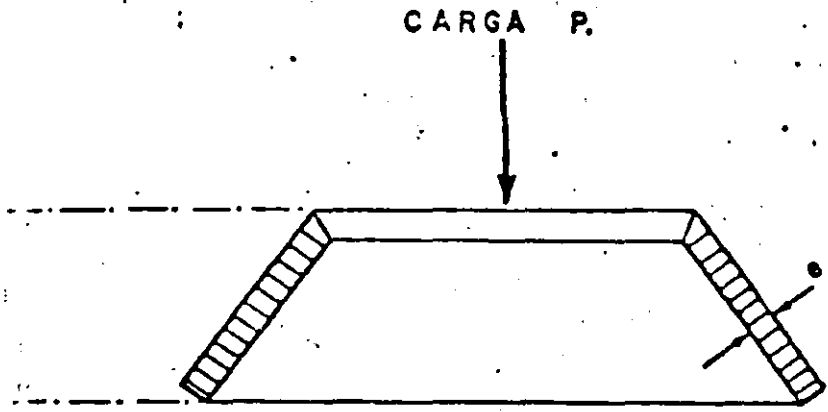
VISTA EN PLANTA



CORTE A - A'

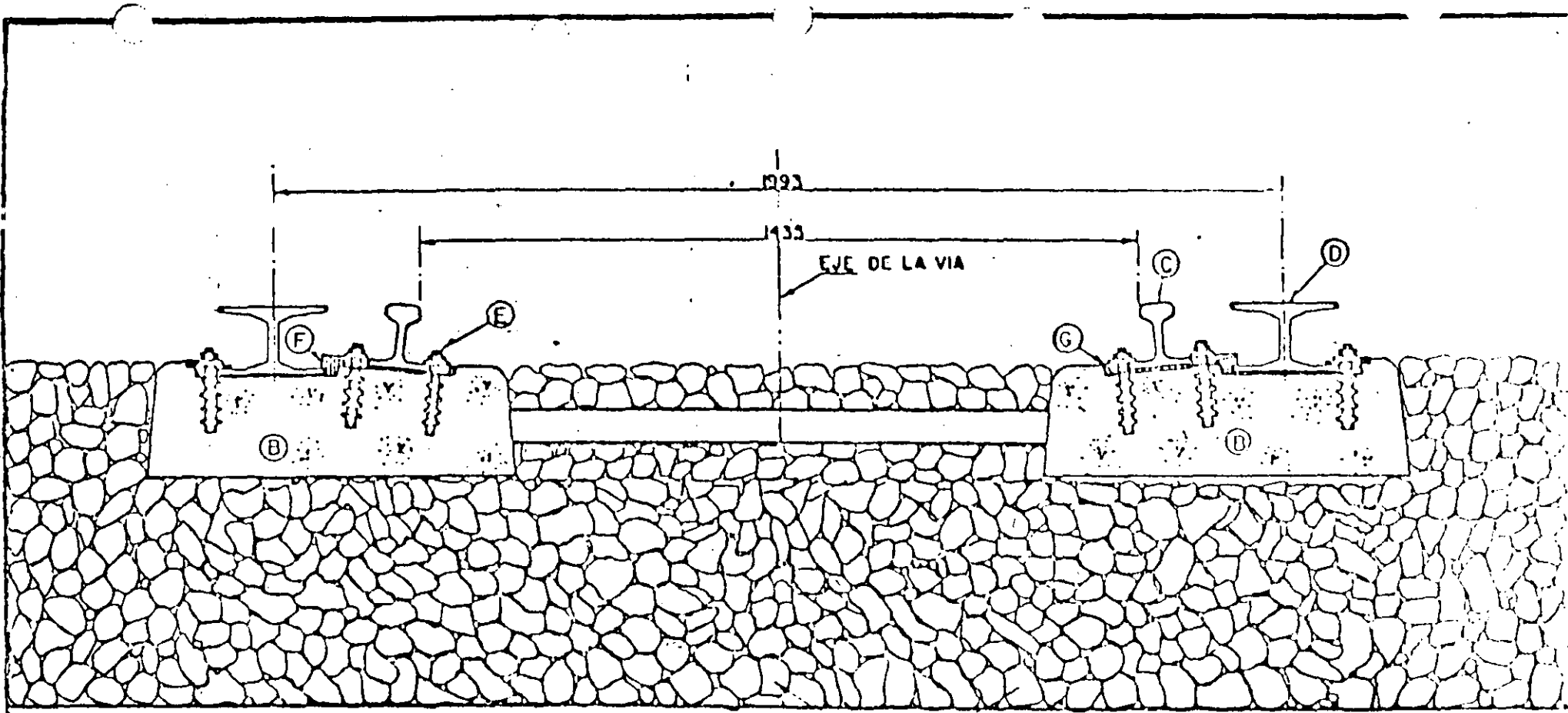
ACOT. EN mm.

(FIGURA No. 14)



P en kg.	h en mm.		e en mm.	
	Canadiense	Nacional	Canadiense	Nacional
0	3.15	3.68	2.25	2.78
700	2.48	3.01	2.25	2.78

(FIGURA No. 15)



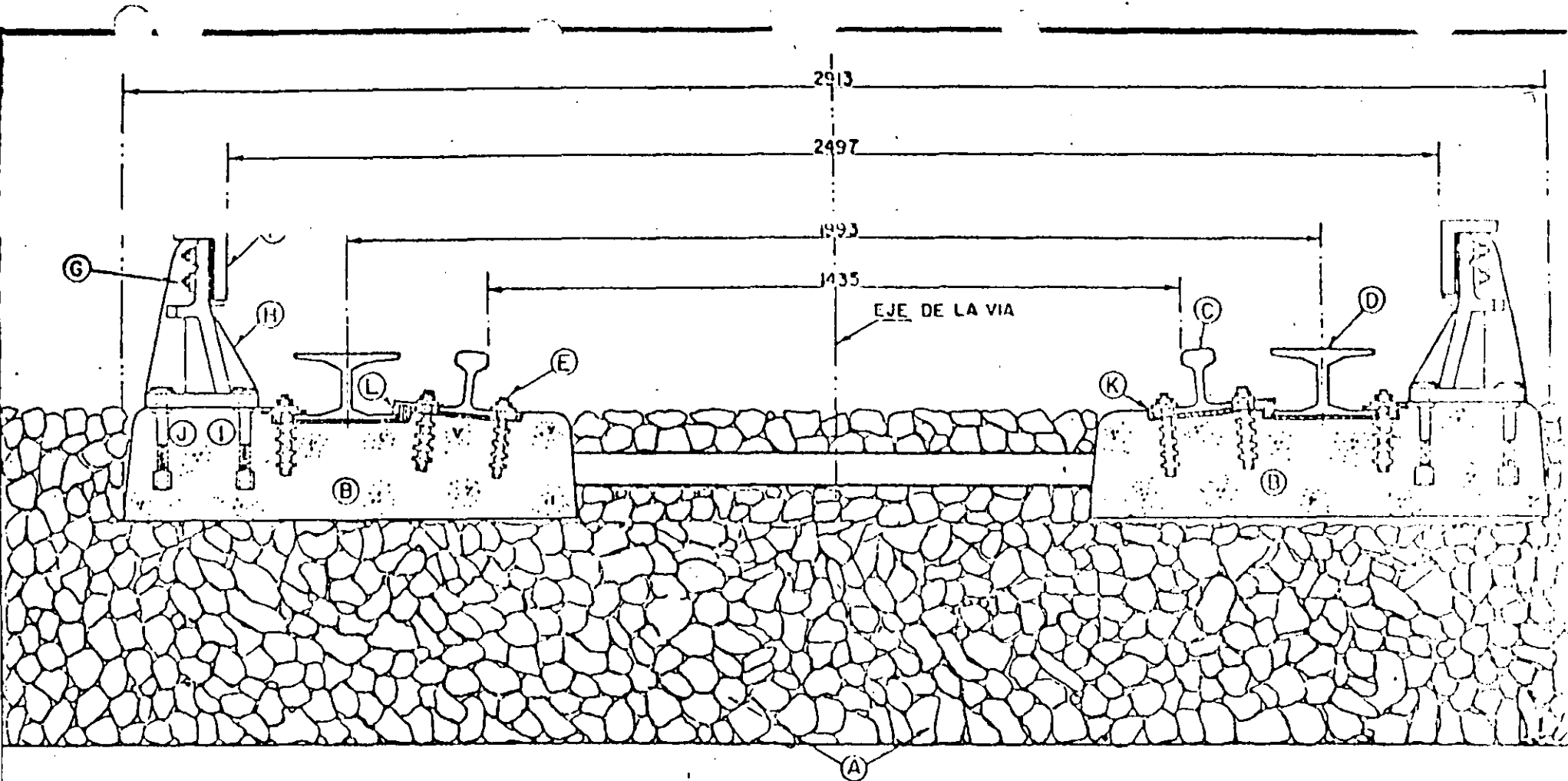
NOMENCLATURA

- (A) - BALASTO
- (B) - DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) - RIEL DE SEGURIDAD
- (D) - PISTA METALICA
- (E) - PERNO TIRAFONDO
- (F) - ESTRIBO LATERAL

(G) - GRAPA DE NYLON

ACOTACIONES EN mm.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"



NOMENCLATURA

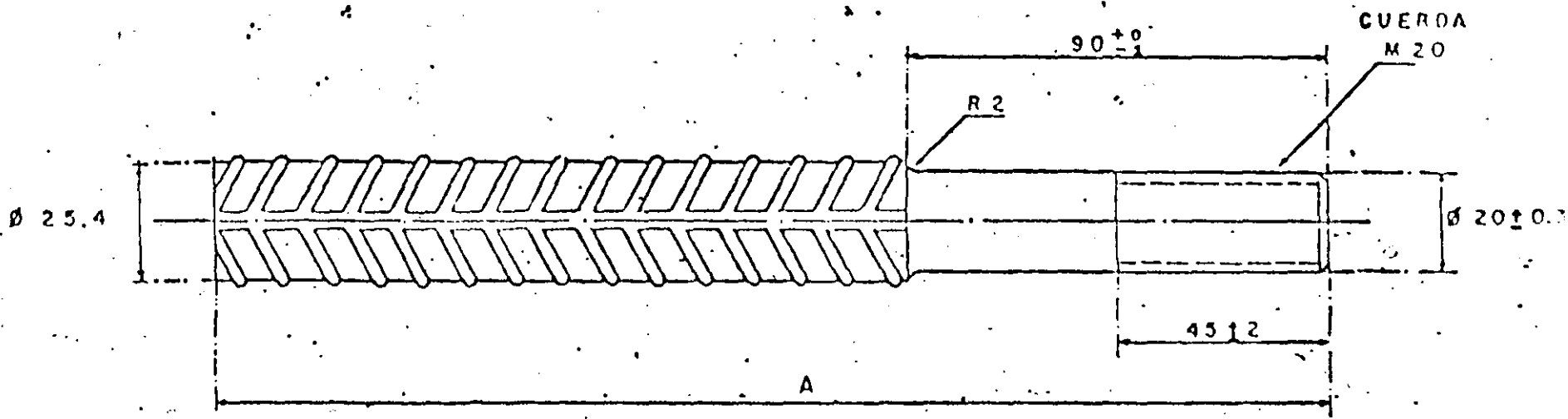
- | | |
|---------------------------------------|--|
| (A) : BALASTO. | (G) - PERNOS NELSON. |
| (B) : DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S". | (H) - AISLADOR. |
| (C) : RIEL DE SEGURIDAD. | (I) y (J) : TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR. |
| (D) : PISTA METALICA. | (K) - GRAPA DE NYLON |
| (E) : PERNO TIRAFONDO. | (L) - ESTRIBO LATERAL |
| (F) : BARRA GUIA. | |

ACOTACIONES EN mm.

CORTE DE LA VIA EN BALASTO CON -
DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"

VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO

CUERDA M 20 { PASO : 2.5
 Ø MAYOR CUERDA: 19.958 max., 19.623 min.
 Ø PASO: 18.334 max., 18.164 min.
 Ø MENOR CUERDA: 16.891 max., 16.541 min.



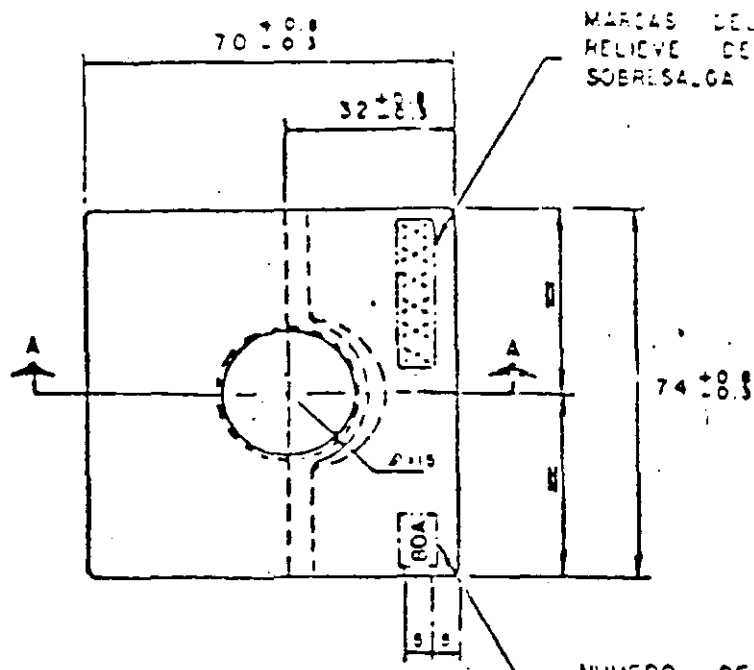
MAQUINADA A PARTIR DE UNA VARILLA DE ACERO CORRUGADO DE 25.4 mm. DE Ø.

ACOTACION EN mm.
 ESCALA: 1 : 1.5

	A
PARA PISTA Y RIEL 80 ASCE. (RP-80)	240 ± 3
PARA PISTA CON RIEL 100 RE. (100-A)	260 ± 3

ANCLA DE FIJACION

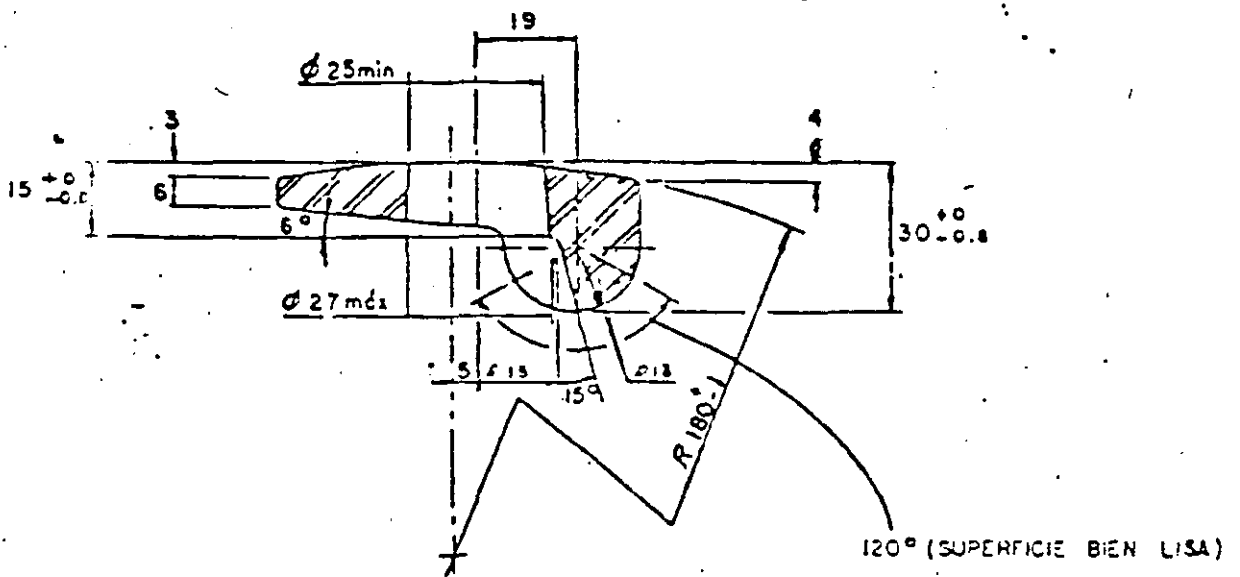
URA No. 2



NOTAS :

- 1.- RADIOS : 2mm. SALVO LOS INDICADOS
- 2.- MATERIAL : ACERO
- 3.- TOLERANCIAS : \pm 0.4 SALVO LAS INDICADAS
- 4.- ANGULOS DE DESMOLDEO 7°

NUMERO DE LA GRAPA EN RELIEVE DE 0.5mm. SIN QUE SOBRESALGA LA SUPERFICIE

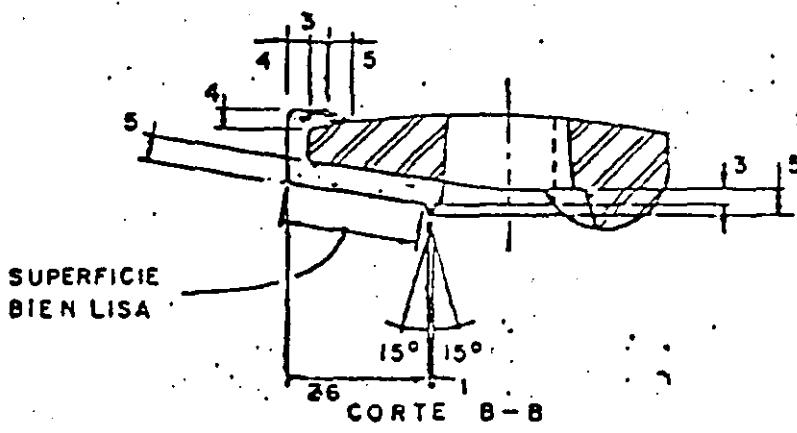
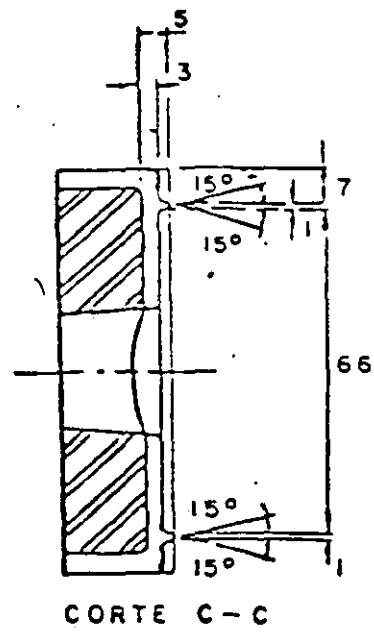
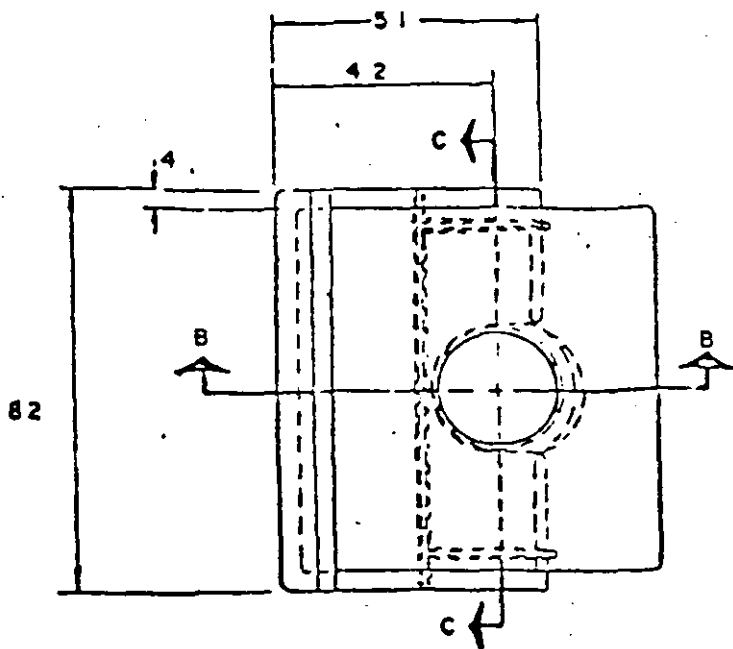


CORTE A-A

(FIGURA No. 3)

ACOT. EN mm.

GRAPA PARA FIJACION



TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO mm.	
COTA mm.	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	± 0.5 %

NOTAS PARA EL RECUBRIMIENTO DE CAUCHO :

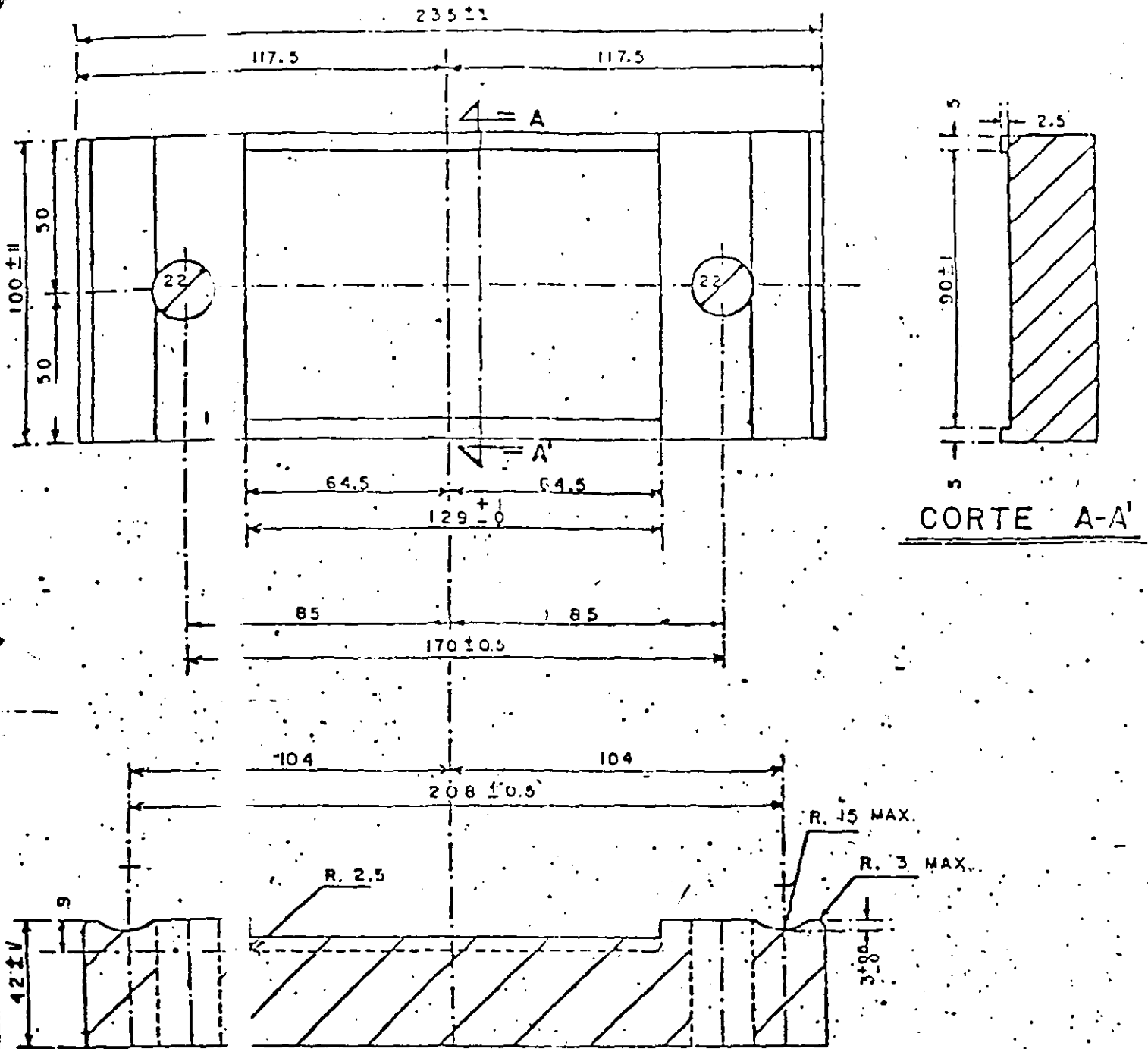
- 1.- RADIOS = 1.5 mm. SALVO LOS INDICADOS
- 2.- MATERIAL = CAUCHO AISLANTE CON DUREZA SHORE 70

ACOT. EN mm.

(FIGURA No. 4)

GRAPA PARA FIJACION

P L A N T A

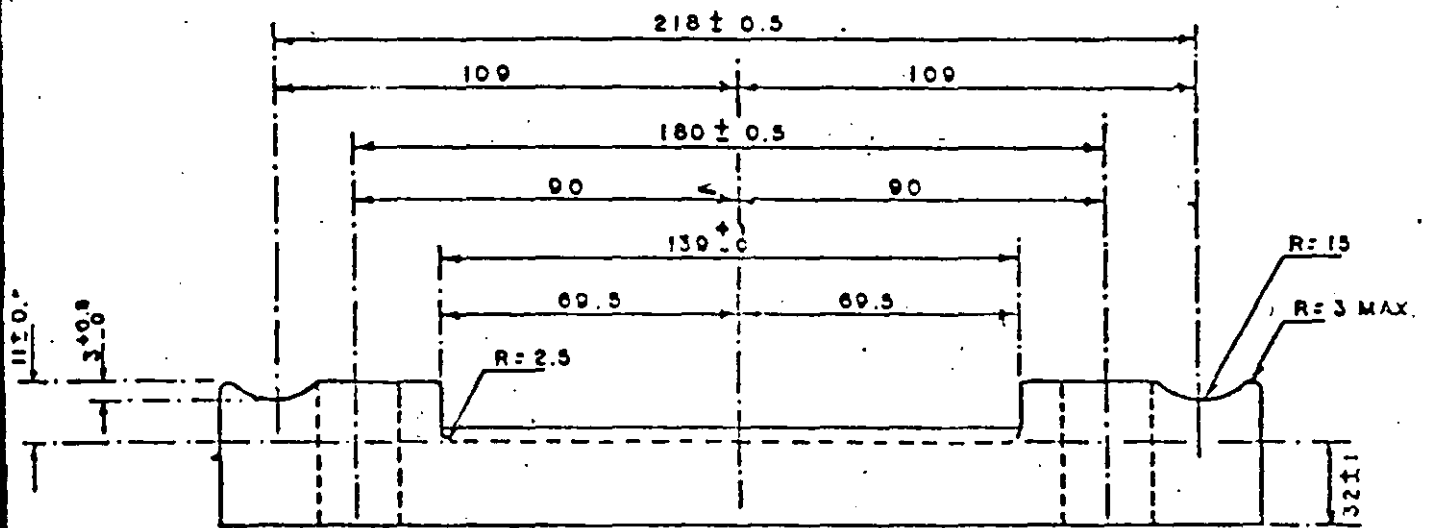
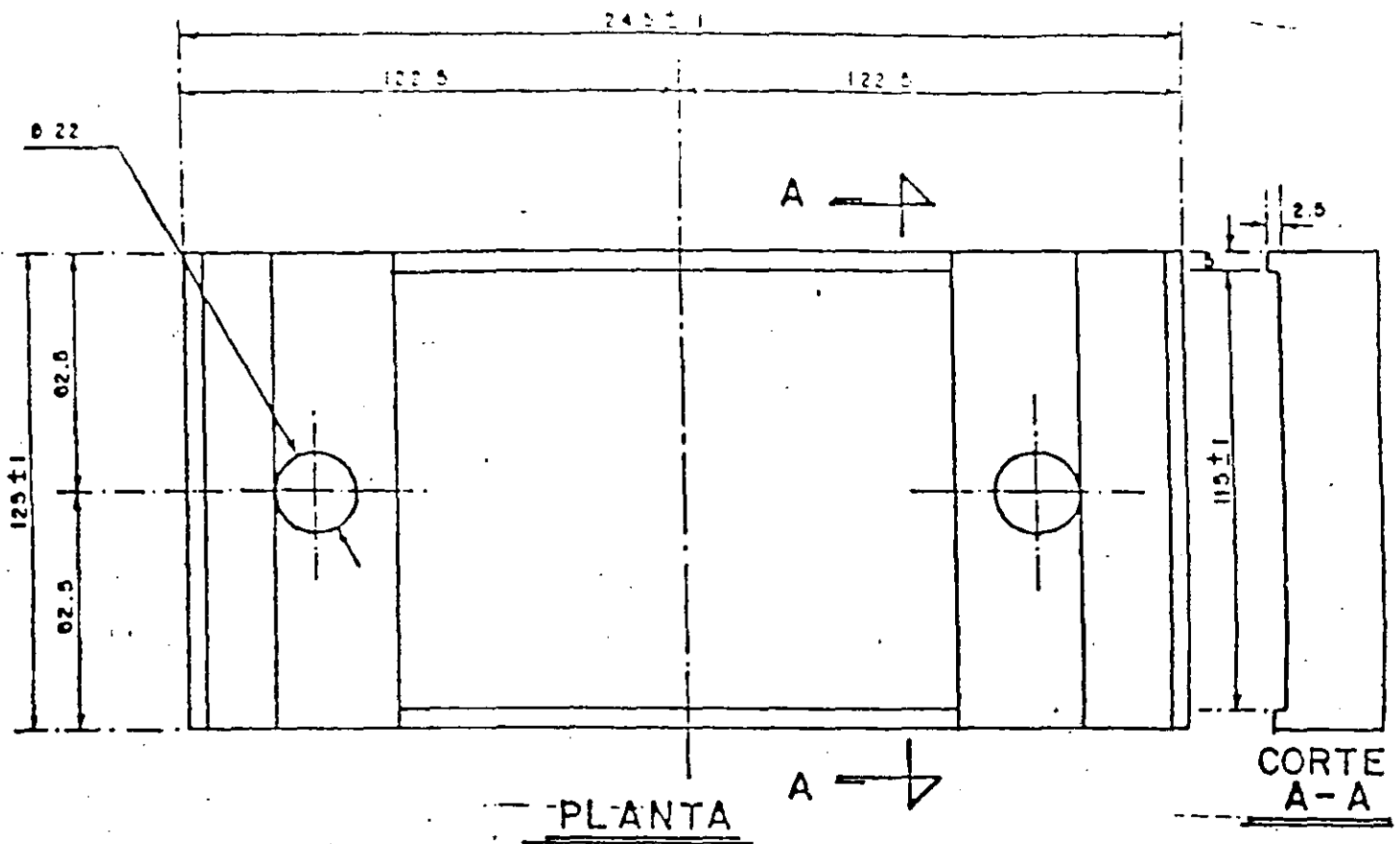


P E R F I L

CALZA PARA RIEL ASCE 80

(FIGURA NO. 5)

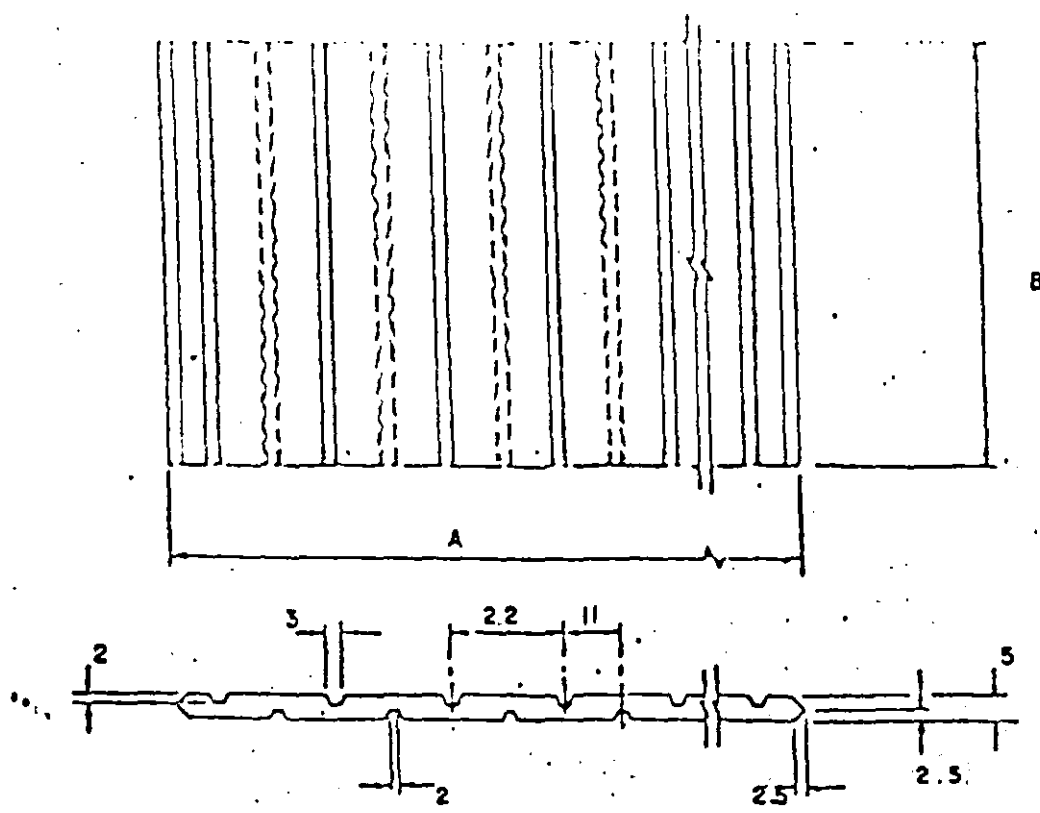
ACOT. EN mm



ACOT. EN mm.

CALZA PARA RIEL 100 R. E.

(FIGURA No. 6)

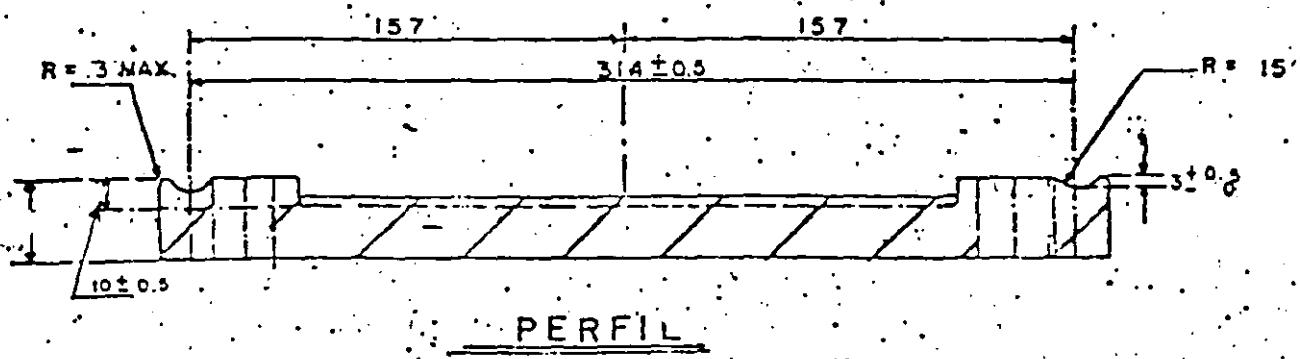
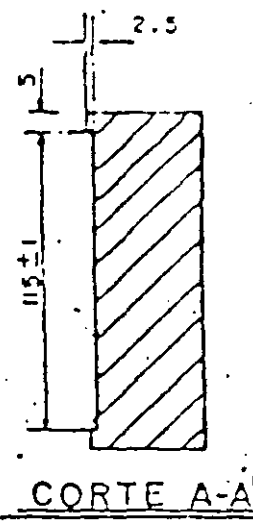
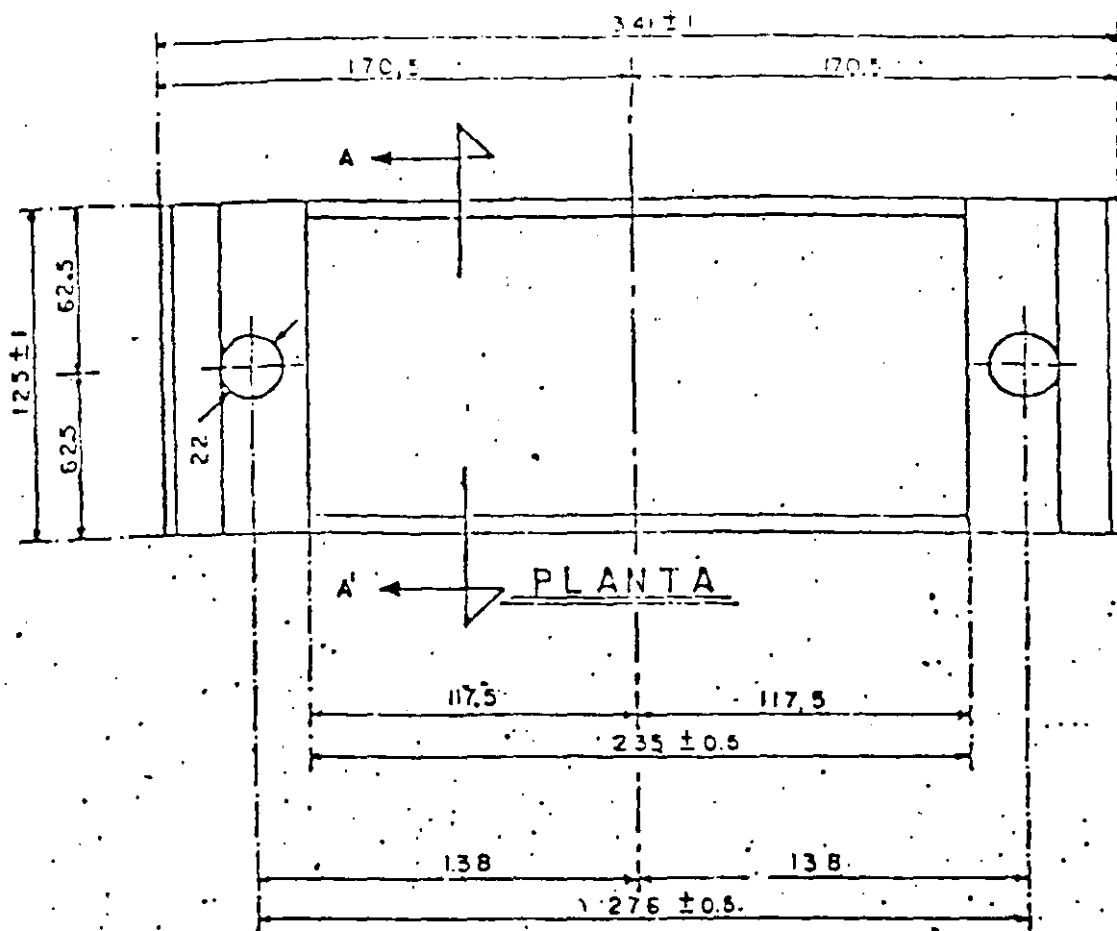


TIPO DE CALZADA	DIMENSION	
	A	B
RIEL 80	127	85
PISTA	234	110
100 RIEL	137	110
1 A	228	110
2 A	410	110
3 A	538	110
4 A	240	165

TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO mm.	
COTA mm.	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	± 0.5, %

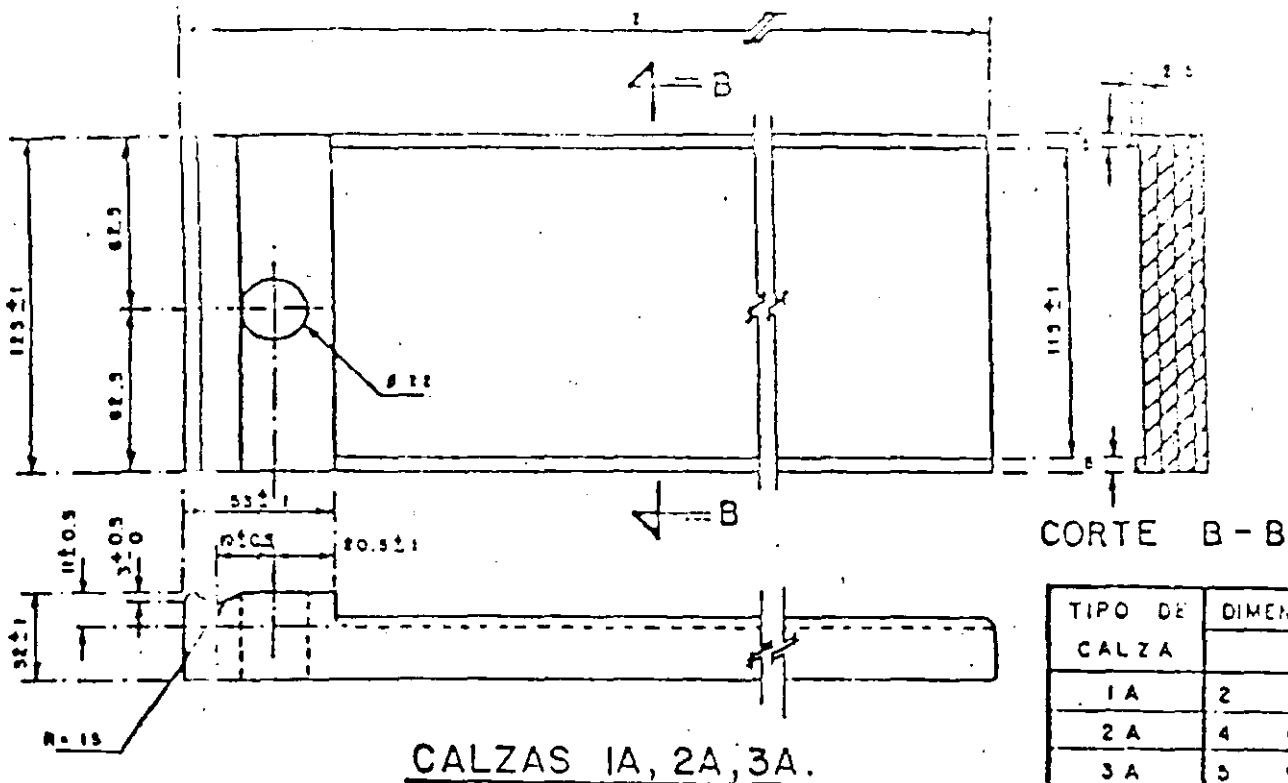
ALMOHADILLA DE CAUCHO
PARA VIA SOBRE CONCRETO

(FIGURA No. 7)

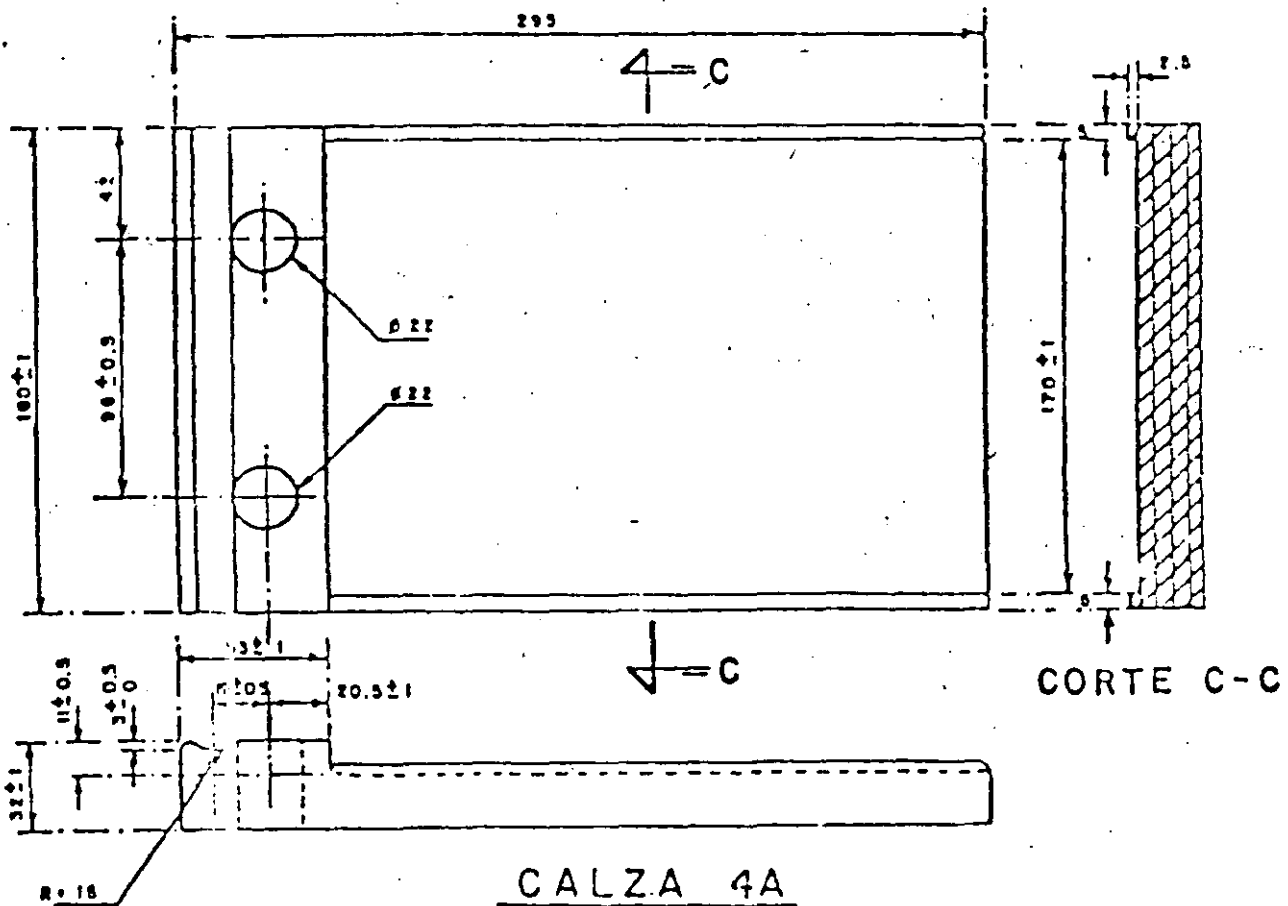


ACOT. EN mm.

CALZA PARA PISTA
 ..(FIGURA No. 8)



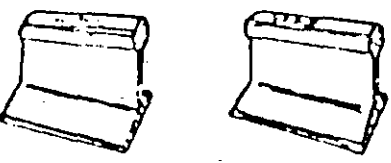
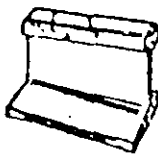
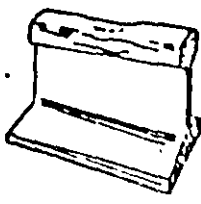
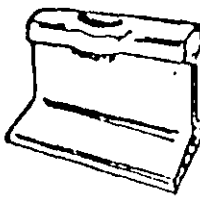
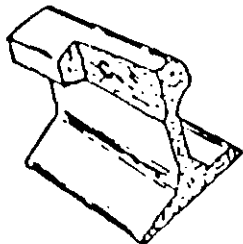
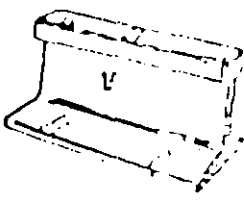

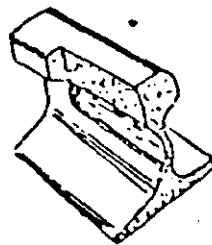

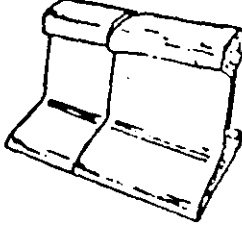
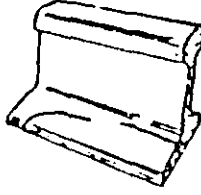
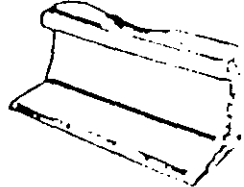
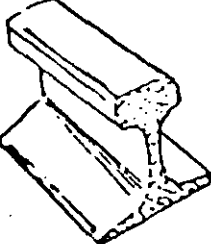
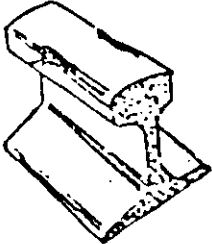
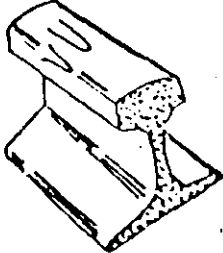
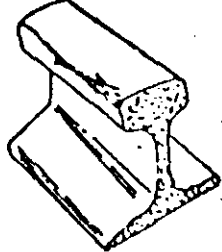
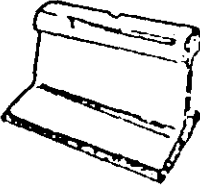
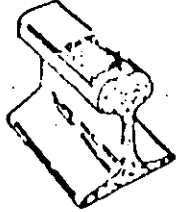
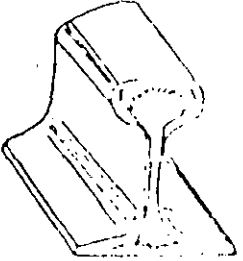
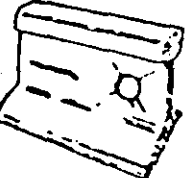
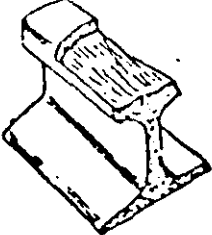
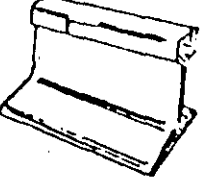
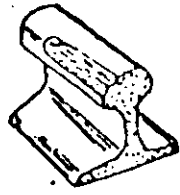
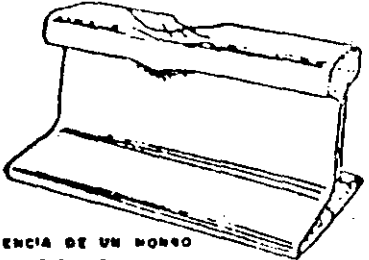
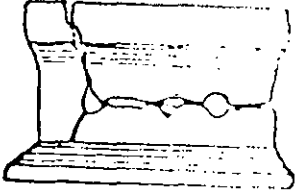
TIPO DE CALZA	DIMENSIONES		
	Z	B	S
1A	2	8	3
2A	4	8	5
3A	5	9	5



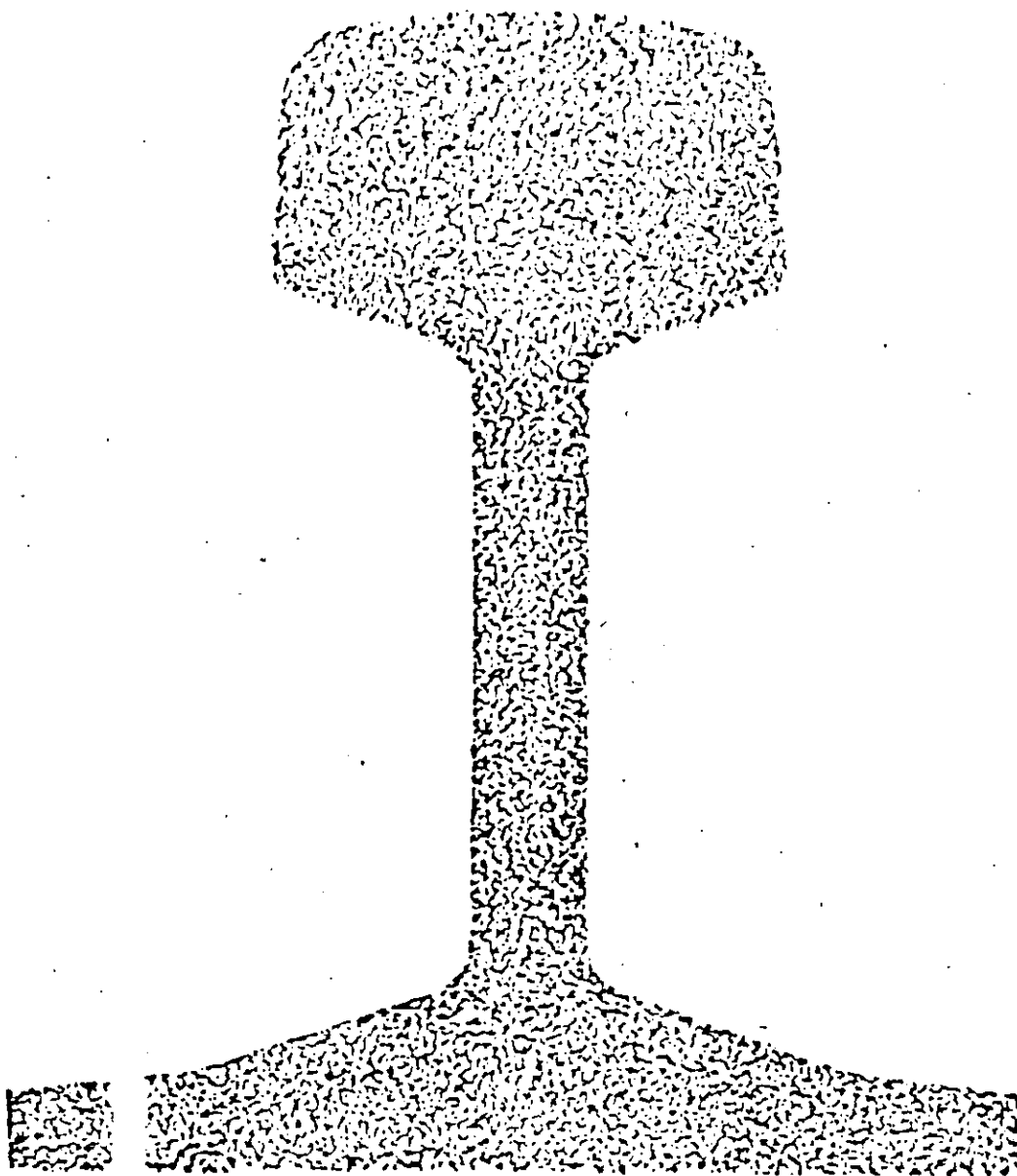
CALZA PARA APARATOS DE VIA

V A R I O S

INSTALACION DE VIA

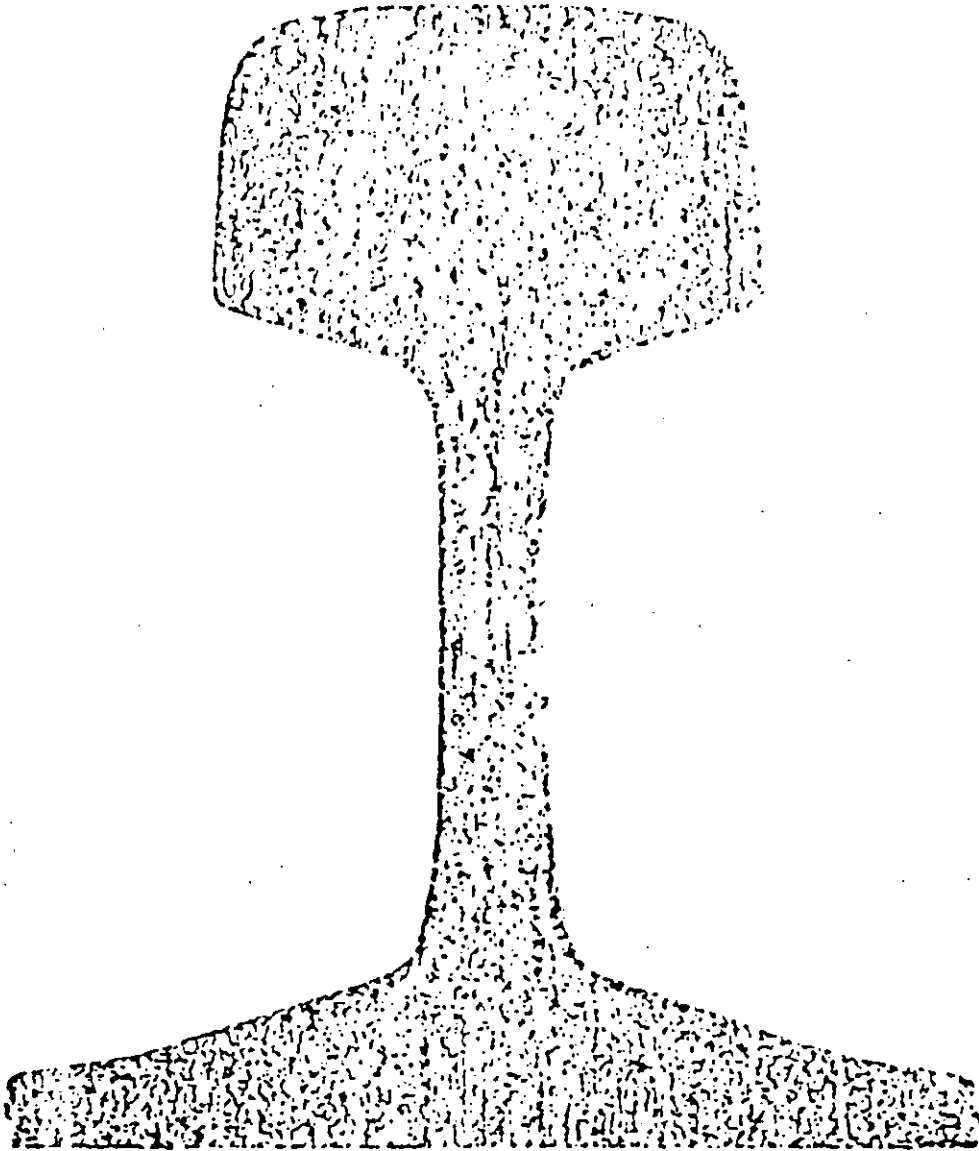
 <p>LADO DE ESCAVILLO LADO EXTERIOR</p> <p>APARIENCIA DE UNA FRACTURA DEBIDA A UNA ONIETA DE CALOR</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS DEFE- TOS TRANSVERSALES EN EL RIEL TENDIDO.</p>	 <p>FALLA HORIZONTAL EN EL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA EXAGERADA DE UNA GRIETA VERTICAL DEL NORRO EN ETAPA AMACADA</p>	 <p>APARIENCIA GENERAL DE UNA ONIETA VERTICAL DEL NORRO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL EMPUJO DE UN RIEL EN SERVICIO</p>	
 <p>APARIENCIA DE UNA SEPARACION DEL NORRO Y EL ALMA EN UN RIEL TENDIDO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL RIEL ENTUPADO.</p>	 <p>APARIENCIA GENERAL DE UN PATIN ROTO EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA ROTURA ANULAR O EN ANULO RECTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN PATIN ROTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN RIEL TENDIDO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	
 <p>APARIENCIA DEL DESCORCHA- DO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL DESCAR- RILLADO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS PLECO- S EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DEL ESCURI- MIENTO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE LOS DEFE- TOS DE LAMINADO EN EL RIEL EN SERVICIO.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA QUENA- DA EN EL RIEL EN SERVI- CIO.</p>	 <p>FIGURA TRANSVERSAL EN EL RIEL.</p>
 <p>APARIENCIA DEL ALMA ABRI- TADA DEL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA ONIETA HORIZONTAL DE UN RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UNA SOLDADURA DEFECTUOSA EN EL RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DEL DESCORCHA- DO DE UN RIEL.</p>	 <p>APARIENCIA DE UN NORRO APLATTADO EN SERVICIO.</p>	 <p>ROTURAS DEACIO POR EL SERVICIO.</p>	

FALLAS APARENTES EN EL RIEL



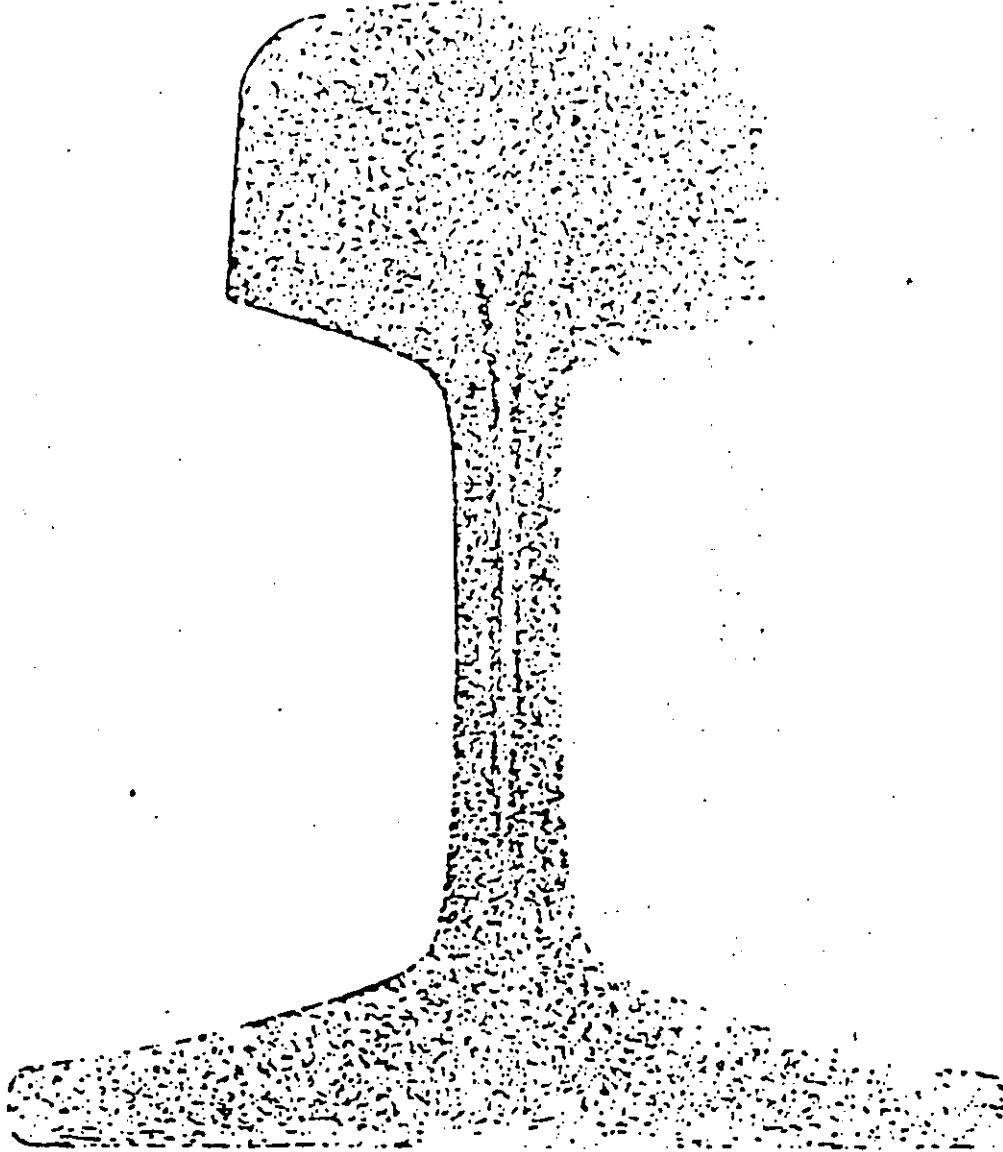
SOPLADURA DE RIEL

(FIGURA No. 2)



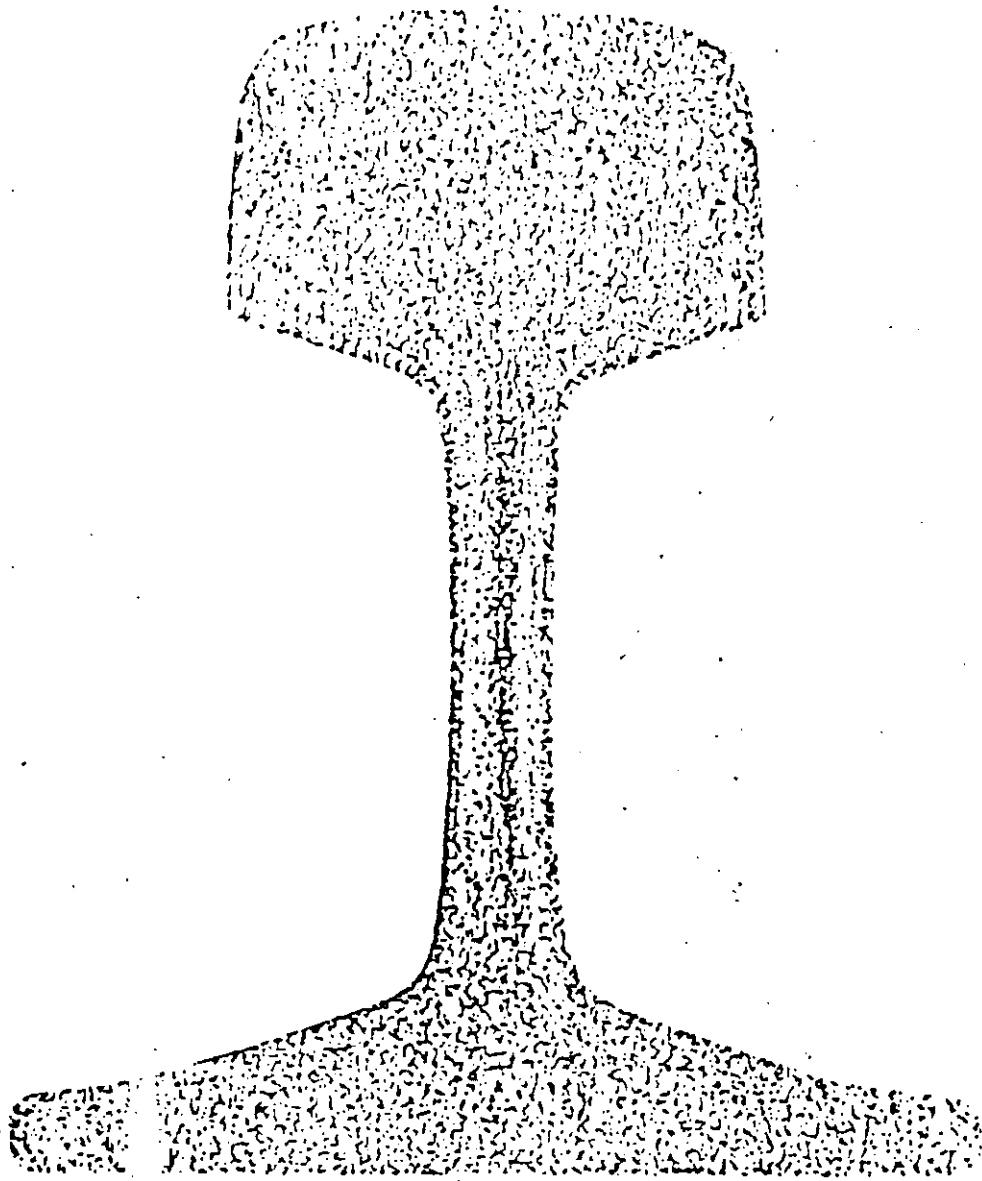
SEGREGACION DISPERSA EN TODA LA SECCION

(FIGURA N^o. 3)



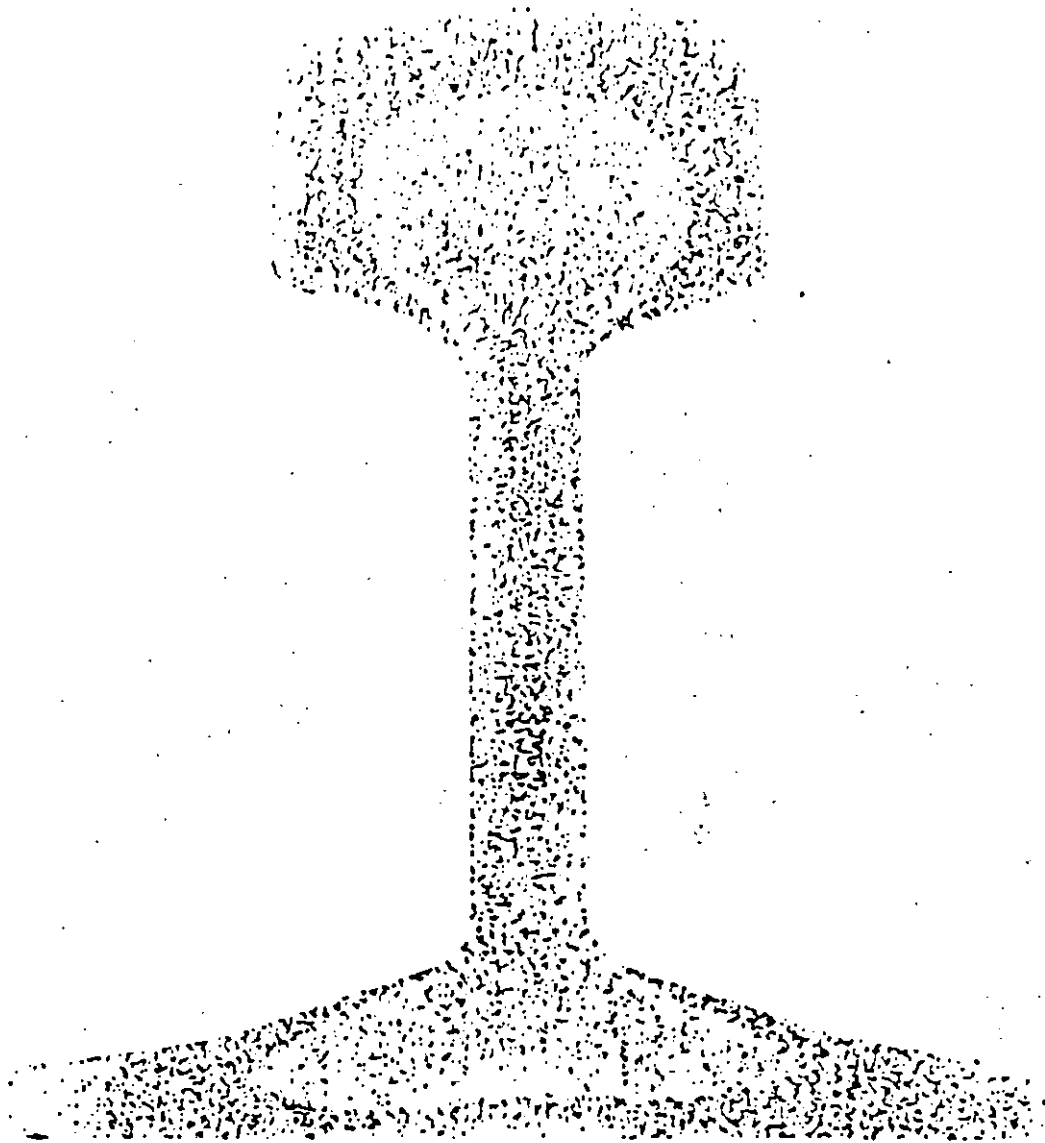
SEGREGACION CENTRAL

(FIGURA N° 4) - -



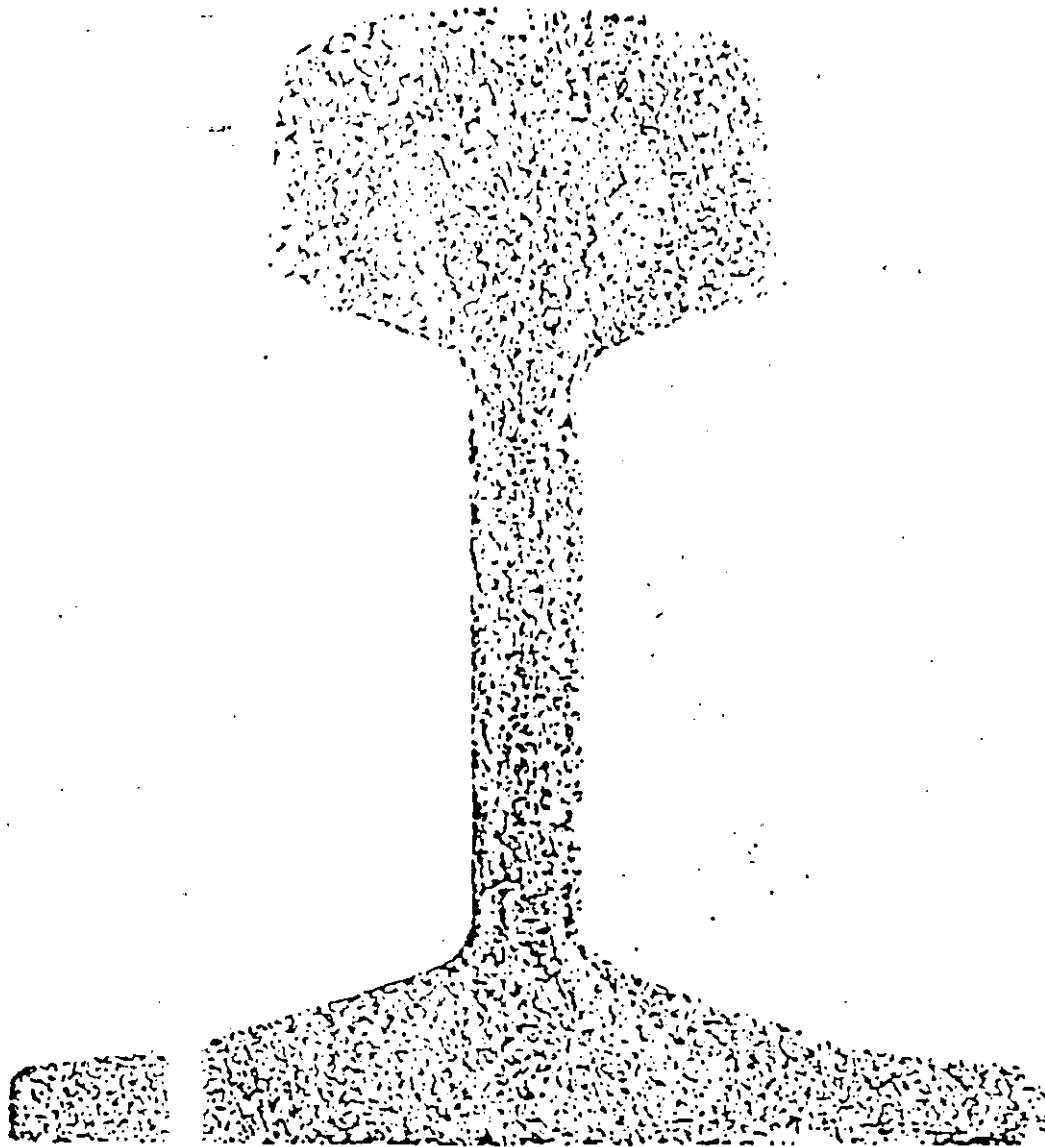
SEGREGACION CENTRAL

(FIGURA No. 5)



SEGREGACION INVERSA

(FIGURA NO. 6)



SEGREGACION INVERSA

(FIGURA No. 7)

ABERTURA EN MM DE LAS JUNTAS DE DILATACION DE BARRAS EN FUNCION DE LA TEMPERATURA Y DE LA LONGITUD MEDIA DE LOS TRAMOS QUE UNE.

T A B L A 308-1

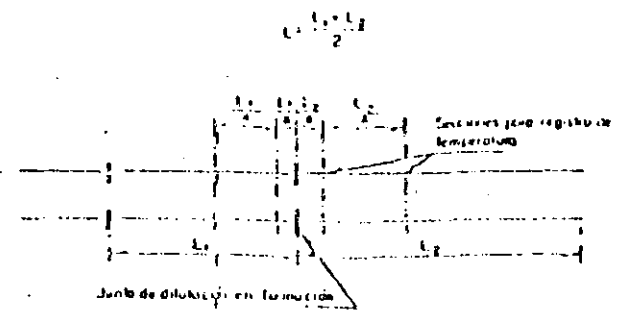
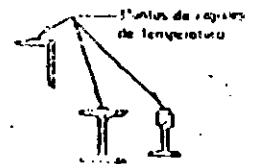
$$e_{mm} = 50 \text{ mm} - 1.17 \times 10^{-5} \times L \times 10^3 (T_p - 32)$$

La longitud promedio de tramos unidos por la junta de dilatación, en m.
 T_p: Temperatura del perfil en °C.

TEMPERATURA DEL PERFIL °C	LONGITUD PROMEDIO DE TRAMOS ENTRE JUNTA DE DILATACION (M)												
	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
64	2.8	6.7	9.6	12.9	16.3	19.7	23.0	26.4	29.8	33.2	36.5	39.9	43.3
62	5.8	8.9	12.1	15.3	18.4	21.6	24.7	27.9	31.0	34.2	37.4	40.5	43.7
60	8.7	11.7	14.6	17.6	20.5	23.5	26.4	29.4	32.3	35.3	38.2	41.2	44.1
58	11.7	14.4	17.1	19.9	22.6	25.4	28.1	30.8	33.6	36.3	39.0	41.8	44.5
56	14.6	17.1	19.7	22.2	24.7	27.3	29.8	32.3	34.8	37.4	39.9	42.4	44.9
54	17.6	19.9	22.2	24.5	26.8	29.2	31.5	33.8	36.1	38.4	40.7	43.1	45.4
52	20.5	22.6	24.7	26.3	28.9	31.0	33.2	35.3	37.4	39.5	41.6	43.7	45.8
50	23.5	25.4	27.3	29.2	31.0	32.9	34.8	36.7	38.6	40.5	42.4	44.3	46.2
48	26.4	28.1	29.8	31.5	33.2	34.8	36.5	38.2	39.9	41.6	43.3	44.9	46.6
46	29.4	30.8	32.3	33.8	35.3	36.7	38.2	39.7	41.2	42.6	44.1	45.6	47.1
44	32.3	33.6	34.8	36.1	37.4	38.6	39.9	41.2	42.4	43.7	44.9	46.2	47.5
42	35.3	36.3	37.4	38.4	39.5	40.5	41.6	42.6	43.7	44.7	45.8	46.8	47.9
40	38.2	39.0	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	44.9	45.8	46.6	47.5	48.3
38	41.2	41.8	42.4	43.1	43.7	44.3	44.9	45.6	46.2	46.8	47.5	48.1	48.7
36	44.1	44.5	44.9	45.4	45.8	46.2	46.6	47.1	47.5	47.9	48.3	48.7	49.2
34	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	48.3	48.5	48.7	48.9	49.2	49.4	49.6
32	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
30	52.9	52.7	52.5	52.3	52.1	51.9	51.7	51.5	51.3	51.1	50.8	50.6	50.4
28	55.9	55.5	55.1	54.6	54.2	53.8	53.4	52.9	52.5	52.1	51.7	51.3	50.8
26	58.8	58.2	57.6	56.9	56.3	55.7	55.1	54.4	53.8	53.2	52.5	51.9	51.3
24	61.8	61.0	60.1	59.3	58.4	57.6	56.7	55.9	55.1	54.2	53.4	52.5	51.7
22	64.7	63.7	62.6	61.6	60.5	59.5	58.4	57.4	56.3	55.3	54.2	53.2	52.1
20	67.7	66.4	65.2	63.9	62.6	61.4	60.1	58.8	57.6	56.3	55.1	53.8	52.5

CONTINUACION DE LA TABLA 100-1

TEMPERATURA DEL PERFIL °C	LONGITUD PROMEDIO DE TRAMOS ENTRE JUNTAS DE DILATACION (M)													
18	70.6	69.2	67.7	66.2	64.7	63.2	61.8	60.3	58.8	57.3	55.9	54.4	52.9	
16	73.6	71.9	70.2	68.5	66.8	65.2	63.5	61.8	60.1	58.4	56.7	55.1	53.4	
14	76.5	74.6	72.7	70.8	69.0	67.1	65.2	63.3	61.4	59.5	57.6	55.7	53.8	
12	79.5	77.4	75.3	73.2	71.1	69.0	66.8	64.7	62.6	60.5	58.4	56.3	54.2	
10	82.4	80.1	77.8	75.5	73.2	70.8	68.5	66.2	63.9	61.6	59.3	56.9	54.6	
8	85.4	82.9	80.3	77.8	75.3	72.7	70.2	67.7	65.2	62.5	60.1	57.6	55.1	
6	88.3	85.6	82.9	80.1	77.4	74.6	71.9	69.2	66.4	63.7	61.0	58.2	55.5	
4	91.3	88.3	85.4	82.4	79.5	76.5	73.6	70.6	67.7	64.7	61.8	58.8	55.9	
2	94.2	91.1	87.9	84.7	81.6	78.4	75.3	72.1	69.0	65.8	62.6	59.5	56.3	
0	97.2	93.8	90.4	87.1	83.7	80.3	77.0	73.6	70.2	66.8	63.5	60.1	56.7	





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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

MODULO 3

"CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO"

TENDIDO DE TUBERIAS

ING. SERGIO ACEVES BORBOLLA

***JULIO
1992***



INTRODUCCION

La construcción de una línea de conducción es una obra consistente en el trabajo de equipo aunado a la capacidad técnica, paciencia, tenacidad e ingenio de un grupo de hombres que mediante la interrelación de cada una de sus actividades, avanzan por todo tipo de terrenos y cuyas vidas y lenguajes están marcados por los términos de un duro oficio.

Se conocen como líneas de conducción al conjunto de tuberías y accesorios que transportan cierto tipo de elementos gaseosos, líquidos o minerales, desde la captación hasta un tanque regulador u obra de procesamiento; o bien directamente a lo que conocemos como red de distribución, que es una red de tuberías y accesorios extendidos a todo lo largo y ancho de una localidad a servir.

Las diferentes etapas de trabajo para realizar este tipo de obras se conocen con el nombre de fases y son ejecutadas por un grupo de especialistas que pueden realizar cualquier tarea asociada con la construcción de una línea (o ducto) dentro del área geográfica que les ha sido asignada.

La actividad de transporte de productos petroleros ha alcanzado la madurez suficiente y sus perspectivas futuras son buenas, al corto y mediano plazo.

En lo que se refiere a la calidad del acero para ductos, desde hace ya algún tiempo tiene lugar una verdadera revolución, así como en los materiales empleados en las capas protectoras y en la aplicación de las mismas, en el sistema de soldadura automática y en el equipo necesario para manejar tubería de diámetros mayores en el

trabajo más rápido tanto en tierra como en mar.

Junto con las mejoras en los materiales, equipos y métodos de construcción se han desarrollado programas de computadoras que analizan las tensiones en las tuberías, realizan cálculos hidráulicos, resuelven problemas asociados con la colocación de la tubería y ayudan en la solución y en el diseño de sistemas complejos. Esta tendencia continuará y se acentuará en el control de materiales, diseño, construcción, operación y mantenimiento de ductos.

Las normas de diseño son objeto de enormes mejoras día con día y las regulaciones son más estrictas.

Los tres factores donde la eficiencia tiene que ser absoluta son la protección ambiental, la preservación de la tubería contra la corrosión y la detección de fugas.

El control de operaciones tiene que ser racional y tan automatizada como sea posible.

La ductilidad y la resistencia al corte, que se asocian con una gran dureza serán norma común en los materiales empleados.

En comparación a otros medios de transporte de carga, los ductos aún mantienen las tarifas más bajas y además no están subsidiadas.

Para aclarar un poco más la observación anterior y dada la importancia que ello implica, expondremos a continuación el análisis de alternativas que dio origen a la construcción del Ducto Troncal Sistema Nacional de Gas, Gasoducto de 48" Cactus-Monterrey.

Petróleos Mexicanos, con el objeto de aprovechar al máximo los recursos energéticos de los hidrocarburos, es-

tuvo analizando varias alternativas desde el punto de vista técnico-económico con relación al gas natural que viene asociado con el crudo de los pozos que actualmente se están explotando en los campos del cretácico localizados en los estados de Tabasco y Chiapas.

La primera alternativa consiste en quemar el gas a la atmósfera, con lo cual se tendrá una gran pérdida en las reservas económicas del país, por lo que evidentemente fue rechazada.

La segunda se refiere a la reinyección del gas a los yacimientos, requiriéndose para ello grandes inversiones en el acondicionamiento de los pozos y de equipo especializado.

La tercera alternativa contemplaba la posibilidad de la construcción a corto plazo de las instalaciones necesarias para poder utilizar este combustible en los lugares en donde se tuviera la mayor demanda, a fin de proveer el suministro de gas para el desarrollo nacional de acuerdo con el incremento de la demanda.

Para transportar el gas a los centros de consumo se estudiaron dos sistemas:

El primero consiste en licuar dicho combustible y enviarlo por buque o carrostanque, a los distintos puertos y de ahí distribuirlos, para esto se necesitarían hacer grandes inversiones para contar con las instalaciones de licuación, terminales y medios de transporte marítimo o terrestre especializados, además de elevados costos de operación y mantenimiento, pues la base de este sistema es bajar la temperatura para obtener el estado líquido.

El segundo se refiere a la conducción del gas a través de tubería de acero, cuyo diámetro óptimo para el mane

jo del volumen requerido sería de 1.22 m. (48").

De estos dos sistemas el más conveniente es el del gasoducto que representa una inversión menor y más bajos costos de operación y mantenimiento.

Después del estudio de diferentes rutas se determinó que la más adecuada, se iniciaba en Cactus-Chiapas debiendo seguir un recorrido paralelo a la costa del Golfo de México, para utilizar en parte derecho de vía existente de Pemex, cruzando los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, con destino final en Nuevo León.

La tubería de 1.22 m. (48") se usaría como línea troncal para derivar ramales de distribución de gas, formando nuevos polos de desarrollo en el área de influencia a lo largo de todo el recorrido del gasoducto, lo cual provocaría generación de empleos, derrama de salarios e importantes fuentes de ingresos que impulsarían el desarrollo económico de nuestro país.

La necesidad de distribuir las riquezas energéticas de México ha originado en base a los avances tecnológicos que se planteen nuevos y más modernos sistemas de desarrollo.

A través de la Compañía Petrolera Nacional (Pemex) se planea expandir el sistema de ductos de la nación en más de 10,688 Kms. en los próximos cinco años, de los cuales 5,861 Kms. están planeados para realizarse de 1982 a 1986.

La extensión de la red de ductos de gas natural es equiparable a más de la mitad de la construcción propuesta durante este período.

Hay nueve proyectos de tubería para productos de petróleo programados para concluirse en 1983: 450 Kms. de ducto de 14 pulgadas de Tula a Salamanca y Guadalajara; - 392 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cd. Madero a Cd. Valle y San Luis Potosí; 109 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Salamanca a Morelia; 225 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Cadereyta a Río Bravo; 307 Kms. de tubería de 10 - pulgadas de Monterrey a Monclova Sabinas; 127 Kms. de tubería de 12 pulgadas de Guaymas a Ciudad Obregón; 25 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Reynosa a Río Bravo; 98 Kms. de tubería de 10 pulgadas de Río Bravo a Matamoros y 130 Kms. de tubería de 8 pulgadas de Aguascalientes a Zacatecas.

En 1984 Pemex planea completar 303 Kms. de tubería de 14 pulgadas de Guadalajara a Manzanillo.

6 Pemex también añadirá cerca de 1,600 Kms. de ducto para petróleo crudo en los próximos cinco años. Cinco - oleoductos están en proyecto: uno de 24 pulgadas que tendrá una extensión de 569 Kms., de Nuevo Teapa hasta Venta de Carpio para 1983. De allí, una línea de 72 Kms. de tubería de 36 pulgadas será construida hasta Tula. Se prolongará 196 Kms. a Salamanca en 1986. De Salamanca, una línea de 30 pulgadas y aproximadamente 238 Kms. de largo se construirá hasta Guadalajara en 1986. Pemex también tiene estudios en marcha para un oleoducto de 30 pulgadas de Nuevo Teapa a Venta de Carpio.

: Con lo expuesto se trata de dar un panorama de la importancia que tiene la construcción de ductos para el desarrollo de un país que como el nuestro, tiene bajo el subsuelo una riqueza energética tal que bien manejada podrá ser la plataforma de proyección del mismo a nivel mundial, como ejemplo de unidad, trabajo eficiente y productivo.

C A P I T U L O III

PROCESO CONSTRUCTIVO; DEFINICION Y DESCRIPCION DE LAS FASES O ETAPAS DEL PROCESO.

PLANEACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION

La planeación de las Líneas de Conducción requiere un estudio detallado de la región a la cual se proyecta abastecer de gas o de algún otro hidrocarburo, debiendo tomar en cuenta las ciudades comprendidas a lo largo de la línea, en función de su importancia demográfica y de su desarrollo industrial.

Será consencuencia de este estudio el que resulte económicamente factible construir una línea para suministro, la cual deberá planearse en forma tal, que con el mínimo de longitud pueda abastecer mayor número de poblaciones e industrias.

Como es lógico pensar, el punto de origen de las líneas de conducción, será el lugar en el cual se cuente con estos productos:

Dentro de las consideraciones más importantes en la planeación de una línea de conducción está el factor seguridad, ya que debido al tipo de material que se maneja -- (altamente inflamable), y a las zonas que atravesará el -- transporte de los hidrocarburos, tiene que ser llevado a cabo dentro de los más altos límites de seguridad.

CALCULO DE LOS VOLUMENES A MANEJAR

Para conocer el volumen del fluido que deberá de conducir la línea en estudio, es necesario elaborar un amplio análisis de las demandas de dicho fluido y, asimismo, hacer una proyección a futuro de las mismas.

Por otra parte, se debe de conocer la capacidad de la fuente generadora de dicho hidrocarburo, ya que la demanda será limitada por la capacidad de la fuente.

Estos serán los dos elementos fundamentales para determinar el volumen a manejar, siendo también la determinante principal para la obtención del diámetro de la tubería.

ESPECIFICACIONES PARA EL TRAZO DE LA LINEA

Estas especificaciones están regidas por el tipo de terreno, el fluido a transportar y el material del que esté compuesto el tubo.

En forma general, se pueden enumerar las siguientes especificaciones:

- 1.- Se tratará de seguir una línea recta entre los puntos de origen y destino. En caso de ramales internos, se buscará que la línea troncal no desvíe su alineamiento general, aunque sea esto a costa de un incremento en la longitud de los ramales.
- 2.- El alineamiento prácticamente estará fijado por los puntos obligados a seguir y previamente localizados, tratando dentro de lo posible de evitar el paso por poblaciones, cruce de barrancas, arroyos, canales, así como de carreteras o vías de ferrocarril.
- 3.- Deflexión máximo igual a 20°, en el caso de tener una deflexión mayor, se harán tantos puntos de inflexión como sean necesarios, tomando en cuenta el radio de curvatura mínimo de treinta veces el diámetro de la línea en estudio.
- 4.- Pendiente máximo del 30%.
- 5.- Obras especiales: Los cruces con arroyos, ríos, vías de FF. CC., carreteras, etc., se harán de preferencia a 90° y en donde las condiciones del terreno lo permitan.

6.- Las indicadas en el código ASTM-B-31.8 ASTM. - American Society for testing and Materials.

Las normas de "Sistemas de transporte de petróleo por tubería" prescriben una cantidad mínima de requisitos que deben ser cumplidos en los materiales y la ejecución de obra, y que deben ser verificados a base de inspecciones para la determinación de aceptaciones o rechazos en ambos aspectos. Por ejemplo en los casos en que se hayan determinado las propiedades físicas y químicas de un material no clasificado (resistencia a esfuerzos, si es un material abrasivo, etc.) y comparado con su correspondiente especificación ASTM 6 API (American Petroleum Institute), solamente Pemex podrá aprobar su aplicación.

Así como en el ejemplo anterior hay infinidad de códigos de especificación para cada material, proceso, tipo de construcción, etc. que se utilice a lo largo de la obra.

LOCALIZACION DE LAS LINEAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS

La localización de las líneas dependen en primer lugar de la ubicación de las ciudades a las cuales se va a abastecer, como se expuso anteriormente, pero será necesario tomar muy en cuenta otros factores desde el punto de vista de la construcción de la línea, teniéndose que analizar las zonas por las que atraviesa, los obstáculos propios de la topografía del terreno, siendo todo ésto compaginado con las especificaciones propias del tubo y del fluido.

Principales actividades de los proyectistas:

Elaboración de especificaciones particulares para cada ducto de acuerdo a su diámetro y a la clase de terreno que cruza.

Elaboración de un diagrama de flujo en donde se proyecta la distribución de tuberías de diferentes características y espesores a lo largo de la línea, la localización y ubicación de instalaciones para la mejor operación del sistema, como, válvulas de seccionamiento, trampas para diablos cabezales de ríos, cruzamientos, estaciones de bombeo o compresión, etc.

Elaboración del proyecto del derecho de vía de la línea. El proyecto requiere la formación de planos detallados por tramos de 3 kms. de longitud, mostrando el eje de la tubería en proyecto, su perfil, el ancho del derecho de vía, todos los accidentes, vías de comunicación que cruzan la línea o que pasan próximos a la misma, caminos de acceso, clase de terreno, uso que se le está dando a la superficie, límites de propiedad, nombre de los dueños de los terrenos que se atraviesan, volúmenes de terracerías, etc.

Elaboración de las especificaciones generales y particulares sobre la construcción del derecho de vía: tramos de desmonte, equipo que debe usarse, lugares apropiados para alojar o desperdiciar el producto del desmonte, tramos en que se deben hacer los cortes, rasante del derecho de vía, lugares para alojar el producto de los cortes, tramos que se deben rellenar, tipo de suelo a usar, bancos de préstamos, compactación necesaria, obras provisionales de drenaje y obras definitivas.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamientos con carreteras, caminos y vías de ferrocarril:

- a) Relación completa de todos los cruzamientos que deben construirse, indicando su tipo, longitud de camisa protectora requerida, kilometrajes y procedimientos de construcción.
- b) Elaboración de los proyectos tipo.

Elaboración de los proyectos de las estaciones de bombeo o compresión de las terminales o estaciones generales de regulación y medición, especificaciones del equipo principal y selección del mismo, diagrama general de tuberías principales, estudios de mecánica de suelos, planos generales de distribución de equipo, de tuberías, de fuerza, de alumbrado. Lista de equipo y materiales. Planos constructivos detallados necesarios. Manuales de operación y mantenimiento, etc.

Elaboración de las especificaciones completas de los materiales y equipos principales (Tuberías, materiales anticorrosivos, motores, bombas, compresores, etc.). Celebración de los concursos para la adquisición del equipo principal, selección de equipo principal, con base en las características técnicas del equipo que se ofrezca, de su precio,

tiempo de entrega, condiciones de pago y de la seriedad, - prestigio y tipo de servicio del fabricante o abastecedor - correspondiente.

Elaboración de todos los proyectos de cruzamientos en ríos principales. Localización de los sitios de cruzamiento más adecuados. Definición del número y tipo de tuberías, que deben instalarse en cada cruzamiento. Definir el trazo y el perfil de proyecto de las líneas en cada cruzamiento. Localización de los sitios más adecuados para la instalación de los cabezales. Estudios hidráulicos de ríos, como son: velocidades máximas, sólidos en suspensión, arrastres, socavación, etc.

Elaboración de todos los proyectos de válvulas - de seccionamiento, trampas para diablos e interconexiones. Relación completa de todas las válvulas de seccionamiento, - trampas para diablos e interconexiones que se instalan a lo ⁺ largo de la línea, indicando el kilometraje y su relación - con instalaciones ya existentes. Elaboración de proyectos - tipo y especiales. Determinación de las obras complementarias que se requieren (caminos de acceso, obras de drenaje, cercados, señales, etc.).

Determinación de los diferentes tramos de tubería que deben ser construidos en forma especial, por la naturaleza del terreno, por los índices de población de la zona, por la proximidad de otras instalaciones, etc. (tubería de mayor espesor de pared, de mayor grado, enterrada a mayor profundidad, etc.).

Proyecto de las diferentes instalaciones necesarias, para la protección catódica de la tubería.

Estimado de cantidad de obra, para base del est

ma^d. de costo interno y de la contratación de las obras. Elaboración de las listas completas de los materiales necesarios para la obra, debidamente clasificados, especificados y detallados, tanto para fines de adquisición de los -- mismos, como para control de recepciones, embarques, almacenamiento, entregas y uso de la obra.

Elaboración de los libros completos de proyecto, para uso del personal de operación y mantenimiento.

Contando con toda la información de campo y de - los planos topográficos de trazo y perfil, de la línea y de las obras especiales, tales como, cruzamiento de ríos, barrancas, canales, arroyos, autopistas y carreteras, vías - de ferrocarril, tuberías u obras de la industria privada, - etc., así como los planos individuales de los propietarios, particulares y ejidales, que se verán afectados con el trazo, se procede a la tramitación y obtención de los permisos de paso, a la contratación de las fajas afectadas, tramitación de las expropiaciones ante las autoridades de la zona - y ante las diferentes Secretarías de Estado.

DERECHO DE VIA

Se considera como derecho de vía al terreno necesario para las operaciones durante la construcción y el mantenimiento de una línea de conducción.

Esta fase constructiva se puede dividir en:

- a) **TRAZO.** Consiste en ubicar físicamente, por medio de señalamientos (estacas, mojoneras, etc.) los puntos por los cuales se va a construir la línea.
- b) **APERTURA DE BRECHAS.** Está formada por los trabajos de corte de maleza, desenraice y destronque del terreno, a todo lo ancho del derecho de vía, así como la remoción de todo el material producto del desmonte y deshierbe.

La apertura puede ser ejecutada a mano o con equipo mecánico, según convenga el caso. Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando hacia ambos lados a partir del centro de la sección, a fin de desperdiciar a la distancia más corta.

Cuando los cortes son muy pequeños, conviene atacar en forma paralela al eje del ducto, juntando material y luego desperdiciando lateralmente, el objeto de esto es trabajar con la cuchilla colmada para ser más eficientes.

Se trabaja siempre que es posible, aprovechando la pendiente natural del terreno tomando en cuenta que se dispone de más potencia cuando el tractor desperdicia en forma descendente.

Se levantan secciones transversales del terreno natural y de la rasante para poder calcular los volúmenes movidos.

- c) **CONFORMIDAD.** Se trata de construcción de la plantilla del derecho de vía de acuerdo a la sección y niveles de la rasante del proyecto. En ésta se pueden presentar cortes y rellenos, remoción, acarreo y sobrecarreos de los materiales producto de los cortes, así como obras de arte necesarias (alcantarillas, cunetas, rompecorrientes, etc.). Aquí es muy importante considerar los drenajes que tendrá el derecho de vía, de tal forma que se consideren las pendientes necesarias.

Dicha superficie tiene características de estabilidad permanente. El proyecto normalmente se limita por las siguientes restricciones:

No se permiten terraplenes

Pend. Long. máxima: 12%

Pend. Transv. máxima: 5%

En general el eje de la plantilla sigue el perfil del terreno eliminando únicamente irregularidades y obstáculos.

Las terracerías del D.D.V. se hacen en el ancho completo del mismo y tienen por objeto, tener una plantilla que permita operar con eficiencia el equipo y garantizar el tránsito de vehículos.

Esta etapa está íntimamente relacionada con el tipo del terreno del lugar, que puede variar desde el material tipo I ó tipo A, pasando por el material tipo II ó tipo B, hasta la roca o material tipo III ó tipo C.

El terreno nos determinará cual será el equipo necesario para la óptima elaboración del trabajo. Si tenemos un terreno plano con material suave, característico de los pastizales y zonas de cultivo, bastará una motoconformadora que será suficiente para realizar todo el trabajo, con la ayuda de una cuadrilla que complementaría el trabajo del equipo. Si nos encontramos en una zona cuyo material predominante sea el tipo B y de acuerdo a la topografía se utilizará un tractor bulldozer para ejecutar los cortes y rellenos necesarios y, conjuntamente una motoconformadora para afinar el terreno y la plantilla.

5
Cuando se presenten zonas con roca en el trazo del derecho de vía, se hará necesario el uso de equipo más sofisticado, como lo es el "Track-drill", el compresor, así como pistolas perforadoras y martillo neumáticos. Con este equipo, y de acuerdo al caso, se podrá realizar desde una pepena y monea, hasta una completa plantilla de perforación, para con esto, hacer uso de los explosivos como herramienta principal en los cortes del terreno. Ya demolida la roca, se procederá con el tractor bulldozer a su remoción, siendo esto similar a los procesos anteriormente descritos.

Es importante aclarar que dado el avance en la tecnología, tenemos en el mercado una gran cantidad de equipos con diversas características, por lo que las condiciones en las que se realizará la obra (terreno, tiempo de ejecución económica, etc.) son las que nos determinarán cual será el más indicado.

En relación a las obras complementarias que induce la construcción del derecho de vía, - éstas se tratarán más adelante.

Como el trazo del derecho de vía atravesará gran cantidad de terrenos de todos tipos - (agrícolas, ganaderos, etc.), un aspecto muy importante será el de mantener perfectamente delimitada la zona de trabajo (determinado por el ancho del terreno del derecho de vía), mediante cercados de alambre de púas, instalando a su vez, falsetes para delimitar las fronteras entre propiedades vecinas o cruces de caminos.



FIG I. = Tipo de terreno por donde atravesará el Derecho de Vía.
(éste podrá ser agrícola, ganadero, montañoso, etc.



FIG. II.- Apertura de Brecha



FIG. IV.- Los tractores atacan en dirección transversal al eje del gasoducto, desperdiciando el material hacia ambos lados.



FIG. III.- Apertura de Brecha ejecutada con equipo pesado



FIG. V.- Cortes con tractor, se empieza a notar la plantilla del Derecho de Vía.



FIG. VI.= Conformación del Derecho de
Vía con motoconformadora.

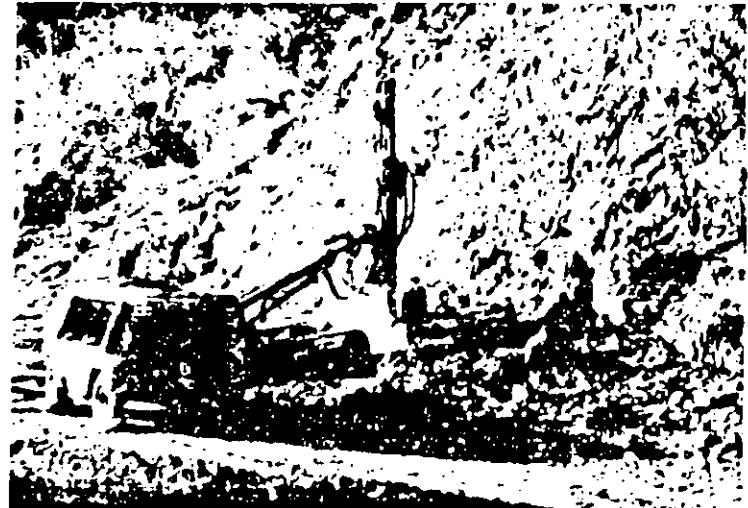
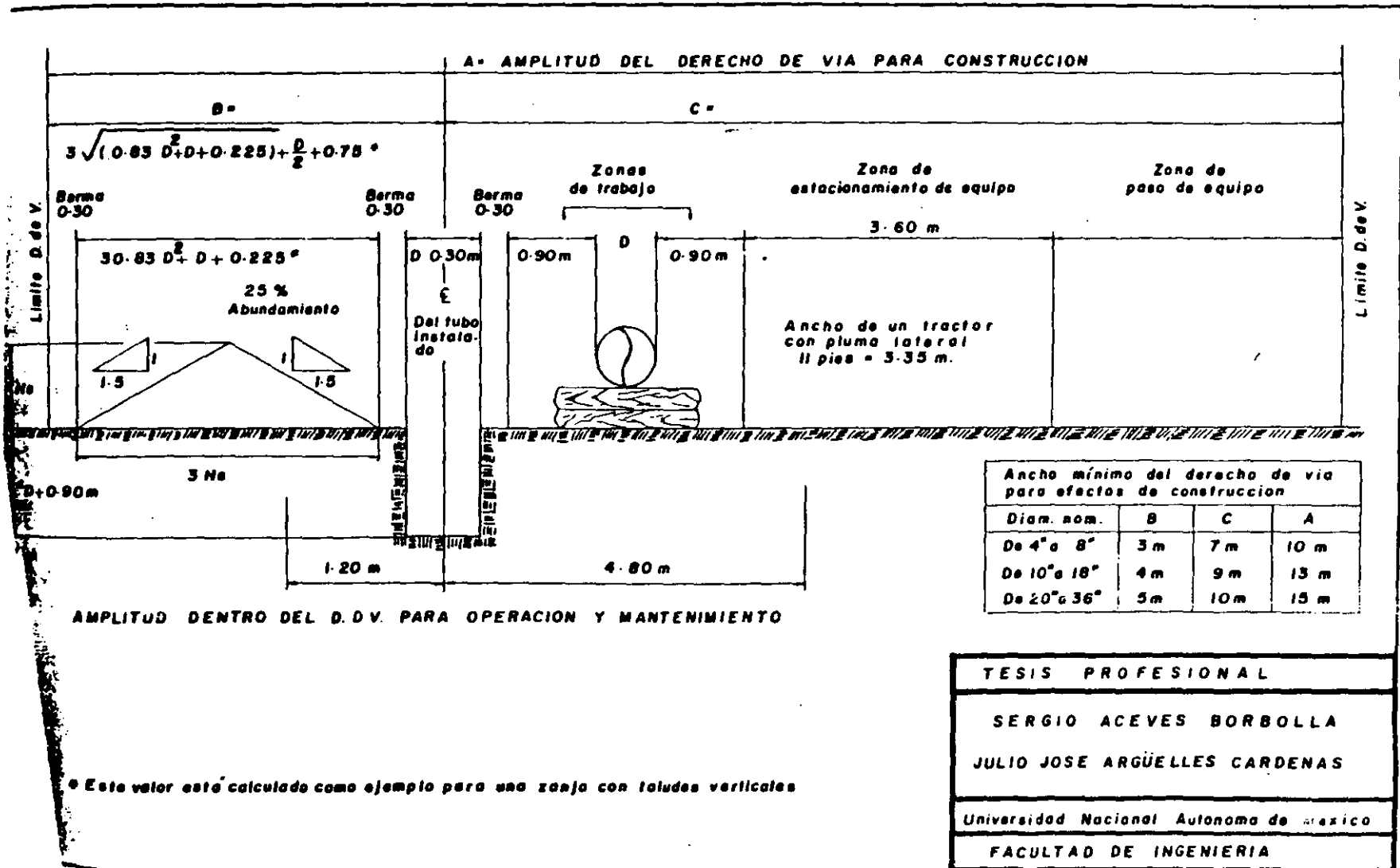


FIG. VII.= Track Drill trabajando en un
corte, este equipo se usa
cuando el material no se puede
de remover con equipo de ataque



EXCAVACION DE ZANJA

Zanja es el lugar en el que quedará alojada, en definitiva, la tubería ya soldada y protegida.

La excavación consistirá en la extracción del material, remoción de troncos y raíces y colocación del material producto de esta operación, formando un camellón en el lado opuesto al que se distribuirá la tubería.

Esta fase será posterior al derecho de vía y al igual que en éste, lo primero será realizar el trazo del eje de la zanja.

Ya trazado el eje, el procedimiento más común consiste en arar dicho trazo (Rippeo), con el objeto de aflojar el terreno y prepararlo para el equipo que realizará la excavación.

Estando el terreno preparado, se procede a excavar, siendo posible usar cualquiera de los siguientes equipos: draga de arrastre, zanjadora y más comunmente, retroexcavadora.

La zanjadora, es una máquina que desperdicia el material lateralmente por medio de una banda transportadora, alimentada por cogilones que atacan directamente al material.

Las dimensiones de la zanja varían de acuerdo al diámetro de la tubería que será alojada en ellas y al tipo (estabilidad) del terreno.

Esta excavación también se puede ejecutar con herramienta manual (pico y pala), siendo recomendable usarse

para afinar las dimensiones de la zanja, posteriormente al uso del equipo mayor.

El procedimiento constructivo variará de acuerdo al terreno, complicándose con la presencia de roca, siendo necesario el uso de explosivos.

La plantilla de la zanja debe tener un perfil tal que la tubería, al ser depositada en la misma, se apoye en el terreno en todos sus puntos. Esto puede generar que se presenten puntos en que la profundidad de la zanja sea mayor que la especificada, siendo esto necesario para evitar forzamientos o dobleces de la tubería.

Cuando estamos trabajando en zonas rocosas, es necesario tender (colocar) una cama (plantilla de arena o tierra suelta), para proteger a la tubería de las rocas agudas o cortantes.

Se llama colchón al material que se encuentra limitado por la cara superior de la tubería y nivel del terreno natural y estará determinada por el diámetro de la tubería, el tipo de material y la zona en donde cruzará la línea.

El ancho total mínimo de la zanja debe de ser de 12 pulgadas más que el diámetro de la tubería.

Es muy importante proteger a la zanja contra posibles corrientes de agua, por lo que es necesario tener previsto la colocación de rompecorrientes que pueden ser elaborados con costales de yute rellenos de arena.

Al igual que en el derecho de vía, en esta fase

se generan obras adicionales como puentes, pasos para ganado, etc., las cuales serán tratadas más adelante.



FIG. VIII.= Trazo de la Zanja, las estacas ubican a la misma



FIG. IX.= El señalamiento a través de estacas se aprecia con claridad, serán las puntas donde se va a construir la línea (eje de la línea)

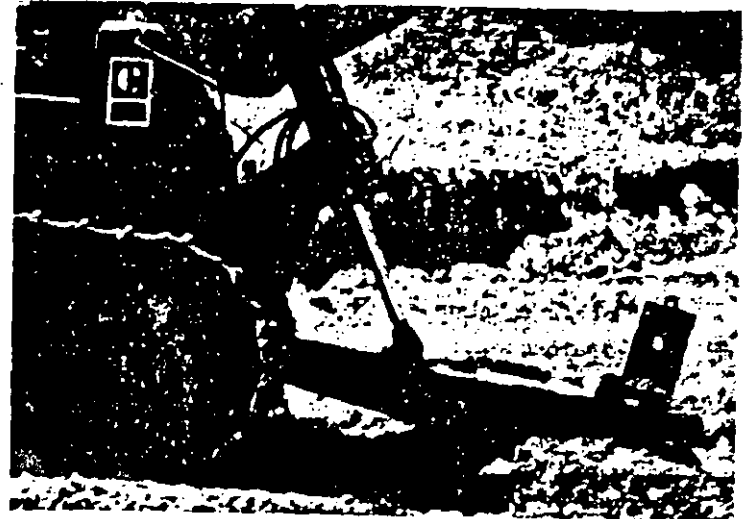


FIG. X.= Con el objeto de aflojar el terreno se Rippea con la parte posterior del tractor.

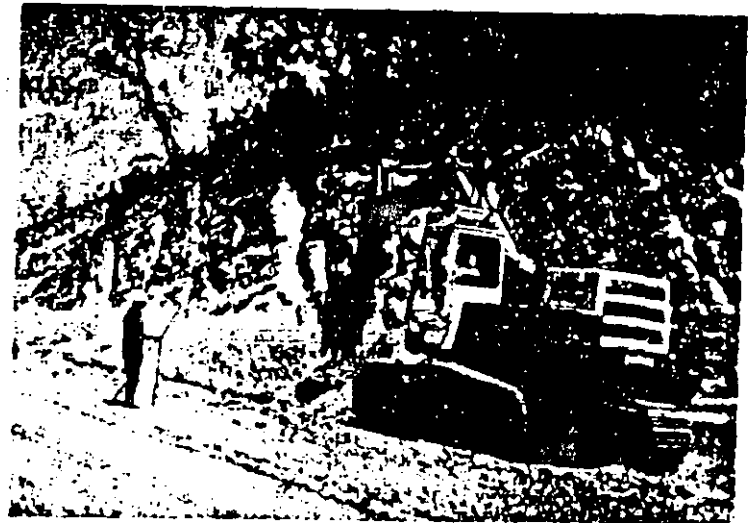


FIG. XI.= Preparado el terreno se procede a excavar, el equipo más comúnmente usado es la retroexcavadora

CLASIFICACION DEL TERRENO DE ACUERDO AL TIPO DE MATERIAL

MATERIAL A (TIPO I)

En esta clasificación están comprendidos los suelos poco o nada cementados, es decir, cuando su "cohesión" medida en prueba de penetración estandar o en compresión simple, es menor o igual a 2.5Ton/m² y cuyo contenido de agua en sitio es mayor o igual al correspondiente al límite líquido.

Este suelo tiene partículas menores de 7.5 cm. de diámetro y se puede remover con pala si se hace manualmente, o con Motoescropa si se realiza con maquinaria. Se clasifican en este tipo de material la arena, tierra orgánica, etc.

MATERIAL B (TIPO II)

Es aquel material de consistencia sólida, que por su grado de cementación se requiere del uso de pico y pala para su extracción, si la excavación es hecha a mano, o bien, si se utiliza maquinaria, requiere de un tractor de oruga con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de fuerza en la barra, o un arado de 6 tons. jalado por un tractor de la misma potencia.

Su "cohesión" medida en compresión simple es de 40 ton/m² y su contenido de agua es menor o igual al límite de contracción volumétrica, sien-

do sus partículas menores de 0.5 m³ y mayores de 7.5 cm. de diámetro.

Las rocas alternadas son 100% material B cuando la separación de sus grietas es igual o menor de 5 cm.

MATERIAL C (TIPO III)

Un material es tipo C cuando la resistencia a la compresión simple de una muestra inalterada es de 1120 kg/cm² o mayor, el espaciamiento entre grietas es de 100 cm. o mayor y el RQD (Rock Quality Designation) mayor de 75%.

Si la excavación se ejecuta manualmente, este tipo de material solo se puede remover con cuña y marco, o también puede hacerse mediante el uso de explosivos.



FIG XII.= Banco de Material Tipo I
(arena, tierra orgánica etc.)

TRANSPORTE DE TUBERIA

La tubería será transportada desde su lugar de fabricación, hasta una zona cercana a su destino final usando el medio de transporte más económico, siendo éstos; el barco o el ferrocarril, según sea el caso.

La tubería será almacenada en algún lugar destinado para ello dentro de las instalaciones del puerto o la estación de FF.CC.

La descarga de la tubería deberá ejecutarse empleando una grúa con aditamentos para manejo de la misma, que cuentan con mordazas acojinadas de cierre automático, o bien ganchos iguales o similares a los de la figura adjunta, haciendo la maniobra con el cuidado necesario para evitar golpes que puedan dañar el cuerpo y los biselados de los tubos.

A partir de estos centros en donde se concentra la tubería, se distribuirá la misma a almacenes que se tendrán localizados contiguos al derecho de vía y el número y distribución de los mismos dependerá de las vías de acceso que tengamos al derecho de vía.

El transporte más usual es el de un camión de arrastre (Tractocamión) y una plataforma remolcable o un eje tandem, dependiendo del diámetro de la tubería.

Si las condiciones lo permiten, los tubos se irán descargando a todo lo largo del derecho de vía, reduciéndose al mínimo el manejo de la tubería. De no ser esto posible, se usará otro medio como un tractor pluma, o manual.

Al distribuir la tubería a lo largo del derecho



FIG. XIII.- Material tipo II
(consistencia sólida)



FIG. XIV.- Material tipo III
(Roca)

de vía, ésta deberá colocarse invariablemente sobre polines de madera con sección mínima de 20 cm. (8") por 20 cm. (8"), de manera que se evite el contacto de la tubería con el terreno y cada tramo deberá apoyarse por lo menos en dos polines y que los tramos de tubería queden en forma alternada para evitar golpes que puedan dañar los biceles.

El acomodo de los tubos en el D.D.V., uno tras otro, pero traslapados, paralelos a la zanja del lado del tránsito del equipo a una distancia tal, que no se provoquen derrumbes. Estas operaciones deben efectuarse sin que los tubos sufran casi ningún daño y sin que causen estorbos a ninguna de las partes de la obra ya construida o en construcción.

Los tubos quedan depositados sobre el terreno, paralelamente a la zanja, traslapados 10 cm. aproximadamente, cercanos al límite del talud natural del terreno de la excavación, dejando siempre un paso mínimo libre de 0.60 m. entre la orilla de la excavación y el lado cercano del tubo.

La colocación de los tubos debe de ser propicia a la operación de alineado y soldado, no dejando tubos malcolocados o con daños inadmisibles.



FIG. XV. = Tubería transportada por Ferrocarril



FIG. XVI. = Descarga y Almacenamiento de tubería dentro de las instalaciones de la estación de F.F.C.C.



FIG. XVII. = Transporte de tubería con tractocamión al Derecho de Vía.

TRANSPORTE DE LOS MATERIALES ANTICORROSIVOS

Los materiales anticorrosivos tienen por objeto proteger a la tubería contra los agentes existentes en el medio ambiente y que la deterioran.

Consisten en materiales sintéticos como pinturas, fibra de vidrio, asfalto, etc. que le darán impermeabilidad al tubo, impidiendo el paso de la humedad, lo que reditúa en prolongar la vida útil del tubo.

La pintura y el esmalte se suelen manejar en tambores de lámina de 200 lts. de capacidad y deberán manejarse y transportarse con todas las precauciones necesarias para no perjudicar los envases y por lo tanto el contenido.

Hay que tomar en cuenta que el solvente de la pintura es muy inflamable y sus vapores pueden causar explosiones, por lo tanto, la pintura deberá manejarse tomando todas las precauciones acostumbradas para líquidos inflamables.

Los tambores de pintura primaria y del adelgazador se mantendrán siempre cerrados, almacenandolos en posición horizontal para evitar la pérdida del solvente por evaporación, la entrada de agua de lluvia y la contaminación de la pintura con tierra o basura.

Estos tambores se guardarán en una bodega y solamente los volúmenes estimados para el consumo diario se llevarán al sitio de la obra, vaciando los de los tambores originales de fábrica al tanque de la máquina pintadora.

En el caso del esmalte, éste deberá manejarse --

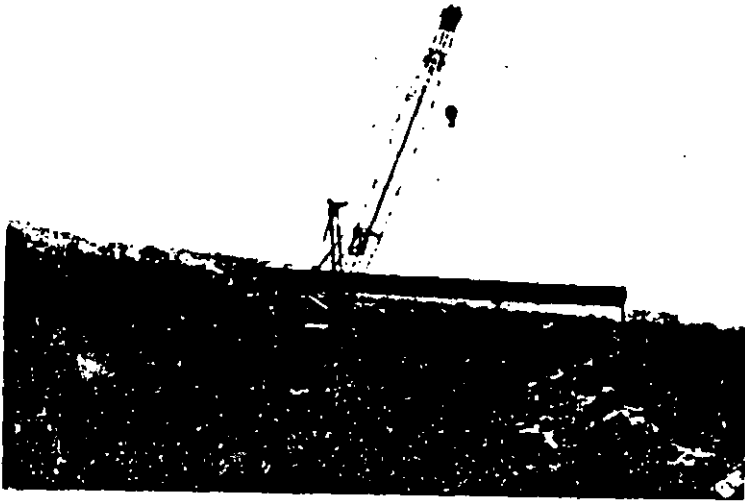


FIG. XVIII. = Almacén de tubería contiguo al Derecho de Vía.



FIG. XIX. = Descarga de tubería a lo largo del derecho de Vía con tractor Pluma.

evitando la rotura prematura de los recipientes y la contaminación con tierra y basura.

Por lo que toca a los materiales para envoltura de la tubería, los rollos y cajas que contengan fibra de vidrio, felpa y fieltro asbéstico, no serán diseminados a lo largo del derecho de vía. Se almacenarán en bodegas protegidas de la intemperie y especialmente de la humedad excesiva, no debiendo estar en contacto directo con el terreno natural y el material que se utilizará en el día será transportado del almacén al sitio de la colocación en vehículos cubiertos que los protejan de la intemperie.

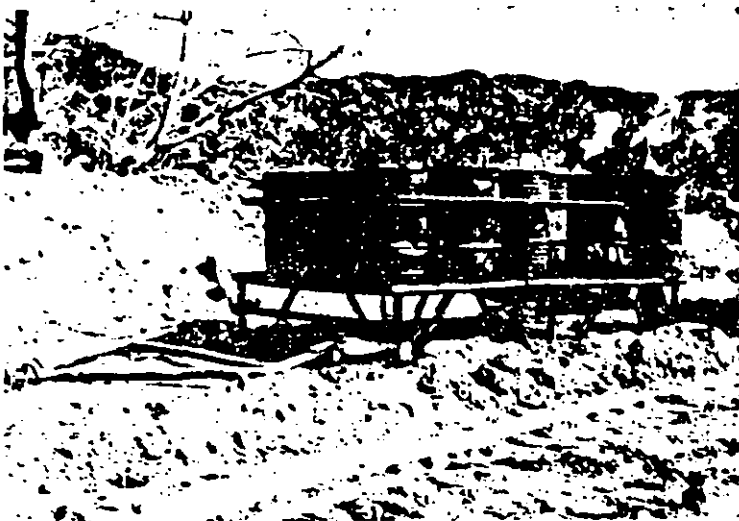


FIG. XX. = Transporte de Materiales Anticorrosivos para tubería por medio de trineo

DOBLADO

Los cambios de dirección y de elevación del terreno, hacen necesario que el tubo sea doblado, el número de dobleces de una línea se lleva al mínimo, procurando conformar el Derecho de Vía y consecuentemente el fondo de la zanja, para evitar lo más posible los cambios de pendiente que obligan a doblar la tubería.

Este doblado deberá ser efectuado en el sitio de la colocación definitiva y además será en frío. Para esto se utiliza una Dobladora Hidráulica y un Mandril.

La dobladora es una máquina que por medio de un mecanismo hidráulico, puede "empotrar el tubo", para que por medio de unos gatos hidráulicos de gran potencia, se reflexione el tubo, provocando esfuerzos mayores al límite elástico consiguiéndose así deformaciones permanentes que dan el doblado a la tubería.

El mandril es un mecanismo neumático cuyo propósito es apoyar la paredes interiores de la tubería para evitar el pandeo y eliminar la distorsión de la redondez. El mandril tiene la propiedad de expandirse dentro de la tubería y provoca una redondez casi perfecta.

Con el equipo mencionado, los dobleces se hacen sin alterar las dimensiones de la sección transversal del tubo cuando fué recto, quedando libre de arrugas, grietas y sin ninguna evidencia de daño. El diámetro del tubo no se reduce más de 2.5% del diámetro y completamente doblado permite perfectamente el paso de los Diablos.

Las especificaciones limitan el doblado a un gra

do por metro, como máximo para tubería de 48", debiéndose dejar en los extremos de los tubos, tramos rectos de 1.30 mts. como mínimo.

Sólo en situaciones especiales se permite el doblez en la zona de la soldadura transversal, debiéndose en estos casos, radiografiar la soldadura después del doblado.

Se hacen anotaciones sobre el tubo. Estas anotaciones indican el centro del doblado, la magnitud de la curva, el surtido de la misma y el número consecutivo del tubo con objeto de que el operador pueda hacer el doblado correcto.

Los dobleces los chequea el operador de la Dobladora, con un aparato especial cuyo funcionamiento es muy parecido al del clisímetro.

La dobladora no tiene locomoción propia, para transitarse debe remolcarse con un tiendetubos. Este sirve también para alimentar el tubo a la máquina.

Es práctico colocar la dobladora en terreno plano y en un mismo punto hacer varios dobleces, para luego avanzar a otro punto.

Es necesario también un compresor para poder suministrar aire al mandril.

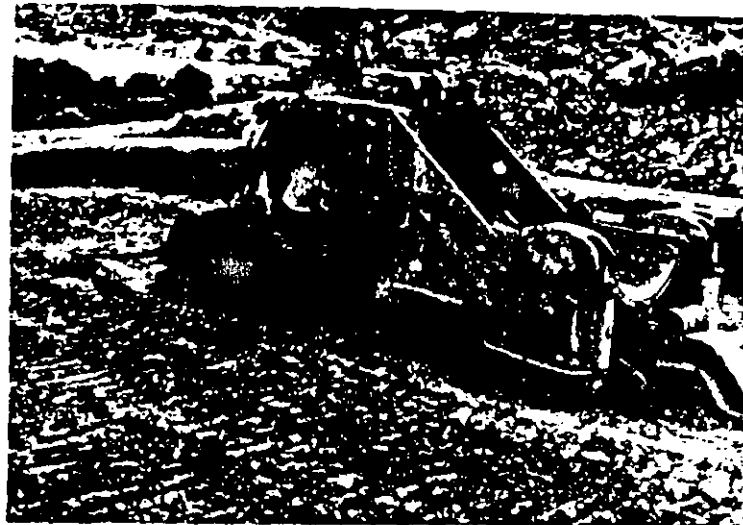


FIG. XXI.= Máquina Dobladora de Tubería



FIG. XXII.= Doblado de tubería y colocación por medio de Tractor Pluma

REGISTRO DE DOBLECES

El topógrafo recorre el D.D.V. y mide los dobleces verticales con clisfómetro y los horizontales con tránsito. Deja señales sobre el terreno consistentes en estacas o banderas indicando la magnitud en grados de los dobleces y el sentido (concavidad hacia arriba o hacia abajo, deflexión derecha o izquierda).

Después mide cada uno de los tubos, anotando las longitudes en su libreta y les asigna un número consecutivo.

Se procede entonces a marcar sobre el terreno la posición en que va a quedar cada tubo, al hacer esto, la cinta no necesariamente debe de estar horizontal, sino que debe seguir el perfil del terreno.

Posteriormente anota en su registro la distancia del inicio del tubo al sitio del doblez y marca sobre los tubos, los datos antes mencionados.

Hay restricción de doblar a menos de 1.80 mts. del extremo del tubo, por lo mismo, si el sitio del doblez, coincide con el extremo del tubo o queda muy cerca de él, se procede de la siguiente manera:

Si el doblez es muy pequeño (menos de 3°) se recorre hasta el sitio permitido. Si el doblez es grande (mayor de 3°) el doblez se reparte por mitades entre los dos tubos que coinciden en esa unión, recorriéndose también hasta el sitio adecuado.

Los errores en la medidas se compensan dejando un traslape al inicio de cada lingada.

SOLDADURA

La soldadura de tubos debe considerarse como la operación más importante y de mayor atención, por constituir la continuidad de la hermeticidad y resistencia del conducto, que debe lograrse solamente con trabajadores competentes, un equipo que se mantenga siempre en buenas condiciones y una inspección que no disminuya la vigilancia y pruebas que se establezcan.

La soldadura de los tubos debe ser hecha por cualquiera de los procesos siguientes: soldadura de arco metálico protegido, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido con gas, soldadura de arco metálico protegido con gas o bien por el proceso de soldadura de oxiacetileno.

Las técnicas que se apliquen en los procesos de soldadura pueden ser manuales, semiautomáticas, automáticas o la combinación de ellas y pueden ser aplicadas en soldaduras de posición o soldaduras de rolado.

El equipo de soldar tanto en el arco eléctrico como el de gas debe ser del tamaño y tipo apropiado para el trabajo y debe mantenerse en condiciones de asegurar una soldadura uniforme y aceptable, en operación continua. El equipo de arco eléctrico debe estar vigilado constantemente y debe operarse dentro de los límites de valores de corriente y tensión dados en el procedimiento calificado de soldadura. El equipo de gas para soldar debe ser operado con la flama característica y el tamaño de boquilla dado en el procedimiento.

Cualquier equipo que no cumpla los requisitos de-

funcionamiento deberá ser reparado o reemplazado.

Esta norma debe aplicarse al soldado de accesorios de tubería, de tubos API Spec 5L, API Spec 5LX y estándares ASTM aceptados.

Todos los metales de aporte deben ser conforme a las especificaciones AWS A 5.1, AWS A 5.5, AWS A 5.2, AWS A 5.17, AWS A 5.18 y AWS A 5.20.

Estos metales de aporte o electrodos así como los fundentes, deben ser almacenados y manejados evitando que se dañen, ellos y sus empaques. Aquellos que vienen con empaques abiertos deben protegerse de cualquier deterioro y los electrodos protegidos deben estar al resguardo de cambios excesivos de humedad. Los electrodos y fundentes que muestren signos de haberse dañado o deteriorado, no deben usarse.

CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Antes de iniciar la operación de soldadura en la línea, debe ser calificada la especificación detallada del procedimiento de soldadura que se usará, para determinar que las soldaduras tengan propiedades mecánicas apropiadas, pueden considerarse sanas y se puede utilizar el procedimiento aprobado. La calidad de la soldadura debe ser determinada por pruebas destructivas.

ASPECTOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

El procedimiento de soldadura especificado en el proyecto y que debe calificarse en el campo, debe incluir los diferentes aspectos que se enuncian a continuación, mismos que deberán ser aplicados.

PROCESO. El proceso específico de soldadura de arco o el proceso de soldadura con gas, manual, semiautomático, automático o combinado.

MATERIALES. Tubos y conexiones de tuberías, API Spec 5L, API Spec 5LX y otros materiales de especificaciones ASTM, acero al carbón, agrupados según el límite elástico mínimo especificado: 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000 psi, más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas de los metales base y de relleno, tratamiento térmico y propiedades mecánicas.

Agrupamiento por diámetros y por espesor de pared.

Diámetro exterior pulg.	Espesor de pared pulg.
menores de 2 3/8	menores de 3/16
2 3/8 a 12 3/4 inclusive	3/16 a 3/4 inclusive
Mayores de 12 3/4	Mayores de 3/4

DISÑO DE RANURAS. Forma de la ranura y ángulo del bisel, tamaño de la cara de la raíz y abertura entre raíces o espacio entre miembros a tope. Forma y tamaño del cordón de soldadura. Tipo de respaldo si se usa.

METAL DE APORTE Y NUMERO DE CORDONES. (Tamaño y número de clasificación de metal de aporte, número mínimo y secuencia de cordones).

CARACTERISTICAS ELECTRICAS. (Corriente y polaridad, tensión y corriente para cada electrodo, sea varilla o alambre).

CARACTERISTICAS DE LA FLAMA. (Neutral, carbur

zante, oxidante, tamaño del orificio en antorcha tipo, para cada tamaño de varilla o alambre).

POSICION. (De rolado o soldadura de posición fija).

DIRECCION DE LA SOLDADURA. (Vertical hacia arriba o hacia abajo).

TIEMPO ENTRE PASOS. (Tiempo máximo entre terminación del cordón de fondeo y principio del segundo cordón; tiempo máximo entre la terminación del segundo cordón y el principio de otros cordones).

TIEMPO DE ALINEADOR. (Interno, externo, no se requiere).

REMOCION DEL ALINEADOR. (Después de completar 100% del fondeo).

LIMPIEZA. (Herramientas motrices, herramientas de mano).

PRE Y POSTCALENTAMIENTO. (Relevo de esfuerzo) (Métodos, temperatura, métodos de control de temperatura, fluctuación de temperatura ambiente).

GAS PROTECTOR Y GASTO. (Composición del gas, y gasto).

FUNDENTE PROTECTOR. (Tipo y tamaño).

VELOCIDAD DE RECORRIDO. (Pulgadas por minuto) (cm. por minuto).

RECALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

VARIABLES ESENCIALES. Un procedimiento de soldadura debe ser restablecido como una nueva especificación de procedimiento y debe ser completamente recalificado, cuando cambian cualquiera de las variables siguientes que pertenecen al procedimiento primeramente establecido.

CAMBIO EN EL PROCESO DE SOLDADURA. (De gas a arco protegido; proceso de gas o soldadura de arco a otro proceso de gas u otra soldadura de arco; de manual a semi-automático o automático o combinación de éstos).

CAMBIO EN EL MATERIAL DE LOS TUBOS. (Grupos de ASTM o AFI, acero al carbono, con límite elástico mínimo especificado de 42 000 psi y menor; más de 42 000 psi y menos de 60 000; más de 60 000 psi; además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas del metal base y el de relleno, tratamientos térmicos y propiedades mecánicas).

CAMBIO EN EL DISEÑO DE LA JUNTA. (De ranura en V a ranura en U, etc. El cambio en el ángulo del bisel o borde de la ranura, no son variables esenciales del procedimiento especificado).

CAMBIO EN LA POSICION. (Para soldadura a toposolamente) (Un cambio de vertical a horizontal y viceversa).

CAMBIO EN EL ESPESOR DE PARED DEL TUBO. (Un cambio de grupo de espesor de pared a otro grupo).

CAMBIO EN EL METAL DE APORTE. (De un grupo cla-

sificado a otro; ver tabla "Clasificación de grupos de metales de aporte").

DISMINUCION DEL NUMERO DE SOLDADORES DEL CORDON-DE FONDEO.

CAMBIO EN EL PERIODO DE TIEMPO ENTRE EL CORDON-DE FONDEO Y EL SEGUNDO CORDON SEGUN MAXIMO ESTABLECIDO.

CAMBIO DE DIRECCION. (Vertical-abajo a vertical-arriba o viceversa).

CAMBIO DE GAS PROTECTOR. (De un gas a otro; de una mezcla de gases a mezcla diferente de los mismos gases).

24/
CAMBIO EN EL GASTO DEL GAS. (Disminución o incremento del gasto según límites establecidos).

CAMBIO EN EL FUNDENTE PROTECTOR. (Cambio del tipo o tamaño de las partículas del fundente).

CAMBIO A MAYOR VELOCIDAD DE RECORRIDO, SEGUN LIMITES.

UNIONES DE PRUEBA, SOLDADAS A TOPE

Se denomina unión de prueba a la unión con soldadura de dos extremos, pequeños tramos de tubo que obedecen todos los detalles de las especificaciones del procedimiento para calificar y bajo las condiciones que se esperan en la producción de soldaduras en la línea.

PRUEBA DE "UNIONES DE PRUEBA" SOLDADAS A TOPE

PREPARACION. Los especímenes deber ser cortados conteniendo al centro la junta soldada, de acuerdo con la localización transversal mostrada en FIG. 1 API 1104, con las dimensiones y en las cantidades mínimas de especímenes y pruebas que deben realizarse, dadas en TABLA 1 API 1104.

Los especímenes deberán ser preparados como se muestra en FIG. 2, 3, 4 y 5 API 1104.

Para tubos menores de 2 3/8 pulg. diámetro exterior, deberán hacerse dos uniones de prueba para poder contar con el número de especímenes de prueba requeridos.

Los especímenes deben ser enfriados al aire a la temperatura ambiente, antes de que sean probados.

Para tubos de 1 5/16 pulg. diámetro exterior y menores, un espécimen de sección completa puede ser sustituido por los cuatro especímenes: dos de sección reducida de ranura y rotura y dos de doblado por la raíz. El espécimen de prueba de tensión debe ser roto bajo una carga de tensión. El esfuerzo de rotura debe ser calculado dividiendo la carga máxima a la rotura entre el área menor de la sección transversal del espécimen, medido antes de aplicar la carga. La sección del espécimen debe cumplir los requisitos de la prueba de tensión que se describe más adelante.

CLASIFICACION DE GRUPOS DE METALES DE APORTE

(API Std 1104)

Especificación AWS	Gas Protector	Electrodo.	Fundente.	Observaciones
1 AS.1-69		EXX10 EXX11		
2 AS.1-69 AS.5-69		EXX15 EXX16 EXX18		
3 AS.17-69		EL8 EL8K EM5K EM12 EM12K EM13K EM15K	F60 F61 F62 F70 F71 F72	Cualquier combinación de electrodos y fundentes - mostrados.
4 AS.18-69	Bióxido de Carbono.	E70S-4 E70S-5 E70S-6		
5 AS.18-69	No especificado	E70S-G		Potencia para soldar no especificada.
6 AS.20-69	Bióxido de Carbono.	E70T-1 E70T-2 E70T-5		
7 AS.20-69	Sin protector	E70T-3 E70T-4 E70T-5		
8 AS.20-69	No especificado	E70T-G		Potencia para soldar no especificada.
9 AS.16-69	Argón o Argón y Oxígeno	E70U-1		
10 AS.2-69		RC 45 RC 60 RC 65		

NOTA: Gas o gases, tipos de metal de aporte y fundentes no enlistados en esta tabla, pueden ser usados pero se requiere clasificación diferente de soldadores.

SOLDADO DE LA TUBERIA

a) Equipo de Soldar.

Las máquinas para soldar y todos sus accesorios (cables, portaelectrodos, etc.) deben ser del tipo y tamaños adecuados para el trabajo, deben estar en buenas condiciones para asegurar soldaduras de buena calidad, continuación de operación y seguridad para el personal. Las máquinas de soldar deben ser operadas dentro de los rangos de voltaje e intensidad de corriente recomendada por el fabricante para cada tipo y tamaño de electrodo y la clase de soldadura por efectuar.

b) Examen y competencia de los soldadores.

Todo soldador que intervenga en la construcción debe ser previamente examinado, para que se le permita soldar la tubería o cualquier otro aditamento a ella si resultase aprobado en el examen. El examen a cada soldador debe hacerse como sigue: Hará una soldadura en tubería de diámetro, espesor y especificaciones de la clase de tubo que se empleará en la construcción del gasoducto, usando para ello "carretes" de dicha tubería y la misma clase de electrodos y condiciones que se emplearían en la construcción. El soldador al examinarse debe emplear la misma técnica de soldar el mismo procedimiento que seguirá en la línea en caso de que saliese aprobado. De la soldadura de prueba (carrete soldado).

debe cortarse probetas en número máximo de 12, dependiendo del diámetro del tubo en la forma siguiente:

DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO	No. DE PROBETAS
114.30 mm. (4") y menor	4
168.30 mm. (6") a 323.90 (12")	6
335.60 mm. (14") y mayor	12

Las pruebas deben tomarse como se indica.

Las probetas para determinar el esfuerzo a la tensión, deben romperse en el metal base, fuera de la zona de fusión. Por último, las que son sometidas a prueba de sanidad, deben mostrar una completa fusión y penetración en todo el espesor de la probeta y no mostrar inclusiones de escoria, bolsas de gas, quemaduras o cualquier otro defecto, en número y tamaño mayores de los permitidos.

c) Métodos de prueba y resultados.

Las probetas para prueba deben ser como se muestra y los resultados serán como se indica a continuación:

Para la prueba de tensión si dos o más probetas se rompen en la soldadura o en la zona de fusión, antes de alcanzar el esfuerzo de ruptura del metal base, el soldador es descalificado.

La prueba de sanidad debe mostrar completa penetración y fusión en todo el espesor de la probeta. La superficie expuesta debe mostrar como máximo 6 bolsas de gas en 645 mm.

(una pulgada cuadrada), con dimensión máxima que no exceda de 1.58 mm. (1/16"). Las inclusiones de escoria no deben ser mayores de 0.79 mm. (1/32") de profundidad ó 1.58 mm. (1/16") de ancho y separadas entre sí por lo menos 12.70 mm. (1/2") de metal sano. La prueba de doblado es aceptable si en el metal de la soldadura o en la zona de fusión no se presentan grietas u otros defectos que excedan de 3.17 mm. (1/8") en cualquier dirección después del doblado.

d) Alineamiento de los tubos.

Antes de alinear cada uno de los tubos para soldarse, deben ser cuidadosamente limpiados de su bisel, quitándole toda materia extraña y secándolo, para lograr una soldadura perfecta.

El alineamiento se hace por medio de un alineador-expansor neumático o mecánico interno dejando una abertura de raíz de 0.79 mm. (1/32") a 1.58 mm. (1/16"), de tal manera que asegure una completa penetración de la soldadura sin ocasionar quemaduras.

e) Sistema de soldar.

Con el alfiler debidamente colocado y el tractor con pluma lateral inmóvil, sosteniendo al tubo a una altura mínima de 400 mm. (16") sobre el terreno (ésto es con el objeto de que los soldadores tengan un mayor movimiento de su brazo); se debe aplicar el primer paso o cordón de soldadura (fondeo), por medio de dos soldadores simultáneamente (en tubería de 254 mm. de diámetro).

tro exterior y mayor), empezando en cuadrantes diametralmente opuestos, con el objeto de que el calor se reparta simétricamente en toda la unión y así evitar grietas, por contracciones al enfriarse la soldadura.

Después del primer cordón, una vez que se limpia perfectamente, es aplicado un segundo cordón (paso caliente), con el fin de reforzar el fondeo y remover toda la escoria, esencialmente las líneas de escoria que hayan quedado en el primer cordón. Este segundo paso se aplicará igualmente por dos soldadores y en las mismas condiciones que el fondeo.

Enseguida se limpia perfectamente el segundo cordón, para que sean aplicados los cordones de rolleno y por último el cordón de acabado o de vista. Este último paso debe ser aplicado en tal forma, que nos permita tener una unión terminada con un refuerzo no menor de 0.79 mm. (1/32") y no mayor de 1.58 mm (1/16") y cuyo ancho debe ser de 3.17 mm. (1/6") mayor que el ancho de la ranura original.

f) Calidad de la soldadura.

La resistencia a la tensión de la soldadura nunca debe ser menor que la resistencia a la tensión del material base. La sanidad de las soldaduras debe ser tal, que todas las probetas que se corten de una unión del gasoducto, muestran completa penetración y fusión en todo el espesor de la soldadura. La ductili-

dad de la soldadura tiene que ser tal que manifieste un alargamiento mínimo del 20% al doblar las probetas a un ángulo mínimo de 90° sin fracturas.

El soldado no se efectuará cuando la calidad de la soldadura sea afectada por las condiciones prevaletientes del tiempo, incluyendo humedad arrastrada por vientos, tolvaneras, tiempo y frío y vientos fuertes. El manejo de secciones de tubería no se permitirá hasta que las soldaduras estén suficientemente frías.



FIG. XXIII.- Máquina Soldadora; el personal que labora en el frente de soldadura es altamente especializado.



FIG. XXIV.- Frente de Soldadura



XXVI.= Soldado de Tubería



XXV.= Soldadura Semiautomática
(alineador debidamente colocado)



XXVII.= El soldador debe ser especializado para
asegurar soldaduras de buena calidad.

PARAMETROS DE SOLDADO

Los parámetros usados son, velocidad de avance de la máquina soldadora, velocidad de alimentación de alambre, voltaje, oscilación de la cabeza soldadora y distancia del contacto al trabajo.

De todos éstos, los parámetros fundamentales son la velocidad de la máquina y la de la alimentación del alambre, las demás sin dejar de ser importantes no se alteran importantemente cuando se busca el ajuste del equipo.

En todos los pasos, una velocidad de avance baja puede ocasionar quemadura de los metales y una velocidad de avance más alta, una falta de fusión. En el caso de la alimentación del alambre, una alimentación demasiado rápida ocasiona quemaduras y una alimentación muy baja falta de material de depósito y por ende de fusión. Las velocidades se ajustan para lograr los resultados deseados y se mantienen constantes una vez obtenidos estos resultados.

La oscilación se ajusta también en una cierta medida para lograr que exista una adecuada fusión en las paredes del bisel y para evitar que una oscilación excesiva vaya a quemar el bisel.

Como es de vital importancia que las uniones de la tubería presenten una óptima calidad en sus soldaduras a continuación describimos los métodos de inspección utilizados para comprobar la eficiencia de las juntas soldadas:

a) Métodos de inspección destructivas:

Pruebas de tensión directa
Pruebas de dobléz guiado

b) Métodos de inspección no destructivas:

Inspección visual
Inspección radiográfica
Método de magna flux
Método con pruebas ultrasónicas
Inspección por medio de aceite penetrante

PRUEBAS DE TENSION DIRECTA

Las pruebas de tensión directa son hechas para medir la resistencia a la tensión de las juntas, mismas que deberán tener una resistencia a la ruptura mayor que la resistencia a la ruptura especificada para el material base.

PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO.

La prueba de dobléz guiado se hace para verificar el grado de solidez y ductibilidad de las soldaduras, las probetas se cortarán del tubo de prueba, las superficies cortadas se denominan costados de probeta, llamándose las otras dos superficies cara y raíz. La superficie llamada cara tiene el ancho mayor de la soldadura, los dobleces hechos en la probeta pueden ser de 5 tipos:

Doblez transversal de costado

Doblez transversal de cara

Doblez transversal de raíz

Doblez longitudinal de cara

Doblez longitudinal de raíz

Para aceptarse, las probetas no deberán tener fracturas o aberturas que excedan 3.17 mm. (1/8") medidas en cualquier dirección de la superficie cambiada.

INSPECCION VISUAL.

El método de inspección visual es el más ampliamente usado, debido a su simplicidad, bajo costo y rapidez de aplicación. Por medio de este método es posible predecir, en cierto grado el comportamiento de la junta durante su período de servicios, por medio de una observación cuidadosa hecha por inspectores debidamente preparados.

Para tener una base adecuada con que juzgar la calidad de una soldadura, la inspección visual debe comprender todas las etapas del proceso de soldadura; el material debe ser examinado antes, durante el proceso y una vez terminada la junta, los tubos deben ser examinados antes de ser soldados, sobre todo en las caras o preparaciones en las que se efectuará la junta, con objeto de determinar hojeaduras, incrustaciones de elementos extraños o algún otro defecto que haya sido localizado en la inspección de la tubería en la planta.

El examen de la junta durante el proceso de la soldadura, da una buena información de su calidad. Debe vigilarse el tipo de polaridad de la corriente, que la intensidad y el voltaje usados estén de acuerdo con las especificaciones para el tipo de trabajo de la junta y exigirse el

uso de electrodos adecuados.

En las soldaduras terminadas es posible tener una idea de su calidad por su apariencia externa. Los filetes deben tener los perfiles aceptados por el código de la A.S.N.S.

INSPECCION RADIOGRAFICA.

La inspección radiográfica sirve para mostrar la presencia y naturaleza de algunos de los defectos que existen en el interior de la soldadura, en ella se usan la capacidad que tienen las radiaciones de onda corta, como los rayos "X" y los rayos gamma para pasar a través de objetos opacos, en general mientras menor sea la longitud de la onda, es mayor su poder de penetración.

No toda la radiación pasa a través de la soldadura, parte es absorbida, dependiendo la absorción de la densidad y espesor de ésta. Si existe una cavidad en la soldadura, tal como burbuja de gas o en material menos denso incrustado, que puede ser escoria, la radiación tiene que atravesar menos metal que cuando se trata de una soldadura sana, reduciéndose la absorción de los rayos en la zona defectuosa. La variación en la intensidad de la radiación se registra en la película sensitiva colocada en el lado opuesto de la soldadura a aquel en que inciden los rayos emitidos por una fuente apropiada.

Las regiones de menor densidad aparecen impresas en la película, como zonas más oscuras, pudiéndose determinar con una interpretación adecuada, el tipo de defectos existentes. La radiografía no pone de relieve la presencia de grietas microscópicas, pero es un excelente medio de

terminar la existencia de porosidades, inclusiones de escoria, faltas de penetración, faltas de fusión y grietas microscópicas.

Los poros o burbujas de gas aparecen como puntos oscuros más o menos redondos y aislados, las inclusiones de escoria tienen formas más irregulares. La falta de penetración se aprecia como una línea oscura más o menos delgada interrumpida o continua generalmente sobre el centro de la soldadura. La falta de fusión se observa como una franja un poco más ancha y más frecuentemente en los bordes de la soldadura. Las grietas aparecen como rayos en cualquier dirección.

Lo anterior es solamente una indicación de la forma en que quedan registrados los defectos ya que las interpretaciones de las radiografías deben ser hechas por personas enteradas que conozcan el proceso y método seguido en la elaboración de las soldaduras, objeto de la inspección.

Como fuente emisora puede usarse un aparato de rayos "X", que da radiografías de gran contraste y nitidez. Los aparatos comerciales son caros y difíciles de colocar y mover, por lo que sólo son útiles en algunos casos especiales, sobre todo cuando se trata de placas de pequeño espesor. En la radiografía industrial, es más frecuente el uso de fuentes emisoras de radiaciones constituidas por pequeñas cápsulas de polvo radioactivo que son subproducto de los reactores atómicos.

Generalmente se usan en cápsulas de cesium o cobalto 60 que emiten radiaciones muy penetrantes llamadas

rayos gamma, los cuales atraviesan fácilmente placas de espesor considerable. Comercialmente estas cápsulas tienen intensidades de 3 a 5 unidades curie, son fáciles de transportar y colocar aún en lugares estrechos o poco accesibles su manejo y almacenamiento requiere un cuidado especial, el operador debe ir protegido con peto y guantes que tienen delgadas placas de plomo, debe estar provisto de un aparato que registre las radiaciones absorbidas por él limitándose la cantidad diaria o semanal que puede admitir.

En México estas cápsulas son controladas por la Comisión de Energía Nuclear, periódicamente los depósitos son registrados con contadores Geiger, marcando las zonas peligrosas a su alrededor.

METODO DE MAGNA FLUX.

El método de magna flux es aplicable para la localización de grietas y discontinuidades en la superficie de la soldadura o muy cerca de ella, para encontrar este defecto se induce un campo magnético en la pieza por medio de una corriente eléctrica de alto amperaje, esto se logra enrollando un alambre en la pieza y conectándolo a una máquina soldadora, que produce una corriente con las características requeridas. Sobre la zona a inspeccionar, se riega limadura o polvo de hierro, cuando alguna grieta u otro tipo de discontinuidad interrumpe el campo, las partículas magnéticas se acumulan en los bordes formando una línea, marcando el defecto.

METODO CON PRUEBA ULTRASONICA.

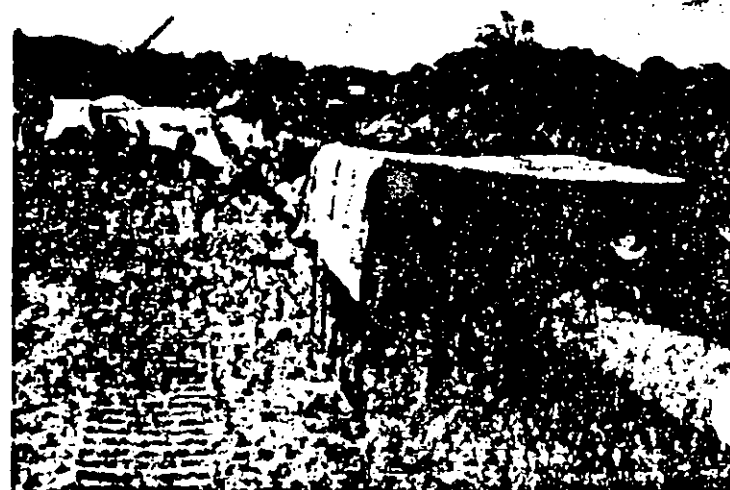
Las vibraciones ultrasónicas son usadas para lo

calizar pequeños defectos interiores en objetos metálicos-ferrosos o no ferrosos, plásticos, etc., la onda se origina por medio de una vibración mecánica muy rápida y se propaga sin pérdidas apreciables en un material homogéneo, reflejándose cuando encuentra una discontinuidad en el material. La gama de frecuencias emitida, varía de 0.5 millones de ciclos por segundo, formando un haz delgado que permite la localización aún de pequeños defectos.

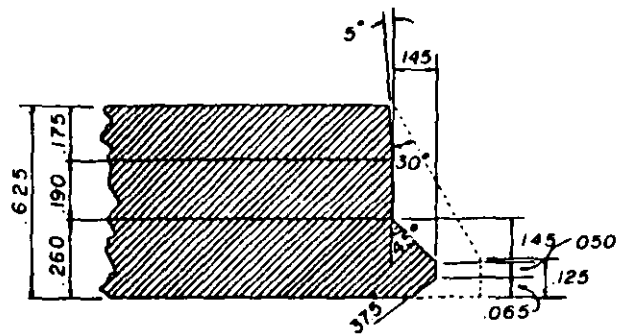
INSPECCION POR MEDIO DE ACEITE PENETRANTE.

La inspección por medio de aceite penetrante sirve para poner de manifiesto defectos superficiales, generalmente son preparaciones coloreadas que al aplicarse marcan la presencia de grietas u otros defectos similares, como se pueden apreciar en las notas anteriores. La inspección juega un papel preponderante para la producción de buena soldadura, ya que las soldaduras defectuosas son las principales causas de las fallas en las tuberías actualmente en servicio.

Con el fin de evitar que la tubería se dañe con las dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura, se debe limitar la longitud máxima de las secciones soldadas de tubería (lingadas); de acuerdo con el diámetro de la misma, el clima del lugar y la organización de la compañía constructora. Normalmente se dejan lingadas de 3 km. de longitud aproximadamente y completamente selladas en sus extremos, con el objeto de evitar que se introduzca algún animal o cualquier otro objeto extraño.

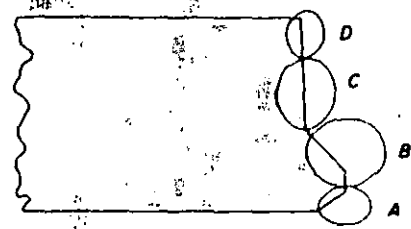


XVIII. Soldado de Tula, la lastrada, al fondo se aprecia una Unidad Radiográfica de guerra.

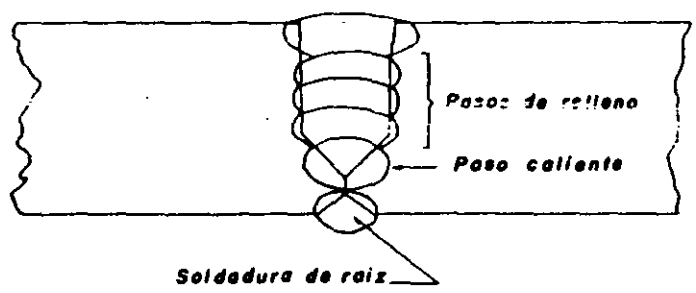


..... Bisel de fabrica
 ▨ Bisel para soldadura automatica

DETALLE DEL BISEL



ZONAS DEL BISEL



CORDONES DE SOLDADURA

TESIS PROFESIONAL

SERGIO ACEVES BORBOLLA

JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

Universidad Nacional Autonoma de Mexico

FACULTAD DE INGENIERIA

33

LASTRADO DE TUBERIA.

Cuando la línea atravesará una zona con presencia de agua (río, laguna, pantano, mar, zona inundable, etc.) es necesario darle un peso extra a la tubería.

El peso extra debe ser suficiente para contrarrestar el empuje hidrostático (principio de Arquímedes). Este problema se resuelve mediante el uso de contrapesos - de concreto armado, colocados en la tubería, o bien mediante el proceso de lastrado de toda la tubería.

CONTRAPESOS; éstos serán de concreto armado y se fabricarán en la zona donde el constructor lo decida, para que sean superpuestos a la tubería una vez que ésta se encuentre alojada en la zanja.

Los contrapesos pueden tener diferente forma geométrica, serán colocados en el lomo de la tubería, e impedirán que la línea flote.

El cálculo del contrapeso está basado en el "Principio de Arquímedes", buscando que la densidad del conjunto, formado por la tubería, contrapesos y aire atrapado, sea mayor que la del agua.

Otro procedimiento para darle mayor peso a la tubería consiste en recubrir el tubo con concreto armado. Generalmente el concreto armado se forma con agregados de alta densidad (residuos de mineral de hierro) y como refuerzo se usa malla de alambre galvanizado, hexagonal.

El cálculo del recubrimiento, se basa en el mismo "Principio de Arquímedes" y la colocación de este recu-

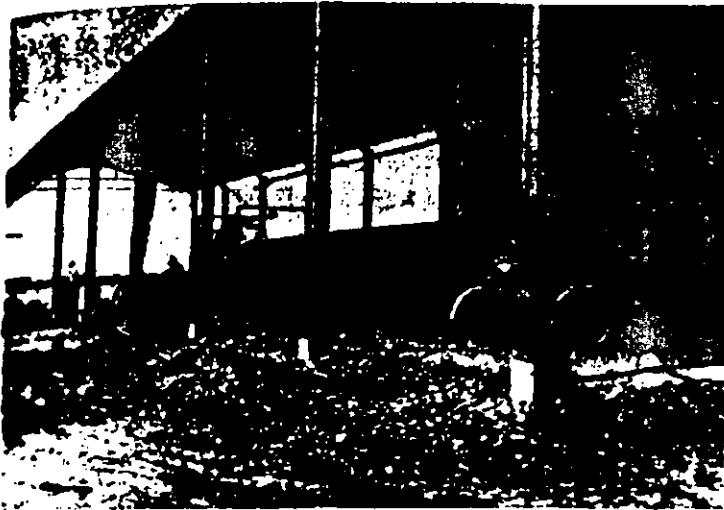
brimiento puede ser por medio de formas metálicas usadas - como cimbra y colocadas en el sitio, o en plantas mecanizadas que realizan todo el proceso.



XXIX.- Contrapesos de Concreto armado



XXX.- Contrapesos superpuestos a la tubería ya alojada en la zanja.



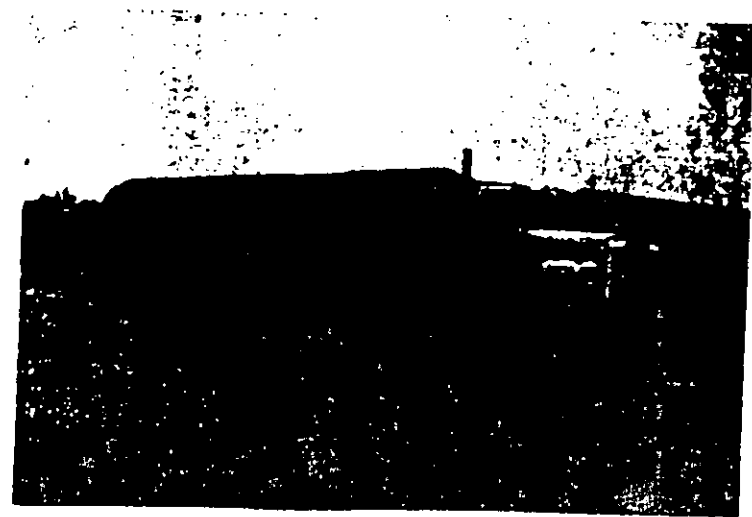
XXXI.= Planta de Pintura y Esmalte de Tubería



XXXIII.= Tubería lastrada de 48" ϕ



XXXII.= Planta de Lastrado de Tubería
(residuos de mineral de hierro,
cemento y agua)



XXXIV.= Transporte por medio de plataforma
y tractocamión de Tubería Lastrada.

PROTECCION ANTICORROSIVA

La corrosión es el principal destructor de tuberías, las reparaciones son costosas y las interrupciones de servicio reducen ingresos.

Las principales causas de corrosión son los suelos que contienen productos químicos que producen reacciones electroquímicas y el agua presente en tuberías sumergidas en pantanos, lechos de río y cerca de las costas.

Los recubrimientos tienen la función principal de evitar que el agua entre en contacto con el acero de la tubería. Su efectividad se basa en su calidad y su durabilidad y el cuidado con que se aplica y el manejo que recibe antes de taparse.

U
N
Existe una gran variedad de materiales de recubrimiento, desde los más novedosos, que son cintas de polietileno hasta los esmaltes a base de brea de hulla que se aplican en caliente.

La protección anticorrosiva usada comúnmente en México consiste en:

- 1.- Pintura primaria.
- 2.- Esmalte anticorrosivo a base de brea de hulla.
- 3.- Malla de refuerzo (vidrioflex).
- 4.- Envoltura exterior (vidromat).

PROCEDIMIENTO DE APLICACION

Los tiendetubos levantan el tubo de los polines de apoyo donde fué colocado durante la fase de soldadura. Antes de aplicar el recubrimiento, el tubo debe estar limpio. La máquina limpiadora y pintadora autopropulsada viaja a lo largo del tubo restregando las paredes exteriores del mismo con baterías de cepillos de alambre (Rasquetas). Este proceso retira todas las costras, el óxido, la tierra y otras materias extrañas, simultáneamente se aplica la capa de pintura primaria que es de secado rápido y cuya función principal es servir de liga entre el tubo y el esmalte. El personal del frente pinta con brocha cualquier lugar no cubierto con la máquina.

Detrás de la máquina de limpieza y pintura le sigue muy cerca una máquina esmaltadora que también es autopropulsora. Antes de cubrir el tubo con esmalte se retira todo el polvo. La máquina riega el esmalte sobre las paredes exteriores del tubo.

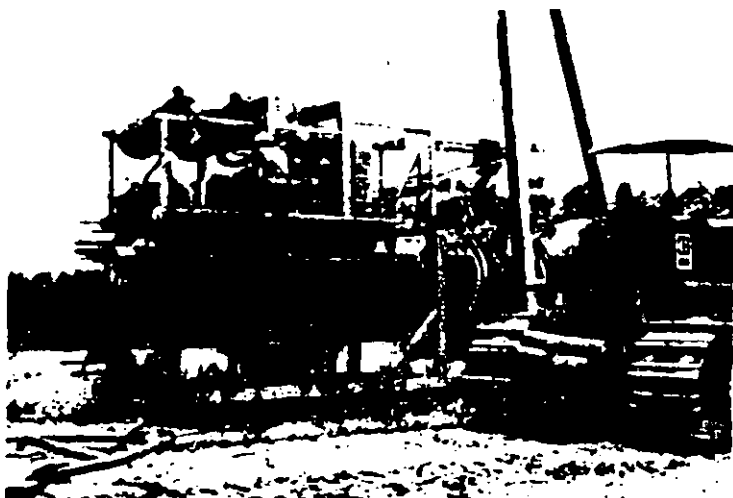
Las cabezas giradoras envuelven el tubo con la malla de refuerzo y la envoltura exterior, se mantiene una tensión suficiente para que la malla de refuerzo quede bien impregnada en el esmalte. La malla de refuerzo tiene la función de evitar el agrietamiento del esmalte, al enfriarse o debido a cambio de temperatura posteriores.

Una caldera tirada por un tiendetubos suministra el esmalte a la máquina esmaltadora a través de una mancuerna flexible de metal a temperaturas de 250 a 270°C.

Un detector eléctrico de fallas se hace pasar sobre la superficie inmediatamente detras de la máquina es

maltacosa, descubriéndose así todos los defectos del recubrimiento mismos que se reparan manualmente.

Finalmente la línea recubierta se coloca sobre polines de madera o sobre sacos rellenos de tierra para permitir el enfriamiento y el endurecimiento del recubrimiento exterior.



XCCV. = Máquina Esmaltadora y Envolvedora en operación.



XCCVI. = Trineo con pintura y esmalte, a fondo se observa el tractor pluma levantando el tubo y la máquina envolvente trabajando.



XCCVII. = Tractor Pluma levantando la tubería



XCCVIII. = Máquina envolvente (vidrioflex, vidriomat, mats. anticorrosivos.)

BAJADO

El bajado es la operación necesaria para remover la tubería de sus apoyos de madera y colocarla en su posición final dentro de la zanja. La tubería no debe sufrir deformaciones permanentes en su eje longitudinal ni transversalmente.

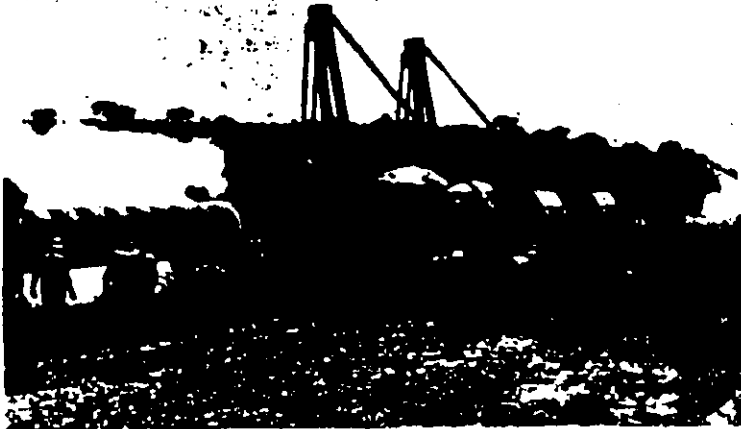
Antes de bajar la tubería se prepara el fondo de la zanja quitando los obstáculos, piedras o irregularidades que signifiquen puntos de concentración de cargas que puedan dañar el revestimiento.

Dos ó más tiendetubos levantan la tubería y extienden la pluma. El primer tiendetubos abre la pluma solo unos pocos grados, pero el último debe de extenderla hasta el centro de la zanja y permitir que el tubo descienda poco a poco hasta el fondo. Hecho ésto, el último tiendetubos desengancha el tubo y pasa hasta adelante para levantar otra porción de tubo y así sucesivamente.

Al ser levantada la tubería de sus apoyos, se corre un detector eléctrico a lo largo de la tubería teniendo cuidado especial cuando se pasa por los puntos donde se encontraba apoyada la tubería y cualquier defecto del recubrimiento es reparado.

En los lugares excavados en roca, se prepara una capa especial de material suave que da apoyo al tubo. Puede ser tierra o arena suelta con espesor mínimo de 10 cm. En los casos en los que no se cuente con lo anterior, se puede hacer lo siguiente:

Se pueden colocar sacos de tierra o bordos a ca-



XXXIX. = Caldera para Esmalte en operación

38



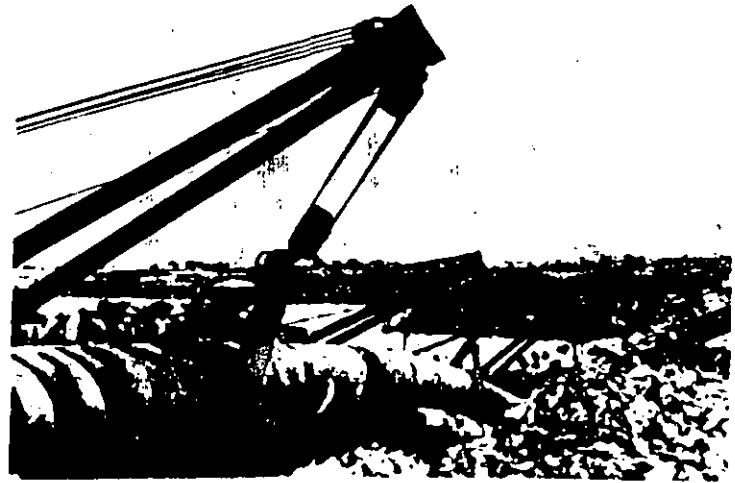
XL. = Tramo de tubería rasquetada, esmaltada y envuelta en donde se aprecia la máquina después de un turno de trabajo.

da 9 metros en la zanja para soportar el tubo.

La zanja puede ser rellena con roca suelta de tamaño (max. 1") hasta una altura de 10 cm. emparejando la superficie. Estos procedimientos requieren una mayor profundidad de la zanja para tener el espesor especificado, de la capa o colchón sobre la tubería.

También puede protegerse el recubrimiento de la tubería con una cubierta de 3/16" de espesor de cartón o fibra impregnada con asfalto conocida con el nombre de Rockshield. En este procedimiento no se necesita profundizar la zanja más allá de la excavación normal para proveer el espesor mínimo de colchón.

El bajado se hace cuidadosamente, empleando bandas de lona de 60 cms. de ancho. La maniobra se efectúa cuidando de no provocar esfuerzos a la tubería.



XLI.- Bajado de Tubería con Tractor Pluma

TAPADO

Una vez tendida la tubería dentro de la zanja, - se procede a taparla cuanto antes, lo cual tiene por objeto prevenir la posible flotación del tubo en caso de inundación y evitar daños en la tubería o en su revestimiento por movimientos originados por cambios de temperatura.

Se efectúa el relleno de la zanja con material - suave, como tierra y arena, hasta un nivel de 20 cms. arriba del lomo del tubo. Después se pueden echar a la zanja - materiales con fragmentos grandes y duros. Todo el sobrante de excavación se alinea sobre la zanja en forma de camellón, con excepción de aquellos lugares en donde crucen caminos, drenajes, etc.

El equipo usado es el tractor Bulldozer. En algunos casos es necesario usar un cargador frontal y varios camiones para el acarreo de material suave.

El relleno final es compactado mediante varios - pasos (mínimo tres) de la banda del tractor D8 sobre la - zanja.

Se reinstalarán y repararán también las obras - existentes que se hayan dañado como, canales, drenes, etc., en tal forma que se restablecen lo más posible, las condiciones que existan antes de que se iniciara la construcción de la tubería.



XLIII.- Tapado de tubería con cargador frontal y camión. El camión de material suelto.



XLIII.- Tapado de tubería con tractor Bulldozer y material acarreado con camión.

PRUEBA HIDROSTATICA

Cuando la línea está totalmente terminada, baja da a la ranja y tapada, se procede a la prueba hidrostática, la que se hace con todas las válvulas y demás accesorios ya instalados.

La prueba hidrostática es el método más acertado para probar que efectivamente tanto las soldaduras transversales como la soldadura longitudinal que se hizo al fabricar el tubo están perfectos y que además soportan la presión a la que serán sometidos durante su uso. El método simplificándolo, considerablemente consiste básicamente en sellar secciones de tubo ya soldado, enterrado y tapado llenarlo de agua y subir la presión por un número de horas especificado.

Si la presión no baja más de unos grados permitidos, entonces la sección queda probada y aprobada.

El método que parece tan sencillo en realidad es una operación compleja de infinidad de detalles y de supervisión continua las 24 horas del día y por todo el tiempo que dure la prueba, desde el llenado hasta cumplir el plazo especificado.

Los pasos para probar una sección son los siguientes:

Se prepara la fabricación de los Manifolds. Los Manifolds son carretes de tubo de 2 tipos. De lanzamiento que miden 1.50 mts. y se usan para enviar al diablo y de retención de 4.50 mts., que son para recibir el diablo.

El Manifold, lleva una tapa soldada en un extremo y válvulas de 1, 2 y 8 pulgadas que son necesarias para hacer las conexiones a las bombas de llenado y de alta presión. Se solda el Manifold a la línea regular en cada extremo de la sección.

Se corre un diablo que es empujado con agua para limpiar la línea de lodo y basura que se haya acumulado durante la construcción. Al final de esta corrida, la línea queda llena de agua.

En algunos casos hay durmientes dentro de la línea que obstruyen el paso del diablo, si ésto llega a ocurrir, se tiene que cortar el punto en donde se atoró el diablo, sacar el durmiente o lo que está obstruyendo el paso y volver a soldar para continuar con la limpieza. Ya que ésto es muy tardado se recomienda muy especialmente que se tenga mucho cuidado de mantener la línea limpia de cualquier cosa que pueda causar problemas futuros.

Una vez que se corrió el diablo de limpieza y se purgó la línea de aire, la línea queda llena y con 300-PSI; cuando ésto ocurre, se dice que la línea está empacada.

Se cierra la válvula de la bomba de llenado y se abre la válvula de la bomba de alta presión.

La bomba de alta presión llena la sección hasta que alcanza 1520 Psi. Estos 1520 Psi., son el 90% de presión que soporta el tubo. Generalmente se esperan 6 horas a que se estabilice el flujo dentro de la línea.

Esta presión se sostiene 24 horas. Durante es-

te tiempo se están haciendo mediciones continuas y se está tomando una gráfica que registre cualquier cambio de presión. También se usa una balanza de pesos muertos que es el instrumento de mayor presión que se usa en la prueba, ya que registra variaciones de hasta una libra, en realidad este instrumento es en el que se detectan las fugas.

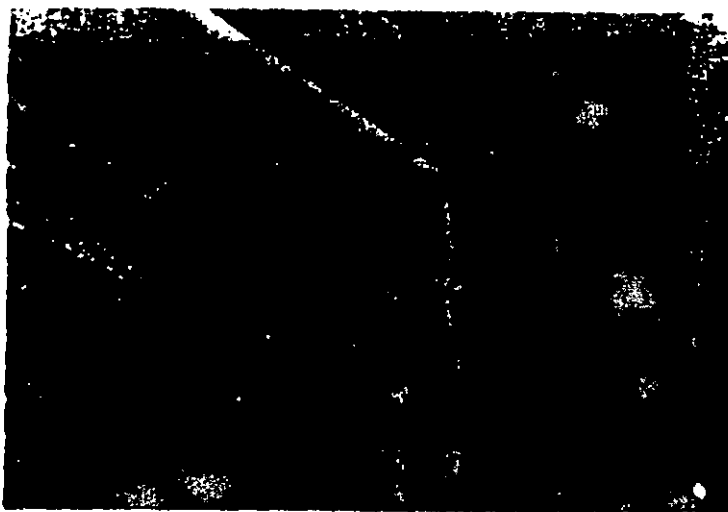
La presión se debe mantener sin variaciones considerables, se permite una baja de presión de 5 libras.

Si los cambios no son significantes, la sección queda aprobada.

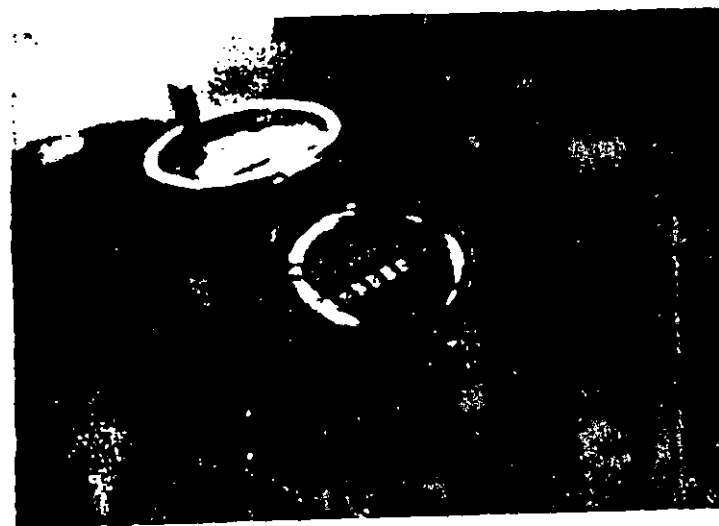
Un factor muy importante, son las fuentes de abastecimiento de agua, pues en algunos casos, es necesario pasar el agua de una sección a otra.



XLV.- Estación de Bombeo



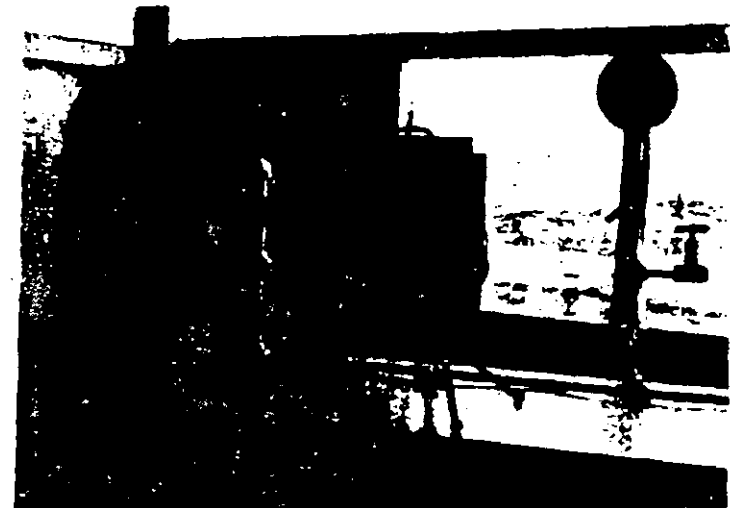
XLIV.- Extracción de agua por medio de tubería para prueba hidrostática



XLVI.- Bomba Alta Presión



XLVII. = Caseta de Medición para la Prueba Hidrostática.



XLVIII. = Aparato de medición
(Prueba Hidrostática)

43

FUGAS

Existe una fuga cuando la presión baja más de 5 libras. Cuando esto ocurre y no es debido a una baja en la temperatura, se vuelve a subir la presión y se inicia la prueba de nuevo. Si esto se intenta varias ocasiones y sigue bajando la presión, lo más probable es que exista una fuga en la línea.

Existen varios métodos para detectar una falla:

- a) Hacer sondeos en las partes que se observen afloramientos de agua en la superficie del terreno cerca de la línea.

Estos sondeos se hacen descubriendo partes de la línea para buscar la falla. Este procedimiento no es muy efectivo, ya que se puede tratar de afloramientos naturales causados por manantiales o arroyos subterráneos.

- b) Agregar anilinas colorantes al agua de la sección y esperar que la pintura marque el punto de la falla.

Este método puede funcionar si el terreno no es rocoso ya que si éste es el caso, el agua se desvía a través de las rocas y no aflora.

- c) El método más eficaz y definitivo de éstos es cortar la sección a la mitad y probar uno y otro lado.

Una vez detectada la mitad con la fuga, se vuelve a cortar, hasta encontrar el punto de la fuga.

SECCION DE PRUEBA

El factor principal que se toma en cuenta para decidir la longitud de una sección de prueba, es la presión que se alcanza en el punto más alto y más bajo de la sección.

Esto significa que en una sección con pendientes, el punto más alto debe alcanzar el límite inferior y el punto más bajo, no pasar el límite superior.

Otros factores de importancia son la longitud del tramo, las fuentes de abastecimiento de agua y las obras especiales que hay en el tramo.

CRUZAMIENTOS

Son las obras necesarias para que la tubería su-
pere obstáculos que pueden ser:

Carreteras
Vías de Ferrocarril
Ríos
Otros

CARRETERAS

Los cruzamientos con carreteras se hacen dentro
de tubos de protección o "camisas".

El encamisado que es como se llama al procedi-
miento de meter un tubo dentro de otro, es principalmente
para proteger a la línea de asentamientos en el terreno -
que pudiera provocar daños al tubo.

El procedimiento usado para cruzar una carrete-
ra es el siguiente:

Se abre la zanja sobre la carpeta asfáltica. La
camisa (tubo de 52"φ) es biselada, soldada, rasquetada en
forma manual. El tubo conductor que irá metido dentro del
tubo de 52" se trabaja también en forma normal con la -
excepción de que se le aplican dos capas de esmalte de pro-
tección anticorrosiva y de radiografía el 100% de las solda-
duras.

El tubo conductor es engrasado y se le colocan
separadores y aisladores, una vez hecho lo anterior con la
ayuda de los tiendetubos se procede a lanzar la lingada de
tubo de 48" a través del tubo de 52".

El ducto y la camisa deberán ser concéntricos
y éstos se conserva por medio de los aisladores y separado
res.

El espacio entre la línea principal y el tubo -
protector será sellado en los 2 extremos de éste, con sel-
los expansores.

Sobre la camisa se hacen orificios para la ins-
talación de las ventilas.

Una vez hecho lo anterior se baja la lingada y
se empata a la línea regular.

Como paso final se tapa la zanja y se procede a
reparar la carpeta asfáltica al estado original.

VÍAS DE FERROCARRIL

Las líneas de F.F.C.C. se cruza de manera que -
no se interrumpa el servicio, para lograr esto, se realizan
los pasos siguientes:

Una máquina tuneleadora, hace un orificio por -
debajo de la vía. Al mismo tiempo se hace el hincado de la
camisa.

Después se procede a introducir la lingada de -
tubería conductora dentro de la camisa. Esto se consigue -
usando tiendetubos.

Se usan tramos rectos de tubería para hacer el
cruce no importando que se tenga que dar sobreexcavación a
la zanja.

El proyecto procura que la longitud del cruce sea mínima. Tratando de hacer el cruce de forma perpendicular a la vía del F.F.C.C.

Son válidas las mismas consideraciones mencionadas en los cruces de carreteras en cuanto a la preparación de la tubería, la colocación de centradores, la instalación de ventilas, etc..

No es económico hacer una desviación a la línea de F.F.C.C. por lo que nunca se hacen excavaciones a cielo abierto, para este tipo de cruces.

CRUZAMIENTOS DE RIOS

En los casos que haya que cruzar un río y no exista puente o estructuras que sean utilizables para el caso, el cruzamiento se hace tendiendo la tubería bajo el cauce de la corriente en forma semejante al tendido general del ducto, enterrándola en el fondo de una profundidad mínima de 2.2 m. para garantizar que la línea quede fuera de la posible erosión del agua a todo lo ancho del cauce.

En todos los casos se evita la colocación de curvas tanto horizontales como verticales en la zona del cauce, procurando siempre que el tramo de tubería (língada) de cruce sea recto, con sus extremos bien empotrados en los bancos de los ríos.

Para efectuar el cruzamiento, se usa tubería lastrada ya sea concreto hidráulico o con concreto y agregado mineral. A uno y otro lado del cruzamiento, y a superficie, se instalarán válvulas de compuerta, de operación

manual o automática, para aislar el cruzamiento en caso necesario.

Es necesario realizar estudios previos que aporten la información necesaria para la ejecución de la obra.

El objetivo de estos estudios, es conocer de antemano las características del terreno y del cauce para determinar la erosión mínima del fondo durante avenidas máximas, de tal forma que el emplazamiento de las tuberías del pasaducto, se proyectará a una profundidad que nos asegure que estamos evitando de antemano, el que la tubería pueda llegar a quedar exuesta o ser succionada por la erosión del fondo al ocurrir el flujo máximo de las avenidas.

Asimismo, se investiga la tendencia de la divergencia lateral del eje del cauce del río, para prevenir de antemano la erosión de las orillas y considerando en el proyecto un margen razonable de seguridad para evitar contratiempos en el futuro.

Se investiga el sitio del cruzamiento, realizándose un levantamiento topohidrográfico para elaborar los perfiles y el plano topo-batimétrico del cauce.

Se efectúan pruebas de penetración para conocer los materiales que hay en el subsuelo.

Los pasos necesarios para cruzar un cauce son los siguientes:

A) Se prepara una língada de la longitud apropiada, fuera del lecho del río.

En la generalidad de los casos se prepara tubería lastrada. Se amarran flotadores para

propiciar flotación. Se coloca la tubería sobre apoyos de rodillos para poderla mover fácilmente.

- B) Al mismo tiempo se hace la excavación de la zanja.

Puede usarse draga de arrastre o de succión. En ocasiones es necesario el uso de explosivos.

Se efectúa el lanzamiento sujetando la lingada con tiendetubos y arrastrándola hacia su posición definitiva. Al mismo tiempo se jala la lingada por medio de un malacate empotrado en el marcen opuesto.

- C) La tubería se encuentra flotando sobre el agua y se acomoda sobre el eje de la zanja.

- D) Se sueltan los flotadores, para permitir a la tubería ocupar su posición definitiva.

- E) Se hacen los empates en la línea regular.

Puede decirse que cada cruce de río es un caso único y que casi siempre hay que hacer variaciones al procedimiento mencionado anteriormente.

Si la lingada es curva, pueda ser conveniente lanzarla acostada y sin lastre. Ya en la posición correcta la tubería se lastra con contrapesos prefabricados en forma de media luna. Con esto la tubería adopta la posición adecuada.

OTROS CRUCES

Se presentan también otros obstáculos que deben

ser librados por la línea. Pueden mencionarse:

Canales

Otros ductos

Líneas de electricidad, etc.

En todos los casos se evita afectar las instalaciones. La línea del gasoducto se hace por debajo de la instalación de que se trate.

Cada cruce comprende todas las actividades de la construcción en la línea regular, pero éstas son efectuadas manualmente, a diferencia de la línea regular en la que todo se hace automáticamente.

INSTALACIONES

Son las que sirven para facilitar la operación y control del gasoducto. Dentro de ellas podemos mencionar:

Válvulas de seccionamiento

Trampas de diablos

Estaciones de compresión, etc.

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Como su nombre lo indica, sirven para seccionar la línea. Son útiles en cuanto que permiten aislar un tramo de tubería para reparación de posibles fugas.

Para la colocación de una válvula es necesario abrir un cajón lo suficientemente grande sobre el eje de zanja para poder desplantar la cimentación que apoyará a

la válvula y dos cimentaciones adicionales a los lados para soportar la tubería.

Toda la instalación de conexión a la válvula es subterránea y solo queda a la vista el espigón.

Estas válvulas son del tipo de compuerta en donde la operación se hace al subir y bajar la compuerta por medio de un activador hidroneumático. Cuentan con un By-Pass para poderse operar.

La instalación, una vez hecha la colocación de la válvula y los apoyos, consiste en soldarla a la línea regular existente. Consta además de un firme de concreto superficial y andadores. Se rodea con una cerca de alambre para protección.

TRAMPAS DE ENVIO Y RECEPCION DE DIABLOS

Se llama así a las instalaciones necesarias que se construyen para el recibo y envío de diablos de copas necesarios para la limpieza del tubo. El uso normal de la línea forma residuos en el interior del tubo provocando la necesidad de correr uno o varios diablos de limpieza.

Los diablos se corren entre una y otra sección. Una vez enviado un diablo a través de la línea, se tiene que atrapar cerrando válvulas y desviando el flujo del gas hacia el By-Pass de la trampa.

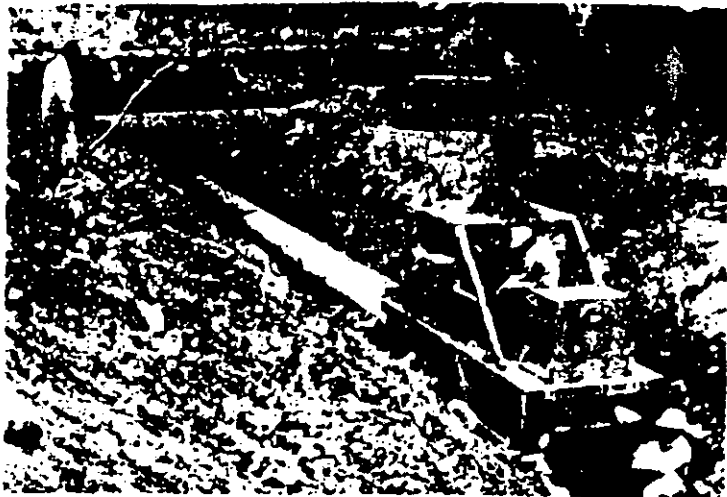
Este mismo diablo puede ser enviado nuevamente, una vez colocado en la trampa de envío y así es corrido por la siguiente sección.

Se debe de hacer excavaciones adicionales para el By-Pass y para las válvulas.

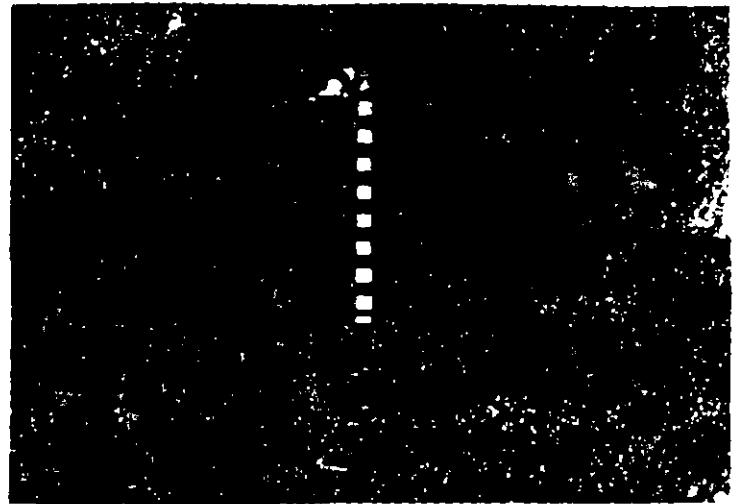
La instalación consiste en el montaje de las válvulas y en las soldaduras necesarias para la conexión con la línea (ver figura anexa).

ESTACIONES DE COMPRESION

Tienen como finalidad, bombear el gas de una estación a otra.



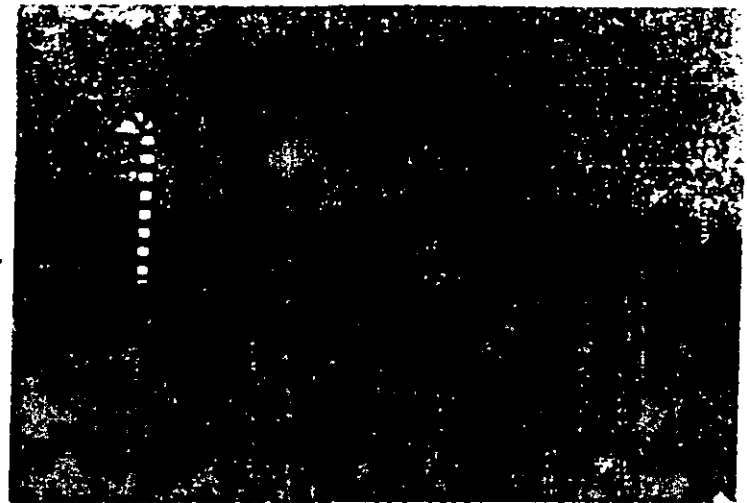
XLVIX. = Máquina Perforadora de Caminos



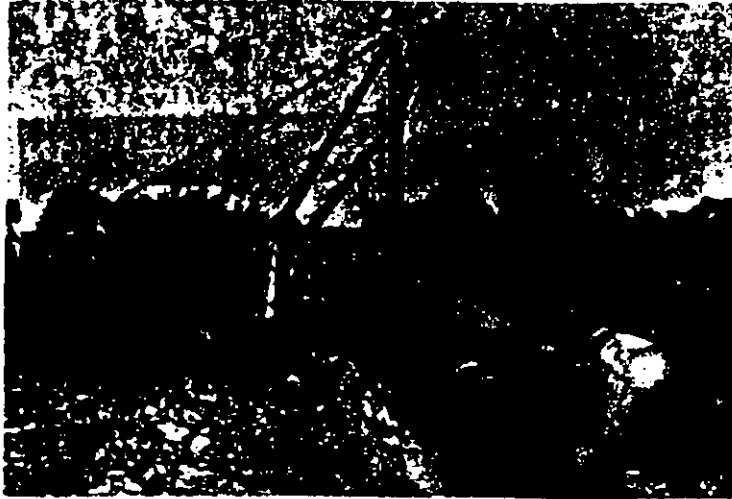
LI. = Respiradero



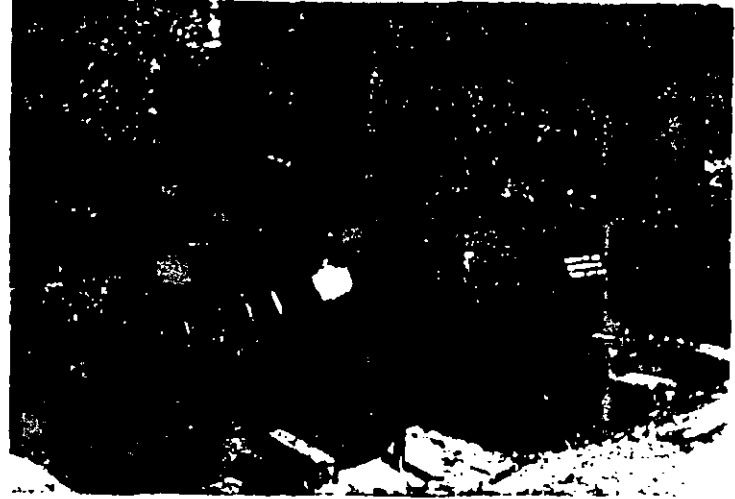
L. = Cruzamiento de una Via de Ferrocarril, se aprecia la camisa de tubería que la atravieza.



LII. = Respiraderos de tubería en un cruzamiento.



LIII.= Lanzamiento de tubería.

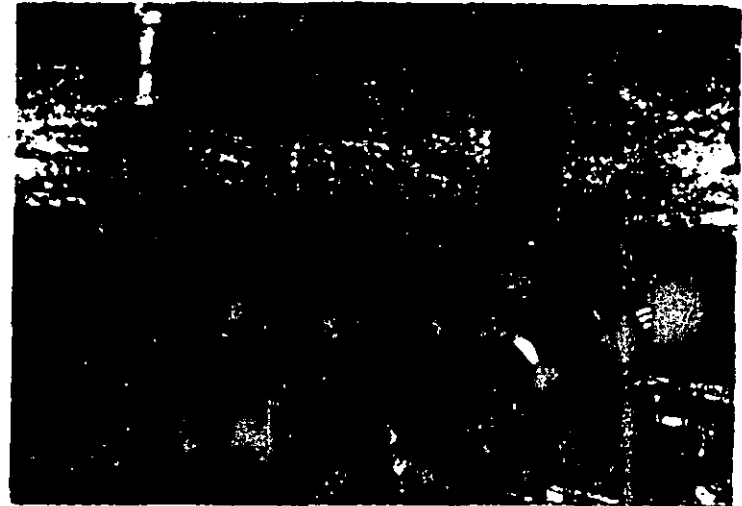


LV.= Valvulas, By Pass en una estación de compresión.

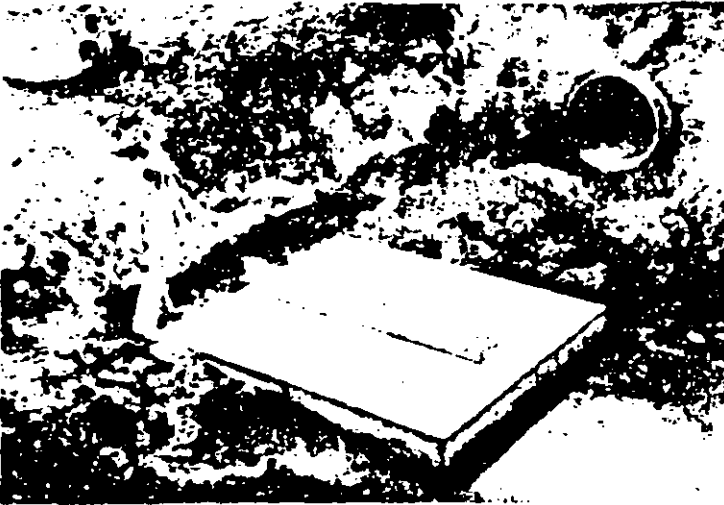
5-0



LIV.= Tubería lanzada, se aprecian los tambos vacíos (flotadores) sujetos a la misma, por medio de fleje.



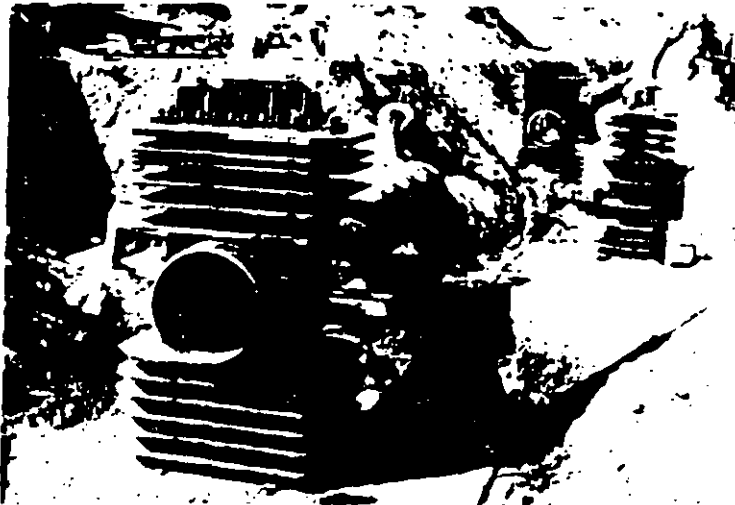
LVI.= Estación de Compresión en construcción.



LVII. = Base de Concreto para Valvula

C A P I T U L O I V

P L A N E A C I O N Y P R O G R A M A C I O N



LVIII. = Colocación de valvulas en una estación de compresión.

PLANEACION Y PROGRAMACION.

Hasta este capítulo hemos visto tanto el procedimiento constructivo como las principales especificaciones de una línea de conducción de hidrocarburos.

Para complementar este estudio, en el presente capítulo se presentarán las actividades posteriores al diseño de una línea, pero previas a su construcción; éstas actividades las podemos agrupar en dos grandes rubros, la Planeación y la Programación.

En el desarrollo del capítulo se presentará en paralelo con la teoría un ejemplo práctico que nos permita visualizar la aplicación a una obra del tipo de la que se ha tratado en este texto. Este ejemplo será el de la construcción del "Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia) y servirá también para los ejemplos de análisis económicos que se tratarán en el próximo capítulo.

PLANEACION

La planeación es una de las herramientas más útiles del ingeniero, tanto del constructor como del calculista o el diseñador, ya que ésta le permite identificar y ordenar todas y cada una de las actividades que se necesitarán ejecutar para llevar a cabo un proyecto de acuerdo a la idea original.

El hacer una Planeación le permite al ingeniero definir la calidad y cantidad de los recursos (Mano de obra, Maquinaria y Equipo, Materiales y Financieros) que serán necesarios, así como la forma, orden y tiempo en que éstos serán utilizados.

Dentro del gran rubro de la Planeación para la construcción de una obra, podemos encontrar las siguientes actividades.

- Descripción del Problema:

Lo primero que tenemos que saber es que problema es el que vamos a estudiar.

Para nuestro caso particular el problema sería la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca Morelia y éste nos definiría las necesidades y procedimientos opcionales que tenemos para resolverlo.

Si no sabemos que problema es que tratamos de resolver, entonces no sabremos cuáles son las necesidades para resolverlo.

- Lista de Actividades:

Una vez conocido el problema que tenemos que resolver, nos interesa saber cuáles serán las actividades necesarias por ejecutar para poder resolver el problema que se nos presenta.

Para nuestro caso particular, necesitamos identificar las actividades que se necesitan para poder llevar a cabo la construcción de la línea y éstas se pueden enlistar en:

- 1.- Apertura del Derecho de Vía.
- 2.- Conservación del Derecho de Vía.
- 3.- Terracerías.
- 4.- Excavación de Zanja.
- 5.- Movimiento de Tubería.
- 6.- Doblado, Alineado y Soldado de la Tubería.
- 7.- Protección Mecánica.
- 8.- Parcheo, Bajado y Tapado.
- 9.- Zonas Bajas, Línea en Pantano y Peras de Lanzamiento.
- 10.-Obras Especiales.
- 11.-Protección Catódica.
- 12.-Válvulas de Seccionamiento y Trampas de D**ia** blos.
- 13.-Prueba Hidrostática.

Todas estas actividades fueron descritas con anterioridad en los primeros capítulos de este texto.

Estas actividades se agruparán de acuerdo a las necesidades que se tengan y podrán ser tan generales o tan particulares y extensas como se quiera.

Conociendo las actividades se podrá generar una secuela de ejecución de las mismas, terminando en este pun-

to la Planeación.

La Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto, así como el orden en que éstas se ejecutarán, mientras que la Programación es el acto en el que la Planeación generada previamente se -- traslada a una tabla de recursos.

PROGRAMACION.

La Programación es una útil herramienta para el ingeniero, ya que a la vez le permite relacionar la aplicación de recursos a través del tiempo y tener elementos para llevar un seguimiento de la aplicación de los recursos durante la ejecución del proyecto y en base a las desviaciones que se presenten, poder Reprogramar el proyecto y por lo tanto tomar decisiones suficientemente oportunas y que no reditúen en costos adicionales.

Para poder elaborar el Programa de Ejecución de un Proyecto cualquiera, necesitamos conocer la Planeación previa, así como las restricciones que se presenten y que se pueden agrupar en:

- a) Propias de la Empresa Ejecutora.
- b) Propias del Cliente.
- c) Otras.

a) Las restricciones propias de la empresa ejecutora nos delimitaran el equipo y demás recursos a ser aplicados en este proyecto, así mismo, las políticas internas de la misma nos dictarán las consideraciones a seguir.

b) Como restricciones propias del cliente tenemos:

- Especificaciones Técnicas.
- Forma de pago.
- Fechas de Inicio, Terminación así como Parciales.
- Montos Económicos por contrato.
- Condiciones Contractuales.
- Suministro de Materiales por parte del cliente.
- Accesos a la Obra.
- Afectaciones de Terrenos Liberados.
- Salarios (Sindicatos)
- Fletes.

c) Entre otras restricciones tenemos:

- Climatológicas.
- Topográficas.
- Económicas de Contexto General.

45 Existen diversos métodos para planear una obra, desde los convencionales en que se manejan las actividades con muchas restricciones definidas, hasta los más complejos en el que es necesario el uso de la computadora debido al gran número de variables y alternativas que se manejan.

En este texto nos referiremos al C.P.M. o Método de la Ruta Crítica, ya que éste nos permite las siguientes ventajas:

1) Separar la Planeación de la Programación, como ya vimos, la Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un proyecto y que orden de ejecución deben tener, mien

tras que Programar es el acto de trasladar el plan a una tabla de recursos.

2) Relaciona directamente tiempo y costo.

3) Suministra una base disciplinada para la planeación y alcance de un proyecto.

4) Establece un medio importante para la evaluación de estrategias y objetivos, así mismo elimina en gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que perjudicaría al proyecto.

5) Puede mostrar las interrelaciones entre los trabajos y recursos, señalando las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.

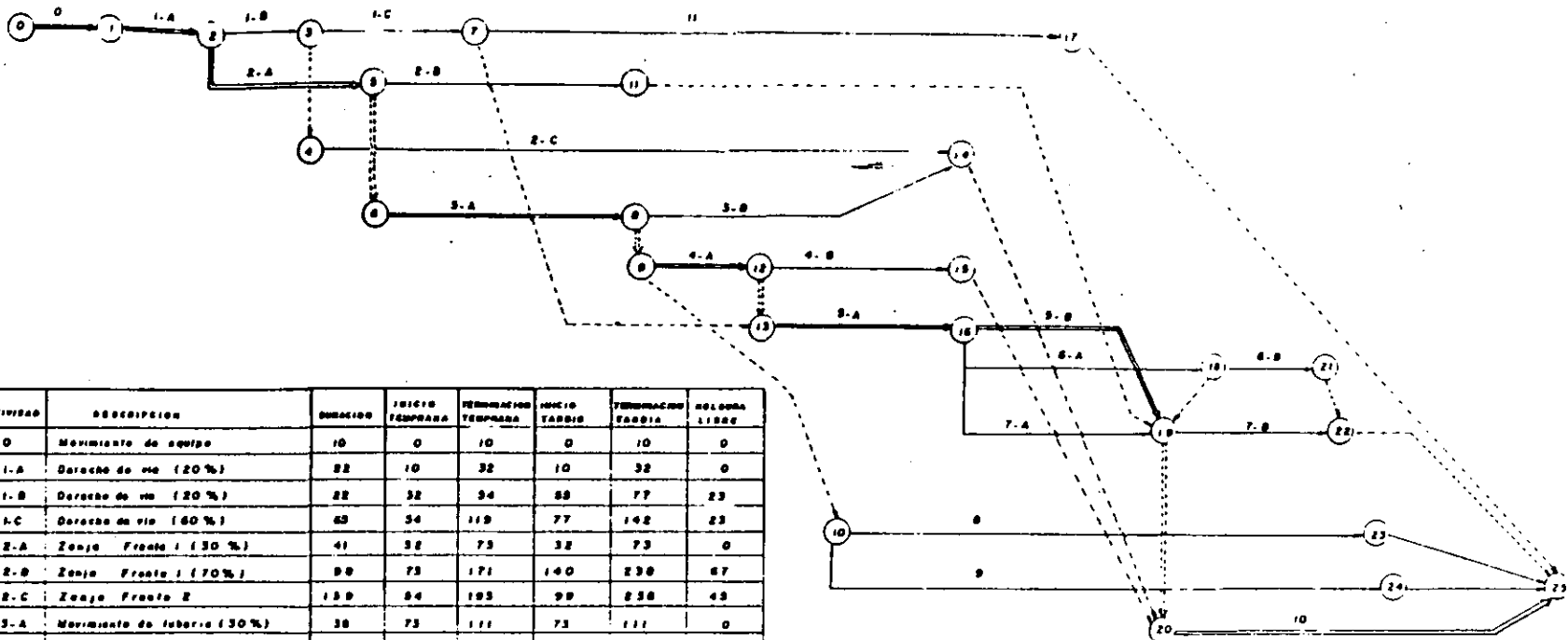
6) Permite simplificar los sistemas de control que se deben establecer, en virtud de que fácilmente llama la atención del ejecutivo en aquellas actividades que están o estarán en dificultades (Toma de decisiones).

7) Establece una herramienta útil para un completo record del desarrollo de las obras y proyectos.

Se puede decir que cubre los pasos de una planeación global; Analizar, Organizar, Integrar, Dirigir, Ejecutar y Controlar.

La información completa y oportuna es básica en el buen desarrollo de un programa de Ruta Crítica.

RUTA CRITICA



ACTIVIDAD	DESCRIPCION	ORIGEN	INICIO TEMPRANA	TERMINACION TEMPRANA	INICIO TARDIA	TERMINACION TARDIA	RESERVA LIBRE
0	Movimiento de equipo	10	0	10	0	10	0
1-A	Derecho de via (20%)	22	10	32	10	32	0
1-B	Derecho de via (20%)	22	32	54	55	77	23
1-C	Derecho de via (60%)	63	54	119	77	142	23
2-A	Zanja Frente 1 (30%)	41	32	73	32	73	0
2-B	Zanja Frente 1 (70%)	90	73	171	140	230	67
2-C	Zanja Frente 2	139	84	193	99	230	43
3-A	Movimiento de tubería (30%)	38	73	111	73	111	0
3-B	Movimiento de tubería (70%)	80	111	193	150	230	30
4-A	Soldadura (30%)	31	111	142	111	142	0
4-B	Soldadura (70%)	73	142	219	163	230	23
5-A	Escalfo (30%)	29	142	171	142	171	0
5-B	Escalfo (70%)	67	171	230	171	230	0
6-A	Bojedo (30%)	20	171	200	209	230	30
6-B	Bojedo (70%)	67	200	267	202	249	62
7-A	Tapado (30%)	30	171	201	209	230	37
7-B	Tapado (70%)	69	230	307	260	349	42
8	Obras especiales	128	111	230	221	349	110
9	Trampas y Valvulas	109	111	220	240	349	129
10	Prueba hidraulica	111	230	349	230	349	0
11	Acord. final del D.V.	120	119	230	229	349	110

TESIS PROFESIONAL

SERGIO ACEVES BORBOLLA

JULIO JOSE ARGUELLES CARDENAS

U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO ECONOMICO

Como se indicó en el capítulo anterior, en este texto nos referiremos a la construcción del Poliducto de 10" Ø Salamanca-Morelia y a manera de ejemplo se presentan tres alternativas así como varias restricciones bien definidas.

Las restricciones que se manejarán en el ejemplo son:

- El plazo de ejecución de los trabajos está fijo
- Los materiales básicos serán proporcionados por el cliente.
- El proyecto está perfectamente definido y los datos de construcción serán recibidos por el contratista con oportunidad.
- Se considerará que la situación económica del momento se mantiene estable.
- Se usará la experiencia con antecedentes de otras obras similares.

PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

El primer paso para una evaluación económica será el definir el costo unitario de todos y cada uno de los recursos que intervendrán en el proyecto.

Para proceder es muy importante saber que existen dos tipos de costos.

Costo Directo: Son todos aquellos que intervienen directa y tangiblemente en la ejecución de un concepto dado y que se pueden cuantificar con-

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

52

certeza.

Estos se agrupan en:

- Obra de Mano
- Materiales
- Maquinaria

Costo Indirecto: Son todos aquellos que intervienen indirectamente en la ejecución de un concepto y que no se pueden cuantificar con certeza.

Como ejemplos tenemos:

- Financiamiento.
- Administración
- Supervisión
- Dirección
- Impuestos
- Imprevistos
- Etc.

Estos suelen valorarse como un porcentaje del costo directo. Porcentaje obtenido en base a la experiencia (Administración, Imprevistos) y a parámetros fijos (Impuestos, Cuotas Sindicales).

Además tendremos que fijar la política mediante la cual se valorizará el beneficio que obtendremos por ejecutar un trabajo, a esto se le llama utilidad y generalmente se manifiesta como un porcentaje de los costos, tanto directo como indirecto, el cual estará definido por políticas de

la empresa.

Es muy importante hacer notar que estos costos directos deberán ser precisos e incluir todo lo que significa que un costo para la empresa. Así por ejemplo:

Mano de Obra; deberá verse afectada por un factor que cubra las cuotas patronales a distintas instituciones, las vacaciones, el aguinaldo, bonificaciones, días perdidos por mal tiempo, faltas, etc.

Materiales; deberá incluir el costo real de adquisición, más el flete, permisos de importación, temporal o definitiva, etc.

Maquinaria; deberá contemplar los cargos por inversión, seguros, almacenaje -- depreciación, consumos en su caso, operación en su caso, etc.

Paralelamente se podrá ir elaborando un Programa en el cual a la ejecución de una actividad se le asignen tiempos y secuencias hasta lograr un Programa de Barras o una Ruta Crítica.

A continuación se presenta la Ruta Crítica para nuestro caso particular:

**PROGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DEL POLIDUCTO DE 10" SALAMANCA-MORELIA
110 Km.**

59

No.	FASE	Metros m/100	Meses														
			NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1	DERECHO DE VIA	1.400		■	■	■	■	■	■								
2	ZANJA	0.750		■	■	■	■	■	■	■	■						
3	TENDIDO DE TUBERIA	0.000			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	SOLDADURA	1.007				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
5	PROTECCION ANTICORROSIVA	1.140				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
6	SAJADO	1.145				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
7	TAPADO	1.00				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
8	OBRAS ESPECIALES	0.70%				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
9	TRAMPAS Y VALVULAS	0.02%				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
10	PRUEBA HIDROSTATICA	0.0%							■	■	■	■	■	■			
11	ACONDICIONAMIENTO FINAL DEL S.V.	0.0%							■	■	■	■	■	■			

TESIS PROFESIONAL
SERGIO ACEVES BORBOLLA JULIO JOSE ANGUELLES CARDENAS
U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

Como se puede observar nuestra actividad crítica más importante es la excavación de la zanja, además de ser en nuestra valuación económica la actividad más cara.

En base a ésto se toma la decisión de analizar tres alternativas en torno a la excavación de la zanja.

1ra. Alternativa - Excavación de la zanja por conducto de un subcontratista.

2a. Alternativa - Excavación de la zanja con equipo rentado.

3ra. Alternativa - Uso de equipo propio de la empresa.

Para elaborar la Ruta Crítica y la valuación económica que nos permita decidir cuál alternativa es la más conveniente, se procedió con las siguientes actividades.

- 1) Analizar cada una de las actividades que intervienen en el proyecto (Cantidades de Obra y Tiempos).
- 2) Establecer una estrategia para atacar la obra, considerando todas las restricciones.
- 3) Imaginar uno o varios procedimientos constructivos para la ejecución de la obra.
- 4) Analizar los recursos y en el renglón Equipo suponer los existentes en la Empresa.

5) Escoger un número de máquinas.

6) Estimar el tiempo de ejecución con el número de máquinas escogidas y revisar si coincide con el requerido (Plazo de ejecución).

7) Analizar los Recursos Obra de Mano y Materiales, estimando su costo en el tiempo.

8) Analizar costos indirectos de obra, oficina central o matriz y la utilidad.

9) Vaciar la información en formatos estructurados que permitan servir de base para un control.

10) Establecer la organización para el manejo de la obra.

11) Elaborar el catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios unitarios que servirán de base para la operación contractual de la obra.

Durante el proceso mencionado se acostumbra (y así fue en este ejemplo) retroalimentar varias veces, revisar el programa establecido y buscar nuevas posibilidades. Esto nos permitirá formular diferentes combinaciones o alternativas parciales, hasta llegar a la toma de decisiones y aprobación de la alternativa o propuesta más aceptable.



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

CURSOS ABIERTOS

III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION

MODULO III

CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Del 6 al 10 de julio de 1992

CONCRETE INTERNATIONAL

ING. MARIO TENA

JULIO - 1992

CONCRETE INTERNATIONAL

The Magazine of the
American Concrete Institute

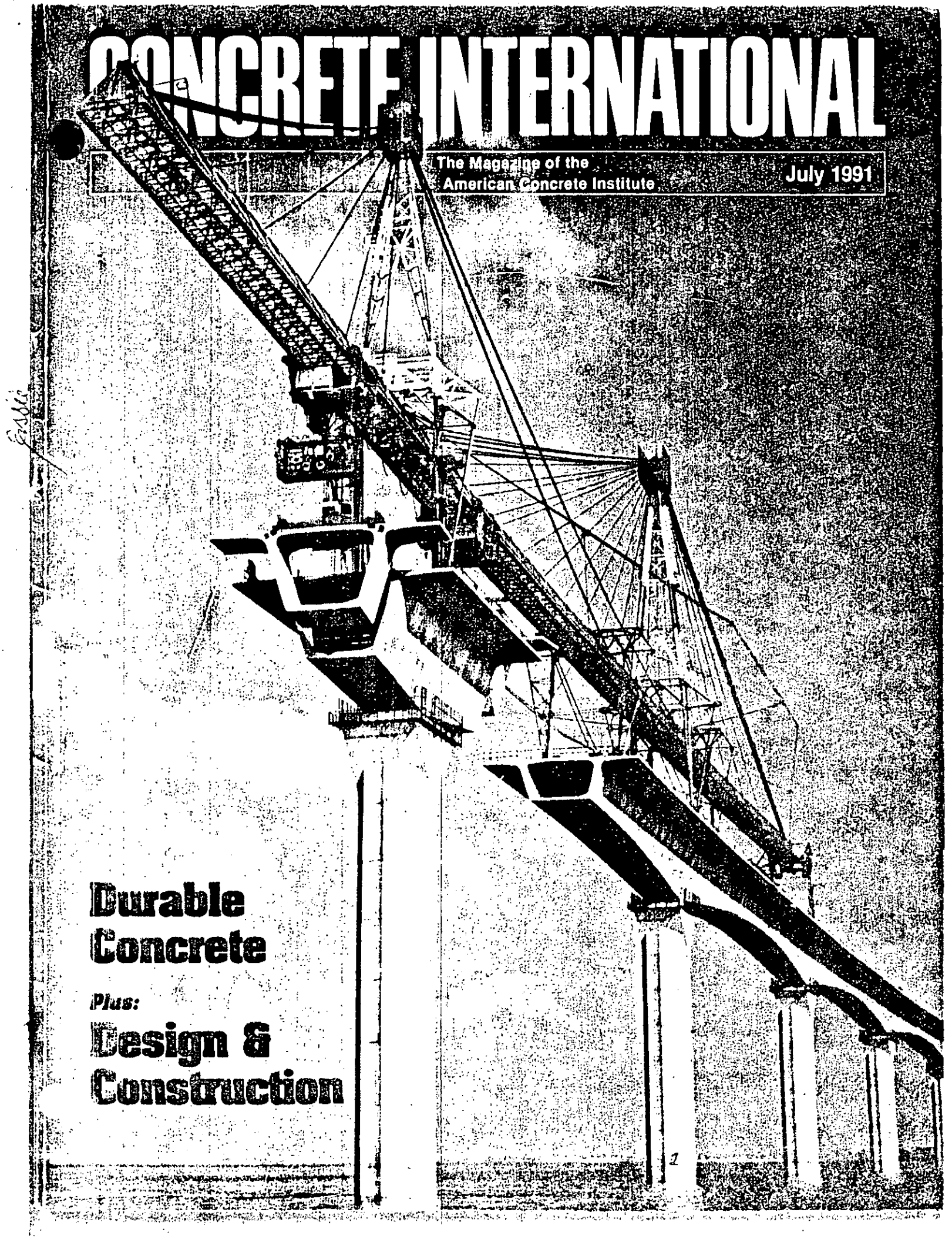
July 1991

**Durable
Concrete**

Plus:

**Design &
Construction**

Easbie



CONCRETE INTERNATIONAL

Departments

- 7 President's memo
- 9 Letters
- 59 Queries on Concrete
- 63 Standardization
- 64 Spanish translation of synopses
- 65 News
- 68 Chapter news
- 70 On the move
- 72 From the committees
- 73 From the ACI Computer Users Group
- 76 Meetings
- 77 Check Your Concrete Quotient
- 78 Products & Practice
- 81 Calls for papers
- 83 Bookshelf
- 84 Bulletin board
- 85 Advertisers' index
- 87 Membership application
- 88 Concrete comments

Cover

Improvement in qualities other than compressive strength can be an important factor in justifying the cost of building concrete structures. A system of high performance concrete is being used in France on a project-by-project basis to obtain important improved concrete properties. However, there is a need to resort to new structural design methods to achieve necessary interactions through the selection of appropriate concrete. (See article starting on p. 28.)

Discussion is welcomed for all material published in this issue. To facilitate expeditious handling of committee reports and standards, observe dates found with those items. Discussion of other items will appear in the February 1992 issue if received by October 1, 1991. Discussion of all material received after specified dates will be considered individually for publication or private response.

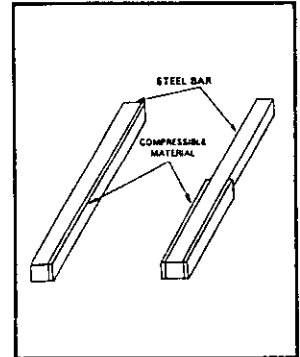
Features



18



28



40

DURABLE CONCRETE

- 15 **LONG SERVICE LIFE OF CONCRETE**
By Lewis H. Tuthill. Choice, use of materials are key factors.
- 18 **CONCRETE DURABILITY AND RESOURCE ECONOMY**
By Gunnar M. Idorn. Aims of technological innovation.
- 24 **CORROSION INHIBITORS IN CONCRETE**
By Neal S. Berke. Proper design is important.
- 28 **THE FRENCH APPROACH TO USING HPC**
By Yves Malier. More than high strength.
- 33 **SEALING TO IMPROVE DURABILITY OF BRIDGE INFRASTRUCTURE CONCRETE**
By Paul Carter. Increasing service life.
- 37 **TESTING CATHODIC PROTECTION SYSTEMS**
By Kermit D. Bright. Two year study reviewed.

DESIGN & CONSTRUCTION

- 40 **A SOLUTION TO CRACKING AND STRESSES CAUSED BY DOWELS AND TIE BARS**
By Ernest K. Schrader. Square dowels to eliminate problems.
- 46 **OVERLAY MATERIALS FOR BRIDGE DECKS**
By Luis Calvo, Martin Meyers. Polymer overlays are popular.
- 48 **SHEARWALLS — AN ANSWER FOR SEISMIC RESISTANCE?**
By Mark Fintel. Point of view from 30 years observation.
- 54 **QUESTIONS AND ANSWERS ON ASTM A706 REINFORCING BARS**
By David P. Gustafson, Anthony L. Felder. Low alloy bars are discussed.
- 58 **CONCRETE CREEPS INTO THE FUTURE**
By Marwan Daye, Adam Neville, S. K. Ghosh. Concrete: Yesterday: Today & Tomorrow.
- 61 **BOARD APPROVES NEW CHAPTER; FIVE NEW COMMITTEES**
Highlights of Board of Direction meeting in Boston, Mass.
- 89 **FOURTH ANNUAL DIRECTORY**
Sustaining and Organizational Members of ACI90
Organizations Serving Concrete, Related Industries.....117

Annual Index is published in each February issue.

Table 2 — Number of wet-dry cycles until cracking occurs

NaCl Level (% concrete)	Corrosion inhibitor (1/m ³)			
	0	11.8	23.5	35.3
0	*			
0.1	*	*		
0.3	10	15	*	
0.5	10	10	15	*

*w/c ratio = 0.6; *Did not crack. Corrosion inhibitor was 30% calcium nitrite solution.

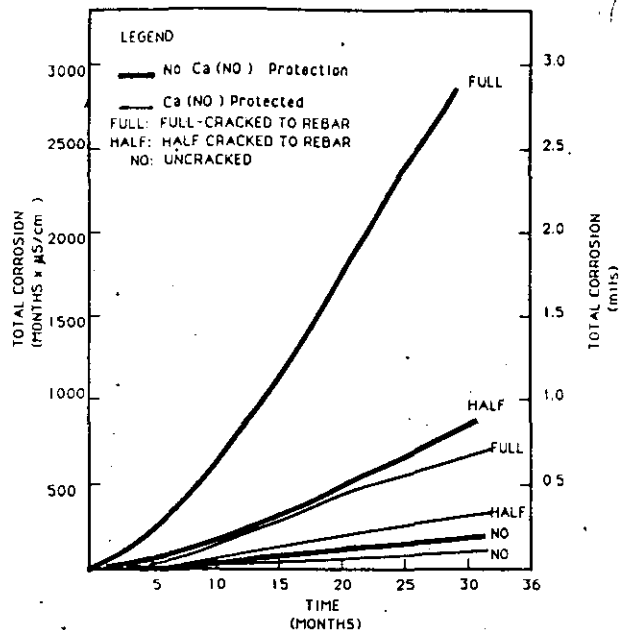


Fig. 3 — Total corrosion versus time.

7. Arup, H., "Mechanisms of the Protection of Steel by Concrete," *Corrosion of Reinforcement in Concrete Construction*, Alan P. Crane, ed., Ellis Horwood Limited, Chichester, England, 1983, pp. 151-157.

8. Berke, Neal S., "Use of Anodic Polarization to Determine the Effectiveness of Calcium Nitrite as an Anodic Inhibitor," *Corrosion Effect of Stray Currents and the Techniques for Evaluating Corrosion of Rebar in Concrete*, Victor Chaker, ed., STP 400, ASTM, Philadelphia, 1986, pp. 78-91.

9. Arber, M. G., and Vivian, H. E., *Australian Journal of Applied Science*, 12, 1961, p. 339.

10. Arber, M. G., and Vivian, H. E., *Australian Journal of Applied Science*, 12, 1961, p. 436.

11. Hope, Brian B., and Ip, Alan K. C., "Corrosion Inhibitors for Use in Concrete," *ACI Materials Journal*, Nov.-Dec. 1989, pp. 602-608.

12. Rosenberg, A. M.; Gaidis, J. M.; Kosivas, T. G.; and Previte, R. W., "Corrosion Inhibitor Formulated with Calcium Nitrite for Use in Reinforced Concrete," *Chloride Corrosion of Steel in Concrete*, STP 629, ASTM, Philadelphia, 1977, pp. 89-99.

13. Berke, Neal S.; Pfeifer, Donald E.; and Weil, Thomas G., "Protection Against Chloride-Induced Corrosion," *Concrete International: Design and Construction*, v. 10, No. 11, Dec. 1988, pp. 45-56.

14. Berke, Neal S., and Roberts, L. R., "Use of Concrete Admixtures to Provide Long-Term Durability from Steel Corrosion," *Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete*, SP-119, American Concrete Institute, Detroit, 1989, pp. 383-403.

15. Rosenberg, A. M., and Gaidis, J. M., "Methods of Determining Corrosion Susceptibility of Steel in Concrete," *Transportation Research Record* 692, 1978, pg. 28.

16. Gaidis, J. M.; Lundquist, J. T.; and Rosenberg, A. M., *Materials Performance*, V. 18, No. 3, 1979, p. 36.

17. Gaidis, J. M., and Rosenberg, A. M., *Materials Performance*, V. 18, No. 11, 1979, p.45.

18. Virmani, Y. P.; Clear, K. C.; and Pasko, T. J., "Time-to-Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete Slabs, VI: 5, Calcium Nitrite Admixture and Epoxy-Coated Reinforcing Bars as Corrosion Protection Systems," *Report No. FHWA RD-83 012*, Federal Highway Administration, Washington, D. C., Sept. 1983, 71 pp.

19. Virmani, Y. P., "Effectiveness of Calcium Nitrite Admixture as a Corrosion Inhibitor," *Public Roads*, V. 54, June 1990, pp. 171-181.

20. Berke, Neal S., and Rosenberg, A. M., "Technical Review of the Use of Calcium Nitrite in Concrete," *Transportation Research Record* 1211, 1989, pp. 18-27.

21. "Laboratory Performance of Corrosion Control Methods," *Interim Report*, Research Program Division of Planning, South Dakota Department of Transportation, Pierre, March 1984.

22. Berke, Neal S., "Effects of Calcium Nitrite and Mix Design on the Corrosion Resistance of Steel in Concrete (Part 2, Long-Term Results)," *Corrosion of Metals in Concrete*, Proceedings of the Corrosion-87 Symposium on Corrosion of Metals in Concrete, National Association of Corrosion Engineers, Houston 1987, p. 134.

23. Berke, Neal S., and Sundberg, K. M., *Corrosion/89 Paper No. 386*, National Association of Corrosion Engineers, Houston, 1989, 14 pp.

24. Tomozawa, F.; Masuda, Y.; Tanaka, H.; Fukushi, I.; Takakura, M.; Hori, T.; and Higashi, S., "An Experimental Study on Effectiveness of Corrosion Inhibitor in Reinforced Concrete Under High Chloride Content Conditions," *Nihon Architecture Society*, Oct. 1987.

25. Nishibayashi, S.; Hideshima, S.; Negami, S.; and Takada, M., "Effect of Admixtures on the Durability of Concrete in an Undersea Environment," *Concrete in Ma-*

rine Environment, SP-109, American Concrete Institute, Detroit, 1988, pp. 481-494.

26. Berke, Neal S.; Shen, Ding Feng; and Sundberg, Kathleen M., "Comparison of the Polarization Resistance Technique to the Macrocell Corrosion Technique," *Corrosion Rates of Steel in Concrete*, STP 1045, Berke, N. S.; Chaker, V.; and Whiting, D., eds., ASTM, Philadelphia, 1990, pp. 38-51.

27. Berke, Neal S.; Dallaire, M. P.; and Hicks, M. C., "Effect of Calcium Nitrite on the Corrosion Fatigue of Steel Reinforcing in Cracked Concrete," *Corrosion 91 Paper No. 550*, National Association of Corrosion Engineers, Houston, 1991, 17 pp.

28. Briesmann, D., "Corrosion Inhibitors for Steel in Concrete," *Civil Engineering Department*, Munich Technical University, Munich, West Germany.

29. Beeby A. W., "Cracking, Cover, and Corrosion of Reinforcement," *Concrete International: Design and Construction*, V. 5, No. 2, Feb. 1983, p. 35-40.

30. Mangat, P. S., and Gurusamy, Kribanandan, "Chloride Diffusion in Steel Fibre Reinforced Marine Concrete," *Cement and Concrete Research*, V. 17, No. 3, May 1987, pp. 385-396.

31. Dillard, J.; Glanville, J.; Osiroff, T.; and Weyers, R., "Surface Characterization of Reinforcing Steel and the Interaction of Steel with Inhibitors in Pore Solution," *TRB Paper No. 910272*, Transportation Research Board, Washington, D.C., 1991, 7 pp.

32. Dressman, S.; Osiroff, T.; Dillard, J.; Glanville, J.; and Weyers, R., "A Screening Test for Rebar Corrosion Inhibitors," *TRB Paper No. 910281*, Transportation Research Board, Washington, D.C., 1991, 8 pp.

Selected for reader interest by the editors.

ACI member **Neal S. Berke** is the Research Manager of W.R. Grace & Co.-Conn.'s Construction Products Division.

High Performance Means More
Than High Strength

The French Approach to Using HPC

by Yves Mallier

From the beginning, traditional concrete has been characterized essentially by its compressive strength. But as concrete strengths have climbed as high as 140 MPa (20,000 psi), many other concrete properties have improved as well. Many of the methods for obtaining high-strength concrete also improve such qualities as durability, workability, shear strength, and abrasion and impact resistance.

For some projects, improvement in qualities other than compressive strength can be an important factor in justifying the cost of building with what the French have come to call high-performance concrete (HPC). A review of about 100 HPC structures built throughout the world reveals that the use of high-performance concrete would be economically justifiable in only 15 to 25 percent of them if high compressive strength were the only criterion. Some examples of structures and crucial improved concrete qualities are shown in Table 1.

How we got where we are today

Smeaton (1756), Vicat (1818), and Apsdin (1825) all contributed to inventing modern concrete. Monier and Lambot (1848), Coignet (1852), and Hennebique (1880) put it to use in the first reinforced concrete buildings.

Then, for a century, concrete remained a mixture of aggregate, cement and water. This third ingredient played two essential roles: en-

suring hydration of cement, and participating actively in the workability of fresh concrete by giving the material satisfactory rheological properties.

During the last 10 years, numerous scientific investigations have shown the detrimental effects of excess nonhydrated water on the strength and durability of concrete.^{1,2} Nevertheless, for a long time, water was essential to obtaining effective rheological properties for placing, a requirement that pointed to the need to explore ways of reducing water content to improve the engineering properties of concrete.³

At the same time, other research scientists have been focusing on reconstituting a monolithic or solid, rock-like material from a very compact mix, placing emphasis on mix design.^{4,5}

Very quickly, two approaches stood out as ways to obtain high performance concrete (HPC). They differ in their physical and chemical natures.

Deflocculation of cement grains

— Deflocculation is accomplished by using organic products (condensates of formaldehyde and melamine sulfonate, and formaldehyde and naphthalene sulfonate). This is the process by which the cement grains in suspension in water can recover their initial grain size, which is generally between 5 and 50 μm . This first approach leads to an appreciable reduction in the necessary quantity of water, since much of this water is no longer trapped in

the cement grain flakes as it would be in traditional concrete, so its contribution to workability becomes negligible.⁶

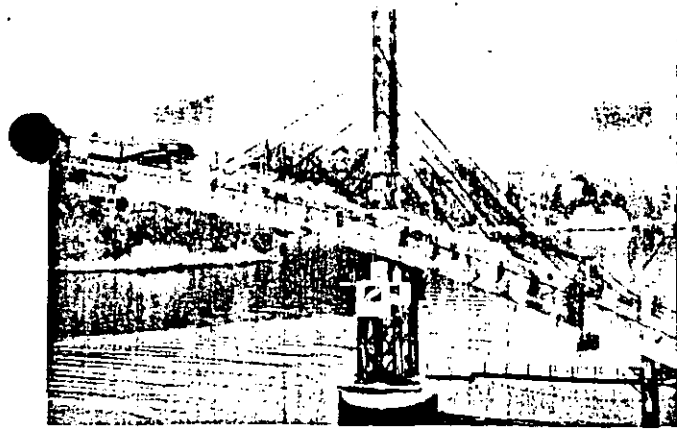
Widening the range of grain size

— Extending the grain-size range is accomplished by adding extremely fine elements (e.g., silica fume,⁴ calcareous fillers, and even black carbon⁷), chemically reactive or not, to fill the microvoids in grain packing, thus improving the compactness of the material while improving the rheological properties of the fresh mix. It follows that the quantity of water necessary for placing the concrete can be further reduced.⁴

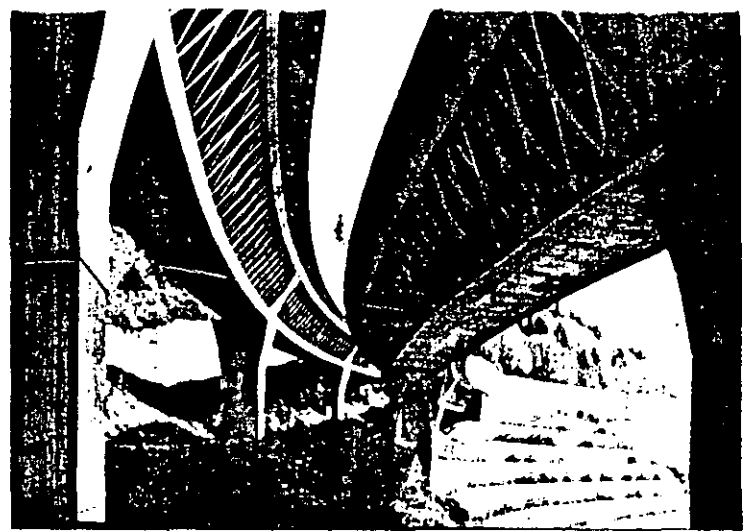
The first approach can be used alone and leads to gains in engineering properties, workability, and durability. Obviously, the second approach implies simultaneous use of the first, since it is useless to extend the grain-size range with very fine elements if priority has not been given to reducing flocculation.

Different experimental programs involving large-scale projects using locally available materials have confirmed that high-performance concrete, defined in terms of compressive strength values of between 60 and 80 MPa (8700 and 11,600 psi), can be obtained if these simple principles are respected.⁸⁻¹¹ And these values can be obtained without any real increase in the basic cost of the concrete.

Furthermore, a more precise approach, a stricter choice of materials, accepting a more noticeable cost increase, and absolute obligation to



Compression, short-term strength, and workability were major considerations in designing Rance Bridge in France.



France's Sylans Bridge required high strength, deferred deformation, short-term strength, and workability.

using the two approaches described make it possible, using industrial production methods, to obtain strengths between 90 and 140 MPa (13,000 and 20,000 psi), which the designer may consider essential for a particular project.¹²

A different approach, calling upon carefully selected materials (cements and aggregates of exceptional quality, polymers, etc.); new production processes (compaction, autoclaving, etc.); and new structural design (constraint, etc.), can ensure mechanical strengths of several hundred MPa for projects in which the designer is allowed to exceed the usual costs.⁴

This is the way to open the field to new applications of hyperperformance concretes, especially in other industrial sectors where their relative low cost will often be very competitive with that of the materials usually chosen.

Characteristics of high-performance concretes

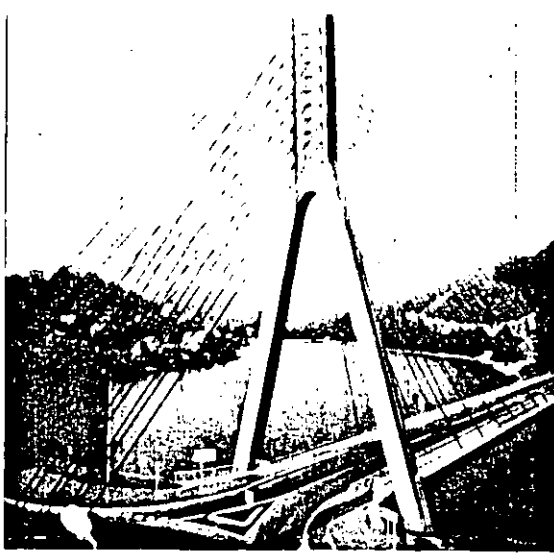
Microstructure

Research undertaken within the framework of the French National Project and by others has clearly defined the links between improving concrete performance and densifying the matrix and the cement paste-aggregate interface.¹³⁻¹⁵ Observation of microstructure has confirmed two points:

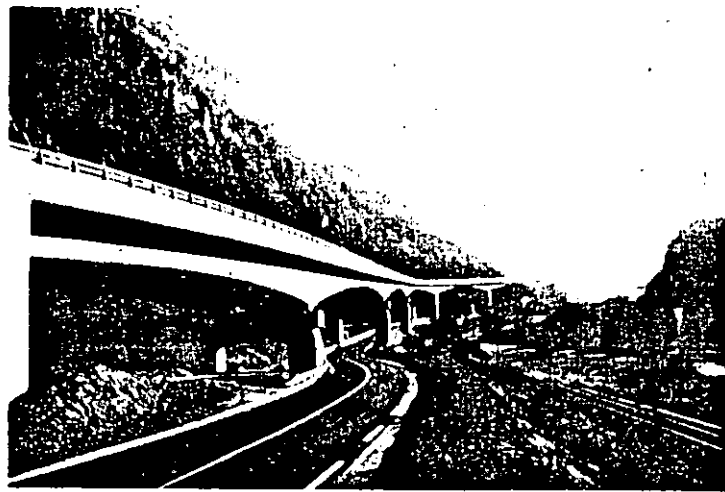
- In the 65-MPa (9400-psi) concrete with no silica fume in Joigny Bridge, the capillary porosity is lower than that of an ordinary con-

Table 1 — Types of HPC structures and important improved concrete properties

Structure type	Improved concrete properties	Practical examples
Bridges	Short-term strength Workability Durability Deferred deformation Strength	Joigny Bridge, France Rance Bridge, France Perthuiset Bridge, France Champs du Comte Bridge, France Sylans Bridge, France
Offshore structures	Durability Compression & shear Workability Abrasion & impact resistance	Gulfaks B & C, Norway Terre Nueve, Canada Terre Adelie, France
High-rise buildings	Compression & shear Workability Short-term strength Constraint	Scotia Plaza, Toronto, Canada 311 South Wacker Tower, Chicago 2 Union Square, Seattle, U.S. Grande Arche, Paris, France
Tunnels	Durability Compression Short-term strength	Villejust Tunnel, France English Channel Tunnel La Baume Tunnel, France
Highways	Abrasion & impact resistance Freeze-thaw durability Shear Durability Workability	Valerenga, Oslo, Norway Highway E18-E6, Norway Highway 86, Paris, France Paris Airport, France
Precast structural members	Short-term compression Compression Shear Workability Lightness	Precast joists, France Precast floor slabs, France
Steel-concrete composite construction	Shear Compression Workability Constraint	La Roize, France 2 Union Square, Seattle, U.S.
Drainage	Durability Abrasion resistance Compression Workability	Paris, France
Special foundation underpinings	Compression Workability Short-term strength Deferred deformation	Hassan Mosque, Morocco
Nuclear	Durability Strength Tightness	Civeaux (research), France



Durability and short-term strength were important factors in designing Pertheuise Bridge in France.



Durability, abrasion resistance, and freeze-thaw durability essential properties of the HPC in the Champs du Comte Bridge.

crete, but the texture of the hydrates remains the same, and the cement paste-aggregate interface is still somewhat porous and crystallized.

- In a 105-PMa (15,200-psi) concrete containing silica fume, the matrix is perfectly homogeneous and apparently amorphous. The silica fume particles, evenly distributed between the cement grains, become the loci of hydrate nucleation.⁷ Capillary porosity is diminished and discontinuous, unlike that of other concretes in which it is interconnected. The silica fume particles act as filler or exert pozzolanic reaction, densifying the cement paste-aggregate interface.^{15,16}

Consequently, failure occurs across the grains rather than between or around them, as in other concretes.¹⁴ Moreover, silica fume adsorbs the excess water molecules, which no longer migrate toward the aggregate. There is no bleeding, and thus no transition zone at the cement paste-aggregate interface.

Placing

Eliminating the shear threshold in the fresh cement paste by adding a plasticizer leads to a concrete that flows easily, although it appears viscous. Placing and pumping operations are made much easier.¹⁷

Furthermore, precise investigations have been carried out on creep of high-strength concrete loaded at early ages. These demonstrate that the high strength obtained during the first hours and first days can lead to a very different approach to

the scheduling of site work. Formwork removal and prestressing can be undertaken very rapidly, resulting in important savings and simplification.¹⁸

In certain cases, it can be useful to retard setting for several hours. This can be done without detrimental effect, thanks to the very high thixotropy of the paste, which also avoids any segregation, as in Joigny Bridge.²⁵

On the other hand, absence of bleeding water leads to early and intense surface desiccation. Careful curing is essential, since it is the only way to avoid surface cracking due to plastic shrinkage.

Mechanical behavior

Apart from compressive strength gain, emphasis must be given to such advantages brought about by increases in tensile and shear strength with respect to resistance of beams to lateral shear, crosswalls, and problems of point loading and impact.¹⁹

The designer must analyze the increase in elastic modulus in light of maintaining, or even increasing, fracture toughness and consider the extensive improvement in the quality of bond between the steel and the concrete. Provided the quantities of passive reinforcement remain more or less the same (i.e., greater in percentage of volume), this will result in improved resistance to cracking and better ductility of the reinforced concrete composite in the structure under normal service conditions.

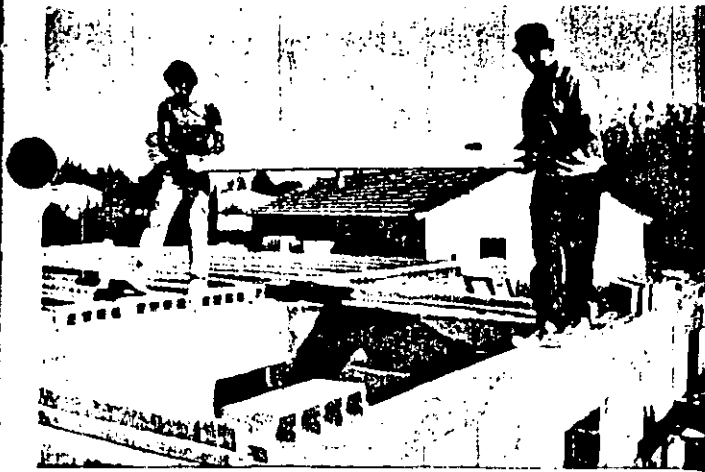
Additionally, creep is appreciably reduced in HPCs when the grain-size range is widened.²⁰

Durability

Concrete is a porous material that is characterized by its range of pore sizes and the types of connections between them, by such discontinuities in the microtexture as joints in grains, and by the crystalline nature of hydrates. This porosity influences permeability, which allows movement of fluid that is likely to cause expansion, cracking, and corrosion of reinforcement.

HPCs and very high performance concretes (VHPCs) show better resistance to chemical attack than traditional concretes. They are also recommended in the case of potential reaction between the alkalis of the pore solution and reactive aggregate. Silica fume content is generally about 10 percent.

Carbonation can destroy the passivation film on steels, and the rate of corrosion of reinforcement depends on the electrical resistivity of concrete. Carbonation was studied closely during testing for Joigny Bridge, but its influence is negligible compared with reactions on ordinary concrete. VHPC containing silica fume shows very good performance as regards accelerated carbonation, and Norwegian research confirms that silica fume increases the electrical resistivity of concrete, which restricts the galvanic current, and therefore steel corrosion.¹⁶



HPC's lightness make it a logical choice for precast joists for small homes in France.



Morocco's Hassan Mosque required short-term strength, deferred deformation, and compression.

Satisfactory behavior of HPC and VHPC subjected to freeze-thaw cycles has also been confirmed in French National Project research. The pore structure of these concretes is so fine that ice cannot form during freezing, even if the concrete is saturated with water. These results confirm those obtained by Canadian scientists²¹ indicating that HPC and VHPC containing 5 to 10 percent silica fume and a plasticizer have a network of air bubbles which remain stable under vibration.²² The concretes also resist scaling when subjected to deicing salts.²³

The durability of silica fume concrete in construction practice is reported in a recent survey published by the FIP.²⁴

New material calls for new structural design

It is quite common to dismiss the advantage of increased concrete strength, claiming that the cross sections used in structural design for normal concretes lead to dimensions quite compatible with the space needed to accommodate reinforcing steels, cables, vibrating needles, etc. In the past, similar negative remarks about using a new material in traditional design raised difficulties for Freyssinet and Magnel when they introduced prestressed concrete, or even earlier for Hennebique and Coignet for reinforced concrete.

In fact, there is a need for a completely new and resolute approach to structural design. It is the author's opinion that the approach

must be global to be effective.²⁷ Certainly, it must integrate data concerning:

- Materials — including possible use of HPC, fiber-reinforced HPC, light-aggregate HPC, reinforcement with improved elastic limits, and improved cables.

- Technology — including enhancing external prestressing to obtain more slender sections of higher strength and lighter weight, developing composite construction with a new approach to connections with HPC, reviving the use of precast structures with new devices for assembly and connection, and using constraint to multiply the strength of certain members.²⁵

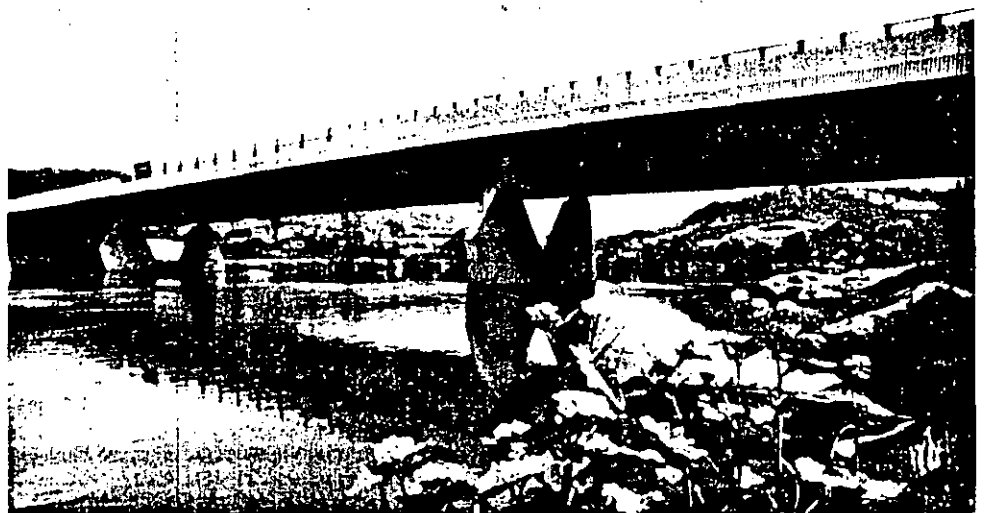
- Work process — including proper use of the outstanding workability of this concrete to fully

develop pumping technology and, from the economic point of view, more efficient use of formwork and precasting, and using the possibilities of partial prestressing at very short term.

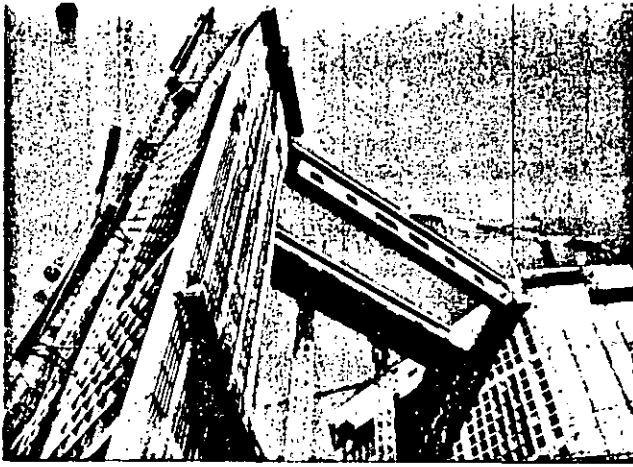
- Induced effects — for example, care in the quality of curing as soon as the HPC is placed, and addressing the prestressing diffusion that results from external prestressing of HPC.

- Shape of structures — reviving the use of funicular arch loading, research on lowering weight using steel construction models such as trusses, and seeking advances in light-weight bolted structures.²⁵

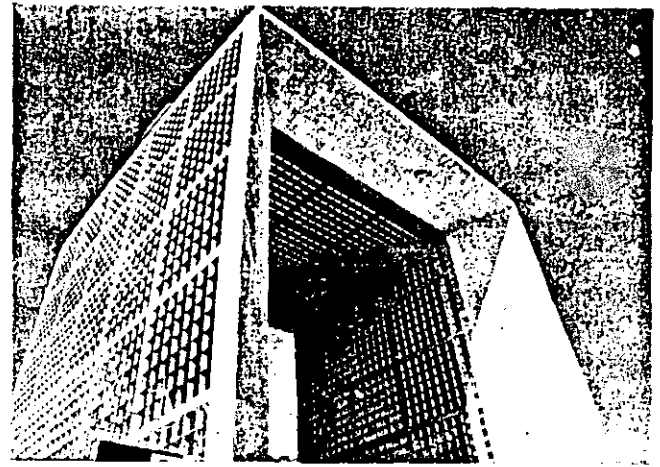
- Specific conditions — considering such conditions as chemically aggressive environments, locations with total impermeability to air, and resistance to friction and impact.



Workability and durability were two important HPC properties for Joigny Bridge.



The roof of the Grande Arche in Paris required lightness, high strength, and workability.



HPC also provided the workability and quality of surface required in building the Grande Arche.

Consideration of all of these parameters and their interactions is necessary in selecting the appropriate concrete for a project.

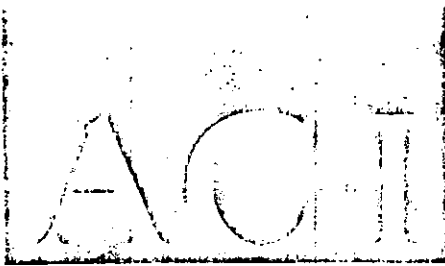
References

1. Mehta, P. Kumar, *Concrete: Structure, Properties and Materials*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986, 450 pp.
2. Neville, A. M., and Brooks J. J., *Concrete Technology*, Longman Scientific and Technical, New York, 1987, 438 pp.
3. Aitcin, P.C., "Les Fluidifiants dans les BHP," *Les Betons a Hautes Performances: du Matériau a l'Ouvrage*, Y. Malier, editor, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1990, pp. 21-31.
4. Bache, H. H., "Densified Cement/Ultra-Fine Particulate-Based Materials," *Second International Conference on Superplasticizers in Concrete*, Ottawa, 1991, pp. 1-35.
5. De Larrard, F., "Mix-Design and Properties of Very-High-Strength Concretes," PhD thesis, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, *Rapport de Recherche des LPC* No: 149, 1988, 339 pp. (in French)
6. Kreijger, P. C., *Plasticizers and Dispersing Admixtures*, The Construction Press, Londres, 1980, pp. 1-16.
7. Detwiler, R. J., and Mehta, P. K., "Chemical and Physical Effects of Condensed Silica Fume in Concrete," *Proceedings, Third CANMET/ACI International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete* (Supplemental Papers), Trondheim, 1989, pp. 295-307.
8. Mehta, P. Kumar, and Aitcin, Pierre Claude, "Principles Underlying Production of High-Performance Concrete," *Cement, Concrete and Aggregates*, V. 12, No. 2, Winter 1990, pp. 70-78.
9. De Larrard, F.; Ithurralde, G.; Acker, P.; and Chauvel, D., "High-Performance Concrete for a Nuclear Containment," *High-Strength Concrete—Second International Symposium*, SP-121, American Concrete Institute, Detroit, 1990, pp. 549-576.
10. Cadoret, G., "Utilisation Industrielle des Betons a Hautes Performances dans le Batiment et les Travaux Publics," *Les Betons a Hautes Performances: du Matériau a l'Ouvrage*, Yves Malier, ed., Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1990, pp. 403-433.
11. De Larrard, Francois, "Method for Proportioning High-Strength Concrete Mixtures," *Cement, Concrete and Aggregates*, V. 12, No. 1, Summer 1990, pp. 47-52.
12. Godfrey, K. A. Jr., "Concrete Strength Record Jumps 36%," *Civil Engineering*, Oct. 1987, pp. 84-88.
13. Regourd, M., "Microstructure des Betons a Hautes Performances," *Les Betons a Hautes Performances: du Matériau a l'Ouvrage*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1990, pp. 21-31.
14. Aitcin, Pierre Claude; Sarkar, Shondeep L.; Regourd, Micheline; and Hornain, Hugues, "Microstructure of a Two-Year-Old Very High Strength (100 MPa) Field Concrete," *Proceedings, Symposium in Utilization of High Strength Concrete*, Tapir Publishers, Trondheim, 1987, pp. 99-109.
15. Bentur, A., "Microstructure, Interfacial Effects and Micromechanics of Cementitious Composites," *Conference on Advances in Cementitious Materials*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, 1990, 39 pp.
16. Sellevold, E. J., "Condensed Silica Fume in Concrete: A World Review," *International Workshop on Condensed Silica Fume in Concrete*, Montreal, 1987, pp. 1-77.
17. Page, Kelly M., "Pumping High-Strength Concrete on World's Tallest Concrete Building," *Concrete International: Design & Construction*, V. 12, No. 1, Jan. 1991, pp. 26-28.
18. Richard, P., "Re Island Bridge," *Congress on Prestressed Concrete*, Hamburg, June 1990, pp. 186-192.
19. De Larrard, F., and Malier, Y., "Propriétés Constructives des Betons a Tres Hautes Performances," *Annales ITBTP* No. 479, pp. 79-111.
20. De Larrard, F., "Creep and Shrinkage of High-Strength Field Concretes," *High Strength Concrete—Second International Symposium*, SP-121, American Concrete Institute, Detroit, 1990, pp. 577-598.
21. Gagne, Richard; Pigeon, Michel; and Aitcin, Pierre Claude, "Durabilite au Gel des Betons de Hautes Performances Mecaniques," *Materials and Structures, Research and Testing RILEM*, Paris), V. 23, No. 134, Mar. 1990, pp. 103-109.
22. Pigeon, Michel; Aitcin, Pierre Claude; and Laplante, Pierre, "Comparative Study of the Air-Void Stability in Normal and Condensed Silica Fume Field Concrete," *ACI Materials Journal*, V. 84, No. 3, May-June 1987, pp. 194-200.
23. Gagne, R.; Pigeon, M.; Aitcin, P. C., "Deicer Salt Scaling Resistance of High Performance Concrete," *Paul Klieger Symposium on Performance of Concrete*, SP-122, American Concrete Institute, Detroit, 1990, pp. 29-37.
24. Malhotra, V. M.; Ramachandran, V. S.; Feldman, R. F.; and Aitcin, P. C., *Condensed Silica Fume in Concrete*, CRC Press, Boca Raton, 1987, 221 pp.
25. Malier, Yves; Brazillier, Didier; and Roi, Stephane, "The Bridge of Joigny," *Concrete International*, V. 13, No. 5, May 1991, pp. 40-42.
26. Richard, P., "Qualite et Enonce," *IABSE Symposium: Concrete Structures for the Future*, V. 55, Aug. 1987, pp. 41-46.
27. Malier, Yves, "Les bétons à haute performances—du matériau à l'ouvrage," Presses de l'ENPC, Paris, 1990, 550 pp. Also published in English by Chapman and Hall, London, 1991.

Selected for reader interest by the editors.

Yves Malier, a professor of civil engineering at "Ecole Nationale des Ponts et Chaussées," Paris, France, is the head of the French national applied research project on high-performance concrete, which involves 30 different organizations from the public and private sectors. He has supervised the construction of many experimental structures made of high-performance concrete.





Case

MATERIALS JOURNAL

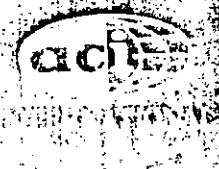
- 595 Do Fibers Increase Tensile Strength of Cement-Based Matrixes?/*Shah*
- 603 Elastic Modulus of SIFCON in Tension and Compression/*Naaman, Otter, and Najm*
- 613 Test Methods for Assessing Potential Alkali Reactivity of Canadian Aggregates/*Alasali, Malhotra, and Soles*
- 620 Fatigue of Bond/*Balazs*
- 630 Evaluation of Long-Term Concrete Properties/*Wood*
- 644 Early-Age Reliability of Ferrocement Slabs/*Quek et al.*
- 650 Guide for Use of Preplaced Aggregate Concrete for Structural and Mass Applications/*ACI Committee 304*
- 669 State-of-the-Art Report: Bond under Cyclic Loads/*ACI Committee 408*



→ *PREENPACADO*

CONCRETO - PREENPACADO

A JOURNAL OF THE AMERICAN CONCRETE INSTITUTE



Guide for the Use of Preplaced Aggregate Concrete for Structural and Mass Concrete Applications

reported by ACI Committee 304

David J. Akers
James E. Bennett, Jr.
Arthur C. Cheff
Thomas R. Clapp
James L. Cope
Henri Jean deCarbonel
Robert M. Eshbach
James R. Florey
Clifford Gordon

Paul R. Stodola*
Chairman

Donald E. Graham
Daniel J. Green
Neil R. Guptill*
Terence C. Holland*
James Hubbard
Thomas A. Johnson
Robert A. Kelsey
John C. King*
William C. Krell'

Gary R. Mass
Richard W. Narva
Dipak T. Parekh
James S. Pierce
Kenneth L. Saucier
Donald L. Schlegel
William X. Sypher
Robert E. Tobin

*Members of the Subcommittee who prepared this guide.
'Subcommittee Chairman.

Committee 304 expresses its appreciation to John C. King for his work as the Principal Author of this document. Beginning in 1947 he evaluated data, prepared specifications, and guided the conversion of repair procedures into those more suitable for new construction with preplaced-aggregate concrete.

The preplaced-aggregate (PA) method for concrete construction is explained, special properties described, and materials requirements are given where they differ from those used in normal concrete. A brief history of the development of the procedure is covered. Short descriptions of several typical applications are included.

Keywords: fluidizing; grout; heavyweight concretes; inserts; preplaced-aggregate concrete; underwater construction.

CONTENTS

Chapter 1—Introduction

- 1.1—History
- 1.2—General considerations
- 1.3—Special properties
- 1.4—Strength
- 1.5—Bond
- 1.6—Durability
- 1.7—Heat of hydration control
- 1.8—Closely spaced reinforcement
- 1.9—Heavyweight (high-density) concrete
- 1.10—Monolithic placements
- 1.11—Exposed aggregate surfaces

Chapter 2—Materials and proportioning

- 2.1—Coarse aggregate

- 2.2—Fine aggregate
- 2.3—Cement
- 2.4—Pozzolan
- 2.5—Admixtures
- 2.6—Prepackaged grout products
- 2.7—Resinous grout
- 2.8—Grout mixture proportioning

Chapter 3—Equipment

- 3.1—Aggregate handling
- 3.2—Grout mixers and pumps
- 3.3—Grouting systems

Chapter 4—Construction procedure

- 4.1—General considerations
- 4.2—Preparation of concrete surfaces
- 4.3—Grout inserts, sounding wells, and vent pipes
- 4.4—Forms
- 4.5—Coarse aggregate placement
- 4.6—Contamination
- 4.7—Grout injection
- 4.8—Joint construction
- 4.9—Finishing
- 4.10—Curing

ACI Committee Reports, Guides, Standard Practices, and Commentaries are intended for guidance in designing, planning, executing, or inspecting construction and in preparing specifications. Reference to these documents shall not be made in the Project Documents. If items found in these documents are desired to be part of the Project Documents, they should be phrased in mandatory language and incorporated into the Project Documents.

ACI Materials Journal, V. 88, No. 6, November-December 1991.
This report replaces ACI 304.1R-69, which was removed from the *ACI Manual of Concrete Practice* in 1982. The report was submitted to letter ballot of the committee and approved according to Institute procedures. Pertinent discussion will be published in the July-August 1992 *ACI Materials Journal* if received by Mar. 1, 1992.

Copyright © 1991, American Concrete Institute.

All rights reserved including rights of reproduction and use in any form or by any means, including the making of copies by any photo process, or by any electronic or mechanical device, printed, written, or oral, or recording for sound or visual reproduction or for use in any knowledge or retrieval system or device, unless permission in writing is obtained from the copyright proprietors.

Chapter 5—Temperature control

- 5.1—Grout mixture proportioning
- 5.2—Chilling coarse aggregate in place
- 5.3—Chilling aggregate before placement
- 5.4—Chilling the grout
- 5.5—Cold weather placement

Chapter 6—Quality assurance and control

- 6.1—Quality assurance
- 6.2—Quality control

Chapter 7—Conclusion

- 7.1—Economics
- 7.2—Closure

Chapter 8—References

- 8.1—Specified and/or recommended references
- 8.2—Cited references

1—INTRODUCTION

This report on preplaced aggregate (PA) concrete for structural and mass concrete applications describes practices as developed over many years by engineers and contractors in the successful use of the method; defines the reasons for material requirements that are different from those usually specified for ordinary concrete; and provides information on equipment, forms, aggregate handling, and grouting procedures. A brief history of the development of the method is given. Photographs with short descriptions for a few major applications are used to illustrate techniques.

Preplaced-aggregate concrete, the finished product, is defined in ACI 116R as "Concrete produced by placing coarse aggregate in a form and later injecting a portland cement-sand grout, usually with admixtures, to fill the voids." Other terms describing the method, used both in America and internationally, include grouted-aggregate, injected-aggregate, Prepakt, Colcrete, Naturbeton, and Arbeton. PA concrete is particularly useful for underwater construction, placement in areas with closely spaced reinforcement and in cavities where overhead contact is necessary, repairs to concrete and masonry where the replacement is to participate in stress distribution, heavyweight (high-density) concrete, high-lift monolithic sections and, in general, where concrete of low volume change is required.

1.1—History

The preplaced-aggregate method of producing concrete was conceived circa 1937 by Lee Turzillo and Louis S. Wertz during rehabilitation work in a Santa Fe railroad tunnel near Martinez, California. When grouting voids in the concrete at crown areas, the grouting crew began filling larger spaces with coarse aggregate prior to grouting to reduce the consumption of grout. The next logical step was to form over the areas where concrete was to be replaced, place a graded aggregate into the forms, and grout the aggregate. The resulting "concrete" showed such promise that Professor Raymond E. Davis was engaged to develop grout mixtures and basic procedures to make the method viable. In the course of this work, Davis also determined most of the

unique properties of preplaced-aggregate concrete, which are cited elsewhere in this guide. A series of patents on the method (trade-named Prepakt) and admixtures, mainly grout fluidifier, were applied for and granted about 1940. All patents have expired, with the possible exception of some on admixture refinements.

Initially, in view of the lack of any performance history, the use of PA concrete was limited to the repair of bridges and tunnel linings to extend their usefulness. After extensive laboratory testing, the Bureau of Reclamation backfilled a large eroded area in the spillway at Hoover Dam.^{1,2} The replacement was 112 ft (34 m) long by 33 ft (10 m) wide and up to 36 ft (11 m) deep, shown in Fig. 1. The next major project was the addition to the upstream face to Barker Dam³ at Nederland, Colorado, in 1946. This resurfacing of the 170 ft (52 m) high dam involved anchoring precast concrete slabs some 6 ft (1.8 m) in front of the dam, as shown in Fig. 2, and backfilling the space with coarse aggregate during the winter when the reservoir was empty. The aggregate was grouted in late spring in a 10-day continuous pumping operation with the reservoir full. This work proved the method usable for major construction. In 1951, the U. S. Army Corps of Engineers began to permit its use for the embedment of turbine scroll cases, as illustrated in Fig. 3, and other structures. During 1954 and 1955, approximately 500,000

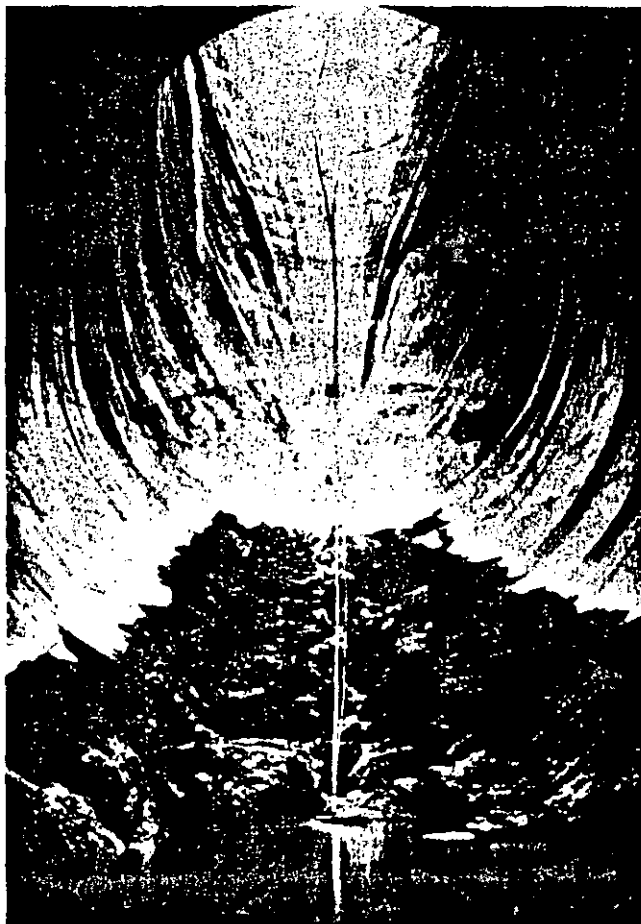


Fig. 1—Eroded area in spillway tunnel at Hoover Dam, 500 ft below crest, before repair with PA concrete

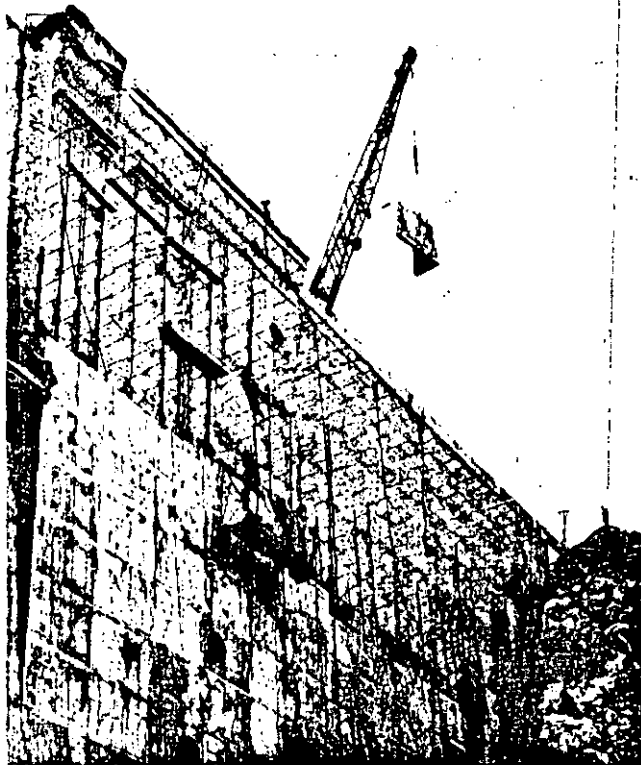


Fig. 2—Barker Dam, Colorado, during refacing in 1946. Coarse aggregate placed behind precast concrete slab forms over the entire upstream face of the dam (170 ft high by 1300 ft long at crest). Grout was placed in one continuous, 10-day pumping operation after the reservoir had been refilled to load the dam and cool the aggregate. Behind the form concrete, the new face has no joints of any kind

yd³ (380,000 m³) of PA concrete were used in construction of the 34 piers of the Mackinac Bridge.⁴ In 1950, construction companies in Japan bought rights to the method and built several bridge piers. During the 1970s, the Honshu-Shikoku Bridge Authority engaged in extensive research culminating in the construction of a large bridge complex. The Snowy Mountains Authority, Australia, used PA concrete for embedding turbine scroll cases and draft tubes in their hydroelectric power projects. The method also found wide use in placing biological shields around nuclear reactors and x-ray equipment. B. A. Lamberton and H. L. Davis were largely responsible for the development of heavyweight (high-density) PA concrete.

1.2—General considerations

The design of structures using PA concrete should follow the same requirements as conventionally placed concrete. The designer may take advantage of certain favorable physical properties and placement procedures summarized in the following sections.

1.3—Special properties

PA concrete differs from conventional concrete in that it contains a higher percentage of coarse aggregate because coarse aggregate is deposited directly into the forms with point-to-point contact rather than being contained in a flowable plastic mixture. Therefore the properties of PA concrete are more dependent upon the coarse aggregate. The modulus of elasticity has been

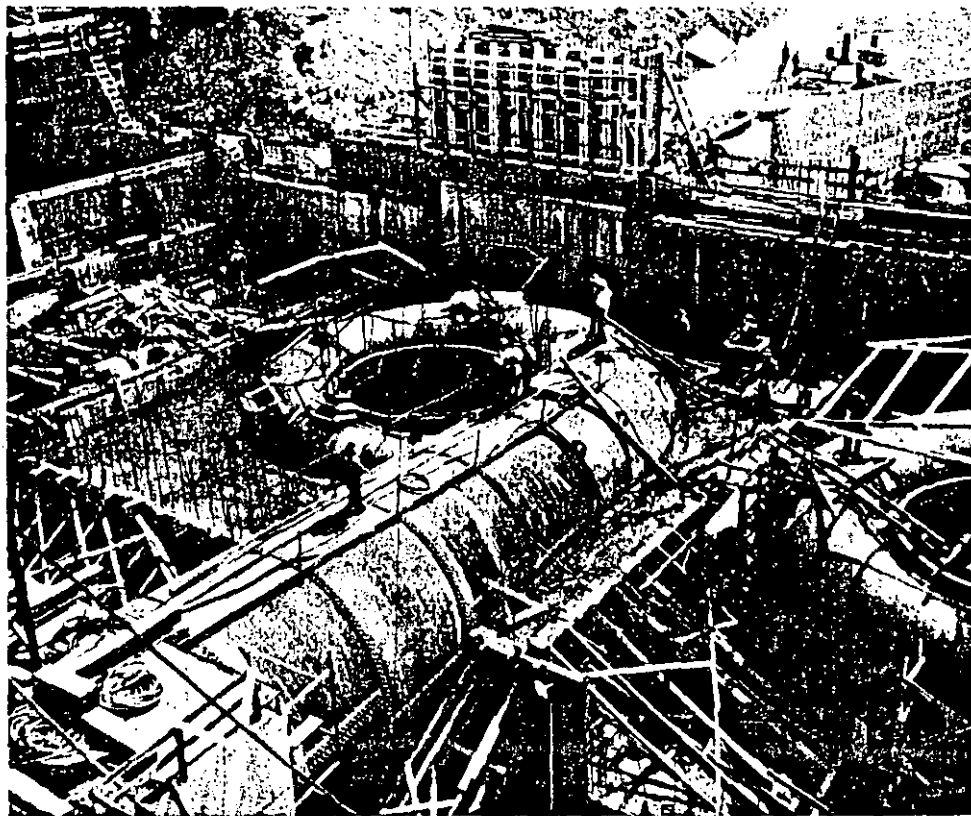


Fig. 3—Turbine scroll case at Bull Shoals Dam powerhouse at completion of the first (10 ft) lift of PA concrete. A second lift completed the embedment

found to be slightly higher and the drying shrinkage less than half that of conventional concrete.^{5,6,7}

1.4—Strength

The strength of PA concrete depends on the quality, proportioning, and handling of the materials as discussed throughout this report. Compressive strengths up to 6000 lb/in.² (41 MPa) at 28 or 90 days, depending on water-cementitious material ratio, are readily attainable. Strengths of 9000 lb/in.² (62 MPa) at 90 days and 13,000 lb/in.² (90 MPa) at 1 year have been reported.^{3,8} It would appear that strength could be increased through the use of high-range water-reducing admixtures, silica fume, and/or other admixtures, but neither research nor performance data are available.

1.5—Bond

The bond of PA concrete added to existing roughened concrete is excellent.⁷ There are two reasons for this: (1) the grout used to consolidate the preplaced aggregate penetrates surface irregularities and pores to establish initial bond, and (2) the low drying shrinkage of PA concrete, where drying can occur, minimizes stress at the interface. Unpublished test data on beams in which PA concrete was placed against conventional concrete showed a modulus of rupture of over 80 percent of that of a monolithic beam of the older concrete, and numerous cores taken from one concrete bonded to another and tested in bending nearly always break on one side of the interface or the other, but not at the bonded surface.

1.6—Durability

PA concrete was produced for many years without air entrainment other than that contributed by the lignin and the grout fluidifier. Nevertheless, PA concrete used for repairs which are normally exposed to severe weathering has shown excellent durability. A typical example is illustrated in Fig. 4, which shows the condition of a column in the West 6th Street Viaduct, Erie, Pennsylvania, before repair and of the same column 26 years after repair. Another example is noted in Reference 9. In this instance, the PA concrete refacing of a lock wall on the Monongahela River above Pittsburgh, Pennsylvania, from far below low pool level to the top of the lock walls, was found to be in visibly sound condition at age 35 years. However, a series of tests conducted at the U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station laboratory¹⁰ on PA concrete shows that air entrainment is necessary to provide durability comparable to that of air-entrained conventional concrete. Currently, Corps of Engineers Specifications for PA Concrete¹¹ require that PA concrete contain 9 ± 1 percent air entrainment measured in accordance with ASTM C 231 15 min after completion of mixing of the grout.

1.7—Heat of hydration control

Where heat of hydration must be considered, the PA concrete method makes it feasible to cool the aggregate



Fig. 4—Viaduct column and beams (a) before repair and (b) 26 years after repair with PA concrete

in the forms. Then, by intruding chilled grout, in-place initial temperatures as low as 40 to 45 F (4.5 to 7 C) are readily obtainable. Temperature control procedures are given in this report in Chapter 5.

1.8—Closely spaced reinforcement

The PA procedure is particularly applicable where reinforcement is too closely spaced to permit the use of vibrators, which would be necessary even when high-range water-reducing admixtures are used with conventional concrete. Because the coarse aggregate is inert, it may be placed as forms are erected around the reinforcement while access is still possible. When the preceding is in place, the member may be grouted into a monolithic unit of PA concrete.

1.9—Heavyweight (high-density) concrete

By preplacing heavyweight coarse aggregate the hazard of segregation can be avoided. An example is shown in Fig. 5. Heavyweight fine aggregate can also be used in the grout. Work and materials in this field are described by Tirpak,¹² Davis,⁶ and Narrow.¹³ See also ACI 304.3R.

Table 1 — Grading limits coarse and fine aggregates for preplaced aggregate concrete

Sieve size	Percentage passing		
	Grading 1 For 1/2 in. (12.5 mm) <i>minimum size</i> coarse aggregate	Grading 2 For 3/4 in. (19 mm) <i>minimum size</i> coarse aggregate	Grading 3 For 1-1/2 in. (38 mm) <i>minimum size</i> coarse aggregate
	Coarse aggregate		
1-1/2 in. (37.5 mm)	95-100	—	0.5
1 in. (25.0 mm)	40-80	—	—
3/4 in. (19.0 mm)	20-45	0-10	—
1/2 in. (12.5 mm)	0-10	0-2	—
3/8 in. (9.5 mm)	0-2	0-1	—
	Fine aggregate		
No. 4 (4.75 mm)	—	—	100
No. 8 (2.36 mm)	100	—	90-100
No. 16 (1.18 mm)	95-100	—	80-90
No. 30 (600 microns)	55-80	—	55-70
No. 50 (300 microns)	30-55	—	25-50
No. 100 (150 microns)	10-30	—	5-30
No. 200 (75 microns)	0-10	—	0-10
Fineness modulus	1.30-2.10	—	1.60-2.45

*Grade for minimum void content in fractions above 3/4 in. (19 mm).



Fig. 5—Hand placing high-density aggregate (barite) for biological shield at Materials Testing Reactor, Arco, Idaho

1.10—Monolithic placements

The only limits to height of a monolithic placement are the strength of forms required to contain the preplaced aggregate and the need to mix and pump grout continuously from start to finish of the grouting operation.

1.11—Exposed aggregate surfaces

With PA concrete, the forms are filled with coarse aggregate. The percentage of coarse aggregate in the resulting concrete is significantly greater than the roughly 70 percent coarse aggregate in conventionally placed concrete. If the surface grout is green cut or sandblasted after removal of the forms, approximately 25 percent more aggregate will be exposed. This proce-

dure has been used to provide an attractive architectural finish.

2—MATERIALS AND PROPORTIONING

2.1—Coarse aggregate

Coarse aggregate should be clean crushed stone or natural gravel, free of surface dust and fines, and should conform to the requirements of ASTM C 33, except that grading limits should be those shown in Table 1. A screening and washing operation is shown in Fig. 6. For economy and minimal temperature rise, the void content of the aggregate should be as low as possible. In general, minimum void content is attained when the coarse aggregate is graded from the smallest allowable particle size to the largest, consistent with the usual limitations established for thickness of section and spacing of reinforcement. In mass concrete, the only limitation on the maximum size of coarse aggregate is that which can be handled economically. The minimum size of coarse aggregate determines the void dimensions through which the grout must pass. Hence, minimum coarse aggregate size and maximum fine aggregate size are related. Grading 1 or 2 from Table 1 is normally used in the Americas and the Orient. In general, not more than 10 percent should pass the 3/4 in. (19 mm) sieve with 0 to 2 percent passing a 1/2 in. (12.5 mm) sieve (Grading 2). Where there is a large amount of closely spaced reinforcement, or where the placement is in relatively shallow patches, the minimum may include up to 10 percent passing the 1/2 in. sieve with not more than 2 percent smaller than 3/8 in. (9.5 mm) (Grading 1). These gradings may not always be readily available; special processing may be required.

Void content will range between approximately 35 percent for aggregate well graded between 3/4 in. (19 mm) and 6 to 8 in. (150 to 200 mm), to high as 50 percent for uniformly sized aggregate. Void contents as low as 25 percent have been attained experimentally by

deliberate gap grading, in which half of the aggregate was 1/2 to 1 1/2 in. (12 to 38 mm) and half was 8 to 10 in. (200 to 250 mm).

In some European countries, it is common practice to use coarse aggregate having a minimum size of 1 1/2 in. (37.5 mm) or larger to employ fine aggregate more closely approaching that used with conventional concrete. There are also occasions where labor is so inexpensive that hand selection and placement is feasible. For these situations, Grading 3, Table 1 is acceptable.

2.2—Fine aggregate

Either manufactured or natural sand may be used. The sand should be hard, dense, durable, uncoated rock particles. It should conform to ASTM C 33 except the grading should be as shown in Table 1. Fine aggregate that does not fall within these grading limits is useable provided results fall within the requirements of Section 2.8.1.

2.3—Cement

Grout can be made with any of the non-air-entraining types of cement that comply with ASTM C 150 or ASTM C 595. Use of air-entrained cement combined with a gas-forming fluidifier can result in excessive quantities of entrained air resulting in reduced strength. Where air entrainment is required for added freeze-thaw durability, air-entraining admixture should be added separately. Dosage should be determined by laboratory tests and verified by actual tests to determine air content of the grout in the field. Data on the use of blended hydraulic cement are not available.

2.4—Pozzolan

Both fly ash and natural pozzolans conforming to ASTM C 618, Class F or N, may be used. Class F fly ash has been used in the great majority of installations since it improves the pumpability of the fluid grout and extends grout handling time. It provides the same properties to PA concrete as conventional concrete.¹⁴ Class C fly ash and blast furnace slag have been employed to a limited extent, but data on grout mixture proportions, properties, and in-place experience are lacking. There are no known data on the application of silica fume in grout for PA concrete.

2.5—Admixtures

2.5.1 Grout fluidifier—A grout fluidifier meeting the requirements of ASTM C 937 is commonly incorporated in the grout mixture to offset the effect of bleed water that normally tends to collect on the underside of coarse aggregate particles. It also reduces the water-cementitious material ratio to provide a given fluidity, and retards stiffening to provide added handling time in the mixing-pumping cycle and in the penetration of the voids in the coarse aggregate mass. A grout fluidifier is customarily a preblended material obtained commercially. It normally consists of a water-reducing admixture, a suspending agent, aluminum powder, and a chemical buffer to assure a properly timed reaction of



Fig. 6—Rotary screen is used to wash coarse aggregate and remove undersize particles

the aluminum powder with the alkalis in portland cement. Reaction of the aluminum powder generates hydrogen gas, which causes expansion of the grout while fluid, and leaves minute bubbles in the hardened grout. The aluminum powder is consumed in the reaction, leaving little or no residual metallic aluminum. Normal dosage of grout fluidifier is 1 percent by weight of the total cementitious material (cement or cement plus pozzolan) in the grout mixture.

In the laboratory, 1 percent fluidifier should produce expansion, as indicated in ASTM C 937, ranging from as much as 7 to 14 percent with cements containing 0.8 percent or more Na₂O equivalent, to as little as 3 to 5 percent with cements having 0.3 percent or less Na₂O equivalent. The grade and type of aluminum powder in the fluidifier should be selected to produce approximately all of the expansion within 4 hr. Expansion of field-mixed grouts that do not have the same fine aggregate-cementitious materials ratios as those specified for qualifying the fluidifier may produce excess bleeding. The amount of bleeding must not be permitted to exceed the amount of expansion. Bleeding and expansion should be determined in accordance with ASTM C 940, using job materials.

The expansion of grout caused by the grout fluidifier ceases at temperatures below 40 F. In massive sections or placements enclosed by timber forms, the heat liberated by the hydrating cement normally raises the internal temperature sufficiently for the grout fluidifier to perform properly. Grout should be placed in an environment where the temperature will rise above 40 F.

2.5.2 Air-entraining admixtures—Air-entraining ad-

mixtures must meet the requirements of ASTM C 260 to provide freezing and thawing resistance.¹⁰ The user must remember, however, that the total air in the hardened grout will be the sum of that contributed by the air-entraining admixture and by the hydrogen generated by the aluminum powder in the grout fluidifier. If the total is sufficient to affect strength adversely, mixture proportions may have to be adjusted, but the air content must be adequate to insure durability.

2.5.3 Calcium chloride—Calcium chloride must meet the requirements of ASTM D 98 and has been used occasionally to promote early strength development. When used in excess of 1 percent, however, this admixture depresses the expansive action of grout fluidifier. Pretesting of the grout for expansion, bleeding, and rate of hardening (ASTM C 953) and testing of the grout in PA concrete at job placing temperatures is advisable.

Where reinforcement is present, the limitations on amounts of calcium chloride and other materials that promote corrosion of steel shall be limited, as advised in ACI 201.2R and 318.

2.5.4 Chemical admixtures—Chemical admixtures (ASTM C 494), may be considered for special situations. A Type D, water-reducing and retarding admixture (calcium lignosulfonate) has been used successfully, for example, with a factory-blended "non-shrink" grout to increase fluid stiffening time from 15 min to nearly 60 min. Thorough pretesting of materials to be used in the work is advisable.

2.5.5 High-range water-reducing admixtures—High-range water-reducing admixtures (superplasticizers), ASTM C 494 Types F and G, appear to be potentially useful, but no data are available on their use in grout for PA concrete.

2.6—Prepackaged grout products

Prepackaged "non-shrink" grouts of the type used under machine base plates may be used, provided:

1. They can be mixed to the consistency and perform as called for in Section 2.8 of this guide, Grout Mixture Proportioning.

2. The grout remains at suitable consistency for a sufficient period of time to permit proper intrusion into the preplaced aggregate.

3. The maximum size of fine aggregate in the preblended material meets the requirements of Table 1.

Some machine base grouts tend to stiffen rapidly. Others are amenable to retardation. Because little data are available on the compatibility of retarders with the ingredients in premixed grouts, premixed grouts not formulated for PA concrete should be used with caution.

2.7—Resinous grout

Two-component epoxy resin grout may be used where high early strength is needed, and where, if cast against concrete, bond strength equal to the strength of the concrete is desired. The optimum formula should be one having a low exothermal potential, low viscosity,

and a pot life of at least 30 min. Epoxies produce large amounts of heat as they harden. To prevent steam generation, the preplaced aggregate must be completely dry. Other thermal effects may be alleviated to a greater or lesser extent by limiting thickness, as in surface patches, to approximately 2 in. (50 mm) or by installing piping in massive sections through which water can be circulated to remove heat as it is generated. Cooling the aggregate in place with a compressed or liquid gas, such as nitrogen, may also be helpful.

2.8—Grout mixture proportioning

Grout mixture proportions should be determined in accordance with ASTM C 938 and specified by weight. All weighing and measuring equipment should be calibrated for accuracy and operated within tolerances allowable for conventional practice (ACI 304R).

A partial exception to complete weight proportioning has become accepted trade practice for small and geographically isolated projects. When the size and location of the work preclude the use of on site weighing equipment, volumetric batching has been used. On such projects, mixture proportions are rounded off to whole bags of cement and pozzolan, cubic feet of sand (damp and loose) measured in cubic foot boxes, and gallons of water. A typical mixture for a small routine bridge pier repair job, for example, would be 2:1:3, signifying a mixture containing 2 sacks at 94 lb (43 kg) of cement, 1 bag (70 lb (32 kg)) of fly ash (pozzolan), and 3 ft³ (0.085 m³) of damp sand. An initial mixture is made using 5 gal. (0.019 m³) of water per sack of cementitious material. The mixture is checked by flow cone, and the water in later batches is adjusted to obtain the desired flow consistency, usually 22 ± 2 sec. As the work continues, the flow cone is used to monitor the mixture and control the water-cementitious materials ratio, which may vary with changing moisture content of the sand. Where bag weights differ from those commonly used in the United States, a similar procedure is followed, after making appropriate adjustments to accommodate whole bags of cementing materials.

2.8.1 Proportioning requirements—Materials should be proportioned in accordance with ASTM C 938 to produce a grout of required consistency, as indicated elsewhere in this report, which will provide specified strength after injection into PA concrete cylinders (ASTM C 943). For optimal results, bleeding should be less than 0.5 percent, but, in any event, expansion should exceed bleeding at the in-place temperatures. Testing of the grout alone in cubes or cylinders for prediction of strength in PA concrete is not recommended because such testing does not reveal the weakening effect of bleeding. Such testing, however, may provide useful information on the potential of grout mixtures.

2.8.2 Fine aggregate—Compressive strength, pumpability,^{5,15} and void penetrability requirements limit the amount of fine aggregate (sand) that can be used in the grout. For PA concrete for use in beams, columns, and thin sections, the ratio of cementitious material to sand

will usually be in the ratio of 1:1 by weight (Grading 1). For massive placements where the minimum nominal size of coarse aggregate is $\frac{3}{4}$ in. (19 mm), the cement-sand ratio may be increased to 1:1.5. With Grading 3 aggregates and appropriate equipment for pumping the grout, the ratio of cementitious materials to sand may be increased to approximately 1:3.

2.8.3 Cementitious material—The proportion of pozzolan to portland cement is usually in the range of 20 to 30 percent by weight. The richer mixtures provide strengths of PA concrete comparable to those obtained with conventional concrete of the same proportions of cementitious materials. The leaner mixtures usually provide strengths in 60 to 90 days equal to those obtained at 28 days for conventional concrete¹⁴ with the same proportions of cementitious materials. Pozzolan-to-portland cement ratios have been used which are as high as 40 percent for lean mass concrete and low heat of hydration, and as low as 10 percent for extra high strength concrete. Occasionally, the pozzolan has been omitted entirely.

2.8.4 Consistency of grout—The flow cone, shown in Fig. 7, is used to determine grout consistency when using fine aggregate with 100 percent passing the No. 8 (2.36 mm) sieve, such as Grading 1 or 2, Table 1. The method of test is given in ASTM C 939. This test consists of pouring 1725 ml of grout into a funnel having a $\frac{1}{2}$ in. (12.7 mm) discharge tube and observing the time of efflux of the grout. The time of efflux for wa-

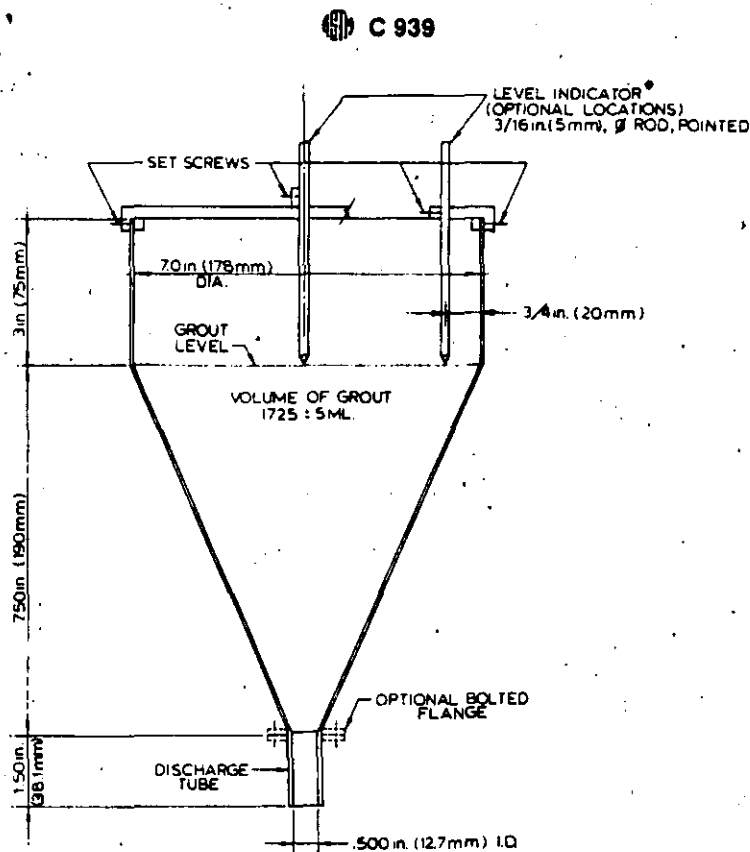
ter is 8.0 ± 0.2 sec. For most work, such as walls and structural repairs, grout with a time of efflux of 22 ± 2 sec is usually satisfactory. For massive sections and underwater work, where the top size of coarse aggregate is larger, it is practical to use consistencies with a time of efflux ranging from 18 to 26 sec. Where special care was taken in the execution of the work (see Chapter 4, Construction Procedure) and higher strengths were required, grout with times of efflux as high as 35 to 40 sec have been used.

When Grading 3 fine aggregate is used, the flow cone must be replaced by the flow table or some other device to determine a suitable consistency at which the grout will flow adequately through the voids in the coarse aggregate. If the flow table as described in ASTM C 230 is used, a flow of approximately 150 percent, measured after 5 drops in 3 sec, should be suitable to produce a grout which will flow through the voids in the PA.

CHAPTER 3—EQUIPMENT

3.1—Aggregate handling

Coarse aggregate may be handled and placed by any type of equipment that will not cause the aggregate to degrade or segregate excessively as it is moved and deposited. Means that have been used successfully in various situations are described in Section 4.5, Coarse Aggregate Placement.



NOTE—Other means of indicating grout level may be used as long as accurate indication of grout level on volume is obtained.

Fig. 7—Cross section of flow cone (as given in ASTM C 939)

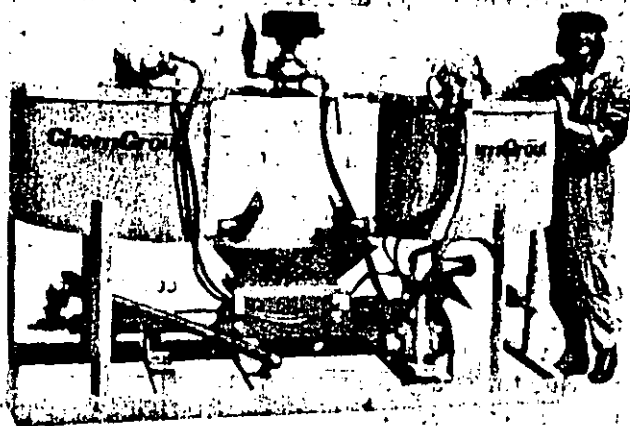


Fig. 8—Double-tub grout mixer and progressive cavity pump, compressed air driven



Fig. 9—Double-tub mixer and Simplex pump in operation. Inspector, left, holds flow cone for checking fluidity of grout

3.2—Grout mixers and pumps

3.2.1 Mixers—Vertical-shaft paddle-type, double-tub mixers are commonly used for preparing grout on small jobs. Mixer tubs range in capacity from 6 to 12 ft³ (0.2 to 0.4 m³) or more, and operate at 60 to 120 rpm. One tub serves as a mixer while the other acts as an agitator to feed the grout pump until its load is consumed. Although both mixers can be driven from a common shaft using gasoline, electricity, or compressed air as the power source, individual air motors for each tub are preferable, because this type of power offers simple, separate speed control for each mixer. Commercially available double-tub mixers are shown in Fig. 8 and 9. These combinations have a rated maximum grout output of 2.7 ft³/min (0.077 m³/min). For large-volume grout output, horizontal-shaft mixers discharging by gravity into a third agitating mixer have been found suitable. One such plant is shown in Fig. 10. In this instance, cement, fly ash, and fine aggregate were batched at the project's concrete plant and fed to the hoppers over the mixers. Mixer power requirements range from ¼ to ½ hp per ft³ (0.03 m³) of capacity.

The pan or turbine-type concrete mixers are well suited for mixing grout, although maintenance of a sufficiently tight seal at the discharge gate can cause

problems. Conventional revolving-drum concrete mixers are also useable if the mixing is sufficiently prolonged to assure thorough mixing. The so-called colloidal, or shear mixer, provides extremely high speed first stage mixing of cement and water in a close-tolerance centrifugal pump followed by mixing of the cement slurry with sand with an open impeller pump. This type of mixer provides a relatively bleed-free mixture, but because of the high energy input, mixing time must be very short to avoid heating up the grout.

Ready-mixed concrete plants are another source of grout, especially where large quantities are needed, provided that transit time to the work site is less than 30 min for a grout mixture that has an acceptable pot life of over 2 hr. Upon arrival, the grout is discharged into an agitator and the transit-mix truck released to return for another batch.

Mixed grout must be passed through a screen before it enters the pump(s). This removes lumps and other objectionable material which can cause pumping difficulty and line blockage and interfere with proper grout flow in the voids in the preplaced aggregate. Screen openings should be approximately ¼ to ¾ in. (6 to 10 mm). A screen is normally laid over the pump hopper. Retained lumps are raked off frequently. In Fig. 10, mixed grout is fed to the agitator through a rotary screen which automatically drops tramp (oversized) material over the end of the agitator. Power-driven shaker screens have also been used.

3.2.2 Pumps—Grout pumps must be of the positive displacement type such as piston, progressive cavity, or diaphragm. Centrifugal pumps have been found unsatisfactory except for rapid, low-pressure discharge, as from a high-speed "colloidal" mixer. The pump outlet should be equipped with a bypass connecting the discharge with the pump hopper or agitator to permit continuous or, at least, frequent pump operation during interruptions in grouting. By throttling the bypass, it is also possible to exercise a measure of control on the quantity of grout going to the work. A pressure gage on the grout line in full view of the pump operator is necessary to indicate grouting resistance and possible line blockage.

3.3—Grouting systems

The most reliable grout delivery system consists of a single line from the grout pump directly to an insert (grout) pipe extending into the preplaced aggregate. To provide for continuous grout flow while a connection is changed from one insert to another, a wye fitting may be used in the immediate vicinity of the inserts. The wye should be provided with valves at the inlet and at the two outlets. Grout should be injected through only one leg of the wye at a time. Manifold systems, intended to supply two or more inserts simultaneously, are not advisable, because flow of grout within the coarse aggregate will vary appreciably from insert to insert, resulting in uncertain grout distribution and plugged inserts.

It is a good practice to keep the length of the deliv-

001
002
003
004
005
006
007
008
009
010
011
012
013
014
015
016
017
018
019
020
021
022
023
024
025
026
027
028
029
030
031
032
033
034
035
036
037
038
039
040
041
042
043
044
045
046
047
048
049
050
051
052
053
054
055
056
057
058
059
060
061
062
063
064
065
066
067
068
069
070
071
072
073
074
075
076
077
078
079
080
081
082
083
084
085
086
087
088
089
090
091
092
093
094
095
096
097
098
099
100

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

**DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL
III CURSO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCION
MODULO III, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO
DEL 6 AL 10 DE JULIO DE 1992.**

- 1.- CABRERA OSCAR
PROFESOR ADJUNTO ORDINARIO-DEDICACION EXCLUSIVA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD NAC. DEL CENTRO PCIA
BS. D.S.
DEL VALLE 5737, OLAVARRIA, PCIA BUENOS AIRES ARGENTINA
C.P. 7400, TEL. 0284-21055 DFNA., 0284-28218 DOM.
- 2.- CHACON CALDERON JUAN R.
CARRERA CRISTINA DE MONTAÑES DE MARIATEGUI
C.S. 63100
- 3.- CRUZ FRANCISCO ADAN
JEFE DE OFICINA DE OBRAS
DIRECCION GRAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
D.D.F.
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507, 4o. PISO, COL. GRANJAS MEXICO
DELEG. IZTACALCO, C.P. 08400, TEL. 657 46 15 DFNA.
- 4.- ECHEVERRI CALLE ERNESTO
PROFESOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
CARRERA 27, CALLE 65, MANIZALES, COLOMBIA,
TEL. 81 00 00 DFNA.
- 5.- ESTRADA FARAH LUIS
JEFE DE OBRA
ICA, C.U.
VIADUCTO RIO BECERRA No. 27, COL. NAPOLES, DELEG. B. JUAREZ
TEL. 669 39 85 DFNA., 343 63 64 DOM.
- 6.- GARCIA AGUILAR LEONIDAS ERNESTO
TECNICO EN URBANIZACION
VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO
1a. AVENIDA, SUR, No. 630, SAN SALVADOR, EL SALVADOR
TEL. 22 24 66 EXT. 216 DFNA., 73 44 31 DOM.
- 7.- GAMA ORTIGOSA VICTOR R.
SUPERVISOR
VIGA SOLDADA Y ESTRUCTURAS S.A. DE C.V.
AV. 3 No. 4320, CORDOBA, VERACRUZ, TEL. 280 88 DFNA.
- 8.- GARRIDO PEREZ LUIS YALKIN SAU
JEFE DE OBRA "B"
ICA CONSTRUCCION URBANA
MINERIA 145, COL. ESCANDON
TEL. 669 39 85 EXT. 2379 y 4475 DFNA., 768 34 20 DOM.
- 9.- JEREZ ALBAN LUIS GONZALO
FISCALIZADOR NACIONAL ING. CIVIL 4
DINACEI DIRECCION NACIONAL DE CONST. ESCOLARES
AV. 10 DE AGOSTO 1187, SANTIAGO-QUITO/ECUADOR

10. - LACAYO MARTINEZ, JUERGENS
RESP. DE DIRECCION DE TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA
MINISTERIO DE CONSTRUCCION Y TRANSPORTE NICARAGUA
FRENTE AL ESTADIO NACIONAL, MANAGUA, NICARAGUA
11. - LINARES BASPINEIRO ROBERTO
PROFESOR Y JEFE INFRAESTRUCTURA
UNIVERSIDAD DE SUCRE, MUNICIPIO DE SUCRE (RESPECTIVAMENTE)
12. - LUNA MENDEZ JAIME EDUARDO
JEFE DE OFICINA DE PAVIMENTOS
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
CARRETERA CRISTOBAL COLON KM 6.5, COL. DEL BOSQUE,
C.P. 68100, TEL. 579 23 OFNA., 626 28 DOM.
13. - MOLINA MARTINEZ ERIKA
PESTALDZZI 1116-2, COL. DEL VALLE, DELEG. B. JUAREZ
C.P. 04100, TEL. 559 01 72
14. - MORENO VALDEZ JOSE LUIS
GERENTE
TALLERES CASTILLA S.A. DE C.V.
CARRETERA EL DORADO KM 1, CULIACAN, SINALOA
TEL. 14 01 40 OFNA., 14 00 85 DOM.
15. - POLO BARSALLO CESAR C.
JEFE-DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
MUNICIPIO DE PANAMA
PANAMA, MUNICIPIO DISTRITO CAPITAL
TEL. 27 31 90 OFNA., 21 94 80 DOM.
16. - RODRIGUEZ FERNANDEZ ESSIE R.
ING. INSPECTOR DE OBRAS
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES
CALLE MONZON, DIAGONAL, PLAZA MONZON, CORD. EDO. FALCON
VENEZUELA, TEL. 060 51 11 54 OFNA., 068 52 55 14 DOM.
17. - RODRIGUEZ RAMIREZ GERARDO
PROFESOR Y COORDINADOR CATEDRA ANALISIS ESTRUCTURAL
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SANTO DOMINGO
CENTRO DE LOS HEROES, CIUDAD UNIVERSITARIA
TEL. 684 60 41 DOM.
18. - SANHUEZA BALLARDO HUGO ALFONSO
DIRECTIVO
UNIVERSIDAD DE CHILE
PLAZA ERCILLA 883, SANTIAGO, CHILE
TEL. 238 29 73 DOM. (CHILE)
19. - SORIA CARMONA MARCO ANTONIO
JEFE DE OBRA
GRUPO ICA (ICA CONSTRUCCION URBANA)
MINERIA 149, EDIF. 2, 1er. PISO, COL. ESCANDON
TEL. 669 39 88 EXT. 2379 OFNA., 530 06 20 DOM.