

66
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION
DE ESTRUCTURAS METALICAS"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
GRACIELA MOTTA CAZARES

DIRECTOR DE TESIS: ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ.



CIUDAD UNIVERSITARIA.

266615
1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-074/97

Señorita
GRACIELA MOTTA CAZARES
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS"

- INTRODUCCION**
- I. EL ACERO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION**
- II. ANALISIS DE FACTIBILIDAD**
- III. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION**
- IV. CASO ESPECIFICO**
- CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 1 de julio de 1997.
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*lmf

Esta tesis se la dedico a mi hermana Nicté Amalia Motta Cázares que siempre me apoyo y estuvo conmigo en todo momento, por lo que vivimos, por sus palabras de aliento, por que siempre creyó en mi y por haber sido la mejor hermana del mundo. Siento que ya no estés conmigo si embargo nunca te olvidaré y siempre te tendré presente.

A mis padres: Mario Motta y María Elena Cázares.

A José Canseco que siempre estuvo conmigo en los buenos y malos momentos y que nunca me dejó sola a pesar de los demás, quien me dio la confianza, el cariño y el respeto que me hicieron crecer cada día más como persona.

Al Ingeniero Ernesto Mendoza por sus consejos, apoyo y comprensión al hacer una de mis grandes metas realidad.

Mis agradecimientos a mi amigo Edgar Cortés que me dio su apoyo incondicional para poder llevar a cabo este trabajo. Al genio de Alfredo Huescas que también me dio ánimos. A los Ingenieros Héctor Soto e Ismael Vázquez que su ayuda fue de vital importancia.

A mis maestros del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur que me enseñaron a no desistir en lo que me proponga.

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Eduardo Samaniego, Rogelio Martínez, Ariel Cano, Onésimo Xenhuatlzi, Juan Carlos Fernández, José Gaya, Joaquín Revuelta, Federico Dovalí, Oscar Martínez, Reginaldo Hernández y Ricardo Padilla.

INDICE.

	Página
Introducción	1
1 - El acero como material de construcción	2
1.1 – Tipos	4
1.2 - Perfiles comerciales	5
1.3 – Propiedades mecánicas	23
1.4 – Criterios de diseño	29
2.- Análisis de Factibilidad	45
2.1 – Aspectos Técnicos	45
2.2 - Aspectos Económicos	53
3.- Procedimientos de construcción	54
3.1 – Planos Constructivos	55
3.2 – Especificaciones	109
3.3 – Recursos	111
3.4 – Control de calidad	115
4- Memoria descriptiva	120
Conclusiones	135
Bibliografía	136

INTRODUCCION.

Después de los sismos de 1985 en la Ciudad de México, ha sido incrementada la construcción con acero; aunque se ha desarrollado mas después de la década de los noventa.

La calidad del acero ha evolucionado en incrementos relativamente pequeños, en comparación con las resistencias del concreto. El acero estructural utilizado hasta 1990 es el NOM-B-254 (ASTM-A36): En la actualidad se construyen numerosas estructuras con acero ASTM-A572.

El acero estructural a pesar de su elevado costo es el material ideal para su construcción, especialmente para estructuras ubicadas en zonas sísmicas debido a que es un material homogéneo que tiene magnificas propiedades de resistencia, ductilidad, tenacidad, capacidad para absorber energía, alta resistencia a la fatiga y soldabilidad. Se pueden tener desventajas tales como: la necesidad de protección contra la corrosión y el fuego, mano de obra especializada en la fabricación y en el montaje cuando se requieren soldaduras de campo y el costo (ver capítulo 2 y 3).

Al construir una estructura, el problema principal de elección entre el concreto y acero es de contar con suficientes elementos técnicos y económicos, los tiempos de ejecución de la obra, la disponibilidad de los materiales, el volumen de material a emplear, claros libres y descargas a la cimentación. En cuanto aspectos económicos se refieren, el acero pesa considerablemente menos que el marco de una estructura de concreto, los cimientos son muchos más pequeños y generalmente más simples y rápidos de construir que los cimientos de sistemas más pesados.

El resultado no solamente es ahorro de costos, sino de materiales y mano de obra requerida, pero también del ahorro de tiempo de construcción que reduce costos y una rápida disponibilidad de la obra para ser ocupada y representa una facilidad de transporte e instalación en lugares accidentados (ver capítulo 2).

En cuanto al proyecto estructural se refiere al proyecto estructural, este pasa por las siguientes etapas:

1. Definición geométrica y mecánica de la estructura. En esta etapa se definen las dimensiones geométricas de la estructura y tipo de conexiones a utilizar (ver capítulo 1 y 3).
2. Análisis y diseño estructural. Al determinar las acciones a las que se verá sujeta la estructura, se establecerán los criterios de análisis y diseño para determinar las dimensiones de los elementos estructurales (ver capítulo 1).
3. Elaboración de planos estructurales y planos de taller. Estos indicaran el proceso de unión de piezas, los materiales a emplear, etc., de acuerdo a especificaciones requeridas (ver capítulo 3).

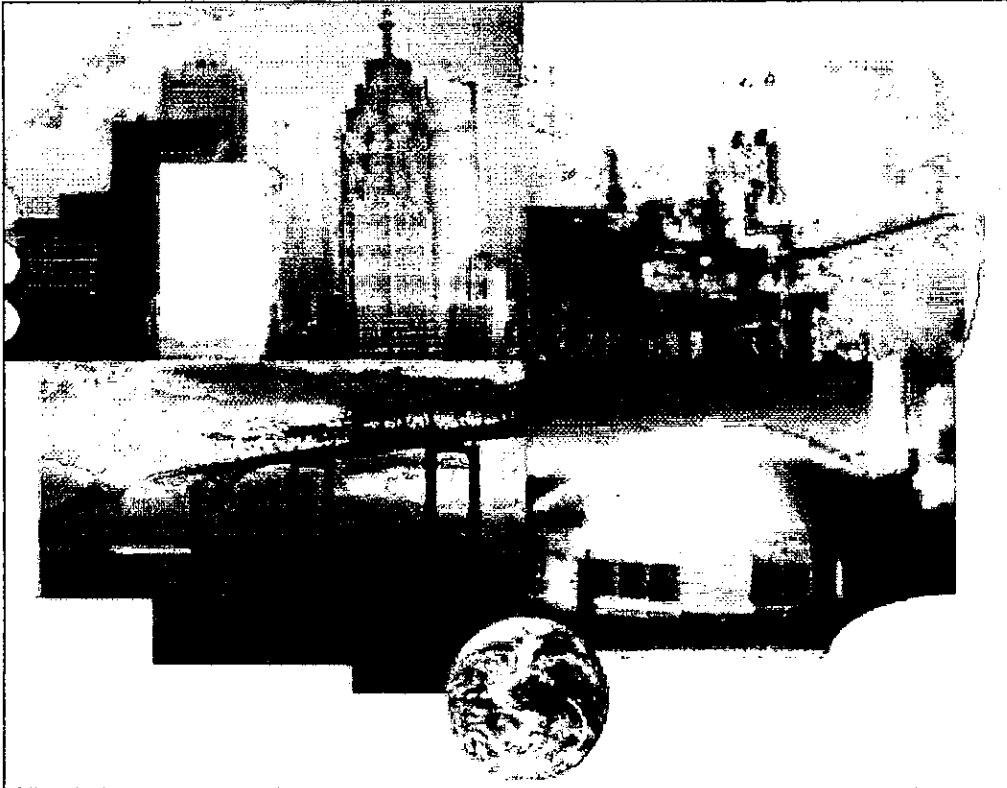
Las soluciones más convenientes en el empleo de estructuras de acero, son en edificios de mediana y gran altura, en edificios industriales que por sus características, encuentran una solución ventajosa en la estructura de acero. En cuanto a las estructuras metálicas especiales o sofisticadas, como las plataformas marinas, los puentes atirantados de grandes claros, torres de transmisión, cubiertas ligeras de naves industriales, recipientes a presión cuyos diseños se basan en una normatividad más estricta respecto a la de estructuras convencionales, el acero seguirá dominando este tipo de construcción.



Torre de transmisión.

1. - EL ACERO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

En la construcción con estructuras metálicas, el acero se emplea principalmente en edificios industriales de gran claro y altura, con estructuración compleja y cargas pesadas, con grúas de gran capacidad y con instalaciones complicadas que requieren ductos y accesorios especiales, en naves industriales ligeras y altura moderada y estructuras diversas (puentes peatonales, tanques elevados, teatros, auditorios etc.).



Diversos tipos de construcciones con estructura metálica.

1.1 - Tipos.

La mayoría de las estructuras de acero se fabrican con un acero estructural al carbono denominado A36 por las normas ASTM y las especificaciones AISC.

Estos aceros se pueden clasificar en tres grandes grupos: los aceros al carbono, los aceros de baja aleación y alta resistencia y los aceros aleados, tratados por calor para construcción.

Aceros al carbono. Estos aceros tienen perfectamente controlado al carbono y al manganeso, elementos de los cuales depende principalmente su resistencia. El acero más común de este grupo es el A36, cuyo límite de fluencia es de 36,000 psi (2520 kg/cm²) y perfectamente adecuado para fabricar estructuras para edificios y puentes por procesos de remachado o soldadura. Otros aceros al carbón que aquí se incluyen son los A500 y A501 (ambos usados en tuberías y el A529 (usados en perfiles y placas delgadas). El acero A36 se fabrica en México, según la norma NOM-B-254.

Los aceros al carbono tienen los siguientes elementos con cantidades máximas de: 1.7% de carbono, 1.65% de manganeso, 0.60% de silicio y 0.60% de cobre. Estos aceros de acuerdo al porcentaje de carbono, se dividen en:

1. Aceros de bajo contenido de carbono (<0.15%).
2. Acero dulce al carbono (0.15 a 0.29%).
3. Acero medio al carbono (0.30 a 0.59%).
4. Acero con alto contenido al carbono (0.60 a 1.70%).

Aceros de baja aleación y alta resistencia. Además de contener carbono y manganeso, la resistencia de estos aceros se debe a que se usan como elementos de aleación al columbio, vanadio, cromo, silicio, cobre, níquel y otros. Estos aceros tienen límites de fluencia tan bajos como 42,000 psi (2940 Kg/cm²) y tan altos como 65,000 psi (4550 Kg/cm²). Estos aceros tiene mayor resistencia a la corrosión. En este grupo se incluyen el A529, A242, A440, A441, A572, y A588.

Aceros aleados* térmicamente tratados para la construcción. Estos aceros contienen elementos de aleación en mayor cantidad que los de baja aleación y alta resistencia y además se tratan térmicamente (por revenido y templado), para obtener aceros tenaces y resistentes. Se enlistan en las normas ASTM con la designación A514 y tienen límites de fluencia de 90,000 a 100,000 psi (6300 a 7030 Kg/cm²) dependiendo del espesor.

* Un acero que tenga cantidades considerables de silicio, níquel, manganeso y cobre se le denomina acero aleado.

1.2 - Perfiles comerciales.

El acero estructural puede laminarse en forma económica en una gran variedad de formas y tamaños sin cambios apreciables en sus propiedades físicas. Generalmente los miembros estructurales más convenientes son aquellos con grandes momentos de inercia con sus áreas. Los perfiles I, T y [tienen esta propiedad (ver fig. 1-1).

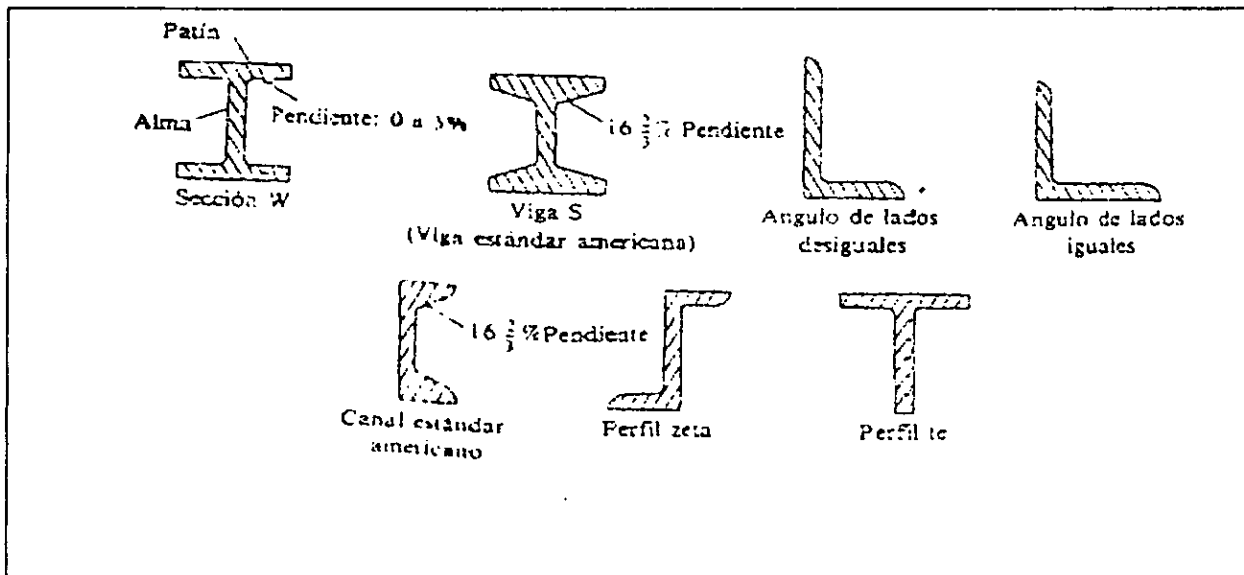
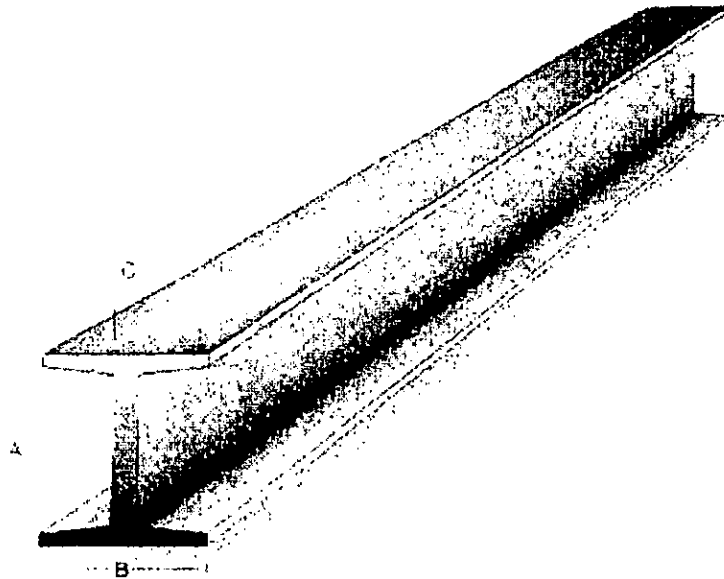


Figura 1-1.

Por lo general los perfiles de acero se designan por la forma de sus secciones transversales. Por ejemplo, se tienen las llamadas vigas S y las vigas W, ambas tienen la forma de I. A continuación se muestran sus propiedades para diseño y sus dimensiones(ver tablas).

- Viga IPS Tipo Americano.

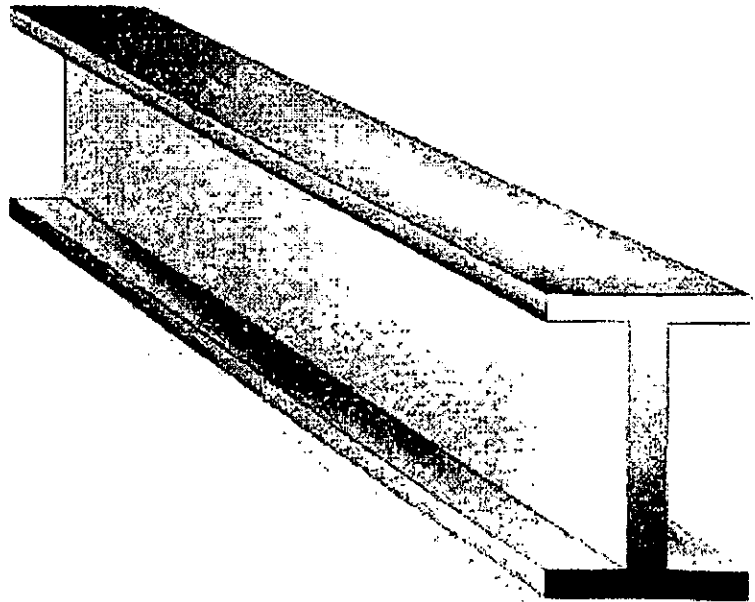
La viga IPS Tipo Americano viene normalmente en tramos de 6.10 mts. y en ocasiones en 12.20 mts.



PROPIEDADES DE VIGUETA I TIPO AMERICANO.					
PERALTE		ANCHO DEL PATIN mm. (B)	ESPESOR DEL ALMA mm. (C)	PESO Kg/m ²	Coficiente de resistencia trabajo del material 1265 Kg/cm ²
mm.	Pulg. (A)				
76.2	3	59.2	4.3	8.48	2740
101.6	4	67.6	4.8	11.46	4950
126.2	5	75.0	5.4	14.72	8200
152.4	6	84.6	5.8	18.60	12040
203.2	8	92.3	6.9	27.38	23575
254.0	10	118.3	7.9	37.80	40500
304.8	12	127.0	8.9	47.31	59600

- **Viga IPR.**

Está se fabrica en tramos de 12.20 mts.

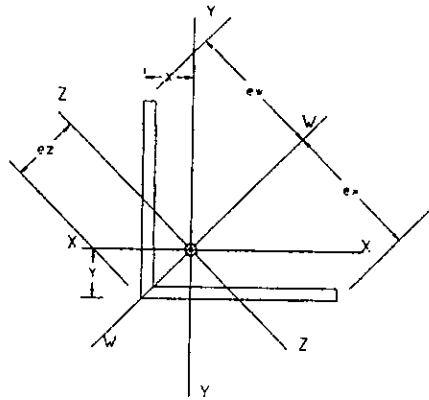


PROPIEDADES DE VIGA IPR.					
PERFIL	PESO	PERALTE	PATIN		ESPESOR DEL ALMA
			Ancho	Espesor	
mm.	Kg/m	mm.	mm.	mm.	mm.
6" x 4" 152 x 102	13.14	149	100	5.46	4.31
	17.90	152	102	7.10	5.80
	23.8	159	102	10.30	6.80
8" x 4" 203x102	14.9	201	100	5.20	4.30
	19.4	203	102	6.50	5.80
	22.4	206	102	8.00	6.20
8" x 5 1/4" 203x133	26.9	296	133	6.38	5.84
	31.3	210	133	10.16	6.35
10" x 4" 254 x 102	17.9	251	100	5.20	4.60
	22.4	254	102	6.80	5.80
	25.5	257	102	8.40	6.10
10" x 5 1/4" 305 x 102	28.3	260	102	10.00	6.40
	32.8	258	146	9.14	6.09
	38.7	262	146	11.17	6.60
	44.7	265	147	12.95	7.62
12" x 4" 305 x 102	20.9	302	100	5.70	5.10
	23.8	304	101	6.73	5.58
	28.3	309	102	8.90	6.10
12" x 6 1/4" 305 x 165	32.8	313	102	10.80	6.60
	38.7	310	164	9.65	5.80
	44.7	313	165	11.17	6.60
	52.2	317	166	13.20	7.62
12" x 8" 305 x 203	59.6	303	203	13.10	7.50
	67.1	306	204	14.60	8.50
	74.5	309	205	16.30	9.40
14" x 6 1/4" 356 x 171	44.7	352	171	9.70	6.90
	50.7	356	171	11.50	7.30
	58.6	356	172	13.00	7.90
14" x 8" 356 x 203	64.1	347	203	13.40	7.80
	71.5	351	204	15.10	8.60
	79.0	354	205	16.70	9.40
16" x 7" 406 x 178	53.6	403	177	10.90	7.60
	59.6	406	178	12.70	7.80
	67.1	409	179	14.30	8.60
	74.5	413	180	15.90	9.60
18" x 7 1/2" 406 x 178	96.9	466	192	19.50	11.43
	105.6	469	193	20.57	12.57
18" x 11" 406 x 178	113.2	462	280	17.27	10.79
	128.1	467	281	19.55	12.19
	144.3	472	283	22.09	13.58
	157.7	475	284	23.87	14.98
	177.3	481	286	26.92	16.63

También se encuentran en el mercado los siguientes perfiles:

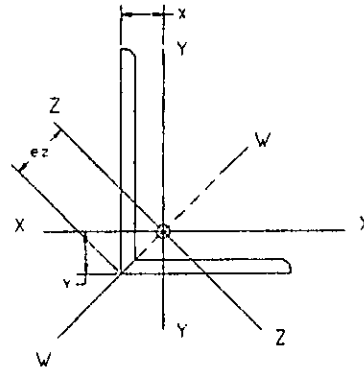
- **Angulos.**

Perfil estándar de lados iguales APS



PERFIL	Espesor tf		Peso Kg/m	A cm ²	R mm	EJE x-x			y cm	EJE y-y			x cm	EJE z-z
	mm.	pulg.				I cm ⁴	S cm ³	r cm		I cm ⁴	S cm ³	r cm		r mín. cm
6" x 6" 152.4x152.4	9.5	3/8	22.17	28.13	12.7	641.0	57.85	4.78	4.17	641.0	57.85	4.78	4.17	3.02
	11.1	7/16	25.59	32.85	12.7	736.7	66.86	4.75	4.22	736.7	66.86	4.75	4.22	3.02
	12.7	1/2	29.17	37.10	12.7	828.3	75.54	4.72	4.27	828.3	75.54	4.72	4.27	3.00
	14.3	9/16	32.59	41.48	12.7	919.9	84.23	4.70	4.34	919.9	84.23	4.70	4.34	3.00
	15.9	5/8	36.01	45.87	12.7	1007.3	92.75	4.67	4.39	1007.3	92.75	4.67	4.39	3.00
	19.0	3/4	42.71	54.45	12.7	1173.8	109.14	4.65	4.52	1173.8	109.14	4.65	4.52	2.97

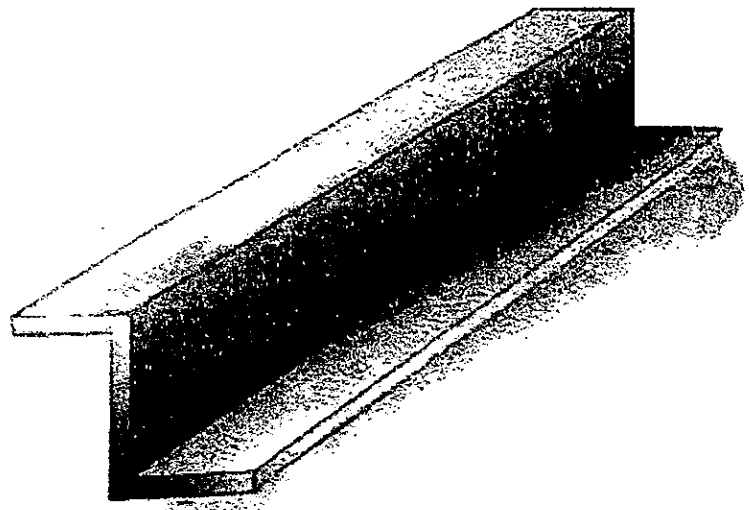
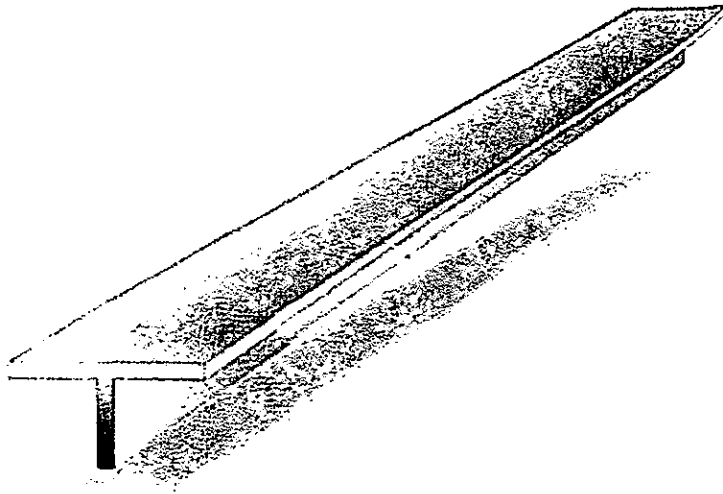
Perfil estándar de lados desiguales APS.



PERFIL	Espesor tf			Peso Kg/m	A cm ²	R mm	EJE x-x			y cm	EJE y-y			x cm	EJE z-z
	mm.	pulg.					I cm ⁴	S cm ³	r cm		I cm ⁴	S cm ³	r cm		r mín. cm
6"x4" 152.4x101.6	9.5	3/8	18.30	18.30	23.29	12.7	561.9	54.41	4.90	4.93	240.0	26.22	2.97	2.39	2.23
	11.1	7/16	21.28	21.28	26.97	12.7	645.2	62.76	4.88	4.98	233.1	30.32	2.95	2.45	2.22
	12.7	1/2	24.11	24.11	30.65	12.7	724.2	70.98	4.85	5.05	261.0	34.09	2.92	2.51	2.21
	14.3	9/16	26.93	26.93	34.26	12.7	803.3	79.15	4.83	5.11	287.6	37.85	2.90	2.67	2.20
	15.9	5/8	29.78	29.79	37.81	12.7	878.2	87.02	4.83	5.16	313.0	41.62	2.87	2.62	2.19
19.0	3/4	35.12	35.12	44.77	12.7	1019.8	102.42	4.78	5.28	361.3	48.67	2.84	2.74	2.18	

NOTA: Los gramiles y diámetros de agujero deberán tomarse para cada lado como ángulos de los lados iguales.

- Zeta y Tee estructural.



ZETA Y TEE ESTRUCTURAL				
	Pulg.	mm.	Kg/m.	Kg/6m
ZETA	1/8"x1"	3x25	1.60	9.600
TEE	1/8"x3/4"	3x19	1.00	6.000
TEE	1/8"x1"	3x25	1.40	8.400

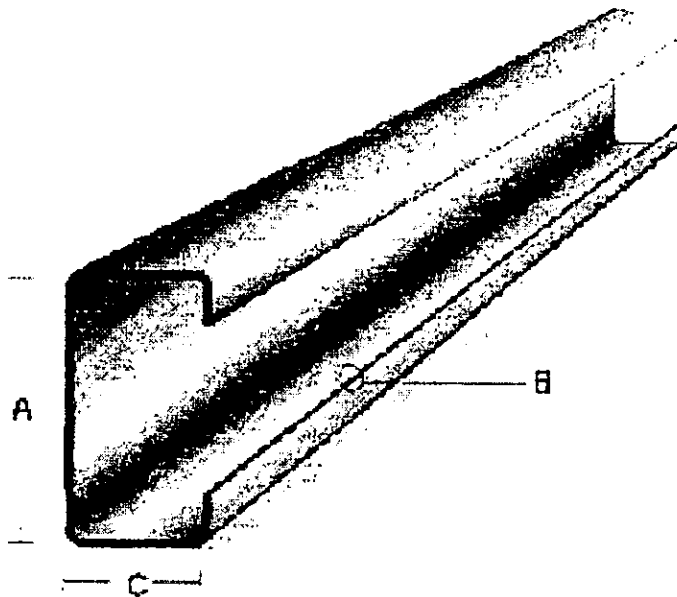
- **Mon-ten.**

La materia prima del producto se encuentra normada por ASTM A446, la cual determina las propiedades mecánicas dependiendo del grado de dureza del acero (ver la siguiente tabla).

PROPIEDADES MECANICAS			
	ESFUERZO DE FLUENCIA (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²)	ELONGACION EN 50 mm. (% Mínimo)
Calidad comercial	2320	3163	20
Alta Resistencia	3515	4570	12

Dimensiones y Propiedades Estructurales

Las especificaciones de propiedades estructurales y dimensionamiento de los polines serán las indicadas en la tabla de "propiedades de la sección".



Asimismo se ofrece longitudes especiales las cuales estarán limitadas únicamente por el medio de transporte.

NOMENCLATURA		LARGO DE TRAMO MTS.	KILOS X METRO	KILOS X TRAMO	PATIN
PERALTE Pulg.	CALIBRE				
A	B				C
3	MT 14	6.00	3.000	18.000	2"
4	MT 10	4.00	5.700	22.800	2"
4	MT 10	6.00	5.700	32.200	2"
4	MT 12	4.00	4.500	18.000	2"
4	MT 12	6.00	4.500	27.000	2"
4	MT 14	4.00	3.300	13.200	2"
4	MT 14	6.00	3.300	19.800	2"
4	MT 14	8.00	3.300	26.400	2"
5	MT 10	5.00	6.500	32.500	2"
5	MT 12	5.00	5.000	25.000	2"
5	MT 14	5.00	3.700	18.500	2"
5	MT 14	6.00	3.700	22.700	2"
6	MT 10	6.00	7.000	42.000	2"
6	MT 10	6.00	7.800	47.000	2" 1/2
6	MT 12	6.00	5.500	33.000	2"
6	MT 12	6.00	6.000	36.000	2" 1/2
6	MT 14	6.00	4.000	24.000	2"
6	MT 14	6.00	4.500	27.000	2" 1/2
7	MT 10	7.00	8.900	62.300	2" 3/4
7	MT 12	7.00	7.000	49.000	2" 3/4
7	MT 14	7.00	5.000	35.000	2" 3/4
8	MT 10	8.00	9.900	79.200	3"
8	MT 12	8.00	7.800	62.500	3"
8	MT 14	8.00	5.600	44.800	3"
10	MT 10	10.00	12.300	123.000	3" 1/2
10	MT 12	10.00	9.500	95.000	3" 1/2
10	MT 14	10.00	6.800	68.000	3" 1/2
12	MT 10	12.00	13.700	164.500	3" 1/2
12	MT 12	12.00	10.600	127.000	3" 1/2
12	MT 14	12.00	8.500	102.000	3" 1/2

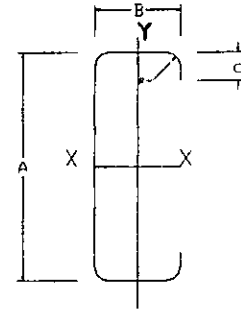
Canal de acero Mon-Ten formada en frío con dos patines atiesados. Capacidad de carga en kg/m.

Para encontrar la deflexión en mm. Bajo la carga máxima, correspondiente a un esfuerzo permisible de 2100 kg/cm^2 , divídase el coeficiente de deflexión entre el peralte del perfil en cms.

Reacción máxima permitida.- Para evitar la inestabilidad del alma debido a reacciones en los apoyos, en los casos en que las mismas sean superiores a las máximas indicadas en esta tabla, en cuya situación se encuentran los perfiles con claros a la izquierda de la línea gruesa, se recomienda atiesar las piezas en dichos puntos. Las cargas concentradas máximas permitidas se han calculado con un apoyo de 51mm.

Deflexiones.- Esta verificación esta regida por las condiciones constructivas del proyecto. Para largueros de cubierta flexibles se permite $1/200$ del claro + 5 mm. Bajo los efectos de la carga viva (consultar reglamentos de construcción para el D.F.).

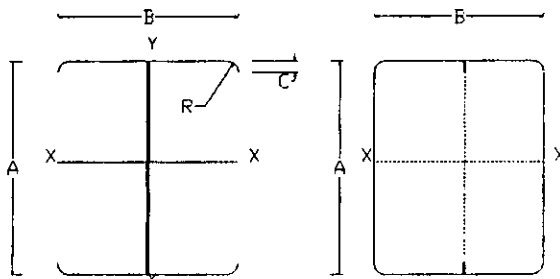
CANALES DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA FORMADAS EN FRIO CON DOS PATINES ATIESADOS – PROPIEDADES DIMENSIONALES



PERFIL (t)	DIMENSION EXTERIOR AXB Pulgadas	CAL.	DIMENSION DE LAS SECCIONES					Lar- go STD m
			A mm	B mm	C mm	t mm	R mm	
12MT10	12 x 3 1/2	10	304	89	25	3.42	3.96	12
12MT12	12 x 3 1/2	12	304	89	25	2.66	3.96	12
12MT14	12 x 3 1/2	14	304	89	25	1.90	3.96	12
10MT10	10 x 2 3/4	10	254	69	19	3.42	3.96	10
10MT12	10 x 2 3/4	12	254	69	19	2.66	3.96	10
10MT14	10 x 2 3/4	14	254	69	19	1.90	3.96	10
8MT10	8 x 2 3/4	10	203	69	19	3.42	3.96	8
8MT12	8 x 2 3/4	12	203	69	19	2.66	3.96	8
8MT14	8 x 2 3/4	14	203	69	19	1.90	3.96	8
7MT10	7 x 2 3/4	10	177	69	19	3.42	3.96	7
7MT12	7 x 2 3/4	12	177	69	19	2.66	3.96	7
7MT14	7 x 2 3/4	14	177	69	19	1.90	3.96	7
6MT10	6 x 2	10	152	50	19	3.42	3.96	6
6MT12	6 x 2	12	152	50	19	2.66	3.96	6
6MT14	6 x 2	14	152	50	19	1.90	3.96	6
5MT10	5 x 2	10	127	50	19	3.42	3.96	5
5MT12	5 x 2	12	127	50	19	2.66	3.96	5
5MT14	5 x 2	14	127	50	19	1.90	3.96	5
4MT10	4 x 2	10	101	50	19	3.42	3.96	4
4MT12	4 x 2	12	101	50	19	2.66	3.96	4
4MT14	4 x 2	14	101	50	19	1.90	3.96	4
3MT14	3 x 3 1/2	14	76	38	19	1.90	3.96	3

PERFIL (t)	PROPIEDADES DE LA SECCION TOTAL											FAC. COLUM NA	SEP. SOPORT. LATERALES
	EJE X-X						EJE Y-Y						
	PESO Kg/m	AREA cm ²	Sx (ef) cm ³	Ix cm ⁴	Sx cm ³	rx cm	Iy cm ⁴	Sy cm ³	ry cm	Xz cm	M cm	Q (2)	Lsc m
12MT10	14.40	17.42	153.71	2,342.53	153.71	11.60	168.18	25.58	3.11	2.32	3.72	0.70	1.75
12MT12	11.10	13.65	119.35	1,848.96	119.35	11.64	134.85	20.50	3.14	2.31	3.77	0.64	1.77
12MT14	8.00	9.92	87.95	1,340.06	87.93	11.68	99.27	15.09	3.18	2.31	3.79	0.53	1.78
10MT10	11.22	13.96	100.02	1,270.21	100.02	9.54	77.49	14.76	2.36	1.74	2.69	0.74	1.36
10MT12	8.80	10.96	79.25	1,006.52	79.25	9.56	62.73	11.94	2.39	1.73	2.74	0.68	1.39
10MT14	6.34	7.90	56.86	732.34	57.66	9.63	46.62	8.87	2.43	1.73	2.80	0.59	1.41
8MT10	9.82	12.23	73.41	745.84	73.41	7.81	72.62	14.44	2.44	1.96	2.91	0.82	1.41
8MT12	7.72	9.61	58.31	592.42	58.31	7.85	58.79	11.69	2.47	1.96	2.96	0.76	1.43
8MT14	5.57	6.93	41.86	432.06	42.53	7.89	43.69	8.68	2.51	1.95	3.01	0.67	1.45
7MT10	9.12	11.36	61.22	544.22	61.22	6.92	69.92	14.24	2.48	2.09	3.03	0.87	1.43
7MT10	7.17	8.93	48.70	432.94	48.70	6.96	56.37	11.52	2.51	2.09	3.09	0.81	1.46
7MT12	5.18	6.45	35.01	316.24	35.57	7.00	41.89	8.56	2.55	2.09	3.14	0.72	1.48
6MT10	7.38	9.19	40.28	306.92	40.28	5.78	30.05	8.47	1.81	1.53	2.20	0.91	1.05
6MT12	5.82	7.24	32.21	245.47	32.21	5.82	24.62	6.93	1.84	1.53	2.25	0.84	1.07
6MT14	4.21	5.24	23.65	180.24	23.65	5.86	18.51	5.21	1.88	1.53	2.31	0.76	1.09
5MT10	6.66	8.32	31.23	198.31	31.23	4.88	28.27	8.30	1.84	1.67	2.33	0.96	1.07
5MT12	5.27	6.57	25.05	159.08	25.05	4.92	23.16	6.80	1.88	1.67	2.39	0.90	1.09
5MT14	3.82	4.76	18.45	117.14	18.45	4.96	17.42	5.11	1.91	1.67	2.44	0.82	1.11
4MT10	5.98	7.45	22.94	116.54	22.94	3.96	26.07	8.07	1.87	1.85	2.49	1.00	1.08
4MT12	4.73	5.89	18.48	93.87	18.48	3.99	21.38	6.62	1.90	1.85	2.54	0.98	1.10
4MT14	3.44	4.28	13.66	69.40	13.66	4.03	16.09	4.98	1.94	1.85	2.59	0.90	1.12
3MT14	2.40	3.31	7.55	28.78	7.55	2.95	7.30	3.17	1.48	1.51	2.01	0.97	0.86

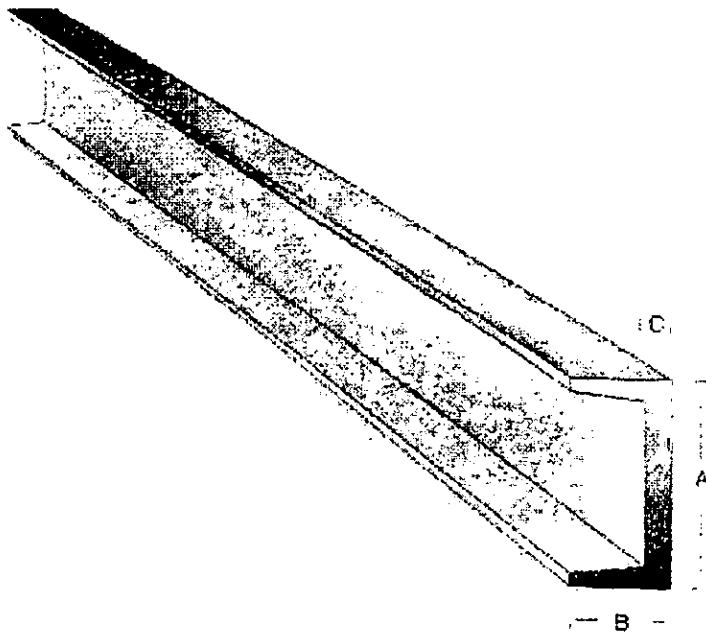
**DOS CANALES DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA
SOLDADAS ESPALDA A ESPALDA Y FORMANDO CAJON
PROPIEDADES DIMENSIONALES.**



PERFIL (t)	DIMENSION EXTERIOR AXB Pulgadas	CAL.	DIMENSION DE LAS SECCIONES					Lar- go STD m	ESPALDA Y CAJON	
			A mm	B Mm	C mm	t mm	R mm		PESO Kg/m	AREA Cm ²
12MT10	12 X 7	10	304	178	25	3.42	3.96	12	28.80	34.84
12MT12	12 X 7	12	304	178	25	2.66	3.96	12	22.20	27.30
12MT14	12 X 7	14	304	178	25	1.90	3.96	12	16.00	19.64
10MT10	10 X 5 1/2	10	254	138	19	3.42	3.96	10	22.44	27.92
10MT12	10 X 5 1/2	12	254	138	19	2.66	3.96	10	17.60	21.92
10MT14	10 X 5 1/2	14	254	138	19	1.90	3.96	10	12.68	15.80
8MT10	8 X 5 1/2	10	203	138	19	3.42	3.96	8	19.64	24.46
8MT12	8 X 5 1/2	12	203	138	19	2.66	3.96	8	15.44	19.22
8MT14	8 X 5 1/2	14	203	138	19	1.90	3.96	8	11.14	13.86
7MT10	7 X 5 1/2	10	177	138	19	3.42	3.96	7	18.24	22.72
7MT12	7 X 5 1/2	12	177	138	19	2.66	3.96	7	14.34	17.86
7MT14	7 X 5 1/2	14	177	138	19	1.90	3.96	7	10.36	12.90
6MT10	6 X 4	10	152	100	19	3.42	3.96	6	14.76	18.38
6MT12	6 X 4	12	152	100	19	2.66	3.96	6	11.64	14.48
6MT14	6 X 4	14	152	100	19	1.90	3.96	6	8.42	10.48
5MT10	5 x 4	10	127	100	19	3.42	3.96	5	13.32	16.64
5MT12	5 x 4	12	127	100	19	2.66	3.96	5	10.54	13.14
5MT12	5 x 4	14	127	100	19	1.90	3.96	5	7.64	9.52
4MT12	4 x 4	10	101	100	19	3.42	3.96	4	11.96	14.90
4MT12	4 x 4	12	101	100	19	2.66	3.96	4	9.46	11.78
4MT12	4 x 4	14	101	100	19	1.90	3.96	4	6.88	8.56
3MT12	3 x 3	14	76	76	19	1.90	3.96	3	4.80	6.62

EJE X-X				EJE Y-Y								Q (2)	Lsc M	PERFIL
ESPALDA Y CAJON				ESPALDA				CAJON						
Sx (ef) cm ³	Ix cm ⁴	Sx cm ³	rx cm	Sy (ef) cm ³	Iy cm ⁴	Sy cm ³	ry cm	Sy (ef) cm ³	Iy cm ⁴	Sy cm ³	Ry cm			
307.42	4,686.06	307.42	11.60	59.80	622.77	59.80	3.87	207.16	1,841.63	207.16	7.27	0.80	2.24	12MT10
238.70	3,697.92	238.70	11.64	46.74	415.48	46.74	3.90	163.15	1,450.41	163.15	7.29	0.55	2.26	12MT12
175.90	2,680.12	175.86	11.68	21.69	309.09	21.69	3.93	106.54	1,048.49	117.94	7.31	0.49	2.27	12MT14
200.04	2,540.42	200.04	9.54	34.21	239.07	34.21	2.93	132.18	924.62	132.37	6.75	0.74	1.69	10MT10
168.50	2,013.04	168.50	9.56	27.35	191.14	27.35	2.95	104.44	730.45	104.57	6.77	0.68	1.70	10MT12
113.72	1,464.68	115.32	9.63	20.09	140.35	20.09	2.98	75.61	529.93	75.87	6.79	0.59	1.73	10MT14
146.82	1,491.68	146.82	7.81	34.19	238.93	34.19	3.13	109.11	763.25	109.27	6.69	0.82	1.80	8MT10
116.62	1,184.84	116.62	7.85	27.35	191.09	27.35	3.15	86.30	603.65	86.41	6.60	0.76	1.83	8MT12
83.72	864.12	85.06	7.99	20.09	140.33	20.09	3.18	62.61	438.28	62.76	6.62	0.67	1.84	8MT14
122.44	1,088.44	122.44	6.92	34.19	238.87	34.19	3.24	97.58	682.67	97.72	5.48	0.87	1.88	7MT10
97.40	865.88	97.40	6.96	27.35	191.05	27.35	3.27	77.22	540.10	77.32	5.50	0.81	1.89	7MT12
70.02	632.48	71.14	7.00	20.09	140.32	20.09	3.30	55.96	392.46	55.19	5.52	0.72	1.90	7MT14
80.56	613.84	80.56	6.78	20.30	103.16	20.30	2.37	57.28	291.50	57.38	3.98	0.91	1.37	6MT10
64.42	490.94	64.42	6.82	16.35	83.09	16.35	2.40	45.59	231.92	45.65	4.00	0.84	1.39	6MT12
47.30	380.48	47.30	6.86	12.10	61.46	12.10	2.42	33.30	168.45	33.36	4.02	0.76	1.40	6MT14
62.46	396.62	62.46	4.88	20.09	103.09	20.29	2.49	49.05	249.61	49.14	3.87	0.96	1.44	5MT10
50.10	318.16	50.10	4.92	16.35	83.06	16.35	2.51	39.08	198.85	39.14	3.89	0.90	1.46	5MT12
36.90	234.28	36.90	4.96	12.09	61.45	12.09	2.54	28.59	145.46	28.63	3.91	0.82	1.47	5MT14
45.88	233.08	45.88	3.96	20.28	103.02	20.28	2.63	40.81	207.73	40.89	3.73	1.00	1.52	4MT10
36.96	187.74	36.96	3.99	16.34	83.03	16.34	2.65	32.58	165.77	32.63	3.75	0.96	1.54	4MT12
27.32	138.80	27.32	4.03	12.09	61.44	12.09	2.68	23.87	121.47	23.91	3.77	0.90	1.55	4MT14
15.10	57.56	15.10	2.95	7.78	29.65	7.78	2.12	13.02	49.60	13.02	2.74	0.97	1.22	3MT10

- Canal U o CPS



Este viene en tramos de 6.10 y 12.20 mts.

PROPIEDADES DE CANAL "U"						
PERALTE		PATIN		ALMA	PESO	Coefficiente de resistencia de trabajo del material 1265 Kg/cm ²
mm (A)	Pulg. (A)	Ancho mm.	Espesor mm	mm (C)	Kg/m	
76.2	3	35.8	7	4	6.10	1811
101.6	4	40.0	8	5	8.04	3147
152.4	6	48.8	9	5	12.20	7185
152.4	6	52.0	9	8	15.63	10798
152.4	6	55.0	9	11	19.35	13980
203.2	8	57.9	10	6	17.11	13389
203.2	8	60.0	10	8	20.46	19905
203.2	8	64.0	10	12	27.90	28030
254.0	10	66.0	11	6	22.76	22183
254.0	10	70.0	11	10	29.76	38304
254.0	10	73.0	11	13	37.20	54021
254.0	10	73.0	11	17	44.64	76320
304.8	12	75.0	13	7	30.80	35410
304.8	12	77.0	13	10	37.20	54435
304.8	12	81.0	13	13	44.64	72300

- **Perfil PTR.**

Entre sus principales usos se encuentran: postes de carga, marcos de barandales, estructura para techos, travesaños y escaleras, su longitud se encuentra en el mercado en tramos de 6m o bien cortados a 3m.

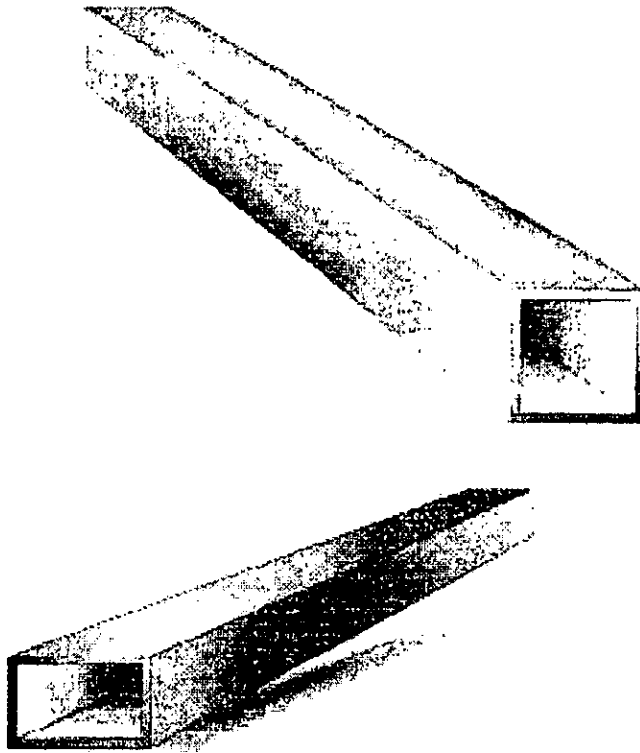


TABLA DE ESPECIFICACIONES						
Medida		Color Identif.	Espesor		Kg/m	Kg/6m
Pulgadas	Milímetros		Pulg.	mm.		
1x1	25x25	Verde	3/32	2.38	1.700	10.200
		Rojo	1/8	3.18	2.100	12.600
1 ½ x1 ½	38x38	Blanco	3/32	2.38	3.000	18.000
		Verde	1/8	3.18	3.300	19.800
		Rojo	5/32	3.97	3.900	23.400
2x2	51x51	Blanco	3/32	2.38	4.000	24.000
		Verde	1/8	3.18	4.600	27.600
		Rojo	5/32	3.97	5.500	33.000
2 1/2 x2 1/2	64x64	Blanco	1/8	3.18	5.900	35.400
		Verde	5/32	3.97	6.500	39.000
		Rojo	3/16	4.76	8.400	50.400
3x2	76x51	Blanco	1/8	3.18	5.900	35.400
		Verde	5/32	3.97	6.500	39.000
		Rojo	3/16	4.76	8.400	50.400
3x3	76x76	Blanco	1/8	3.18	7.200	43.200
		Verde	5/32	3.97	8.700	52.200
		Rojo	3/16	4.76	10.200	61.200
3 1/2 x3 1/2	89x89	Blanco	1/8	3.18	8.400	50.400
		Verde	5/32	3.97	10.200	61.200
		Rojo	3/16	4.76	12.100	72.600
4x2	102x51	Blanco	1/8	3.18	7.200	43.200
		Verde	5/32	3.97	8.700	52.200
		Rojo	3/16	4.76	10.200	61.200
4x3	102x76	Blanco	1/8	3.18	8.400	50.400
		Verde	5/32	3.97	10.200	61.200
		Rojo	3/16	4.76	12.100	72.600
4x4	102x102	Blanco	1/8	3.18	9.700	58.200
		Verde	5/32	3.97	11.900	71.400
		Rojo	3/16	4.76	14.100	84.600

PLACA
ROLADA EN CALIENTE (R.C).

La lámina de 3/16 a 1" se fabrica de hierro rolado caliente y se denomina placa comercial. Se utiliza para cimentación, herrería, pailería y para todo tipo de trabajo en acero.



Calibre Mm.	Espesor Kg/m ²	Peso Kg/m ²	0.92x1.822 (3'x6') Kg/pza	0.92x2.44 (3'x8') Kg/pza	0.92x3.05 (3'x10') Kg/pza	1.22x2.44 (4'x8') Kg/pza	1.22x3.05 (4'x10') Kg/pza	1.53x6.10 (5'x20') Kg/pza	1.83x6.10 (6'x20') Kg/pza
1"	25.40	204.240	341.398	455.198	568.998	607.000	758.000	1,913.000	2,290.000
3/4	19.05	153.80	275.735	367.646	459.558	455.000	569.000	1,437.000	1,720.000
5/8	15.87	127.650	229.779	306.372	382.965	378.000	472.000	1,188.000	1,175.000
1/2	12.70	102.120	183.823	245.097	306.372	303.000	379.000	980.000	893.000
3/8	9.52	76.590	137.866	183.823	229.779	226.000	282.000	720.000	785.000
5/16	8.40	70.000	117.000	157.200	196.500	208.500	260.500	660.000	590.000
1/4	6.35	51.060	85.367	113.822	142.280	151.000	189.000	486.000	447.000
3/16	4.76	38.296	64.025	85.366	106.710	113.000	141.000	365.000	
10	3.42	27.041	45.925	61.234	76.542	81.600	102.000		
1/8	3.17	25.531	42.683	56.911	71.104	76.000	94.900		
11	3.04	24.410	40.424	54.432	68.040	72.900	90.700		
12	2.66	21.367	35.721	47.628	59.535	63.500	79.400		
14	1.90	15.262	25.515	34.000	42.525	45.400	56.700		

1.3 - Propiedades mecánicas.

- Relación esfuerzo – deformación.

Para entender el comportamiento de las estructuras de acero los diagramas esfuerzo-deformación presentan una parte valiosa de la información necesaria para entender el comportamiento del acero.

Si una pieza laminada de acero estructural se somete a una fuerza de tensión, comenzará a alargarse. Si la fuerza de tensión se incrementa en forma constante, el alargamiento aumentará constantemente dentro de ciertos límites. Cuando el esfuerzo de tensión alcanza un valor aproximadamente igual a la mitad del esfuerzo en la ruptura, el alargamiento empezará a incrementarse en una proporción mayor que el correspondiente incremento de esfuerzo.

El mayor esfuerzo para el cual tiene la aplicación la ley de Hooke, o el punto más alto sobre la porción de línea recta del diagrama esfuerzo-deformación, es el llamado límite de proporcionalidad. El mayor esfuerzo que puede soportar el material sin ser deformado permanentemente, es llamado límite elástico.

Al esfuerzo que corresponde como un decisivo incremento en el alargamiento o deformación, sin el correspondiente incremento en esfuerzo, se conoce como límite de fluencia. El punto de fluencia es una de las propiedades más importantes del acero, ya que los procedimientos para diseñar elásticamente están basados en dicho valor exceptuando miembros sujetos a compresión, donde el pandeo puede ser un factor. Los esfuerzos permisibles son tomados como una fracción porcentual del límite de fluencia. Más allá de éste límite, existe una zona en la cual ocurre un considerable incremento en la deformación sin incrementarse en el esfuerzo. La deformación que ocurre antes del punto de fluencia, se conoce como deformación elástica; la deformación que ocurre después del punto de fluencia sin incremento en el esfuerzo se conoce como deformación elástica.

La fluencia del acero para el diseño representa una ventaja ya que no hay incremento en el esfuerzo previniendo así la falla. Esta ductilidad permite que los esfuerzos de la estructura de acero puedan reajustarse. Una estructura de acero tiene una reserva de deformación plástica que le permite resistir cargas.

Siguiendo la deformación plástica, existe una zona donde es necesario un esfuerzo adicional para producir deformación adicional a la que se le denomina endurecimiento por deformación (acritud) ver figura 1-2.

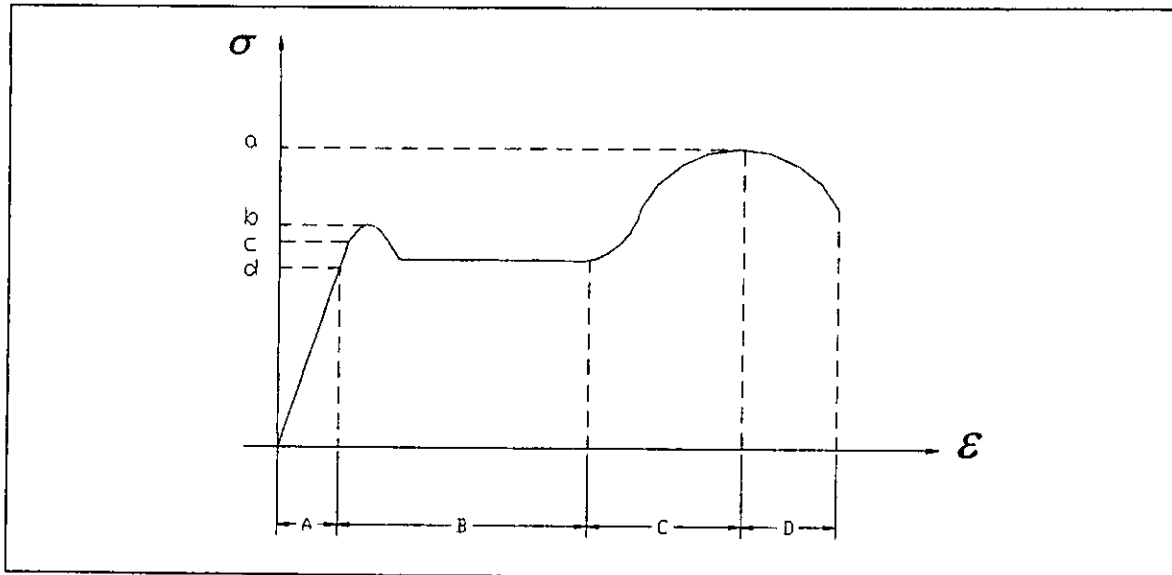


Figura 1-2. Curva esfuerzo deformación de un acero laminado en caliente

La curva esfuerzo-deformación la figura 1-2 representa un acero usual dúctil de grado estructural en donde:

- a. - Esfuerzo máximo que representa la fluencia del acero.
- b.- Límite superior de fluencia.
- c.- Límite inferior de fluencia.
- d.- Límite de proporcionalidad; representa el mayor esfuerzo para el que tiene la aplicación la Ley de Hooke ($E = \sigma / \epsilon$).
- A.- Zona elástica, donde los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones.
- B.- Zona plástica en la que se producen deformaciones relativamente grandes para incrementos pequeños o nulos de refuerzo.
- C.- Zona de endurecimiento por deformación donde se incrementan los esfuerzos y las deformaciones hasta alcanzar la resistencia.
- D.- Zona de estrangulamiento y fractura en donde la capacidad de carga disminuye y la deformación se incrementa hasta alcanzar la falla.

Los miembros en compresión deben ser cortos, ya que si es largos la compresión tiende a pandearlos lateralmente y sus propiedades se ven afectadas por los momentos flexionantes. La forma del diagrama varía con la velocidad de carga, el tipo de acero y la temperatura. Esta forma de la curva esfuerzo-deformación, es el resultado de aplicar rápidamente la carga al acero estructural laminado, en tanto que el límite inferior de fluencia corresponde a carga aplicada lentamente.

Una propiedad muy importante en una estructura que no haya sido cargada más allá de su punto de fluencia, es que recuperará su longitud original cuando se le retire la carga. Si al aplicar las cargas y retirarlas, la estructura no recobra sus dimensiones originales es debido a que fue sometida a esfuerzos mayores que su punto de fluencia.

Un diagrama típico de esfuerzo-deformación para aceros frágiles muestra en la figura 1-3. La baja ductilidad o fragilidad es una propiedad asociada comúnmente con las altas resistencias de los aceros (no necesariamente a aceros de alta resistencia). Un acero frágil puede fallar por sobrecarga o durante el montaje es posible la falla debido a impacto por golpes.

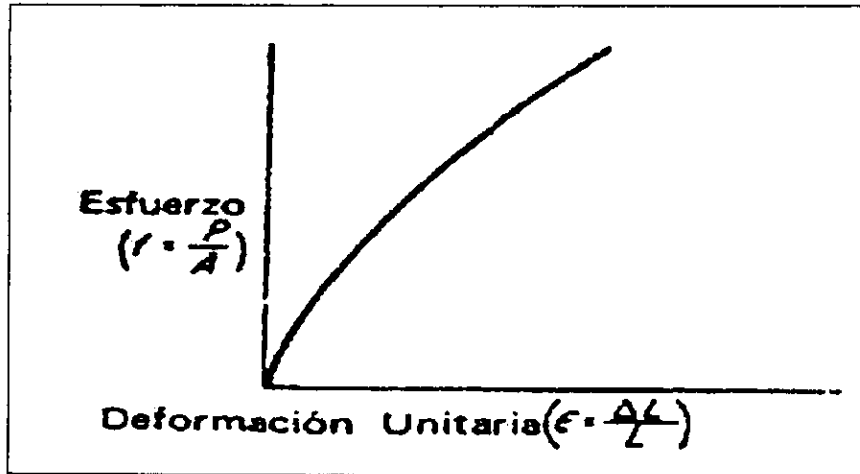


Figura 1-3

- Ductibilidad.

Es la capacidad de deformación que tiene el acero en el rango inelástico. Se mide por el porcentaje de alargamiento o acortamiento a la falla del material sujeto a carga axial. Se calcula con la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100$$

Donde:

δ .- Porcentaje de alargamiento o acortamiento a la falla.

L_f .- Longitud de alargamiento o acortamiento a la falla.

L_o .- Longitud inicial del elemento.

- Módulo de elasticidad.

Es una constante de proporcionalidad que mide la rigidez longitudinal del material sujeto a carga axial. Representa la pendiente de la porción recta de la curva esfuerzo- deformación unitaria y se expresa por La Ley de Hooke como:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Donde:

E. - Módulo de elasticidad.

σ .- Esfuerzo normal debido a la carga axial.

ε .- Deformación unitaria.

- Módulo de Poisson.

Es una medida de la rigidez transversal del material sujeto a carga axial y se expresa de acuerdo a lo siguiente:

$$\mu = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_L}$$

Donde:

μ .- Módulo de Poisson.

ε_r .- Deformación unitaria transversal.

ε_L .- Deformación unitaria longitudinal.

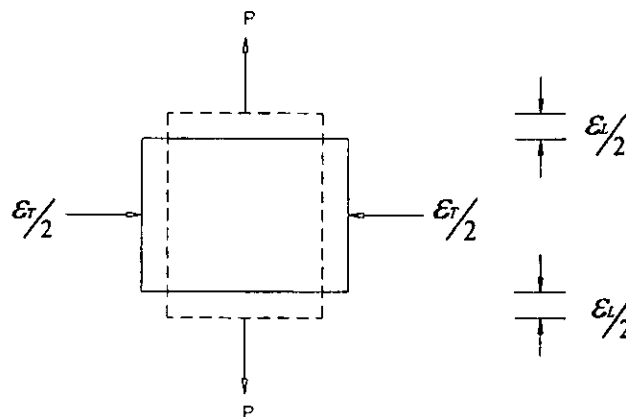


Figura 1-4. Efecto de Poisson.

Esfuerzos residuales.

Los esfuerzos residuales, y su distribución, son factores muy importantes y que afectan a la resistencia de las columnas de acero cargadas axialmente. Estos esfuerzos son de particular importancia para columnas con valores de l/r (relación de esbeltez) que varían aproximadamente entre 40 y 120. La causa mayor de los esfuerzos residuales esta en el enfriamiento desigual de los perfiles después de su laminado en caliente. Por ejemplo en una sección I los bordes exteriores de los patines y la parte media del alma, se enfrían más rápidamente, mientras que las áreas de las intersecciones de los patines y el alma se enfrían más lentamente.

Las partes de las secciones que más rápidamente se enfrían, cuando solidifican resisten más contracciones que aquellas que aún están calientes y que tenderán a contraerse cuando se enfríen. El resultado final es que aquellas porciones del área que más rápidamente se enfriaron están sometidos a esfuerzos residuales de compresión mientras que las que enfriaron más lentamente están en tensión lentamente.

Cuando se han ensayado columnas de perfiles laminados, se han encontrado que su limite de proporcionalidad se ha alcanzado para valores P/A de un solo poco más de la mitad del esfuerzo de fluencia, y de ahí hasta el mismo limite de fluencia, la relación esfuerzo-deformación es no lineal (ver figura 1-5).

Debido a que en algunos puntos de la sección se alcanzan esfuerzos de fluencia, prematuramente, la resistencia al pandeo se ve notablemente reducida.

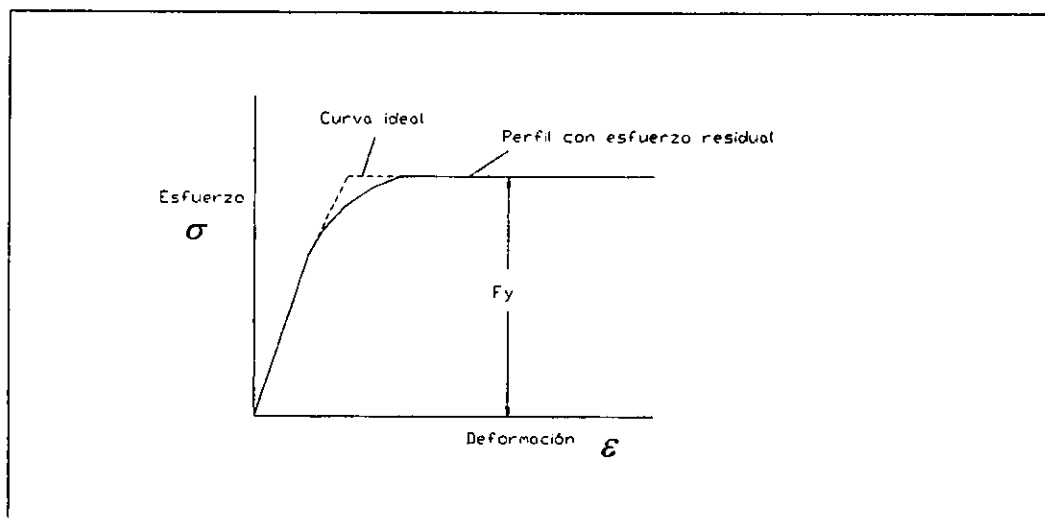


Fig.1-5

Los esfuerzos residuales pueden también ser ocasionados durante la fabricación, al proporcionar contraflechas por flexión en frío, o por enfriamiento en procesos de soldadura, la soldadura puede ocasionar importantes esfuerzos residuales en las columnas, que en realidad pueden acercarse al punto de fluencia en la vecindad de la soldadura.

La soldadura puede producir severos esfuerzos residuales en las columnas, que pueden aproximarse al valor del esfuerzo de fluencia en las cercanías de las partes soldadas; las columnas también pueden flexionarse apreciablemente debido a la aplicación de la soldadura, lo que afecta su capacidad de soportar carga.

1.4 - Criterios de diseño.

Al diseñar **una estructura metálica** se deberán analizar ciertos factores tales como:

- El terreno de cimentación, debido a los asentamientos.
- El uso para el cual vaya a ser destinado el edificio.
- La velocidad de ejecución.
- La situación económica.

Sin embargo en un mismo edificio puede darse el caso de resolver el problema con un esquema estructural y otras con otro.

Fundamentalmente todos los tipos estructurales están formados por columnas que se apoyan sobre la cimentación, traveses que cargan sobre las columnas y losas armadas que transmiten sus cargas a las traveses. Algunas traveses también llamadas vigas, pueden transmitir su reacción por uno o sus dos extremos, no a una columna sino a otra trabe.

También puede ocurrir que alguna columna no llegue a la cimentación, porque este colgada, o bien porque descansa en un elemento en flexión (trabe). Las diversas formas en que pueden quedar enlazadas las traveses y las columnas dan lugar a los diferentes tipos de estructuras tales como:

- a) **Estructuras totalmente isostáticas;** que es el tipo de construcción más utilizado, por tener mayor rendimiento en taller y montaje, por consiguiente es el de menor costo por kilogramo de acero de obra terminada.
- b) **Estructuras con vigas continuas;** con algunas complicaciones de cálculo y de ejecución en taller y montaje, con el aumento del peso por kilogramo de acero, se compensa con la economía del peso total de la estructura.
- c) **Estructuras de marcos con nudos rígidos;** este tipo de estructuras los soportes y vigas que concurren en un punto forman un nudo rígido, es decir las tangentes a las directrices de las diversas piezas (columnas o vigas) mantienen ángulos invariables después de la deformación.

Los tipos estructurales a que se refieren los incisos a y b no son capaces de resistir esfuerzos horizontales a menos que las uniones entre vigas y soportes fueran verdaderamente rótulas (en realidad los nudos pueden resistir pequeños momentos, pero son incapaces de asegurar la estabilidad del edificio; por consiguiente es necesario establecer algunos elementos que puedan hacer frente a los empujes horizontales que produce el viento y los sismos.

Las armaduras de contraviento están constituidas en su forma más general por tres clases de elementos diferentes: conectores, montajes y las diagonales.

Al diseñar una estructura, la estimación precisa de las cargas que recibirá durante su vida útil, se deben considerar todas las cargas que puedan presentarse, las cuales se clasifican en vivas y muertas.

Cargas muertas.

Son de magnitud que permanecen fijas en un mismo lugar; estas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a ésta.

Para un edificio con estructura de acero, algunas cargas muertas se deben a: la estructura en sí, los muros, los pisos, el techo, la plomería, etc. Para diseñar una estructura es necesario estimar los pesos o cargas muertas de sus partes, los tamaños y pesos exactos de las partes no se conocen hasta que se hace el análisis estructural y se seleccionan los miembros de la estructura.

Cargas Vivas.

Son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud, dicho simplemente, todas las cargas que no son muertas, las cargas se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente, grúas, etc. Se les denominan cargas móviles aquellas que pueden ser desplazadas tales como muebles, materiales, nieve etc. Se denominan cargas móviles. Otras cargas vivas son aquellas causadas al construir, viento, lluvia, sismo, voladuras, suelos y cambios de temperatura. Se menciona a continuación una breve descripción de estas cargas.

1. **Cargas de piso.** El peso mínimo de las cargas mínimas debe usarse en el diseño de pisos de edificios.
2. **Hielo y nieve.** Es una carga variable que puede cubrir todo un techo o solo partes de él; las partes generalmente no se diseñan considerando las cargas de nieve ya que el peso de esta resulta insignificante si se compara con el peso de trenes y camiones.
3. **Lluvia.** Dependiendo del clima de la zona que se trate, la lluvia ocasiona deflexiones en el techo, por lo que lo más conveniente es tener pendientes pronunciadas que logren drenar el agua.
4. **Cargas de tránsito en puentes.** Los puentes están sujetos a una serie de cargas concentradas de magnitud variable causadas por grupos de camiones o ruedas de trenes.
5. **Cargas de impacto.** Son causadas por la vibración de cargas móviles.
6. **Carga laterales.** Son de dos tipos principales: de viento y de sismo. La primera varía de acuerdo a la localidad geográfica, a las alturas sobre el nivel del terreno, a los tipos de terreno que rodean los edificios y algunos otros factores. La segunda toma en cuenta la aceleración del terreno, la cual puede descomponerse en su componente horizontal y vertical.

Criterios de diseño.

Las estructuras de acero que poseen la ductilidad necesaria, puedan analizarse y diseñarse tomando como base su comportamiento plástico y la redistribución de momentos flexionantes que se presenta en las estructuras hiperestáticas al formarse articulaciones plásticas en una o más de sus secciones transversales, para cumplirse el diseño plástico se necesitan los siguientes requisitos:

- 1) **Relaciones ancho/grueso.**- de los patines y de perfiles I o H, o de placas soldadas empleados en zonas de articulaciones plásticas que intervienen en el mecanismo de colapso.

$M_p = F_y Z_p$; en estructuras formadas por secciones compactas flexionadas alrededor de su eje de mayor momento de inercia, contraventeadas de manera que el patín comprimido este soportado lateralmente y sometido a cargas y temperatura tales que su comportamiento sea dúctil. De la ecuación anterior tenemos lo siguiente:

Z_p .- Módulo de sección plástico del elemento.

F_y .- Factor de resistencia que equivale a 0.9

Para que una sección sea considerada compacta tiene que satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Los patines deben estar conectados en forma continua con el alma o almas.
 - b) La relación ancho/grueso de los elementos no atiesados del patín comprimido, no debe ser mayor a $440 / \sqrt{f_y}$
- 2) **Contraventeo lateral.**- los miembros deben estar contraventeados adecuadamente para evitar desplazamientos laterales y torsionales de las secciones en que se forman articulaciones plásticas.
 - 3) **Aplastamiento del alma.**- el alma del perfil debe reforzarse con atiesadores en los puntos de aplicación de cargas exteriores en que se formen articulaciones plásticas.

Diseño por esfuerzos permisibles.

Estos esfuerzos corresponden a la combinación de acciones permanentes y cargas vivas usuales nominales bajo la combinación de acciones permanentes, cargas vivas y una carga accidental, los valores admisibles se incrementarán un 33% para estructuras donde pueda haber aglomeración de personas como escuelas, auditorios, estadios, etc. Los valores admisibles bajo la combinación de acciones permanentes y cargas vivas será el 90% de los que se mencionan.

Los esfuerzos actuantes se calcularán suponiendo comportamiento elástico del material.

Miembros en tensión.

En la sección neta, excepto si atraviesa un agujero para pasador; $f_t = 0.60 f_y$ pero no mayor que la mitad del esfuerzo resistente máximo del acero. Si la sección neta atraviesa un agujero para pasador: $f_t = 0.45 f_y$

Corte.

En la sección total del alma en vigas laminadas y trabes de alma llena cuando están formadas por 3 placas o con placas y perfiles estructurales en donde $f_v = 0.40 f_y$

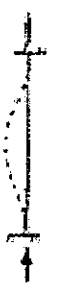

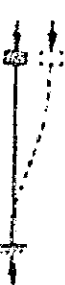
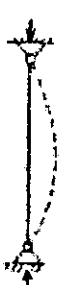
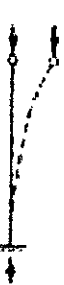
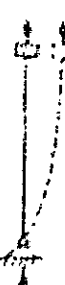




La sección total del alma en vigas laminadas o formadas por placas se tomará como el producto del peralte total por el espesor del alma.

Compresión.

1. La sección total de miembros de compresión cargados axialmente cuando Kl/r la mayor relación de esbeltez efectiva de cualquier tramo sin arristrar es menor de C_c .

En donde el esfuerzo de compresión axial permisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C^2c}}{\frac{5}{3} + \frac{3Kl/r}{8C_c} - \frac{(Kl/r)^3}{8C^3c}} f_y \quad \text{donde:} \quad C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{f_y}}$$

Valores del factor de longitud efectiva K						
La configuración deformada de la columna se muestra con línea punteada						
Valor teórico de K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor recomendado para diseño de K	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Condiciones de los apoyos		Rotación y traslación restringidas				
		Rotación libre traslación restringida				
		Rotación restringida traslación libre				
		Rotación y traslación libres				

2. En la sección total de miembros de compresión axialmente cargados cuando l/r es mayor que el coeficiente de columna C_c .

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl/r)^2}$$

3. En la sección total de puntales y miembros secundarios axialmente cuando l/r excede de 120.

$$F_a = \frac{F_a}{1.6 - \frac{1}{200r}}$$

Donde F_a esta dado por alguna de las expresiones anteriores.

4. En el área total de atiesadores para trabes de alma llena:

$$F_a = 0.6 f_y$$

5. En el alma de perfiles laminados en la unión entre el alma y patín:

$$F_a = 0.75 f_y$$

Flexión.

- 1) Tensión y compresión en fibras externas de miembros laminados adecuadamente arriestrados con uno de sus ejes de simetría en el plano de carga:

$$F_b = 0.66 f_y$$

Para considerar un miembro como compacto es necesario que:

$$\frac{b}{2t} \leq 8.5$$

- 2) Tensión y compresión para perfiles laminados asimétricos, arriestrados en la región de compresión:

$$f_b = 0.6 f_y$$

3) Tensión y compresión para miembros tipo cajón no incluidos en 2:

$$f_b = 0.6 f_y$$

4) Tensión para otros perfiles laminados, miembros compuestos y trabes de alma llena.

Aplastamiento.

Cuando las partes en contacto tienen distinto límite de fluencia, de tomará el valor menor de f_y :

$$f_p = 0.9 f_y$$

Nomenclatura.

b .- ancho de patín.

C_c .- factor de cálculo de esfuerzos permisibles a flexión.

E .- Módulo de elasticidad del acero igual a 2,039,000 Kg/cm²

f_a .- esfuerzo permisible axial.

F_t .- esfuerzo permisible a la tensión.

f_v .- esfuerzo de corte.

f_y .- límite elástico mínimo aparente.

K .- factor de longitud efectiva en elementos sujetos a compresión.

l/r .- relación de esbeltez.

t .- espesor del patín.

π .- es igual 3.141592.

Análisis por sismo.

Método simplificado de análisis.

Con este método no es necesario calcular la distribución de elementos mecánicos en los distintos muros que formen la construcción, tampoco es necesario verificar desplazamientos que podrían ser admisibles desde el punto de vista de daños a elementos no estructurales.

Los coeficientes sísmicos que se presentan, se obtuvieron de acuerdo con los espectros para análisis dinámico, estimando conservadoramente los períodos naturales en función de la altura, ya que prácticamente se elimina la posibilidad de momentos de volteo importantes.

Método estático de análisis.

Este método estático es intrínsecamente aproximado, por lo que resulta difícil especificar con toda precisión algunos detalles de su aplicación.

Cuando una estructura se analiza por el método estático, se permite reducir el coeficiente de cortante en la base en función de un valor aproximado del período fundamental de vibración.

Cuando el período que interesa es el fundamental, los valores que se obtienen con el sistema de fuerzas laterales, conducen a aproximaciones muy precisas de dicho período. De igual forma que para el análisis dinámico, la incertidumbre asociada a la estimación de los períodos naturales, está cubierta por medio de espectros propuestos para diseño, este método contiene simplificaciones importantes a fin de eliminar la necesidad de acudir a métodos iterativos o a un doble análisis.

El hecho de que las fuerzas cortantes máximas de un mismo signo no actúen simultáneamente, lleva a que el momento de volteo calculado a partir de la envolvente de cortantes, sea siempre conservador, la distribución de aceleraciones que se especifica representa una simplificación respecto a la que en cada caso particular y teniendo en cuenta que el costo de diseñar una cimentación para resistir los momentos de volteo que en ella obran suelen ser sumamente elevados es importante permitir una reducción en el valor calculado de dicho momento.

El criterio de reducir el momento de volteo obliga a considerar como cota inferior el producto de la fuerza cortante en el nivel en cuestión por su distancia al centro de gravedad de la parte de la estructura que se encuentra por dicho nivel; tal requisito tiene por objeto evitar reducciones importantes en casos en que la mayor parte del momento de volteo provenga de masas que correspondan prácticamente en fase.

Análisis dinámico modal espectral.

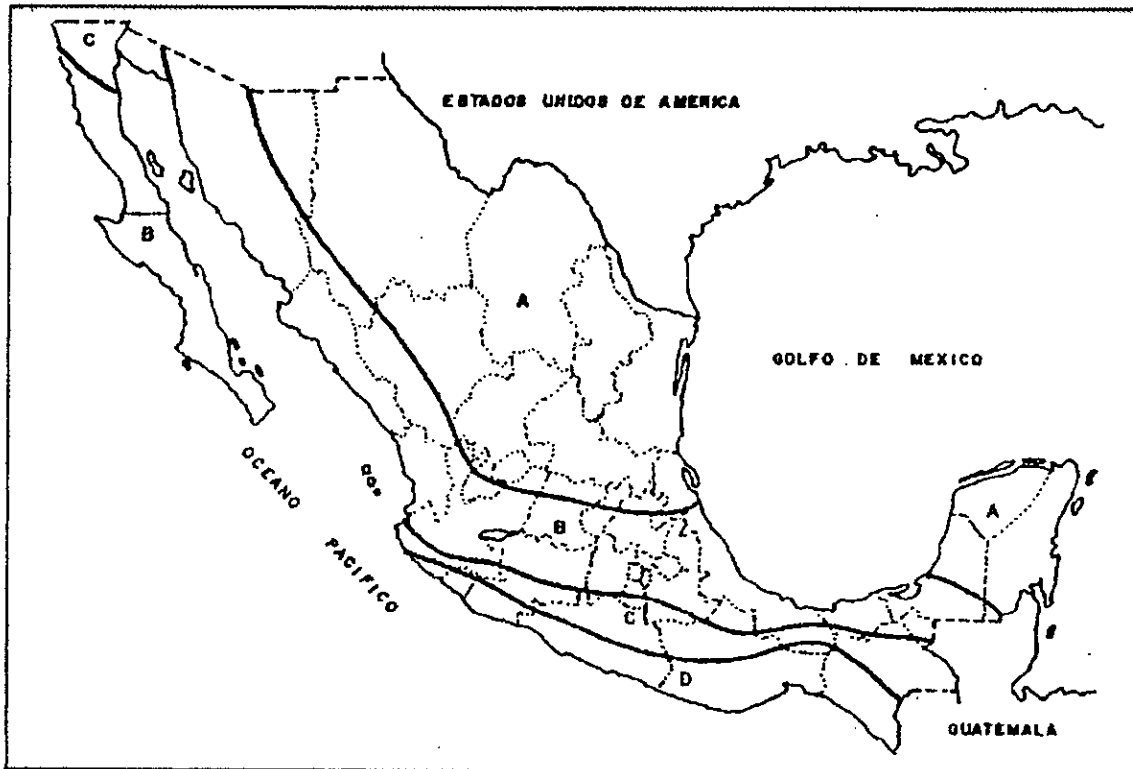
Este análisis es de aplicación general cuando queremos saber la respuesta lineal de estructuras con varios grados de libertad. Se basa en el hecho de que la respuesta total es la superposición de las respuestas de los diferentes modos naturales de vibración. Existe una gran variedad de métodos para calcular los períodos naturales de vibración de estructura, así como los desplazamientos modales asociados. El método que se utilice deberá estar basado en los principios básicos de La Dinámica Estructural.

Una vez determinados los distintos modos de vibración que tiene una construcción, surge el problema de calcular la forma en que se combinan para conocer el comportamiento de la estructura ante una excitación específica. La respuesta final será la combinación de las respuestas independientes de cada uno de los modos multiplicados por un factor denominado "coeficiente de participación". Para determinar el valor de este coeficiente de un modo cualquiera "m" natural de vibración

En general el uso de este criterio se obtiene resultados satisfactorios, pero se debe tener cuidado ya que pueden presentarse combinaciones más adversas que las obtenidas por este método. EL caso más común es cuando dos modos tienen casi el mismo período natural; en este caso las respuestas están sumamente correlacionadas, por lo que deben combinarse las respuestas modales de una forma más conservadora.

Regionalización sísmica de la República Mexicana.

En base en la más reciente información geológica y tectónica del país, así como también en datos estadísticos desde principios de siglo, se trazaron las curvas de intensidad sísmica correspondientes a períodos de recurrencia determinados. A partir de estas curvas, se regionalizó la República Mexicana como se muestra en figura 1-6, en cuatro zonas, siendo la zona A la de menor intensidad sísmica y la zona D la de mayor intensidad sísmica.



REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA

Figura 1-6

Diseño por viento.

Para el diseño por viento debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- 1) Direcciones de análisis.
- 2) Factores de carga y resistencia.
- 3) Seguridad contra volteo.
- 4) Seguridad contra deslizamiento.
- 5) Presiones interiores.
- 6) Seguridad durante la construcción.
- 7) Protección por otras construcciones.
- 8) Análisis estructural.

Clasificación de estructuras.

Para fines de diseño por viento, las estructuras se clasifican de acuerdo a su destino y a las características de su respuesta ante la acción del viento.

Según su destino.

Deberán diseñarse las estructuras en función del grado de seguridad y además se clasifican en:

- a) **GRUPO A.** – Son estructuras que en caso de falla causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad.
- b) **GRUPO B.** – Pertenecen a este grupo las estructuras en las que el cociente entre el costo de la falla y el costo de incrementar la resistencia es de magnitud moderada.
- c) **GRUPO C.** – Son las estructuras en las que no es justificable incrementar su costo para aumentar su resistencia.

Ante la acción del viento.

Tipo 1.

- a) Edificios de habitación u oficinas con altura menor de 60m.
- b) Bodegas, naves industriales entre otras.
- c) Puentes y viaductos constituidos por losas, traveses, armaduras simples.

Tipo 2.

Son estructuras cuya esbeltez o dimensiones reducidas las hace especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración y cuyos períodos naturales largos favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes.

Tipo 3.

Reúne todas las estructuras del tipo 2, salvo que la forma de su sección transversal propicia la generación periódica de vértices o remolinos con ejes paralelos a la mayor dimensión de la estructura.

Tipo 4.

Son estructuras que presentan problemas aerodinámicos especiales, como formas aerodinámicas estables, estructuras flexibles con varios períodos naturales próximos entre sí, estructuras con período natural mayor de 2 segundos.

La velocidad básica a utilizar en los cálculos del diseño por viento se obtiene a partir de la velocidad regional de acuerdo con la expresión: $V_b = KV_r$ donde K depende de la topografía del lugar y se tomará conforme la siguiente tabla:

Topografía	Factor K
a) Muy accidentada, como en el centro de ciudades importantes.	0.70
b) Zonas arboladas, lomeríos, barrios residenciales o industriales.	0.80
c) Campo abierto, terreno plano	1.00
d) promontorios	1.20

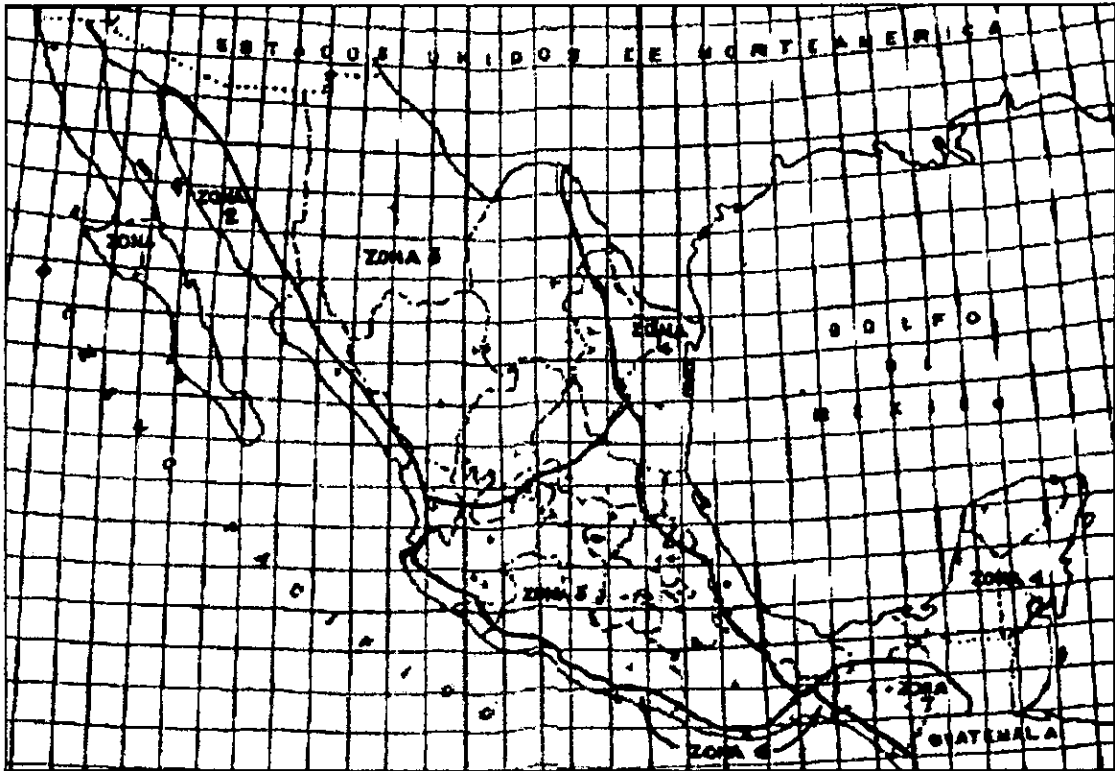
Criterio para elegir la velocidad regional, v_r .

ESTRUCTURAS DEL GRUPO:	V_r CON PERÍODO DE RECURRENCIA DE:
A	200 AÑOS
B	50 AÑOS
C	NO REQUIEREN DISEÑO POR VIENTO.

En la siguiente tabla se indican para cada una de estas zonas, las velocidades regionales V_R , para períodos de recurrencia de 50 y 200 años, es decir, con probabilidades asociadas de excedencias del 2% y 5% respectivamente.

VELOCIDAD REGIONAL (Km./hr.)		
ZONA EÓLICA Fig. 1-7	ESTRUCTURAS GRUPO B ($T_R=50$ AÑOS)	ESTRUCTURAS GRUPO A ($T_R=200$ AÑOS)
1	90	105
2	125	150
3	115	125
4	160	185
5	80	90
6	150	170
7	80	95

Figura 1-7. Mapa de regionalización eólica de la República Mexicana.



La elección de la velocidad regional para diseño, se hará con base en la importancia de la estructura de acuerdo a la tabla de criterios mencionada con anterioridad.

Determinación de la sollicitación por viento.

Para el diseño de estructuras sometidas a la acción del viento, deberán tomarse los efectos más importantes ocasionados por este, en función del tipo de estructura. Estos efectos son los siguientes:

- a) Empujes estáticos.
- b) Vibraciones causadas por turbulencia.
- c) Vibraciones transversales al flujo.
- d) Problemas especiales.

Se deberán verificar puntos preliminares de cálculo de una armadura determinando cargas y esfuerzos en la estructura, cubierta, claro, y forma geométrica de la misma.

Solicitaciones por viento.

Se supondrá que la fuerza del viento es perpendicular a la superficie en que actúa; se determinará la magnitud de dicha fuerza según la expresión:

$$W = 0.00555CAV^2$$

donde:

W ; fuerza debida al viento en Kg.

C ; factor de empuje (adimensional).

A ; área expuesta en m^2 .

V ; velocidad de diseño en Km/ hr.

Cuando C es positiva, se trata de empuje sobre el área expuesta y si C es negativa, se trata de succión.

Velocidades de diseño.

La velocidad de diseño será proporcional a la raíz quinta de la altura sobre el terreno, tomando la velocidad a 10m de altura no menor que 78 Km /hr.

También se podrían emplear los siguientes valores mínimos:

ALTURA	VELOCIDAD
0 a 15m	85 Km /hr
15 a 25m	94 Km /hr
25 a 50m	108 Km /hr
50 a 80m	118 Km /hr

Cuando se trate de edificios en lugares prominentes a juicio del Director de obra, a ninguna altura se supondrá una velocidad menor que 110 Km/ hr.

En un huracán, la velocidad del viento prácticamente no varía con la altura sobre el terreno, estas consideraciones habrá que tomarlas en cuenta al contemplar una posible adaptación a los reglamentos de otras ciudades.

Área expuesta.

Está se entenderá como:

1. Superficies planas llenas, el área total de la superficie.
2. En construcciones tipo torre aproximadamente circulares la proyección vertical de la construcción.
3. En estructuras reticulares, el 40% del área limitada por las aristas exteriores de las armaduras.
4. En techos con forma de diente de sierra, la totalidad del área del primer diente y la mitad del área para cada uno de los demás dientes.
5. En techos formados por superficies cilíndricas, la proyección vertical de la superficie, salvo que la succión vertical se valuará tomando el área de la proyección horizontal de techo.

Factores de empuje.

- a) En paredes rectangulares verticales cuando el ángulo β que forma la dirección del viento con la superficie expuesta (ángulo de incidencia) este entre 30° y 90° $C = +0.75$ del lado de barlovento y $C = -0.68$ del sotavento.

Para β menor que 30° , estos valores se multiplicarán por $\beta/30$ siendo β en grados. La estabilidad de paredes aisladas como bardas, se analizará con la suma de los efectos de presión y succión.

- b) En edificios de planta y elevación rectangulares, se usarán para las paredes normales a la acción del viento los valores de C que señala el inciso a.
- c) En cubiertas de arco circulan se adaptarán los valores de C que marca la figura b.
- d) Los techos formados por superficies inclinadas cuya inclinación no excede de 15° se tratarán como horizontales.
- e) En las chimeneas y torres, se tiene que $h/L \leq 5$, se tomarán los valores del inciso a.
- g) En armaduras aisladas, $C = +10$, siempre y cuando sea el 40% del área limitada por las aristas de las armaduras, cuando una armadura este protegida del lado de barlovento por una o más de características semejantes, podrá reducirse C hasta el valor $0.083X$, siendo X la separación entre armaduras divididas entre el peralte de las mismas.

Incluyen en este inciso, torres metálicas y otras estructuras en celosía, trianguladas o en forma semejante a las armaduras siempre que las relaciones de esbeltez de sus miembros constitutivos no sean menores que 50 en promedio.

Excentricidades del centro de presión.

Se supondrá en dirección horizontal una excentricidad accidental igual a $\frac{0.3L^2}{8h+0.05L}$ para relaciones $L/h < 2$ y de $\pm L/8$ para relaciones mayores siendo h y L la altura y base del área expuesta. En dirección vertical se supondrá una excentricidad accidental de $\pm 0.05h$

Estas excentricidades se medirán a partir del centro de presión del área y se tomarán simultáneamente en la combinación más desfavorable.

Estas excentricidades provienen de fluctuaciones no uniformes de la presión como consecuencia de la turbulencia que se presenta durante los vientos intensos; especialmente se han de tomar en cuenta en estructuras soportadas en un solo apoyo o línea de apoyos como en los anuncios.

Carga por nieve.

La carga de nieve supuesta en el cálculo de un techo, depende de la pendiente del mismo, de la latitud y estado hidrométrico de la localidad.

La nieve seca pesa aproximadamente 128 Kg/m^3 , la nieve mojada pesa de 160 a 196 Kg/m^3 , llegando a su máximo cuando está combinada con granizo siendo los valores que adquiere 480 Kg/m^3 .

Para no recargar de fuerzas una armadura, se supondrá que la nieve tiene su mínimo espesor cuando actúa el viento suponiendo este valor de 50 Kg/m^2 para todas las pendiente.

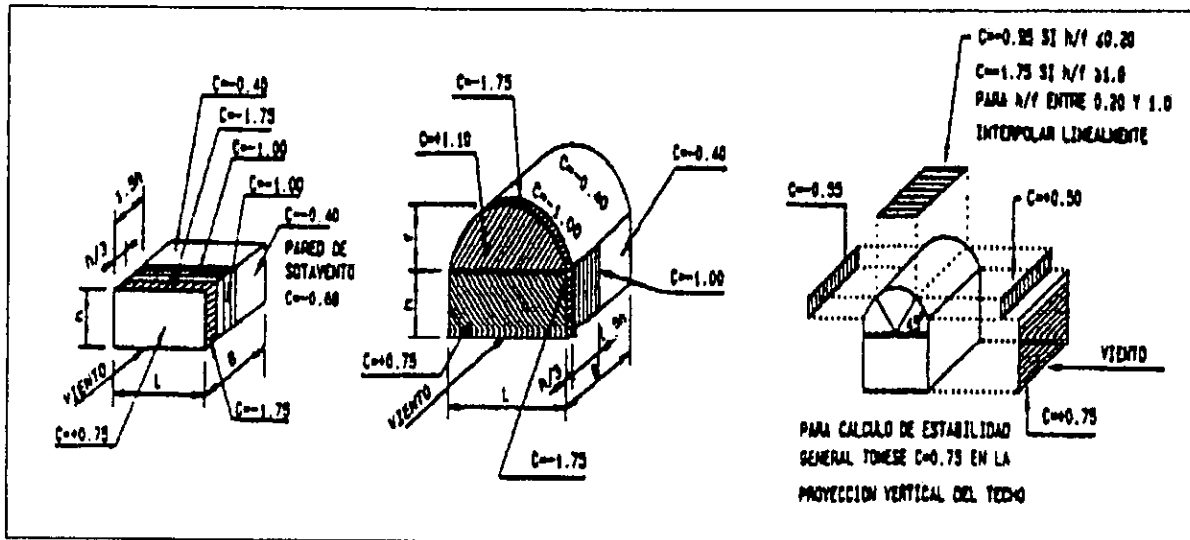


Figura 1-7

2 - ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

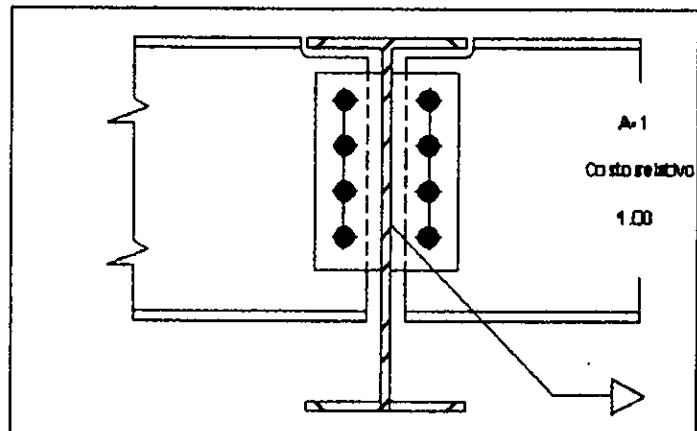
2.1- Aspectos Técnicos.

El marco de una estructura de acero pesa considerablemente menos que el marco de una estructura de concreto basada en un sistema de albañilería. Los cimientos resultantes de una estructura de acero son más pequeños y generalmente más simples y rápidos de construir que los cimientos de sistemas más pesados. El resultado no solamente es ahorro de costos, sino también de materiales y mano de obra requerida, pero también ahorro de tiempo de construcción que reduce costos y una rápida disponibilidad de la obra para ser ocupada.

Tanto los aspectos técnicos como los aspectos económicos están vinculados para la solución más conveniente de una estructura metálica o una estructura de concreto. Si hablamos de una estructura de concreto, la Factibilidad de obtener hoy en día un concreto uniforme y de buena calidad, de mayor esfuerzo a la ruptura, es tarea sencilla ya que es indudable que la moldeabilidad del concreto hace que al colarse en estado plástico adopte la forma requerida y como se sabe, resiste ampliamente a los esfuerzos de compresión, tensión y corte que son reemplazados con acero de refuerzo.

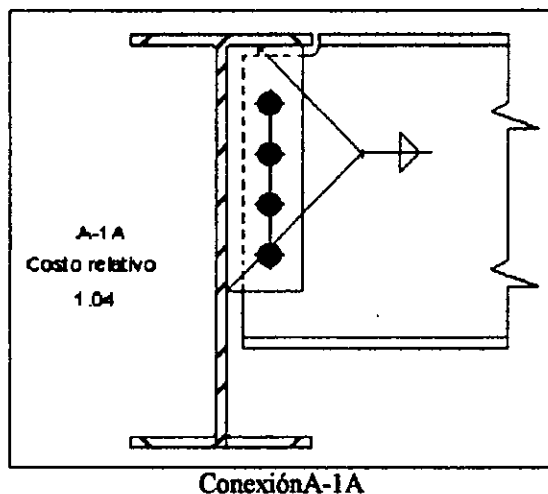
Los costos relativos presentados en todos los detalles se obtuvieron por el promedio de los índices de costo incluyendo el de fabricación (taller mano de obra) y construcción, fueron determinados por siete fabricantes de estructuras de acero del Occidente de Estados Unidos. El costo más alto y el más bajo fueron eliminados de los siete anteriores, Los detalles de cualquier categoría fueron presentados sobre la base de idénticos criterios dentro de un cierto costo relativo de comparación.

Estas primeras serie de conexiones se consideran "simples" de una viga a una trabe. La conexión A-1 se considera la más económica por el fabricante de acero, por lo tanto se le asigno un índice de costo de 1.00 contra todas las conexiones de viga a trabe.

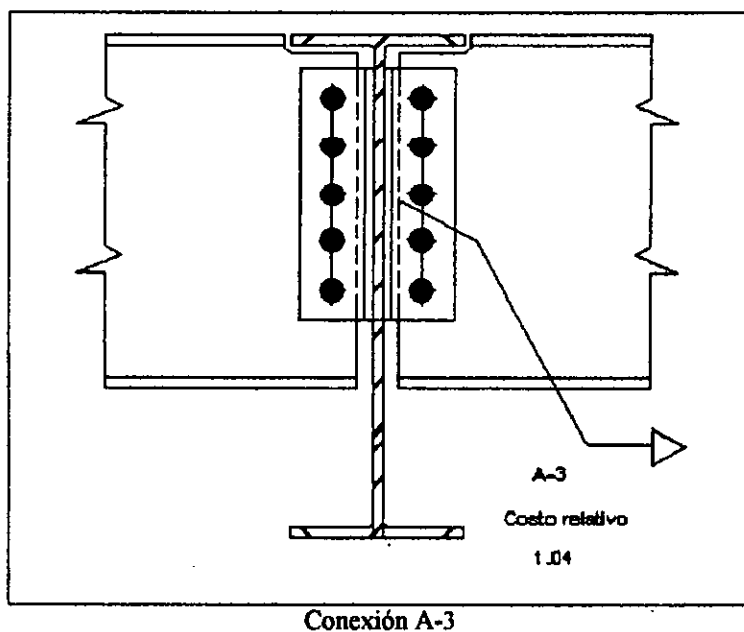


Conexión A-1

En la conexión A-1A la placa se unió al patín así como también a la cubierta del miembro de soporte. Esto dio mayor estabilidad a la placa y provee de un medio que contrarresta la fuerza rotacional debido a la excentricidad. Este diseño adicional asegura un incremento del costo de la conexión solamente un 4% arriba del costo base de A-1.

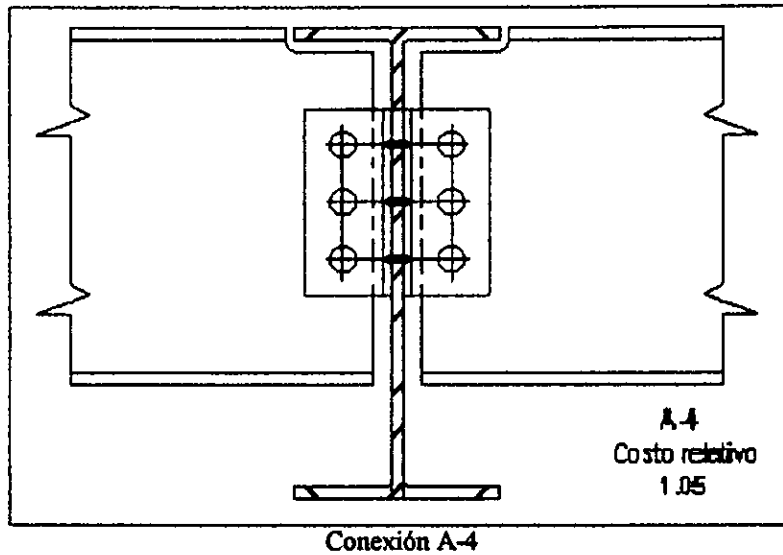


Otra alternativa sin costo extra arriba de la conexión A-1A es la conexión A-3. Este detalle emplea una conexión de placa cortada en ángulo. El ángulo se soldó a la viga de apoyo.

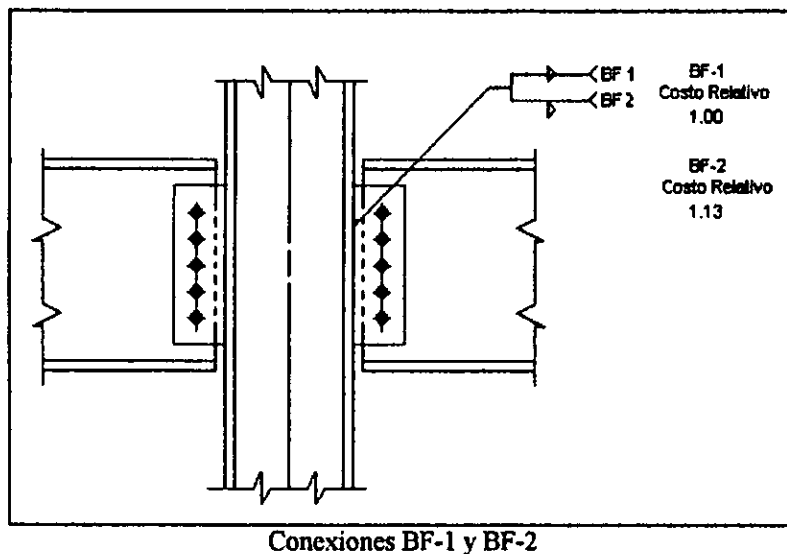


A-4 es la conexión común estándar consistente en doble ángulo, el cual esta barrenado y atornillado. El índice de costo relativo para esta conexión es del 5% arriba de la conexión base A-1. Estos ángulos evitan el problema del deslizamiento.

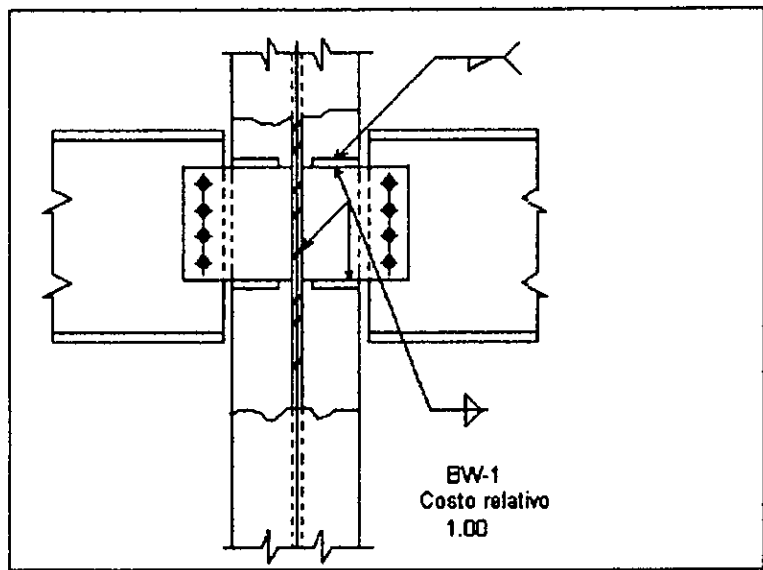
Los índices pueden incrementarse por el tamaño de la soldadura usada en la conexión A-1.



BF-1 es una simple conexión de una viga a un borde de la columna, el índice de base 1.0. Su costo depende de que si la placa es pegada al borde de la columna por soldadura de filete o por soldadura de penetración completa como se indica en BF-2, con un resultado de un costo relativo en 13% arriba del costo base.

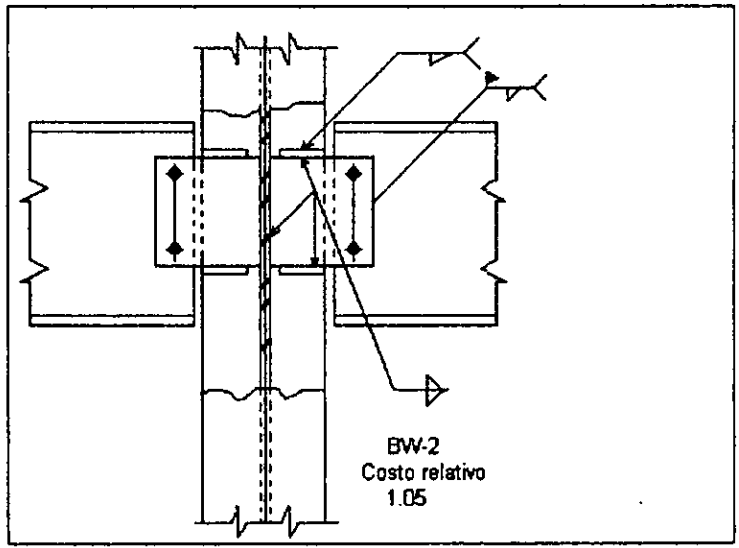


Para una simple conexión de placa cortada de una viga al borde de la columna, BW-1 se selecciono como conexión base 1.0. Los agujeros para los tornillos fuera de la pestaña de la columna permitiendo un fácil acceso a la viga durante su colocación, así como una fácil accesibilidad para la instalación de tornillos de alta resistencia que deben ser colocados con torquímetros.



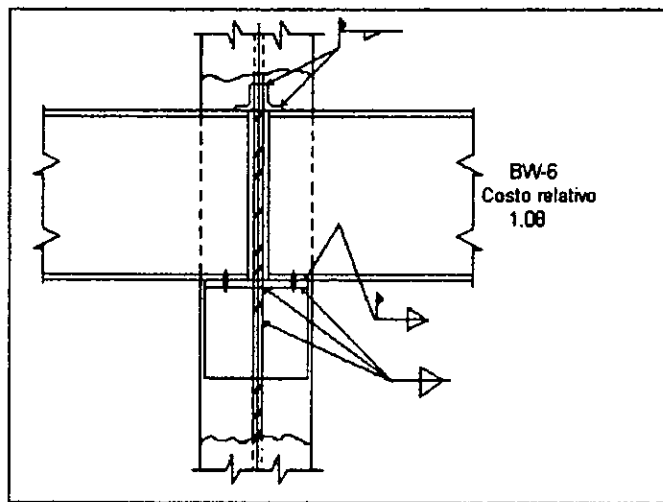
Conexión BW-1

Sustituyendo la soldadura por tornillos de alta resistencia, BW-2, se incrementará el costo relativo en 5%. Siempre habrá necesidad de tornillos para la construcción y por lo tanto, barrenar o perforar los agujeros, esto no se puede totalmente eliminar.



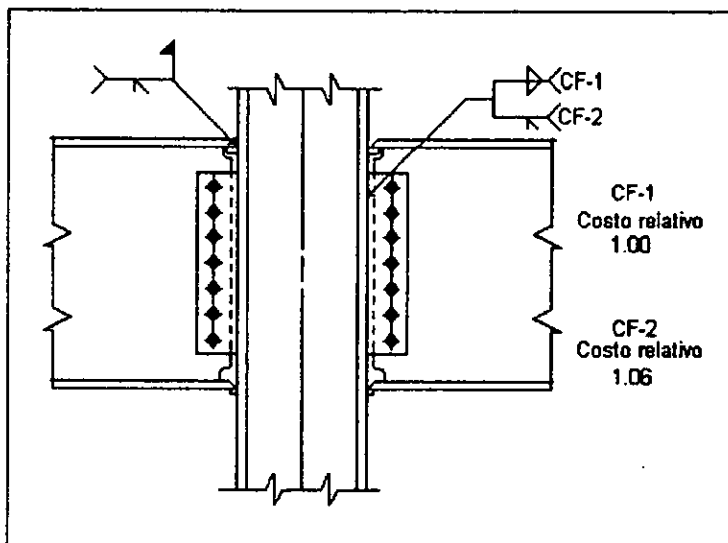
Conexión BW-2

Cuando se trate de conexiones en lugares de difícil acceso para la colocación de pernos o tornillos. Se desarrollo la conexión BW-6 con la cual la viga tiene un asiento que facilita su colocación donde el promedio del índice de costo relativo resulta semejante en la conexión BW-2



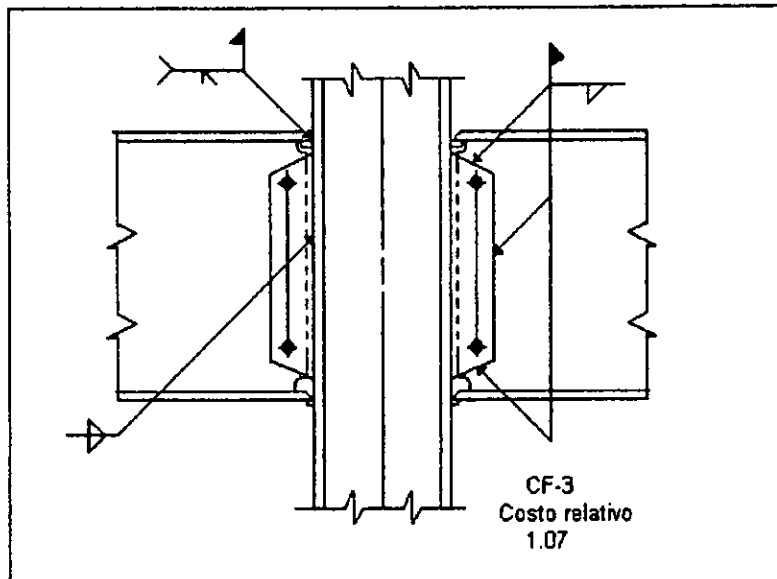
Conexión BW-6

Para la categoría de conexiones de momento, de la viga a la columna, la conexión CF-1 es la más económica. Su costo índice relativo es de 1.00. Los bordes de la viga son soldados completamente al borde de la columna con una simple placa cortada con soldadura tipo filete a la pestaña de la columna. Al conectar la placa cortada a la columna con soldadura de penetración completa en vez de doble soldadura tipo filete se incrementa el costo relativo en 6% que es la conexión CF-2.



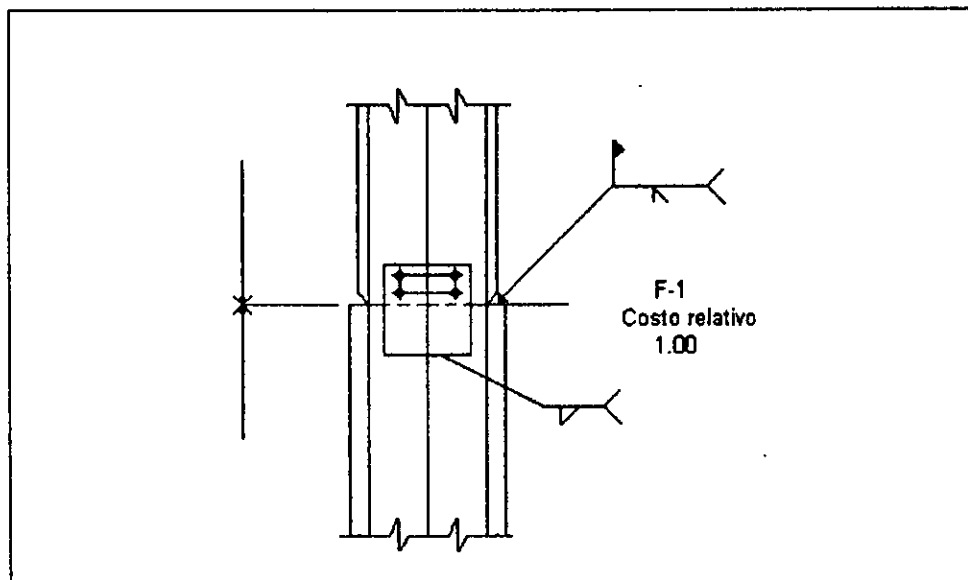
Conexiones CF-1 Y CF-2

En todas las conexiones de momento sueldadas CF-3 se compara el costo a CF-2 con un índice de costo relativo de 1.07. Solamente la soldadura de filete se usa para conectar la placa cortada, a fin de minimizar los esfuerzos restringidos en la soldadura utilizada se sugiere que la placa debe ser sueldada después a los bordes.



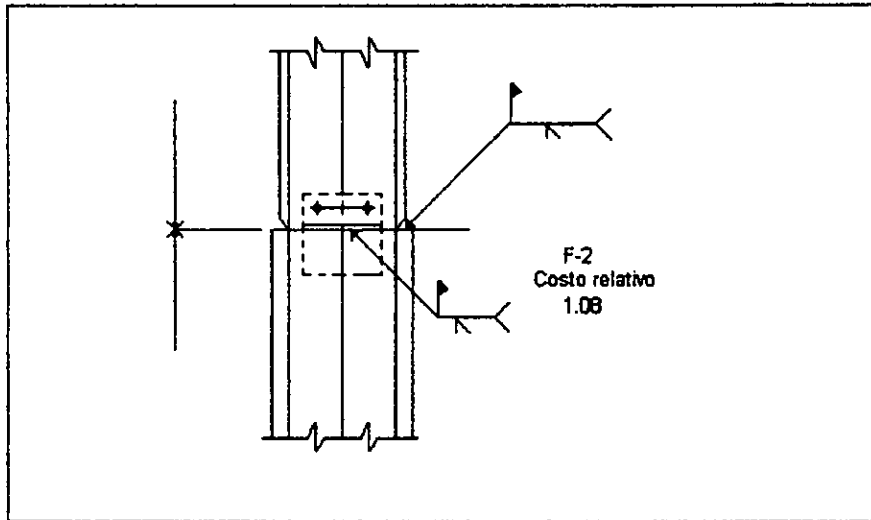
Conexión CF-3

En la conexión de columnas, si solamente los bordes han de ser empalmadas, entonces la conexión F-1, es la más económica y se le asignará el índice de costo relativo 1.00. Una soldadura de penetración parcial se usa para los bordes con las conexiones de placa atornilladas.



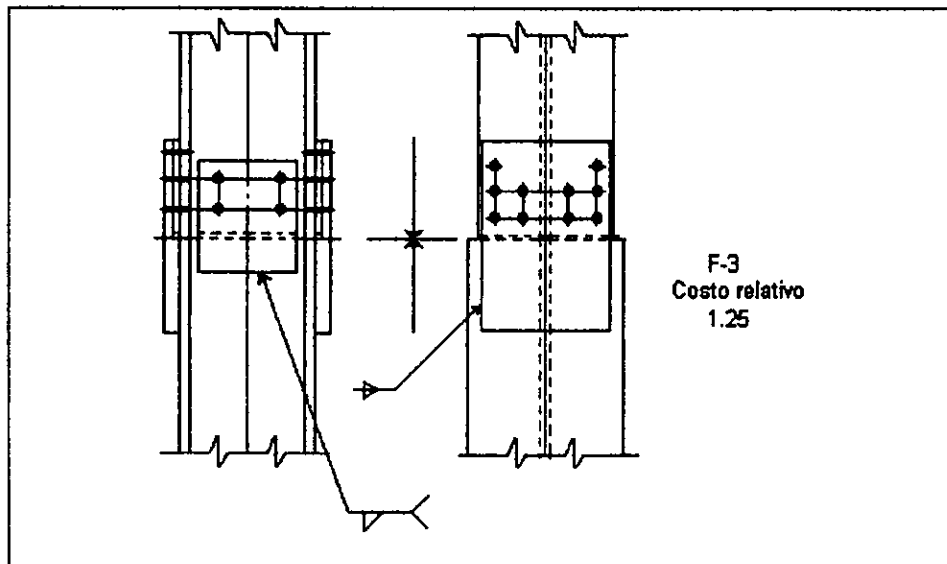
Conexión F-1

Si el diseño requiere de una soldadura de penetración parcial en la columna, La conexión F-2 costará 8% más. Una placa de construcción se requerirá igualmente si se necesita.



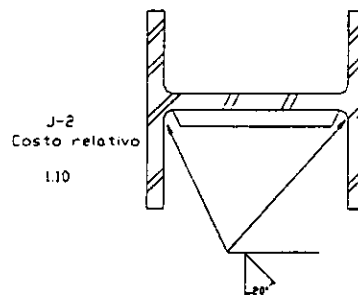
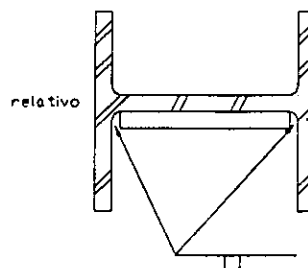
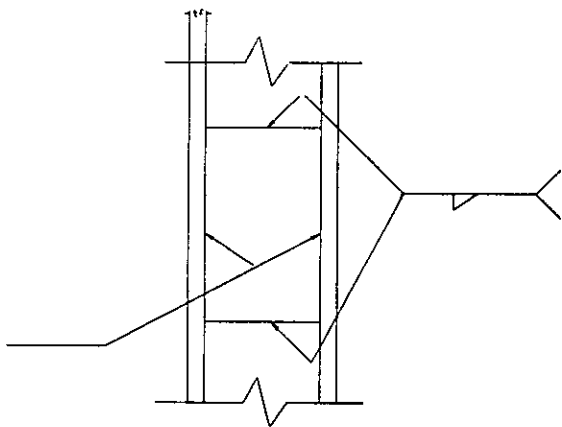
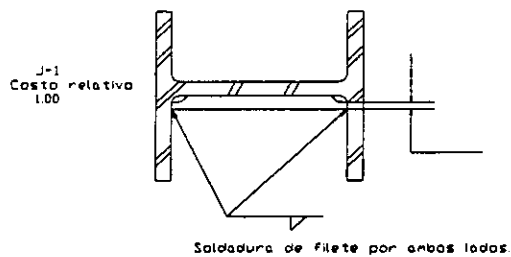
Conexión F-2

Si las placas de empalme son especificadas, es mejor sueldarlas a la parte inferior de las columnas como en F-3. Este cambio resulta en un costo relativo de 25% sobre todas las conexiones sueldadas con base en la conexión F-1.



Conexión F-3

En el caso de columnas de doble placa la conexión J-1 es la más económica y la más práctica.



2.2 - Aspectos Económicos.

La economía influye mucho al decidir el tipo de construcción ya sea de concreto o de acero.

Las ventajas se tienen en construir con acero son las siguientes:

- Representa una reducción de costos con respecto a la mano de obra requerida o en una construcción con concreto.
- Al construir en menor tiempo, se tienen rentabilidades anticipadas.
- Representa un ahorro en la cimentación, debido a que es más ligera.

En la construcción de acero se tienen desventajas tales como:

- Para contratar un soldador se requiere tener un carnet que lo certifique como soldador a diferencia de un albañil.
- Es necesario que la soldadura se haga de acuerdo a las especificaciones y se necesitan hacer pruebas de control de calidad para verificar si esta bien aplicada.
- La industria siderúrgica nacional cubre la demanda interna de acero de refuerzo, si embargo no ocurre lo mismo con los perfiles. El número de perfiles que hay en el mercado es reducido por lo que se tiene que caer en la fabricación de perfiles armados INSITU, soldando placas para producir vigas de un peralte o de un patín especial. En el país se tienen perfiles comerciales hasta de 18" y al tener requerirse el uso de perfiles de mayor tamaño, resulta más económico importarlos que cortar las placas y soldarlas.
- No se cuentan con los talleres de estructuras necesarios. En el país la mayoría de talleres no están automatizados, mientras que en Estados Unidos se requieren 7 horas hombre por tonelada, los talleres del país están arriba de 25 a 30 horas hombre por tonelada.

Se pueden buscar soluciones que permitan hacer más competitiva la construcción con acero, pues del ahorro de unos Kg/m² puede depender la decisión sobre su empleo.

Por lo que respecta a sistemas tradicionales caben algunas observaciones.

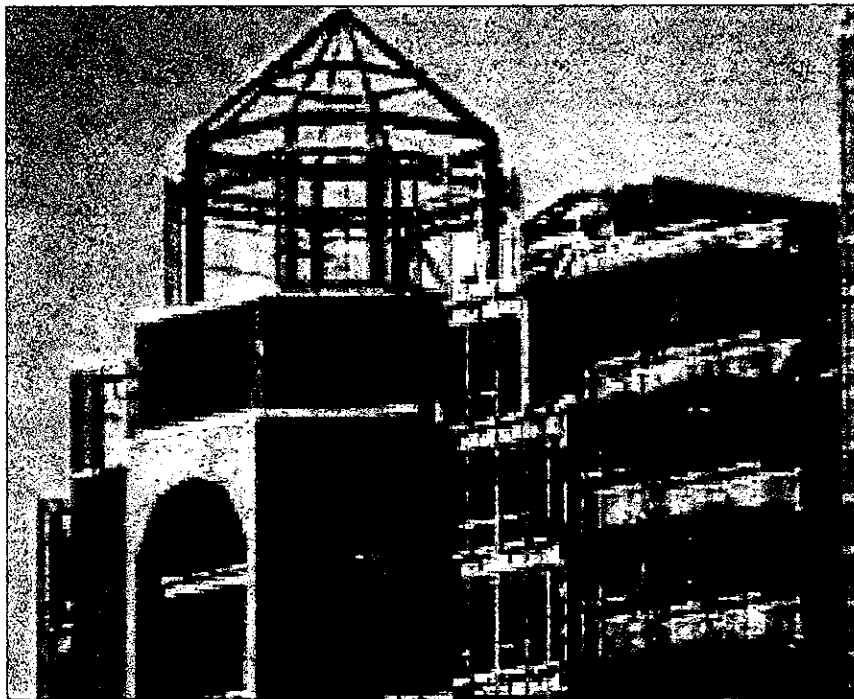
En el caso del marco rígido formado con perfiles de alma llena con claros comprendidos entre 20 y 40m es más ventajoso usar secciones de alma abierta ya que esto reduce el peso de la estructura aunque esta sea menos estética.

El costo de una estructura esta dividido en cuatro áreas: diseño, material, fabricación y construcción. La estructura más óptima es la que tiene menor peso, el menor número de piezas y la más pequeña cantidad de trabajo de detalle, al minimizar el peso de una estructura para reducir su costo debe tomarse en cuenta el tener estandarizado el sistema estructural a utilizar los más posible, de no ser así el costo de la estructura aumentaría en el área de fabricación y construcción.

3 - PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.

Existe gran diversidad en cuanto a tipo de estructuras metálicas; esto incide en los procesos de fabricación, en los acabados, en la inspección de calidad, en el transporte y en el montaje. Desde el punto de vista de fabricación, las estructuras metálicas se clasifican de la siguiente manera:

- Ligeras o pesadas (por unidad de longitud o área).
- Por su función o servicio: edificios, puentes, naves, almacenes, tiendas, plataformas marinas, etc.
- Por su ubicación; intemperie con sol; aire, en mar, en agua dulce, en climas calientes o fríos.
- Por los elementos que la integran: perfiles laminados, tubulares, perfiles formados de placa, combinaciones de perfiles y placa etc.
- Remachadas, atornilladas, soldadas o combinadas.



Construcción de un edificio con estructura metálica.

3.1 - Planos Constructivos.

Estos parten de las actividades que se realizan en un taller fabricante de estructuras junto con una firma de Ingeniería.



Taller de fabricación de estructuras metálicas.

Estas actividades son las siguientes:

1. Determinación de las especificaciones del proyecto. Por lo general las establecen la firma de Ingeniería, y deben considerar normas y especificaciones que dictan los criterios mínimos aceptables de proyecto.
2. Calculo y diseño de la estructura. Lo realiza una firma de Ingeniería basándose en las especificaciones de proyecto. 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 se marcaran en el programa de fabricación.

Corresponde al departamento de Ingeniería el interpretar las especificaciones básicas de diseño y los dibujos generales arquitectónicos para traducirlos en planos de taller en donde se indiquen claramente todas las medidas e instrucciones para que el taller pueda fabricar sin errores de interpretación.

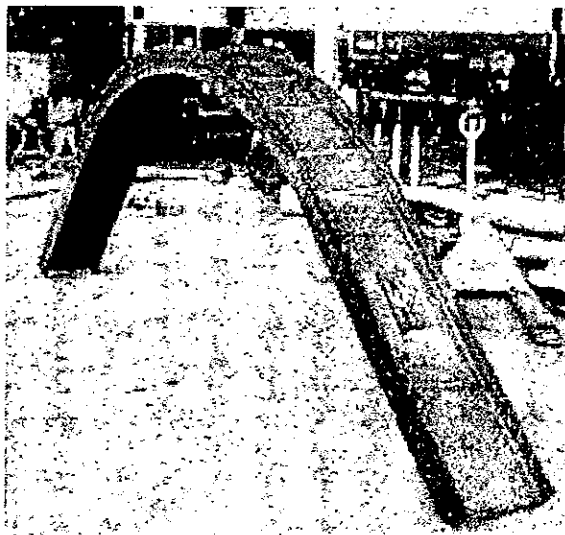
3. Ingeniería del producto e Ingeniería de Taller. Se elabora por un departamento de Ingeniería del fabricante, e incluye con mayor precisión el transportar los conceptos originales de la estructura mostrados en los planos arquitectónicos y en los dibujos de diseño, a los dibujos de detalle como la aclaración de normas, estándares de fabricación acabados y montaje.

Realiza lo siguiente:

- Prepara listas de materiales.
 - Planos de montaje.
 - Numeración de dibujos y sistemas de marcaje necesario para transporte y montaje.
 - Hace dibujos de detalle especificando soldaduras y otros trabajos como barrenados y biselados.
 - Realiza las especificaciones detalladas de proyecto marcando en los dibujos las notas necesarias para la fabricación, haciendo énfasis en los procesos especiales que se requieran como inspecciones de control de calidad, marcaje de piezas, limpieza y pintura etc.
 - Tramita aprobación de dibujos.
 - Calcula pesos para estimaciones de precios.
4. Fabricación. Lo realiza el taller basándose en la información elaborada por el departamento de Ingeniería.

Incluye las siguientes actividades:

- Adquisición de materiales.
- Recepción y aceptación de materiales.
- Habilitado que consiste en trazar, cortar, enderezar, doblar y en general preparar los materiales.



Habilitado de un perfil.

- Armado para formar los elementos compuestos de la estructura.
- Maquinado, barrenado y punzonado si se requiere.
- Inspección por control de calidad y marcaje de piezas.
- Limpieza y pintura según especificaciones.



Limpieza y pintura de las piezas.

- Embarque de piezas en dimensiones y pesos previamente establecidos.



Embarque de piezas en taller

5. Transporte. Lo lleva a cabo una empresa especializada quien se ha puesto de acuerdo previamente, con la firma de Ingeniería, el fabricante y el constructor o montador, en la ruta a seguir considerando dimensiones y pesos de las piezas así como la secuencia de montaje.
6. Montaje y recepción por el cliente. Por lo general el fabricante es el montador de la estructura, sin embargo la recepción se puede considerar como parte del transporte o bien como responsabilidad del montador según el caso.

Planos de taller.

Son para la obtención del despiece de la obra y partidas, para cuantificar volúmenes de materiales y volúmenes de mano de obra a pagar, de mano de obra especializada y demás. Involucran el proceso de cortes y unión de piezas, así como el trazo de placas y estructura por secciones.

Se determinaran a partir de los planos de taller la mano de obra mínima necesaria que trabajara "en taller" para la fabricación, y en obra insitu en el proceso de montaje.

Las categorías de personal mínimas necesarias en el caso de una estructura serán:

Estructura metálica.

1. Maestro.
2. Cabo.
3. Tuberos
4. Paileros.
5. Soldadores.
6. Ayudantes generales.
7. Peones.

Estructura de concreto.

1. Maestro.
2. Cabo.
3. Fierrero.
4. Carpintero de obra negra.
5. Oficiales.
6. Albañiles.

Las anteriores categorías nos ayudaran a determinar las cuadrillas con las cuales se implementaran los análisis de costos de mano de obra que se integraran a los análisis de precios unitarios.

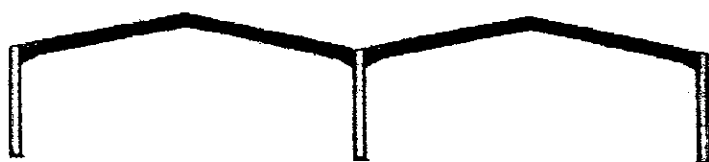
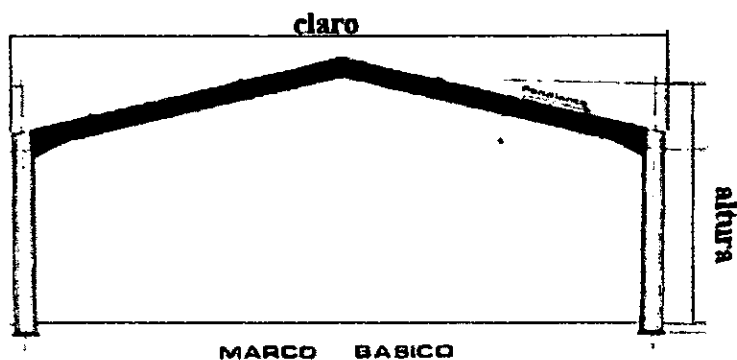
La elaboración de los planos de taller o dibujos de detalle requieren del conocimiento de las especificaciones que norman la fabricación de los materiales usados y de las técnicas de corte, soldadura y montaje; estos dibujos deben indicar al taller a través de un lenguaje técnico, toda la información necesaria para la fabricación y el montaje. También se requiere el conocimiento y manejo de los estándares ASTM que designan las características y propiedades de los materiales, determinaran también los procesos de soldadura que deban aplicarse para evitar fracturas o bajas penetraciones de la soldadura.

Conexiones.

En el diseño y construcción de una estructura metálica, es importante seleccionar desde el punto de vista de seguridad, economía y apariencia, los elementos estructurales que la formaran.

También será de suma importancia dar la debida consideración a las conexiones que permitan conjugar las diversas piezas de la estructura de tal manera que resulte resistente y segura ante las acciones externas.

En el caso de edificios de mucha altura, se utilizan conexiones para momentos, estas conexiones pueden ser con soldadura, remaches o pernos. En muchos casos, las conexiones para momentos pueden usarse en marcos de acero para proveer continuidad y para reducir el peso total del acero.



crecimiento con elementos iguales en varias naves



crecimiento con volados

	Postu tipo	Perfiles a base de lámina doblado en frío
	Trabo tipo	Módulo entre columnas 6 mts.
	Poste auxiliar	Las uniones en campo son atornilladas
	Trabo auxiliar	La altura y el claro son adaptables
	Volado	Pendiente 10, 15, 20, 25 y 30 %

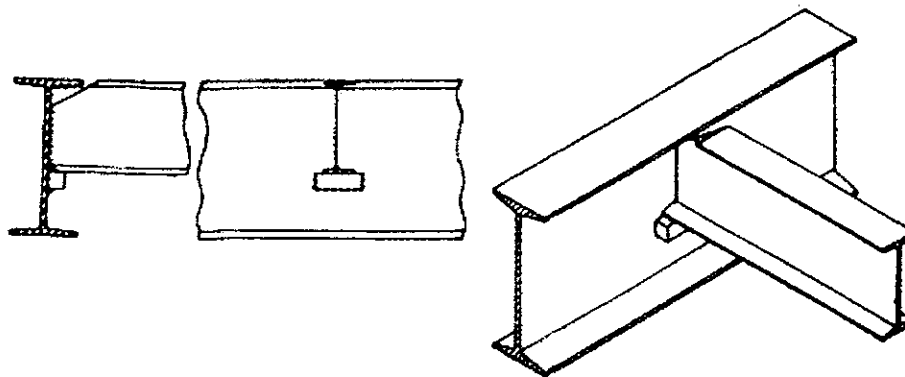
Este tipo de estructura es muy conveniente para la construcción soldada; las conexiones para momentos hechas completamente con pernos pueden ser difíciles y costosas.

Por razones económicas los pernos y las soldaduras se prefieren a los remaches. Los pernos sin acabado se usan sobre todo en construcción de edificios, en donde no existe el problema del deslizamiento ni el de la vibración. Caracterizados por la cabeza y tuercas cuadradas, también se conoce como tornillos de maquina, comunes, ordinarios o bastos.

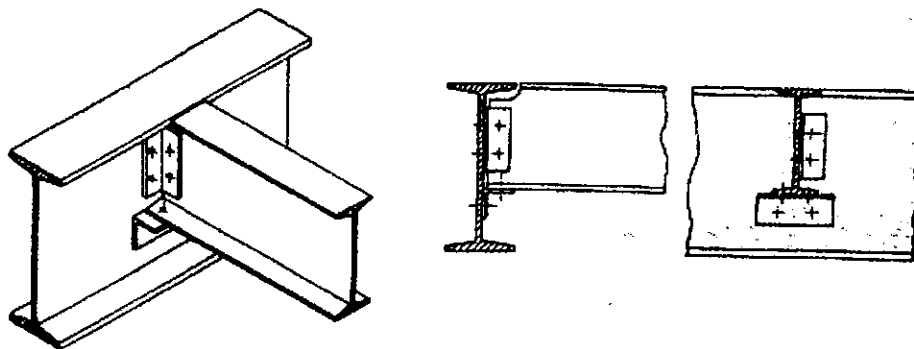
Medios de unión.

Para realizar conexiones estructurales se usan medios de unión que se clasifican desde el punto de vista constructivo en las siguientes categorías: los que se colocan en frío, es decir, tornillos o pernos y los que se colocan en caliente, es decir remaches y soldadura. Para seleccionar la conexión adecuada, para una estructura determinada; se debe tomar en cuenta consideraciones tales como: resistencia requerida de la conexión, limitaciones de espacio, disponibilidad de personal calificado para fabricar y montar la estructura, condiciones de servicio y finalmente costo total de instalación.

Los medios de unión dan origen a tres tipos fundamentales de conexiones estructurales: las conexiones remachadas, las conexiones atornilladas y las conexiones de soldadura.



Viga articulada de estructura soldada.



Viga articulada de estructura atornillada.

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.

En las construcciones metálicas las estructuras soldadas, que constan fundamentalmente de placa de acero representan ventajas tales como la simplificación de la construcción y almacenaje, en el pequeño aporte de material debido a las tensiones admisibles, en la disminución del peligro de corrosión debido a las superficies lisas. El uso de la soldadura permite ahorros significativos en el peso del acero utilizado. Las estructuras soldadas permiten eliminar un gran porcentaje de las placas de unión y de empalme, tan necesarias en las estructuras remachadas o apernadas, así como la eliminación de las cabezas de remaches o tornillos.

Considérese una columna de tubo de acero y las dificultades para conectarla a los miembros de acero, con remaches o pernos. Una conexión remachada o apernada puede ser virtualmente imposible, pero una conexión soldada cualesquiera que sean no presentará dificultades. Las estructuras soldadas son más rígidas debido a que los miembros normalmente están soldados directamente uno a otro.



Soldado de una estructura.

Procesos de soldadura.

a) **Soldadura con gas.** En este proceso se utiliza una llama de intenso calor producida por la combinación de un gas combustible con aire u oxígeno. La soldadura oxiacetilénica es el proceso más común en este caso. El oxígeno y el acetileno, combinados en una cámara de mezclado, arden en la boquilla del soplete produciendo la temperatura de llama mas elevada (alrededor de 6000°F la cual rebasa el punto de fusión de la mayoría de los metales).

Por lo tanto, la operación de soldar puede realizarse con o sin el metal de aporte. Las partes pueden fundirse y, ponerse en contacto a medida que se va realizando la operación de fusión con el soplete; al retirar el soplete, las partes metálicas quedan unidas al enfriarse.

Si se necesita material de aporte para realizar una soldadura, se seleccionan varillas de soldadura atendiendo las especificaciones del trabajo y se funden con el soplete.

Este proceso presenta desventajas tales como que ciertos metales reaccionan desfavorablemente, en presencia del carbono, el hidrogeno o el oxígeno.

Durante la soldadura de arco con gas el portaelectrodo impulsa gas alrededor del electrodo y del metal fundido (ver figura 3-1).

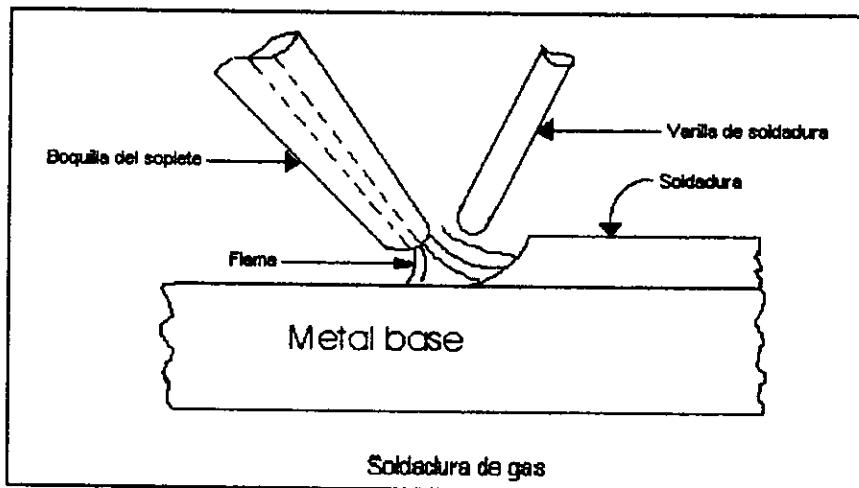


Figura 3-1 soldadura con gas.

b) **Soldadura de arco.** El soldador obtiene un electrodo adecuado, sujeta el cable de tierra a la pieza de trabajo y ajusta la corriente eléctrica para "hacer saltar el arco", es decir, para crear una corriente intensa que salte entre el electrodo y el metal. Enseguida mueve el electrodo a lo largo de las líneas de unión del metal que ha de soldar, dando suficiente tiempo para que el calor del arco funda el metal. El metal fundido, procedente del electrodo, o metal de aporte, se deposita en la junta, y junto con el metal fundido de los bordes, se solidifica para formar una junta sólida (ver figura 3-2).

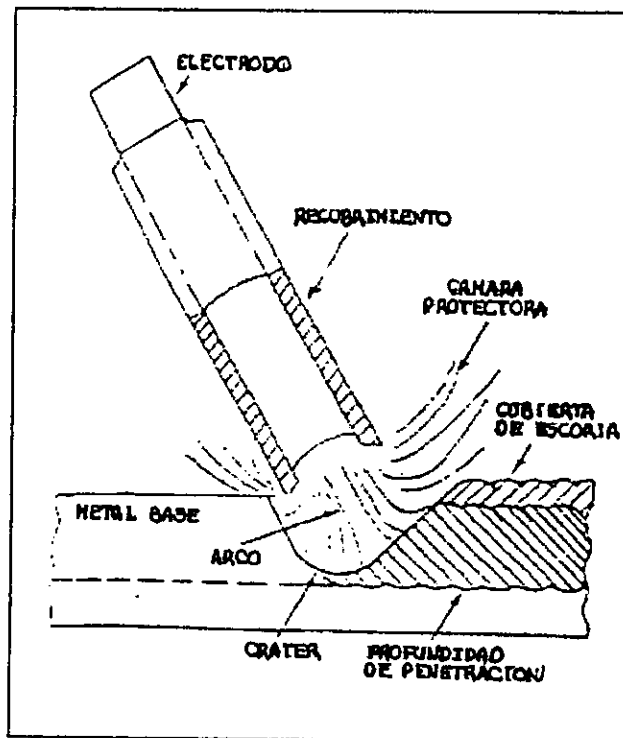


Fig. 3-2 soldadura de arco con electrodo revestido.

c) **Soldadura de arco con gas.** Un gas inerte es alimentado hacia la soldadura. Esto se hace para expulsar el aire atmosférico alrededor de la soldadura. Si se tuviera la presencia del aire atmosférico, el oxígeno se combinaría con los metales fundidos formando óxidos, los cuales debilitarían la soldadura.

El Helio, Argón, Dióxido de Carbono o una mezcla de estos puede ser usada como gases de protección. Estos gases evitan la contaminación del metal de soldadura. Los gases protectores también influyen en el arco y en la profundidad de penetración.

En el principio de la soldadura de arco con gas consiste en que el portaelectrodo está diseñado para suministrar un flujo de gas de protección tal como el Dióxido de carbono, Helio o Argón, el cual rodea al arco eléctrico. Este 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 difíciles de soldar.

El principio de soldadura de arco con gas puede ser usado manualmente, semiautomáticamente o completamente automático. Durante la soldadura de arco con gas el portaelectrodo impulsa gas alrededor del electrodo y del metal fundido (ver fig. 3-3).

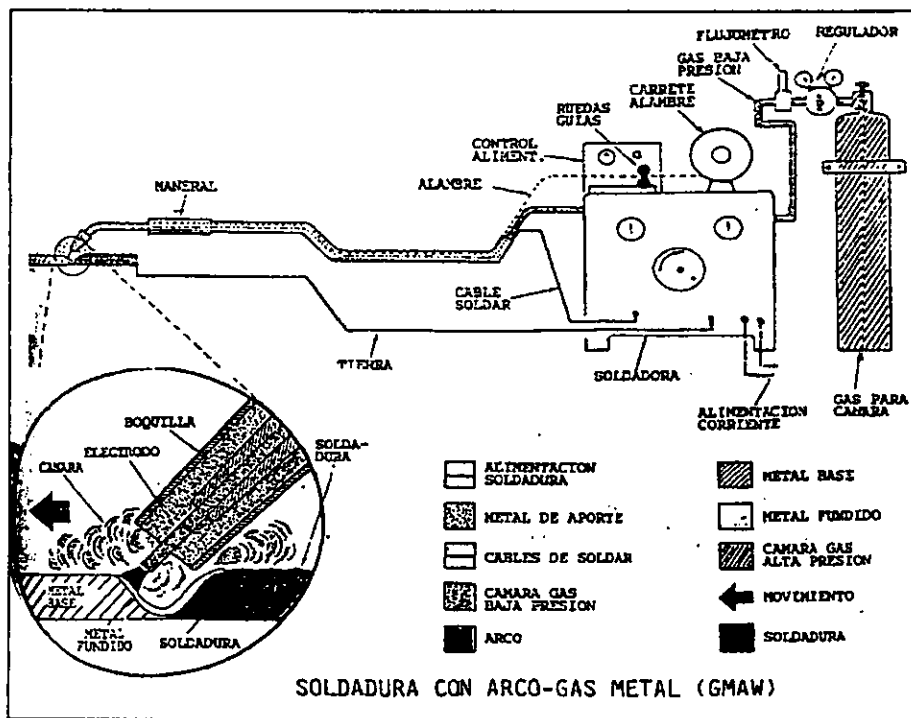


fig. 3-3

d) Soldadura de arco sumergido. Es un proceso semiautomático o automático. Se emplean uno o dos electrodos metálicos desnudos, y el arco. Se protege mediante una cubierta de suministro independientemente, de un fundente granular fusible. No hay evidencia visible del arco en este método (ver figura 3-4).

El proceso puede ser semiautomático, en el cual el soldador guía la pistola a mano, pero hay alimentación mecánica del electrodo a la zona de soldadura. También es posible, con un mecanismo, mover ya sea la cabeza soldadora de la máquina o el metal que se va a soldar, para que el proceso sea totalmente automático.

El electrodo desempeña la misma función que en otros procesos de soldadura con arco, es decir conduce la corriente a la unión, suministra el metal de aporte, etc.

El fundente desempeña la misma función que el recubrimiento, o sea protege la soldadura contra la contaminación atmosférica, ya que forma una escoria protectora sobre la soldadura.

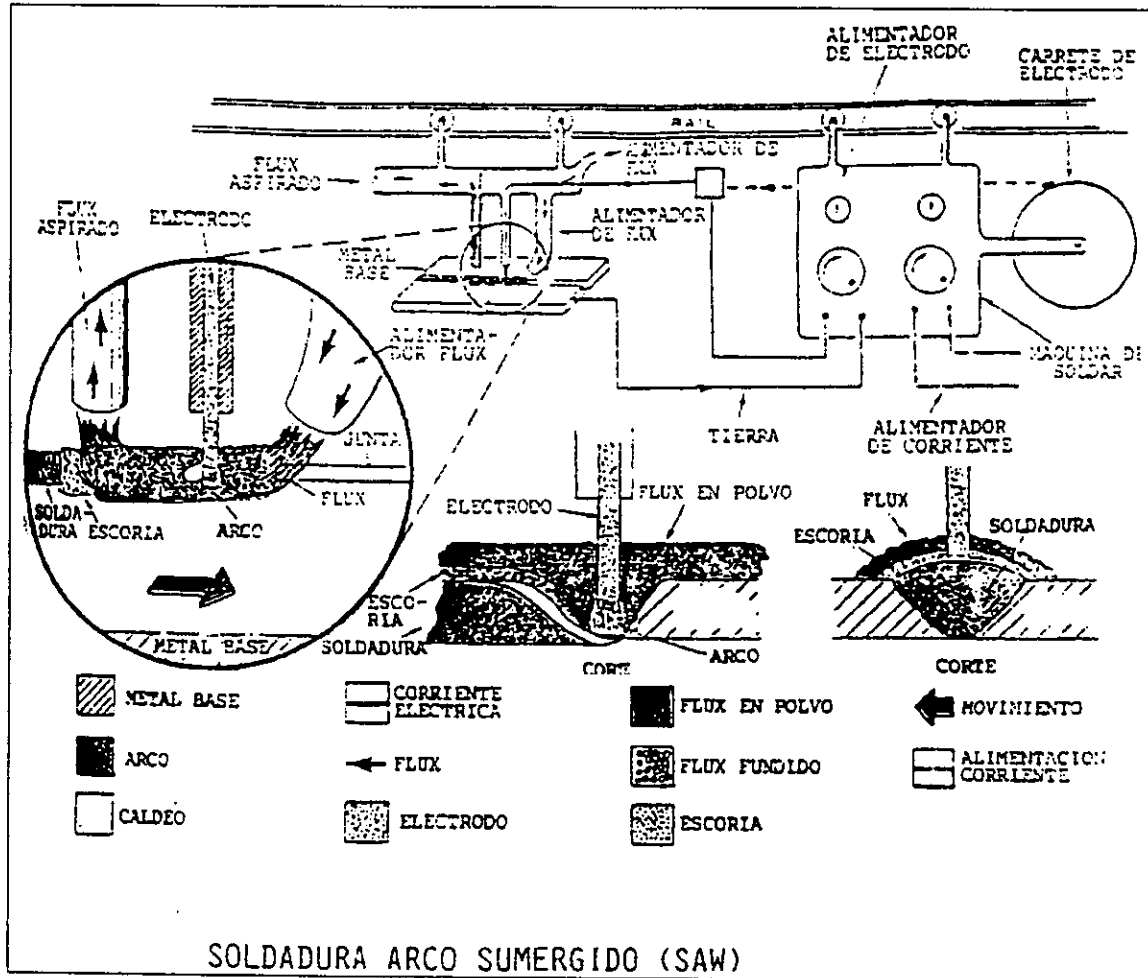


Fig. 3-4

e) **Soldadura de resistencia.** Esta basada en el principio que cuando una corriente eléctrica es enviada a través del metal, la resistencia del metal de 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.

La aplicación correcta de la soldadura por resistencia depende de la aplicación adecuada y control de la corriente, presión, tiempo y arrea de contacto del electrodo (ver figura 3-5).

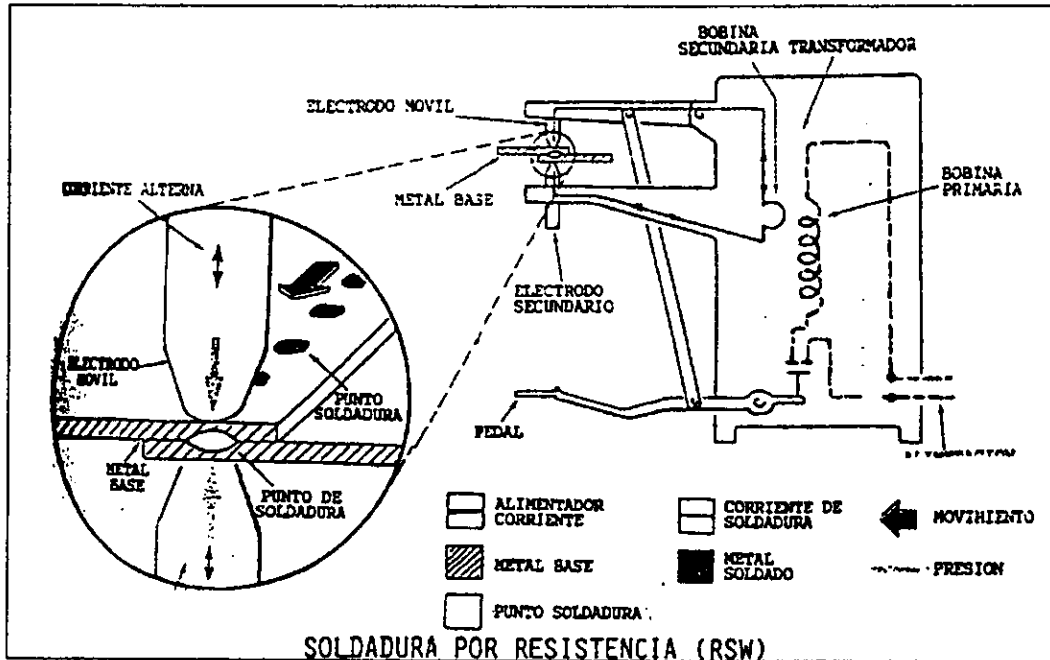


Fig 3-5

I. Tipo de soldadura.

Uno de los aspectos del diseño de juntas es el correspondiente al tipo de soldadura que se utiliza en la junta.

a) **Soldadura de filete.**- es una soldadura de sección transversal aproximadamente triangular que une dos superficies situadas esencialmente en ángulo recto entre si en una junta de traslape en T o de esquina. La soldadura de filete se caracteriza por la forma triangular de su sección transversal.

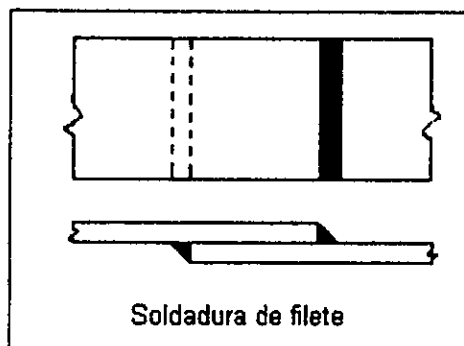


Fig. 3-6

b) Soldadura de penetración.

- b1) Penetración completa.- la soldadura de penetración total es aquella en que la fusión de la soldadura y el metal base abarca la totalidad de la longitud y la profundidad de la junta. Cuando no pueda garantizarse la penetración total, la resistencia de la junta deberá reducirse.
- b2) Penetración incompleta.- las juntas de penetración incompleta hechas por un solo lado entre bordes preparados simplemente en bisel o en "J" no se utilizarán en juntas de tensión, a menos que la junta quede empotrada (ver figura 3-7).

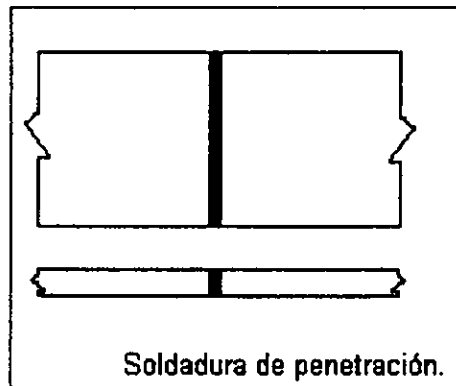


Figura 3-7

- c) Soldadura de tapón.-** sirven principalmente para hacer las veces de los remaches. Se emplean para unir por fusión dos piezas de metal cuyos bordes, por alguna razón, no pueden fundirse. Puede soldarse un círculo interior (de tapón), o una abertura alargada dejando las orillas libres (ver figura 3-8).

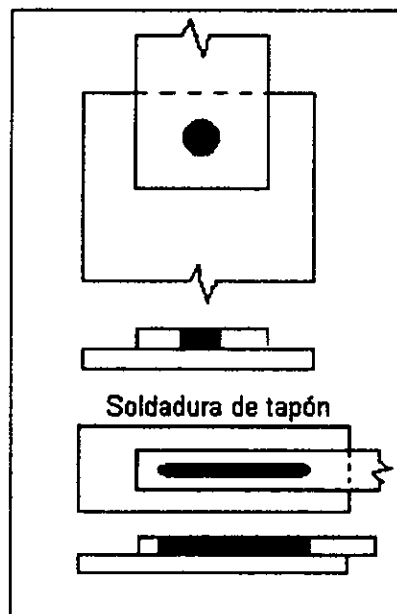


Fig. 3-8

- c) **Soldadura de ranura** (de holgura entre bordes de piezas).- se hacen en la ranura que queda entre dos piezas de metal. Las soldaduras de este tipo se usan cuando las partes a conectar están alineadas en el mismo plano. Su forma varía dependiendo del modo en que se preparan los extremos de las piezas. Las formas J y U se usan para hacer más fácil el acceso del metal de aportación y asegurar mejor la fusión del metal de base. Este tipo de soldadura es común en conexiones tales como los empalmes en columnas y las conexiones de vigas a columnas. La garganta efectiva de una soldadura a tope o ranura se define como el espesor correspondiente a la parte más delgada que se está uniendo.

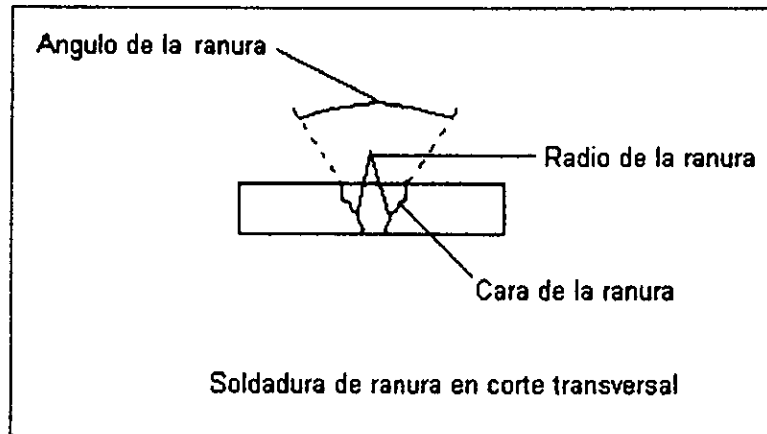


Fig. 3-9

II.- Tipos de juntas.

- a) **Traslapada**.- están formadas por dos piezas de metal solapadas o traslapadas, que se unen por fusión mediante soldadura de filete o de tapón.
- b) **A tope**.- esta comprendida entre los planos de las superficies de las dos partes. Pueden ser simples, escuadradas, biseladas, en V, de ranuras de una sola J, de ranura de una sola U, o dobles.
- c) **De esquina**.- en estas, las soldaduras se hacen entre dos partes situadas a un ángulo de 90°. Estas pueden ser de medio traslape, de esquina a esquina o de inserción completa, y pueden prepararse para formar un solo bisel, una sola V, o ranuras de una sola U.
- d) **De brida**.- resultan de la fusión de la superficie adyacente de cada parte, de manera que la soldadura quede dentro de los planos superficiales de ambas partes. Estas pueden ser de una sola brida o de doble brida.
- f) **En T**.- estas pueden ser de un solo bisel, de doble bisel, de una sola J y de doble J.

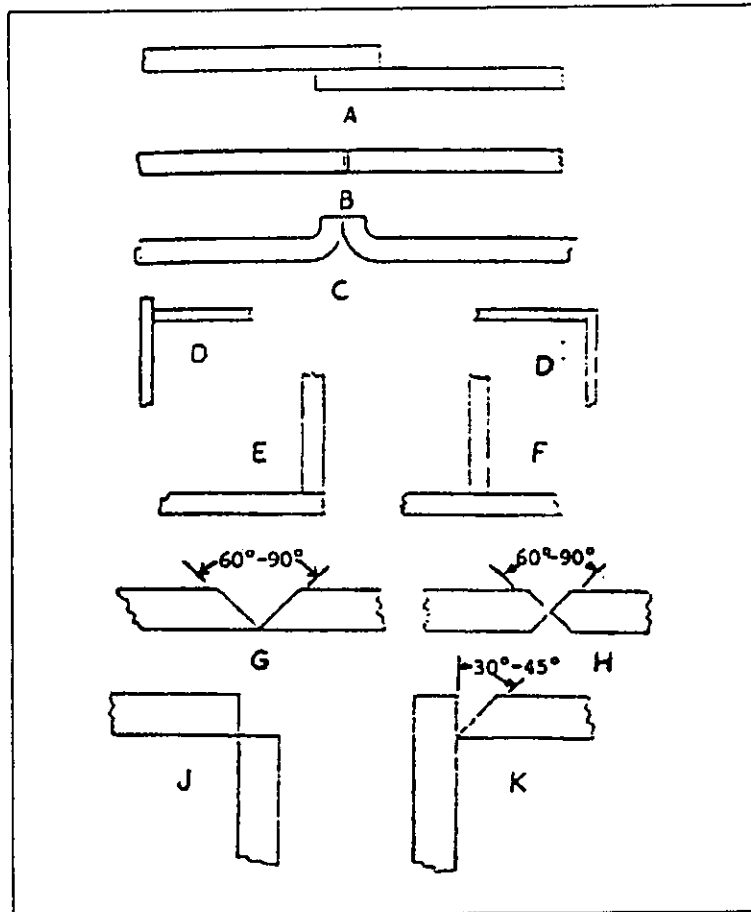


Fig.3-10 tipos de juntas.

En la figura 3-10 se muestran diseños de algunas juntas típicas para soldadura que se denominan de la siguiente manera:

- A. Junta de traslape de lámina de acero en posición plana.
- B. Junta de abertura o ranura de lámina de acero en posición plana.
- C. Junta de brida en posición plana
- D. Juntas de esquina exterior.
- E. Junta de esquina interior.
- F. Junta de esquina interior (junta T).
- G. Diseño de junta para placa metálica.
- H. Diseño de junta para placa metálica.
- J. Diseño de junta para placa metálica.
- K. Diseño de junta para placa metálica.

IV.- Posiciones de las soldaduras.

- a) Plana.
- b) Horizontal.
- c) Vertical.
- d) Sobre cabeza.

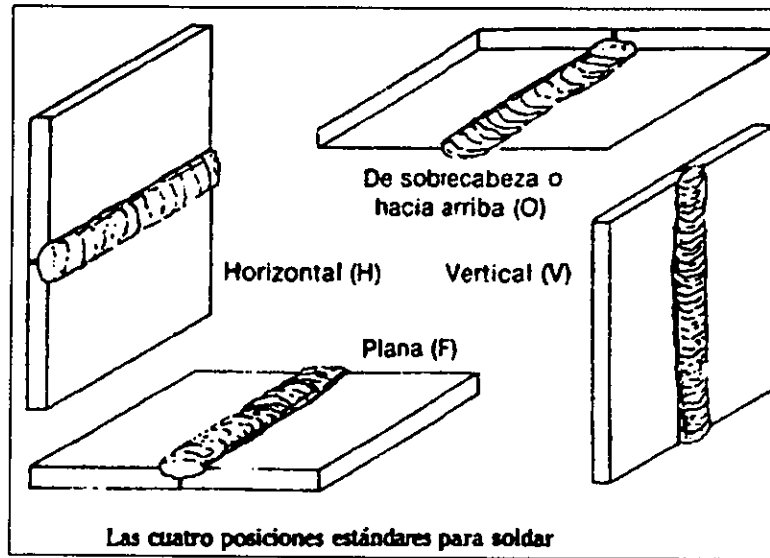
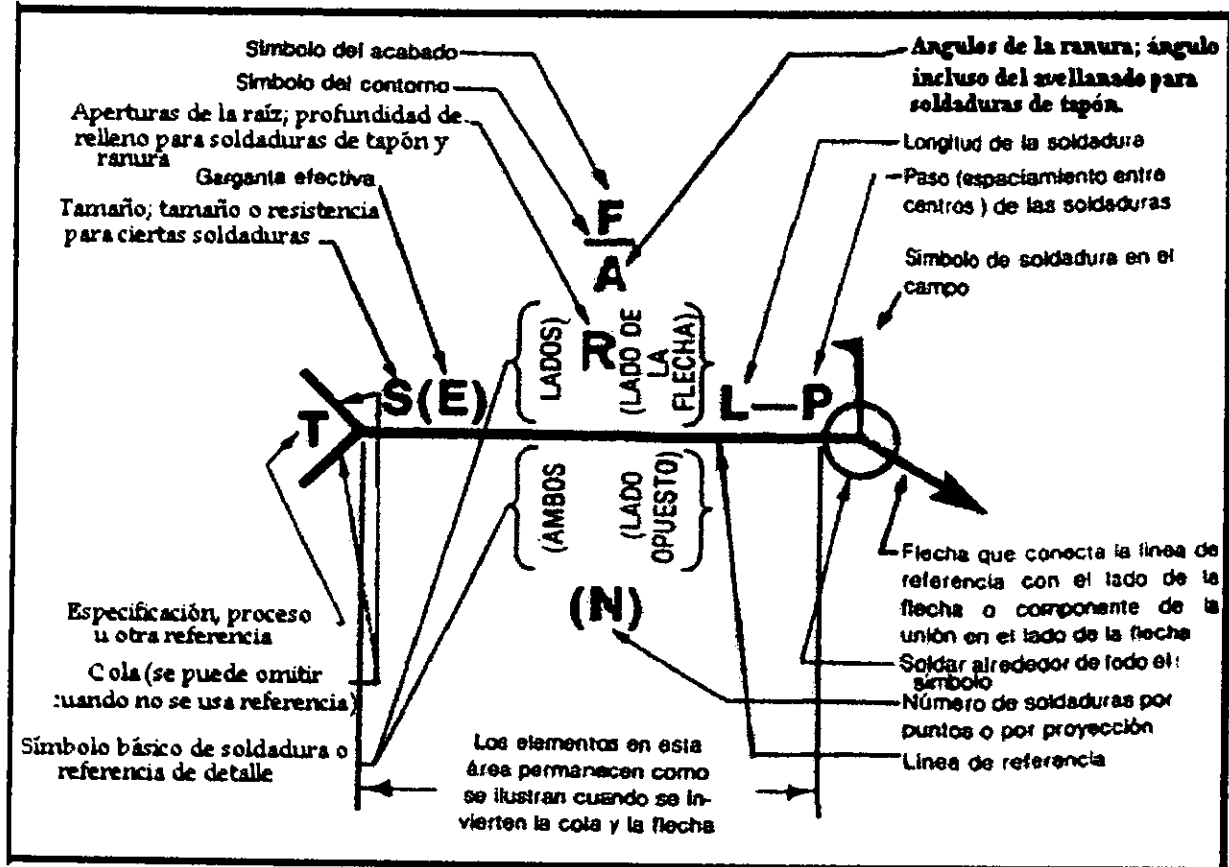


Fig. 3-11 posiciones de las soldaduras

Simbología en soldadura.

Los símbolos de soldadura se utilizan para representar detalles de diseño. La American Welding Society (AWS) ha establecido un grupo de símbolos estándar utilizados en la industria para indicar e ilustrar toda la información para soldadura en los dibujos y planos de Ingeniería (fig. 3-12).



Partes del símbolo de soldadura.

1. La línea de referencia siempre será la misma en todos los símbolos (fig. 3-13 A). La flecha del símbolo muestra la ubicación de la soldadura (fig. 3-13B). Si el símbolo de soldadura está debajo de la línea de referencia (fig. 3-13C), la soldadura se hará en el lado de la unión opuesta al lado que apunta la flecha.
2. La flecha puede apuntar en diferentes direcciones y es factible que sea una línea quebrada (fig. 3-13D).
3. Hay muchos tipos de soldadura, cada uno correspondiente a una soldadura particular (fig. 3-13E).
4. Las acotaciones se ponen a la izquierda del símbolo de soldadura (fig. 3-13F).
5. Se agregan acotaciones adicionales a la derecha del símbolo si la unión se va a soldar por puntos como en el caso de la soldadura de filete. La primera acotación adicional en la figura 3-13G señala la longitud de la soldadura; la segunda dimensión adicional señala la distancia entre los centros de la soldadura.
6. La cola (fig. 3-13H) quizá no contenga información especial y, a veces, se puede omitir.
7. Hay gran variedad de símbolos complementarios, cada uno con un significado diferente.

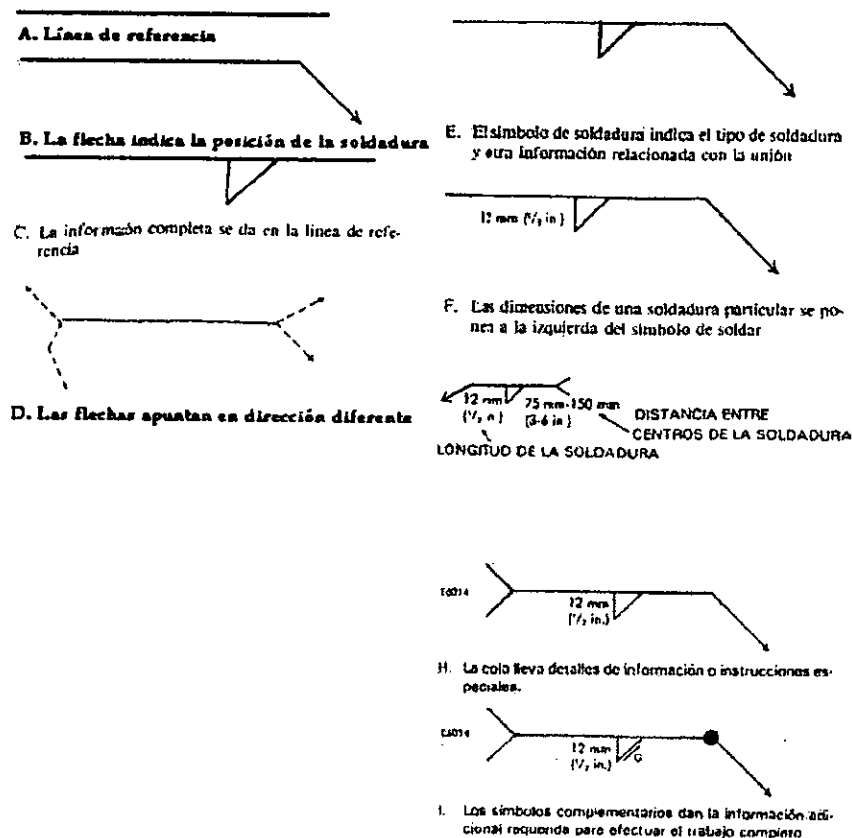


Figura 3-13

Combinación de símbolos y resultados.

De la figura 3-14 el primer punto que se observa es la parte del símbolo que indica doble chaflán (bisel) o doble V.

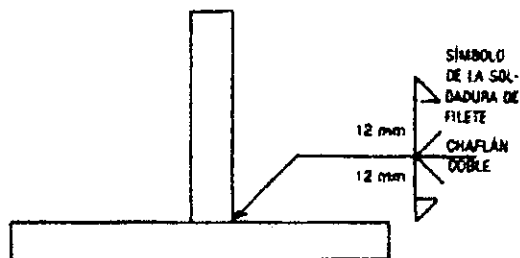


Fig.3-14

Los chaflanes dobles, o doble V, se preparan en una sola de las piezas de metal (fig. 3-15A). A continuación está el símbolo de soldadura de filete en ambos lados de la línea de referencia. Pero, antes de poder aplicar una soldadura de filete, debe haber una superficie vertical. Por tanto, se rellena el chaflán con soldadura como se ve en la figura 3-15B. Después de rellenar los chaflanes, se aplica la soldadura de filete de 12mm (1/2 in), como se indica en la figura 3-15C.

Esta combinación solo se aplica en donde se requieren resistencia y penetración del 100%.

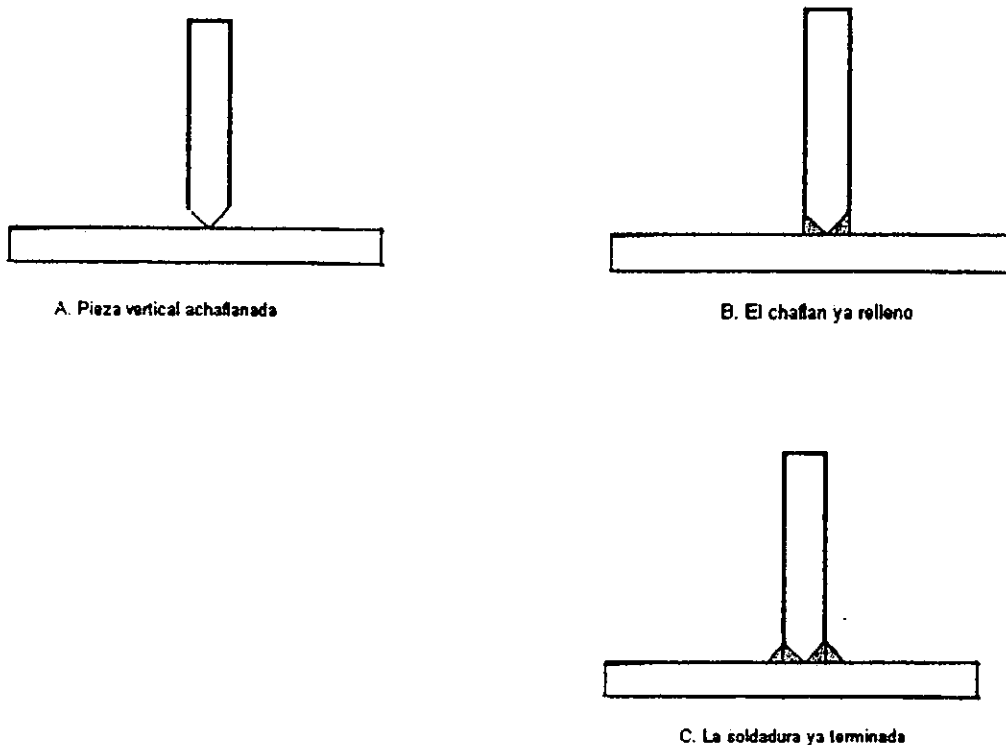


Fig. 3-15

Símbolos básicos de soldadura (ver figura 3-16).

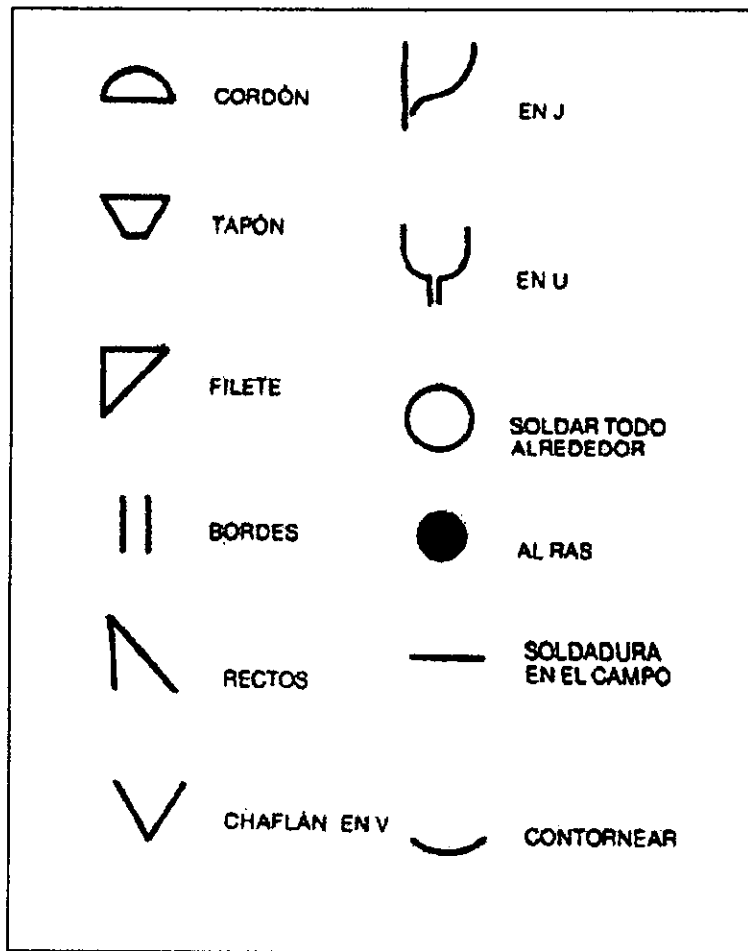


Figura 3-16

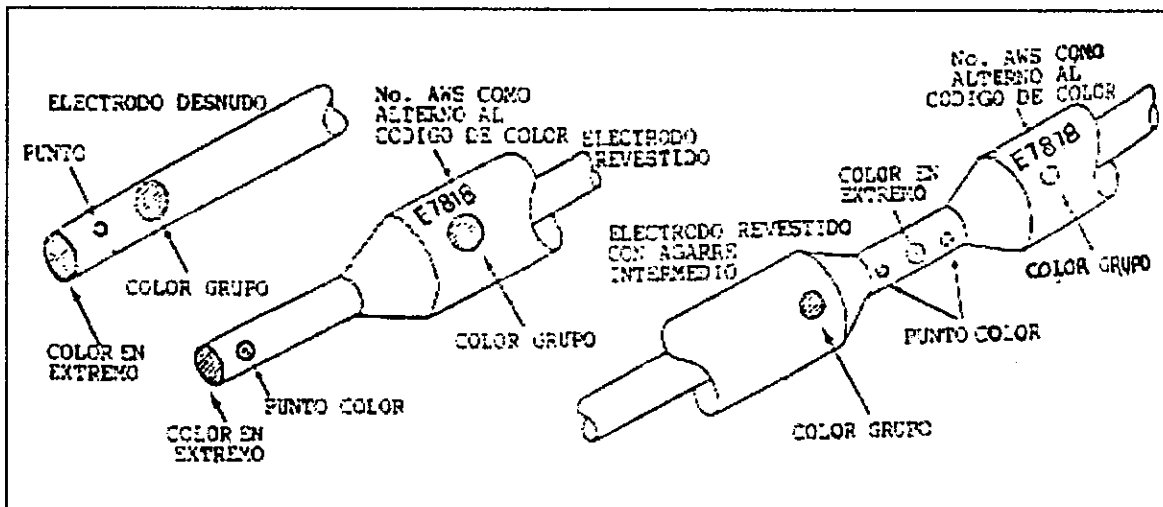
Selección y clasificación de los electrodos.

Los electrodos deben emplearse con el grueso mayor que permita el tamaño y calidad de la pieza que se trate de soldar.



Electrodos para soldar.

Pueden estar constituidos simplemente por una varilla de metal utilizado en la soldadura, en cuyo caso reciben el nombre de desnudos. Los electrodos pueden estar recubiertos por una envoltura constituida con un fúndente adecuado, denominándose revestidos.



Sistema de identificación de los electrodos para soldadura de acuerdo al AWS.

Los electrodos revestidos tienen triple acción:

- a) **Eléctrica.**- permite el empleo de la corriente alterna y cualquiera que sea la naturaleza de la corriente facilita el acabado del arco y lo hace estable.
- b) **Mecánica.**- ejerce un guiado mecánico del arco y modifica las tensiones superficiales del metal fundido y por lo tanto del depósito.
- c) **Metalúrgica.**- desprende gases que protegen a la soldadura contra la acción del aire. Los elementos que los constituyen se incorporarán al metal en fusión y mejoran sus cualidades, produce también una escoria cuyo depósito en la superficie de la soldadura protege el metal durante su enfriamiento, evitándose así la formación de una estructura indeseable en el cordón.

Para la selección del electrodo apropiado va a depender del tipo de recubrimiento (ligero y pesado), la composición química del metal y el diámetro deseado. Los tipos de recubrimiento y corriente se muestran en la siguiente tabla.

Tipos de recubrimiento y corriente.

DIGITO	TIPO DE RECUBRIMIENTO Y CORRIENTE	CORRIENTE PARA SOLDAR
0	SODIO CELULOSA	CDEP
1	POTASIO CELULOSA	CA o CDEP
2	SODIO TITANIO	CA o CDEN
3	POTASIO TITANIO	CA o CDEP
4	TITANIO POLVO FIERRO	CA o CDEN o CDEP
5	SODIO BAJO HIDROGENO	CA o CDEP
6	POTASIO BAJO HIDROGENO	CDEP
7	OXIDO DE FIERRO FE	CA o CDEP o CDEN
8	BAJO HIDROGENO FE	CA o CDEP

CA = CORRIENTE ALTERNA

CDEP = CORRIENTE DIRECTA ELECTRODO POSITIVO

CDEN = CORRIENTE DIRECTA ELECTRODO NEGATIVO

Electrodos metálicos.

- 1) Electrodos desnudos.
- 2) Electrodos polveados.
- 3) Electrodos sumergidos en flux.
- 5) Electrodos extruidos y cubiertos.

Los electrodos más comunes en relación con el tamaño de la varilla (dimensiones) son: 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16 y 3/8 en diámetro. Su longitud de estas varillas es de 14" para todos los tamaños aunque también se puede encontrar de 18".

Las propiedades de resistencia del metal de aporte que se usan en el diseño (ver tabla).

Tipo	Punto de fluencia mínimo en Kg/cm ²	Resistencia mínima a la tensión en Kg/cm ²
Serie E-60XX	3515 a 3878	4360 y 4710
Serie E-70XX	4220	5060
SAW-1	3165	4360 A 5625
SAW-2	3515	4920 A 6330

La mayoría de los electrodos son fabricados de acero suave, pero también se fabrican en metales aleados por ejemplo, de acero de baja aleación, Acero Molibdeno-Manganeso, Cobre-Aluminio etc.

De acuerdo al AWS los electrodos los clasifica de la siguiente manera:

- La letra E precediendo los cuatro o cinco dígitos indica un electrodo para utilizarse en soldadura de arco (EXXXXX).
- Los primeros dos o tres dígitos de los cuatro o cinco representan el esfuerzo a la tensión (E60XX) o (E-100XX) en donde 60 significa 60,000 libras por pulgada cuadrada.
- El segundo dígito de la derecha indica la posición recomendada de la junta para la cual el electrodo esta diseñado para soldar por ejemplo: EXX1X; el electrodo soldara en todas las posiciones; EXX2X; el electrodo debe utilizarse en plano o en posición horizontal y el EXX3X; el electrodo es recomendado para soldaduras en posición plana.
- Los dígitos de mas a la derecha indican la composición de recubrimiento por ejemplo el EXX20 indica que debe utilizarse en posición plan u horizontal y que el recubrimiento contiene alto oxido de Hierro.
- Ocasionalmente un numero de electrodo puede llevar un sufijo de letra y numero para electrodos con acero de baja aleación. El sufijo indica el material depositado por ejemplo A1 que indica la composición química del material depositado es un acero de baja aleación al Molibdeno con 1/2% de Molibdeno.

Electrodos de bajo oxigeno.

No es recomendable usarlos ya que causan fracturas intergranulares. Disminuye la resistencia a la fatiga y al esfuerzo.

Electrodos con polvo de hierro.

La adición con polvo de hierro a las cubiertas de recubrimiento de los electrodos de arco, cambia el arco favorablemente. Se incrementa en buena cantidad el metal depositado.

Electrodos de carbono.

Estos se usan para corte. La calidad de la varilla debe ser extremadamente alta, así como la estructura del carbono debe estar uniforme. Los dos tipos de electrodos de carbono y los de grafito. El grafito tiene mejor conductividad y es usualmente de calidad mas uniforme.

En la tabla siguiente se muestran usos y aplicaciones de algunos electrodos.

NOMBRE COMERCIAL	CLASIFICACION AWS	USOS Y APLICACIONES	TIPO DE INDUSTRIA	CARACTERISTICAS
POLVO DE HIERRO				
INFRA 724	E7024	FABRICACION DE TANQUES, RECONSTRUCCION DE EJES Y FLECHAS, VIGAS, ESTRUCTURAS TIPO "H" COMO ACABADO FINAL, MAQUINARIA, BASES CUBIERTAS SOLDADAS	METAL-MECANICA LIGERA Y PESADA, CONSTRUCCION DE MAQUINARIA EN GRAL Y FABRICACION DE ESTRUCTURAS.	ALTO RENDIMIENTO AL DEPOSITO CON UN ARCO SUAVE Y ESCORIA DE FACIL DESPRENDIMIENTO, UTILIZANDO LA TECNICA DE ARRASTRE, BUENAS CARACTERIDTICAS MECANICAS, CALIDAD RADIOGRAFICA.
BASICOS (BAJO HIDROGENO)				
INFRA 718 LONGITUD 18" (455mm):	E7018	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA, ESTRUCTURAS SUJETAS A CARGAS DINAMICAS, CONSTRUCCION DE MAQUINARIA.	IND. CEMENTERA, FABRICACION DE MAQUINARIA, IND. PETROLERA Y PETROQUIMICA, PAILERIA Y ESTRUCTURISTA.	EXCELENTE ENCENDIDO Y REENCENDIDO, DEPOSITOS DE ALTA CALIDAD METALURGICA Y MAXIMA RESISTENCIA AL IMPACTO, CALIDAD RADIOGRAFICA.
INFRA 718 OPTIMUS LONGITUD 14" (349mm)	E7818	ESTRUCUTURAS SUJETAS A CARGAS DINAMICAS, ESTRUCTURAS PESADAS, CONSTRUCCION DE MAQUINARIA, RECIPIENTES Y TUBERIA A PRESION.	MINERA, CEMENTERA, FABRICACION DE MAQUINARIA, PAILERIA, DÚCTOS, PETROLERA Y PETROQUIMICA.	ELECTRODOS DE BAJO HIDROGENO DE ALTAS PROPIEDADES MECANICAS Y DEPOSITOS DE ALTA CALIDAD, EMPAQUE DE LATA METALICA CON RESISTENCIA AL MEDIO AMBIENTE MARINO.

Técnicas de soldadura.

La técnica de soldadura se refiere al conjunto de detalles implicados en el proceso, tales como la posición al soldar, la preparación del metal antes de soldar, el ajuste de las juntas, el tipo y tamaño del electrodo, el uso del equipo de corriente alterna o directa y la polaridad adecuada del metal de base, el ajuste de la corriente y del voltaje para cada soldadura en particular, la velocidad de depósito del metal de aportación, el número de pasos para formar una soldadura, el mantenimiento del arco estable y de la forma adecuada de la soldadura.

Los defectos más importantes ocasionados por el uso de una técnica inadecuada de soldadura son: la socavación, la falta de fusión y penetración, la inclusión de escoria y la porosidad. La mayoría de estos defectos tienen como resultado concentraciones de esfuerzos bajo cargas y pueden reducir de este toda la resistencia de la soldadura, particularmente bajo cargas dinámicas o repetidas.

La socavación se define como el quemar excesivamente el metal de base. La tendencia a la socavación depende en mayor o menor grado de las características del electrodo y de la posición al soldar, frecuentemente es causada por corrientes y longitudes de arco excesivas. La socavación es fácilmente detectable por inspección visual. Puede corregirse depositando metal de aporte adicional después de que la superficie se halla limpiado adecuadamente.

- La falta de fusión se define como la falla del metal de base y del metal de aportación para fundirse en algún punto de la junta. Este defecto no es común en las soldaduras de arco, a menos que las superficies que suelden estén recubiertas con materiales extraños que eviten la fusión en ese punto. Si las superficies están adecuadamente limpias y se seleccionan correctamente el tamaño del electrodo, la velocidad y la corriente, se asegurará una completa fusión.
- La penetración incompleta se define como la falla del metal de base y del metal de aportación para fundirse en la raíz. Este defecto puede deberse a un mal diseño de la preparación, tal como una dimensión excesiva de la cara de la raíz, una abertura insuficiente en la raíz o un ángulo insuficiente de la preparación, o puede deberse a una técnica inapropiada como el uso de un electrodo de diámetro excesivamente grande, velocidad excesiva, o corriente insuficiente. La penetración incompleta es particularmente indeseable ya que causa concentraciones de esfuerzos bajo cargas y puede ser la causa de grietas debidas a la contracción.
- Las inclusiones de escoria se definen como los óxidos metálicos y otros componentes sólidos encontrados en ocasiones como inclusiones alargadas o globulares. Estos óxidos son el resultado de reacciones químicas entre el metal, el aire y el recubrimiento del electrodo durante el depósito y solidificación del metal de aportación. Puede evitarse en gran parte su formación mediante la selección de la composición química del electrodo y de su recubrimiento de tal modo que no reaccione con los elementos contenidos en el metal base. Como la escoria tiene una densidad menor que el metal fundido usualmente tiende a subir a la superficie y por lo tanto rara vez se presentan dificultades en soldaduras horizontales. Un enfriamiento rápido y un ángulo insuficiente de la preparación pueden evitar que la escoria suba a la superficie.

- La porosidad se define como la presencia de vacíos globulares a bolsas de gas en el metal de soldadura. El gas puede quedar atrapado en el metal de soldadura como resultado de insolubilidad reducida al enfriarse
- La soldadura por la formación de gases debido a reacciones químicas. La porosidad se debe frecuentemente al uso de corrientes o longitudes de arco excesivas.

Remaches

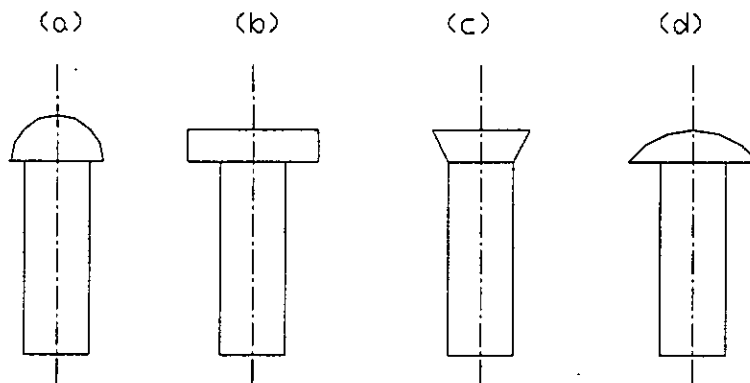
Los remaches están constituidos por un vástago redondo, en uno de los cuyos extremos tiene una cabeza generalmente en forma de casquete esférico, y cuyo otro extremo termina en espiga, la cual se forja en el sitio para formar una segunda cabeza y así unir los elementos que requiera la conexión.

Tipos de remaches

Existen varios tipos de remaches que se diferencian por la forma de su cabeza y se clasifican en:

- A) Remaches de cabeza redonda.
- B) Remaches de cabeza plana.
- C) Remaches de cabeza avellanada.
- D) Remaches de cabeza en gota (ver figura 3-17).

Cualquiera que sea el tipo de remache, la cabeza formada por el aplastamiento del extremo del vástago puede ser redonda o avellanada. Los de cabeza de forma redonda son los más frecuentemente utilizados y los de cabeza avellanada sólo se emplean en los casos en que no es posible conservar un resalte sobre la superficie de los elementos unidos.



Diferentes tipos de remaches.

Fig. 3-17

Las dimensiones de los remaches utilizados en trabajos de construcción ordinaria son de 3/4" y 7/8" de diámetro, pero se pueden tener trabajos estandarizados desde 1/2" hasta 1 1/2" con incrementos de 1/8". Las dimensiones menores se utilizan en pequeñas armaduras para techos, señales, torres pequeñas, etc. Para las medidas mayores se utilizan para puentes muy grandes, torres o construcciones elevadas. El uso de más de uno o dos dimensiones de remaches en un trabajo sencillo es poco recomendable, porque es costoso e inconveniente punzonar en el taller agujeros de diferentes medidas en un miembro y el manejo de remaches de diferentes medidas en el campo suele provocar errores y confusiones.

En los planos de fabricación se utilizan diversos símbolos para representar los diferentes tipos de remaches.

Aceros para remaches

Los remaches utilizados en la construcción de estructuras metálicas, usualmente se fabrican de un tipo de acero más dulce que el que constituye los elementos estructurales porque las condiciones de colocación endurecen el metal del remache. Las principales clasificaciones de acero ASTM para remaches son:

- Especificación ASTM A502, grado I.

Se usan para la mayoría de los trabajos de estructuras incluyendo las de acero de alta resistencia, son de bajo contenido de carbono.

Son menos resistentes que el acero estructural al carbono ordinario y tiene mayor ductibilidad. Tiene un límite de fluencia mínimo de 1970 kg/cm² y una resistencia a la tensión que va de 3655 kg/cm² a 4360 kg/cm².

- Especificación ASTM A502 grado II.

Estos remaches tienen alta resistencia, mayor que los remaches de grado I y fueron desarrollados para los aceros de alta resistencia. Estos remaches tienen más carbono y son más duros que los remaches de grado I. Tienen un límite de fluencia mínimo de 2670 kg/cm² y una resistencia a la tensión que va de 4700 kg/cm² a 5765 kg/cm². Su alta resistencia permite al calculista utilizar menos, remaches en conexiones y por tanto placas de unión más pequeñas.

Son considerablemente más costosos que los remaches de grado I.

Calentamiento de remaches.

Tanto en los talleres como en la obra, los remaches se calientan mediante un horno, fragua de carbón o de gas, o bien con un calentador eléctrico hasta una temperatura de 1600° F aproximadamente (que corresponde al calor rojo-cereza), para facilitar la ejecución del remachado. Se debe evitar que los remaches alcancen una temperatura mucho más elevada, porque se modifican sus propiedades mecánicas, es decir que pierden sus cualidades de resistencia, ductibilidad y se dice entonces que el remache se ha quemado.

Proceso de remachado.

Este proceso se puede llevar a cabo en caliente o en frío según convenga.

El proceso de remachado en caliente consiste en calentar el remache a una temperatura aproximada de 1000° F e introducir su vástago en un agujero circular practicado en las piezas que deben empalmarse, hasta que la cabeza del remache se apoye sobre ellas. Posteriormente la parte del vástago que rebasa el espesor total de la junta se aplasta para formarle una segunda cabeza al remache. Durante el aplastamiento del vástago, este llena el hueco que resulta de la diferencia de los diámetros del vástago y del agujero practicado en las piezas.

Una vez colocado el remache tiende a enfriarse y se contrae tanto longitudinal como transversalmente apretando así firmemente las partes conectadas. La tendencia del remache a encogerse longitudinalmente, es cortada en gran parte por las placas, de tal manera que se produce tensión en el vástago y compresión entre las placas denominadas "acción de apriete" que da una resistencia por fricción contra el deslizamiento de las placas; sin embargo esta fricción no es confiable y las especificaciones no la toman en cuenta para la resistencia de una conexión. La disminución en el diámetro del remachado se debe en parte al encogimiento a medida que se enfría y en parte al efecto de Poisson del material en tensión longitudinal; de este modo, los remaches hincados en caliente pueden quedar de un tamaño menor que el del agujero.

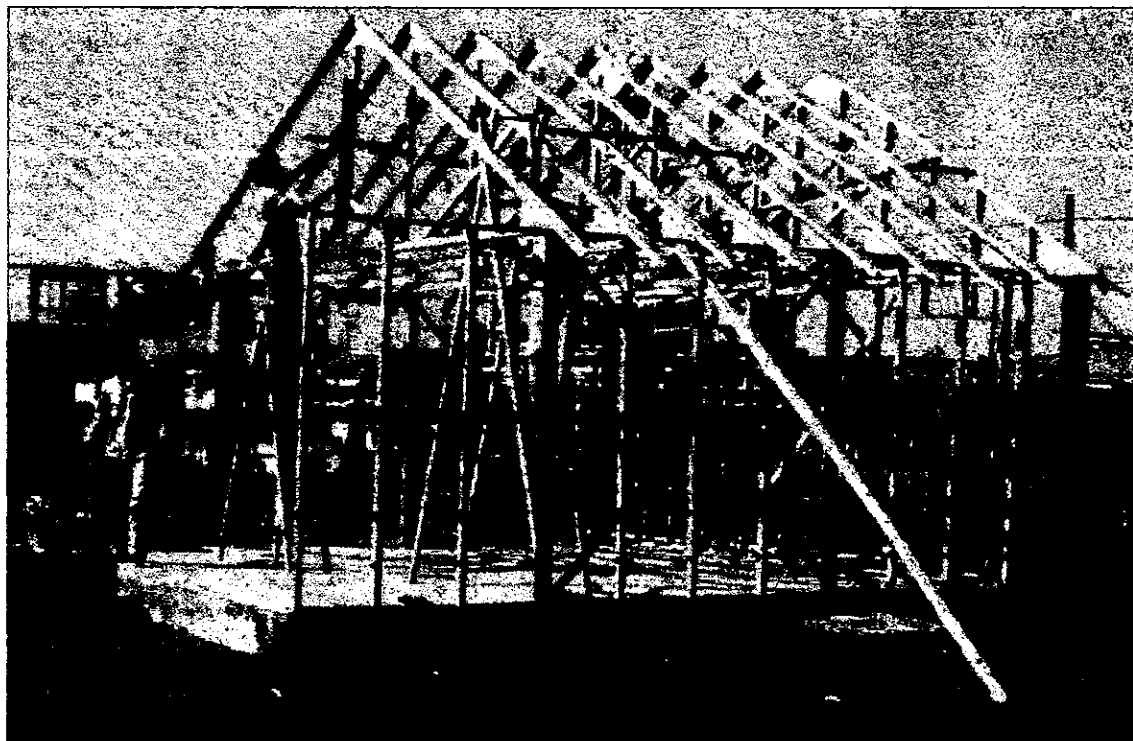
El proceso de remachado en frío es semejante al remachado en caliente con la salvedad de que los remaches se instalan a temperatura ambiente y requieren de grandes presiones para formar la cabeza y completar el proceso. Obviamente el proceso de instalación en frío es para remaches de dimensiones pequeñas, del orden de 3/4" o menores; aunque en los mayores ha sido utilizado con éxito. Los remaches manejados en frío rellenan mejor los agujeros, eliminan el costo de calentamiento y son más resistentes debido a que el acero es trabajado en frío sin embargo, hay una reducción en la fuerza de agarre, ya que los remaches no se contraen después de colocados, ni desarrollan fricción. Este proceso de remachado en frío se ve limitado por el equipo necesario y la inconveniencia de usarlo en el campo.

Tornillos.

El montaje de estructuras de acero por medio de tornillos, es un proceso muy rápido y requiere de mano de obra especializada; esto lleva a una gran ventaja económica.

Los tornillos están formados por un vástago redondo, en uno de cuyos extremos se encuentra formada por una cabeza y en el otro un roscado helicoidal para recibir una tuerca. En general se usan para unir entre sí piezas de acero insertándolas a través de agujeros hechos en dichas piezas y apretando la tuerca en el extremo roscado. Los más utilizados tienen diámetros que varían de 5/8" a 1 1/4", aunque ocasionalmente se usan tamaños mayores o menores.

Entre sus principales aplicaciones de los tornillos estructurales, se encuentra su uso en construcciones de acero para servir como medio de unión temporal para la conexión de miembros, para soportar esfuerzos de tensión altos, y para conexiones permanentes de algunos miembros en localizaciones aisladas.



Estructura con uniones atornilladas.

Tornillos utilizados en las construcciones metálicas.

Tornillos estructurales ordinarios o comunes.

Se fabrican de acero de bajo contenido de carbono (A307) con una resistencia última a la tensión de aproximadamente 4570 Kg/cm^2 . Por lo general tienen cabeza y tuerca cuadrada y son más económicos, sin embargo se usan los de cabeza y tuerca hexagonal ya que tienen son más fáciles de colocar y de apretar debido a que las llaves usadas requieren menor espacio para girar. Como tienen tolerancias relativamente grandes en las dimensiones del vástago y de la cuerda, sus esfuerzos permisibles son menores que de los remaches o los tornillos maquinados. Son usados primordialmente en estructuras ligeras sujetas a cargas estáticas y para miembros secundarios (tales como largueros, contravientos, etc.) de estructuras grandes.

Tornillos de alta resistencia.

Los tornillos de alta resistencia se fabrican con aceros tratados y templados (ASTM A325 y ASTM490), con una resistencia última a la tensión de 7381 y el segundo de 10545 Kg/cm^2 .

Los tornillos A490 se marcan con su nombre en la cabeza y con la leyenda 2H o DH en la tuerca.

Respecto al tipo de juntas con tornillos de alta resistencia, se distinguen dos tipos: juntas de fricción y juntas de aplastamiento.

Las primeras se caracterizan porque la transmisión de las fuerzas que actúan en la conexión se logra únicamente por la fricción que se desarrolla entre los elementos que la constituyen. En estas juntas el deslizamiento entre las piezas que se unen no es aceptable; se considera que el deslizamiento equivaldría a la falla.

La magnitud de la fricción depende de la fuerza de tensión en el tornillos y de las características de la superficie de los elementos que se conectan.

Las conexiones de fricción se especifican como necesarias en todos aquellos casos en que se esperan incrementos de esfuerzos y en los que las condiciones de trabajo, el deslizamiento se considera indeseable.

Hay ocasiones en que el incremento de esfuerzos no ocurre y en que, al colocar los tornillos, la carga muerta los presiona contra los lados del agujero, entonces el trabajo de la junta puede ser por aplastamiento y por cortante y se presentan entonces las conexiones llamadas de aplastamiento.

Sea en juntas de fricción o de aplastamiento, los tornillos de alta resistencia deben colocarse de modo que queden sometidos a una fuerza mínima de tensión especificada.

La tensión especificada se puede dar uso de un indicador directo de tensión o usando dos métodos que se basan en el hecho de que la tensión en el tornillos se puede relacionar con dos cantidades observables, el alargamiento del tornillo y el giro de la tuerca.

El primero de estos métodos consigue la tensión usando llaves calibradas, el segundo dando el giro especificado a la tuerca.

El método de la llave calibrada implica el ajuste frecuente de la llave con un dispositivo capaz de medir la tensión en tornillos típicos de la conexión, ya que el ajuste pierde precisión con facilidad porque las condiciones de distintas juntas son muy diferentes entre sí; se especifica que la calibración se realice una vez por cada día de trabajo y por cada diámetro de tornillo.

Se exige también, cuando se usa este método, que se coloque una rondana bajo la parte del tornillo que se accione con la llave, con objeto de minimizar las irregularidades en la tensión producida que inevitablemente existen al utilizar este método.

El método de giro de la tuerca requiere un control de la colocación de los tornillos más simple que la anterior y este consiste en apretar, en una primera etapa, todos los tornillos con una llave normal de tuercas, hasta el esfuerzo máximo de un hombre y enseguida, dar a la tuerca $\frac{1}{2}$ adicional; excepcionalmente el giro debe ser mayor.

Los tornillos requieren un adecuado control de calidad. Las normas fijan los requerimientos que el fabricante debe llenar para garantizar la cantidad de su producto; los resultados de estas pruebas se proporcionan en un certificado que a petición del comprador, debe expedir el fabricante.

Las pruebas además de la verificación de dimensiones y marcas, son: de composición química, de tensión (o de dureza cuando el tornillo es demasiado corto para someterlo a tensión), y de dureza, que no debe ser mayor que un valor especificado, para asegurar, en forma indirecta, la ductibilidad (ver las tablas siguientes).

Sin embargo es muy recomendable realizar pruebas adicionales definiendo lotes entre tornillos que se utilizarán. Se define un lote por cada diámetro y longitud de tornillos que se usen. Las normas ASTM recomiendan como número de pruebas a realizar las siguientes:

No. de piezas en el lote	Número de especímenes
800	1
801 a 8000	2
8001 a 22000	3
más de 22000	5

Si cualquiera de los especímenes falla se especifica realizar una prueba con el doble de especímenes y en este caso todos deberán pasarla.

RESISTENCIA A LA TENSION	
Diámetro mm.	Resistencia a la tensión Kg/cm ²
12.7 a 25.4	8444
28.6 a 38.1	7390

REQUISITOS DE DUREZA.

DIAMETRO		DUREA BRINELL		DUREZA ROCKWELL C.	
Pulg.	mm.	mín.	máx.	mín.	máx.
½ a 1	12.7 a 25.4	241	331	23	35
1 1/8 a 1 1/2	28.6 a 38.1	223	293	19	31

REQUISITOS QUIMICOS.

ELEMENTO	COMPOSICION EN %
	Pernos Tipo 1
Carbono, mínimo	0.27
Manganeso, mínimo	0.47
Fósforo, máximo	0.048
Azufre, máximo	0.058
Boro, mínimo	----

Ventajas con los tornillos de alta resistencia.

- Las cuadrillas de hombres necesarios para atornillar son menores que las necesarias para remaches.
- En comparación con los remaches, se requiere menor número de tornillos para suministrar la misma resistencia.
- Las juntas atornilladas pueden realizarse por hombres de mucho menor entrenamiento y experiencia que los necesarios para producir conexiones soldadas o remachadas de calidad semejante.
- Se hace muy poco ruido en comparación con el remachado.
- Se requiere equipo más barato para realizar conexiones atornilladas.
- No existe riesgo de fuego ni hay peligro proveniente del lanzamiento de los remaches calientes.
- Las pruebas en las juntas remachadas y en juntas atornilladas bajo las mismas condiciones, muestran que las juntas atornilladas tienen una mayor resistencia a la fatiga. Su resistencia a la fatiga también es igual o mayor que la obtenida con juntas sueldadas equivalentes.

Montaje.

El montaje estructural consiste en tomar diferentes elementos estructurales que han sido fabricados a partir de placas, ángulos, y otros perfiles laminados y colocarlos directamente en su posición definitiva con el equipo apropiado, que puede incluir grúas especiales, gatos, malacates, etc. según sea el tipo de estructura.

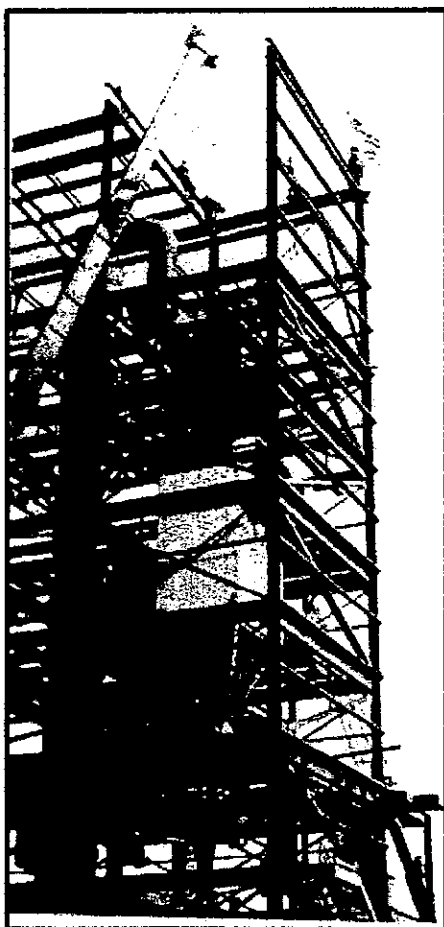


Una grúa coloca en obra los elementos que conformaran la estructura

Después se ajustan los elementos estructurales a sus soportes o a las partes adyacentes de la estructura por medio de conexiones provisionales y por último se efectúan las operaciones de alineación, plomeo y fijación permanente mediante tornillos, remaches y soldadura para formar la estructura terminada. El montaje se lleva a cabo de acuerdo al programa y planos de montaje.

Para realizar con seguridad la construcción de estructuras de grandes dimensiones, se requiere un análisis detallado de los esfuerzos y las deformaciones que se presentarán durante las distintas etapas del montaje.

Los métodos usados en el montaje de estructuras de acero varían según el tipo y el tamaño de la estructura, las condiciones del lugar, la disponibilidad del equipo y la preferencia de la persona que ejecuta el montaje. Los procedimientos de montaje no pueden regularizarse completamente, ya que cada problema tiene características especiales que deben tomarse en cuenta al desarrollar el plan de montaje más conveniente.



Montaje en edificio industrial

Procedimientos de montaje.

El acero estructural se monta mediante dispositivos para elevación manual y elevación mecánica.



Cable principal de carga

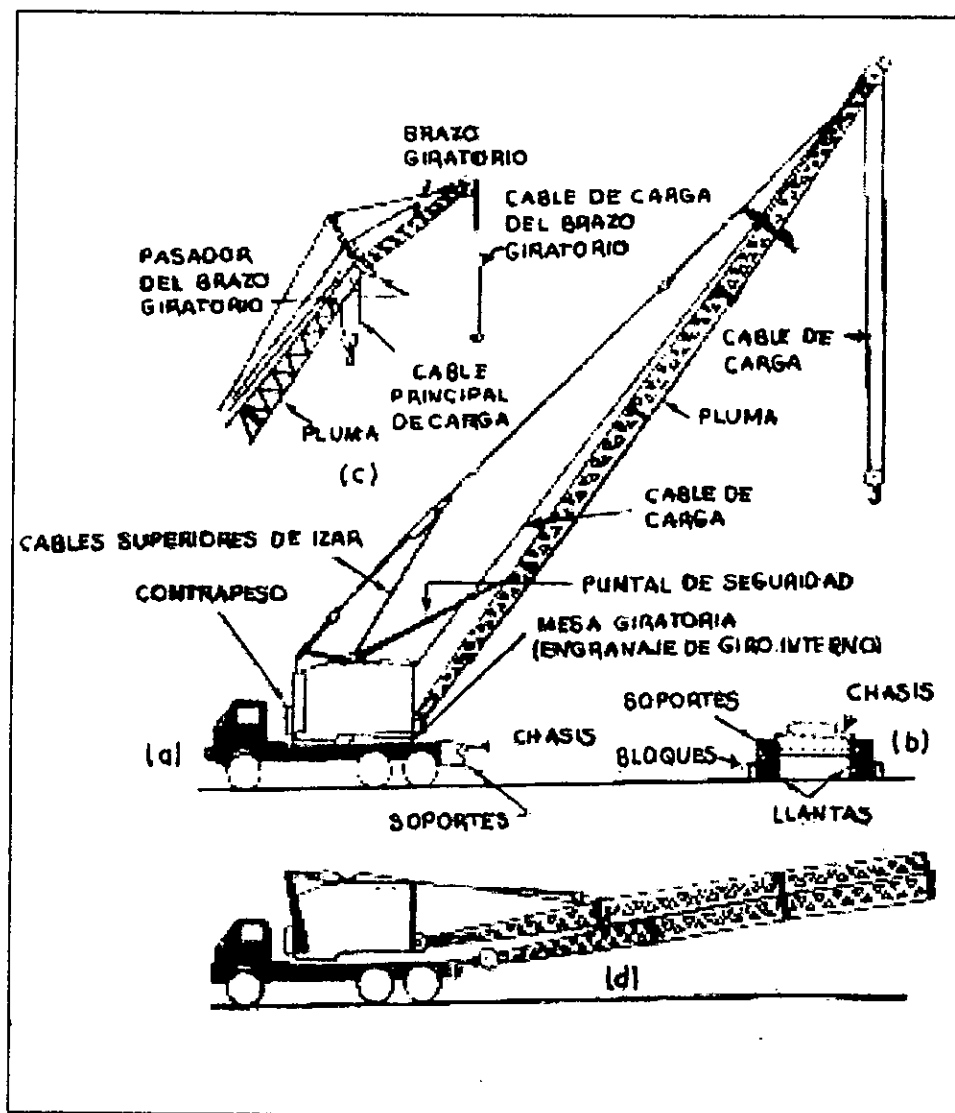
El dispositivo manual más simple es la grúa de poste o pluma. Las grúas son equipos mecánicos de montaje que constan principalmente de una cabina rotatoria con un contrapeso y una pluma móvil. Pueden insertarse y removerse secciones de pluma, y agregar brazos giratorios para aumentar el alcance.



Grúa montada en camión

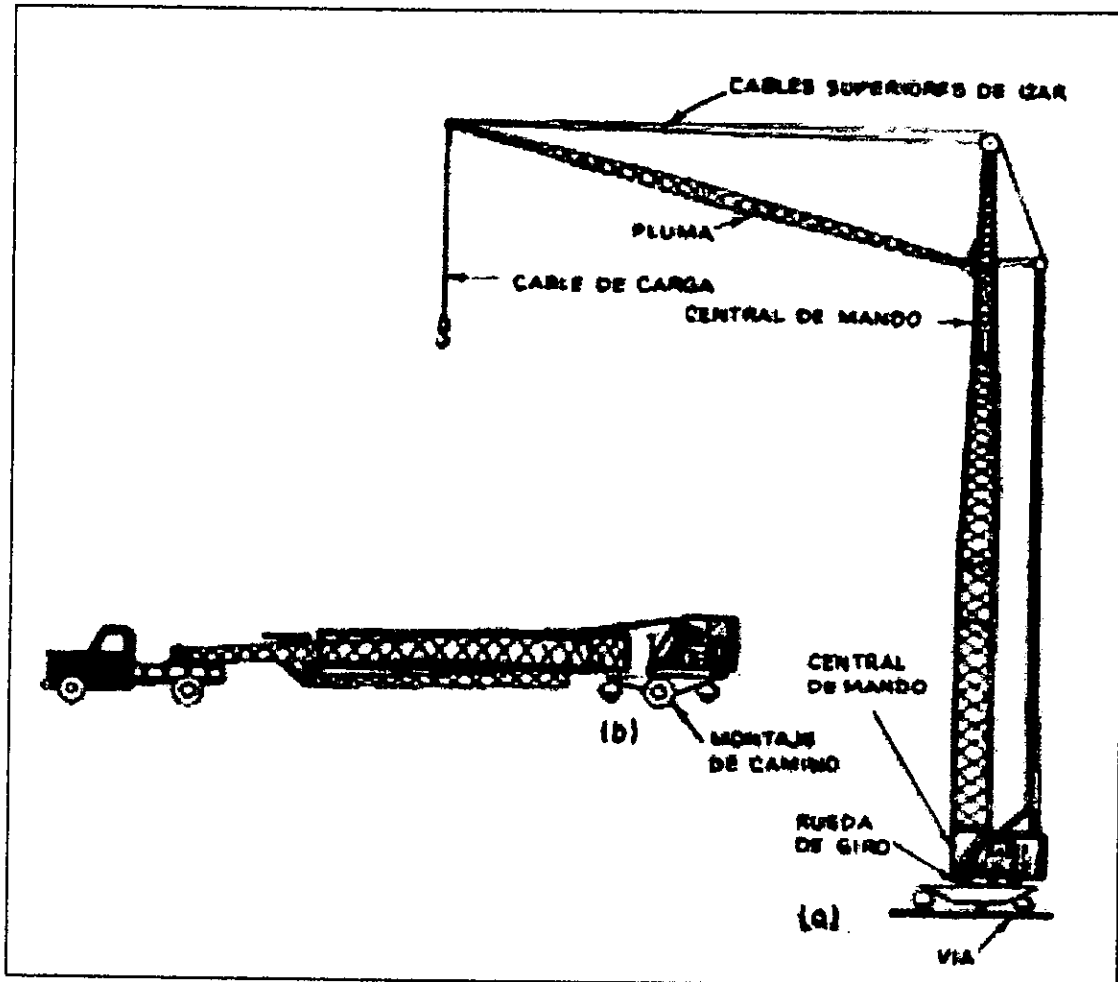
Las grúas para montaje se pueden seleccionar cuando en el lugar de la obra se espera encontrar un terreno con condiciones adecuadas para la operación de grúas móviles. Las grúas pueden montarse en un camión, de orugas o de locomotora. El camión requiere terreno firme. Es útil en obras pequeñas, en donde se requieren maniobras y alcance. Las grúas de oruga se usan en suelos mojados o donde existe una superficie irregular o con inclinación.

En caso de que existan zanjas o aberturas, es necesario asegurarse de que se puedan construir pasos o puentes para soportar la grúa; también, es necesario confirmar si habrá zapatas, cimentaciones o muros que puedan interferir con los movimientos de las grúas y si habrá obstáculos elevados. Este equipo se podrá utilizar si el peso de las piezas que se izarán a las diferentes alturas está dentro de la capacidad de dichas grúas.



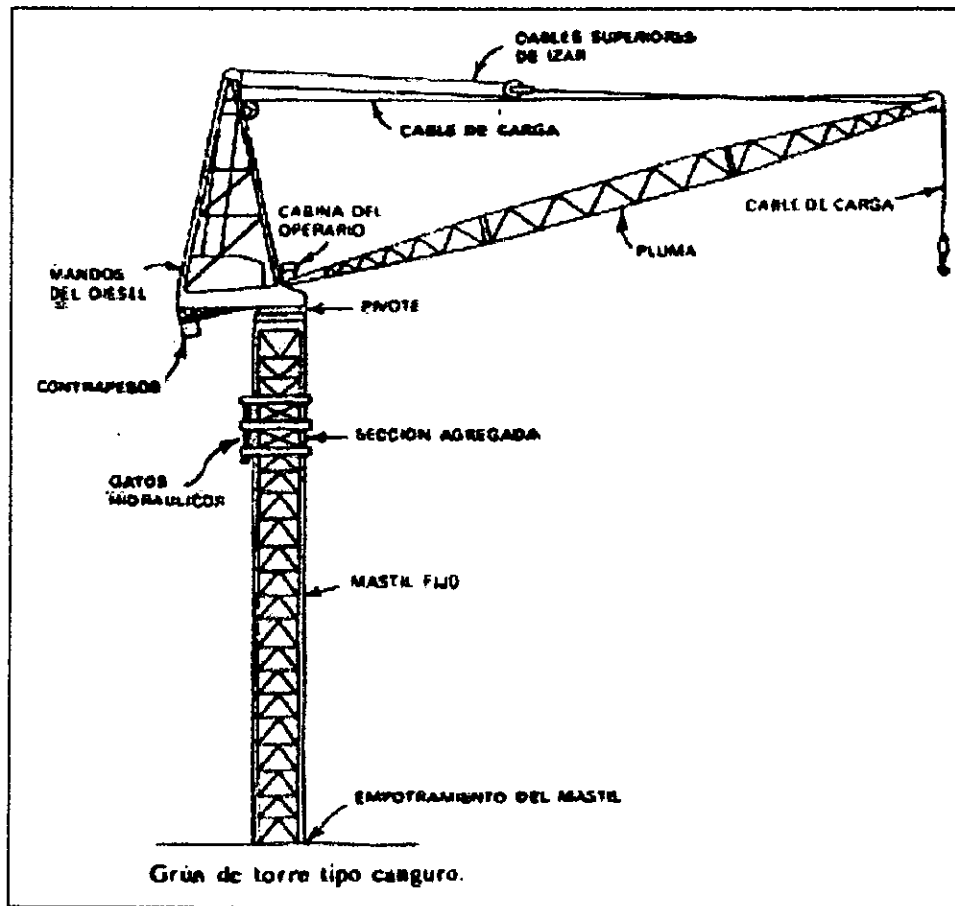
Elementos que conforman una grúa

La grúa de torre o giratoria del tipo fijo o levadizo requiere de un anclaje excepcional, ya que debe contar con grandes contrapesos o tirantes, para compensar el excesivo momento de volteo. En el caso de una estructura larga debe contarse con espacio suficiente a todo lo largo, para poder utilizarla deberá estar montada sobre una plataforma sobre rieles tendidos en el piso.

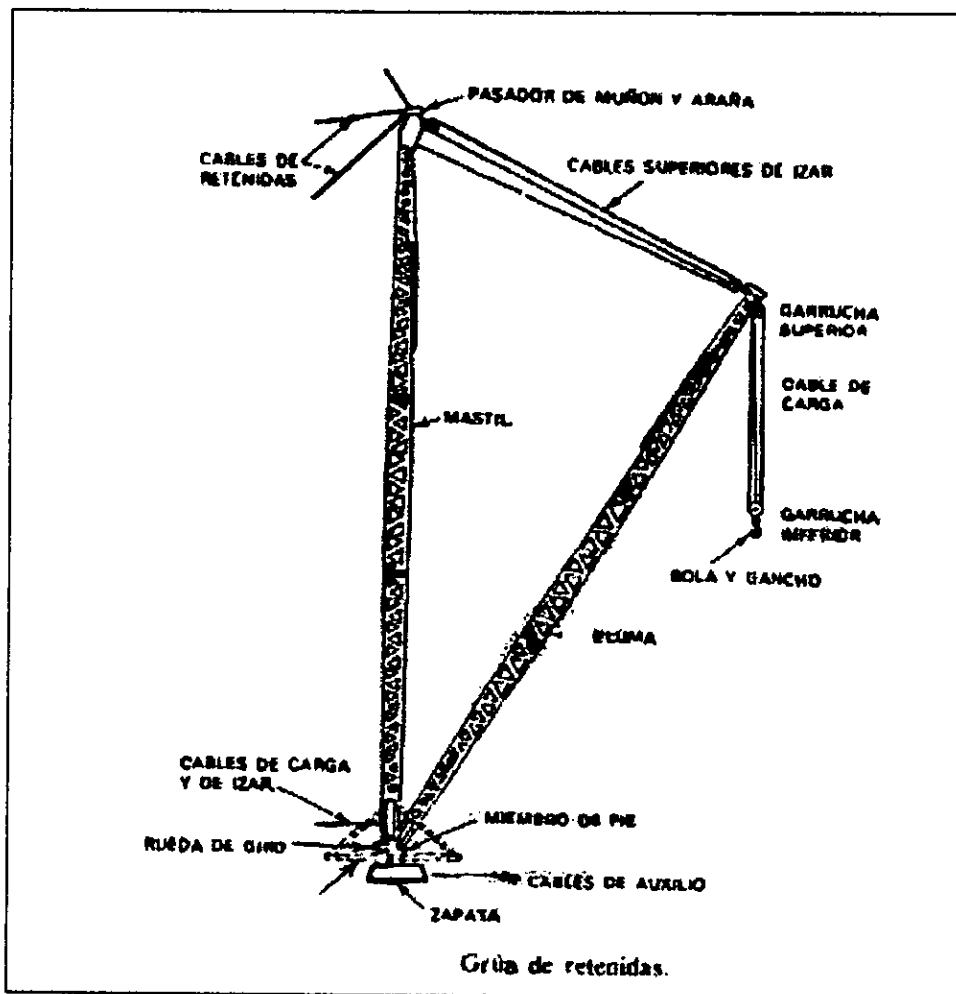


Grúa de torre o giratoria

Para una grúa de torre, la central de control puede colocarse sobre la grúa o en una posición distante que capacite al operario para ver siempre la carga. El equipo también puede usarse para colocar el concreto directamente en las formas para pisos y techos, para eliminar rampas, tolvas y carretillas, cuenta con un sistema gatos hidráulicos en el cual pueden agregarse nuevas secciones de mástil para aumentar su altura. Al aumentar la altura de la torre, el mástil se debe sujetar con la obra de la estructura para hacerla más estable.

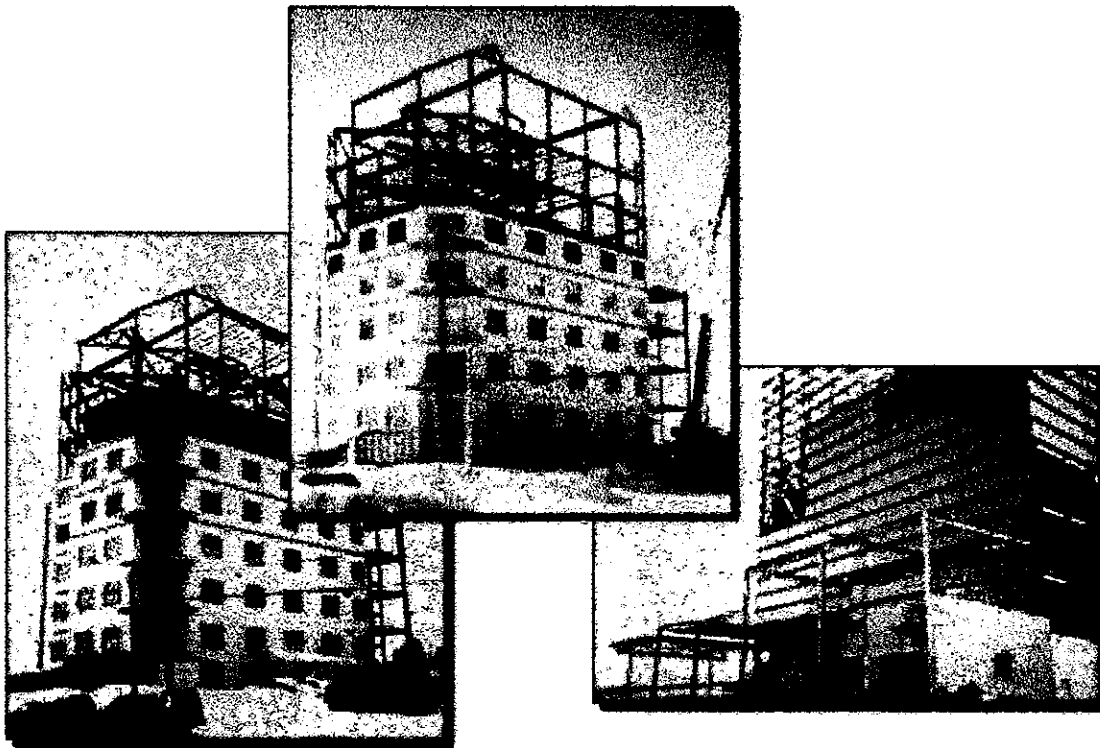


En el caso de las grúas de retenidas, pueden ser ventajosas para erigir edificios de varios pisos. Estas estructuras se "brincan" de un piso a otro. El brazo sirve temporalmente como una pluma para elevar el mástil a un nivel superior. Luego el mástil se asegura en su lugar y, en acción como una pluma, eleva la pluma a su siguiente posición.



Ninguna regla general puede darse respecto a la elección de un dispositivo de montaje, pero se deben atender otros factores como el costo de la maquinaria, la mano de obra, el seguro y el costo de la energía.

Montaje de edificios de varios pisos. Por lo general en edificios de claros de entrepisos pequeños el montaje se realiza en tramos de dos pisos cada uno. Esto es debido a las maniobras de montaje.

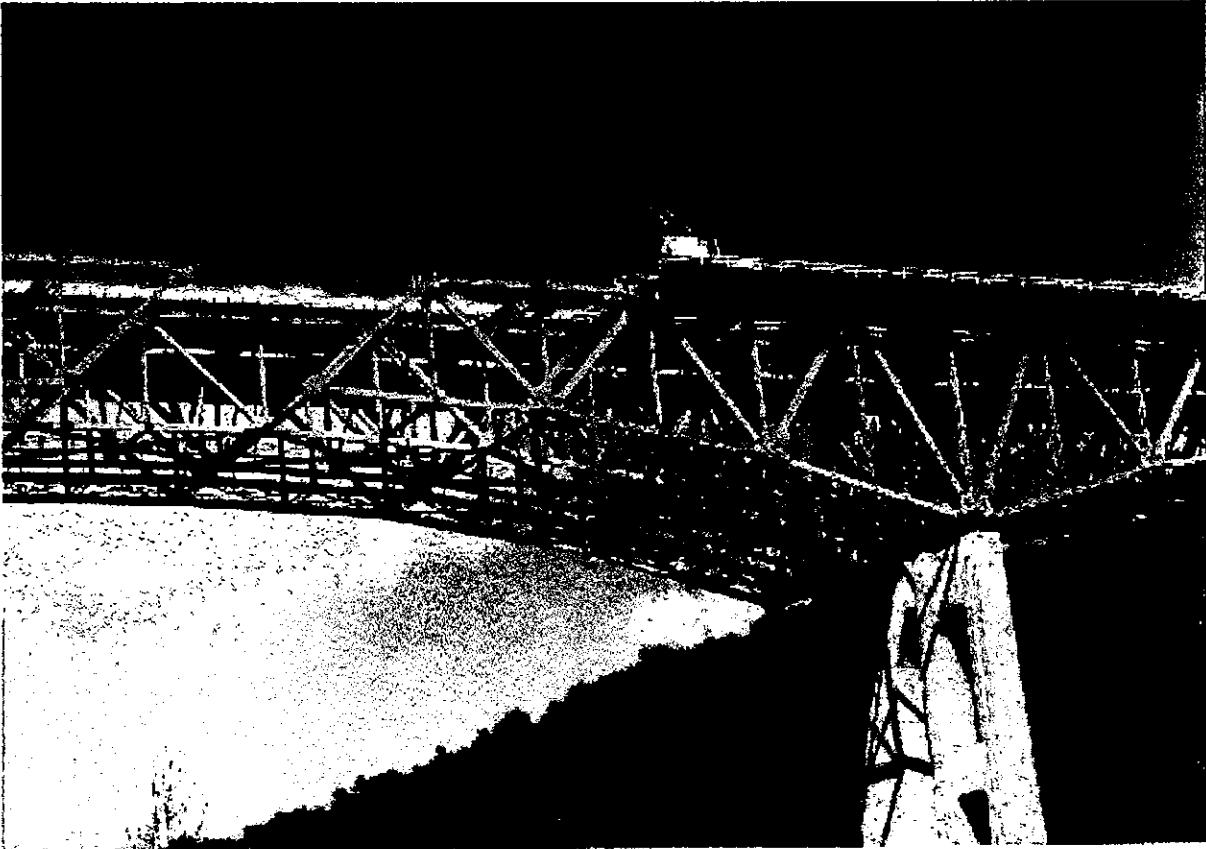


Edificios de varios pisos.

Después de terminada la cimentación se levantan las columnas, se colocan sobre las placas de base y se atornillan en su lugar; es costumbre contraventear lateralmente las columnas durante el montaje hasta que se complete la estructura. Una vez instaladas las columnas izan las vigas y traveses para ajustarlas a estas y se atornillan provisionalmente.

Tan pronto como se colocan en su lugar las traveses de toda una planta, se plomean las columnas, se nivelan las traveses y se conectan permanentemente las partes entre sí por medio de remaches, tobillos de alta resistencia o soldadura. Cuando se completa un tramo se comienza el siguiente, repitiendo la secuencia del primero.

Montaje de puentes en armaduras. La armadura se ensambla en el lugar usando una obra falsa por debajo de ella y erigiéndola miembro por miembro.



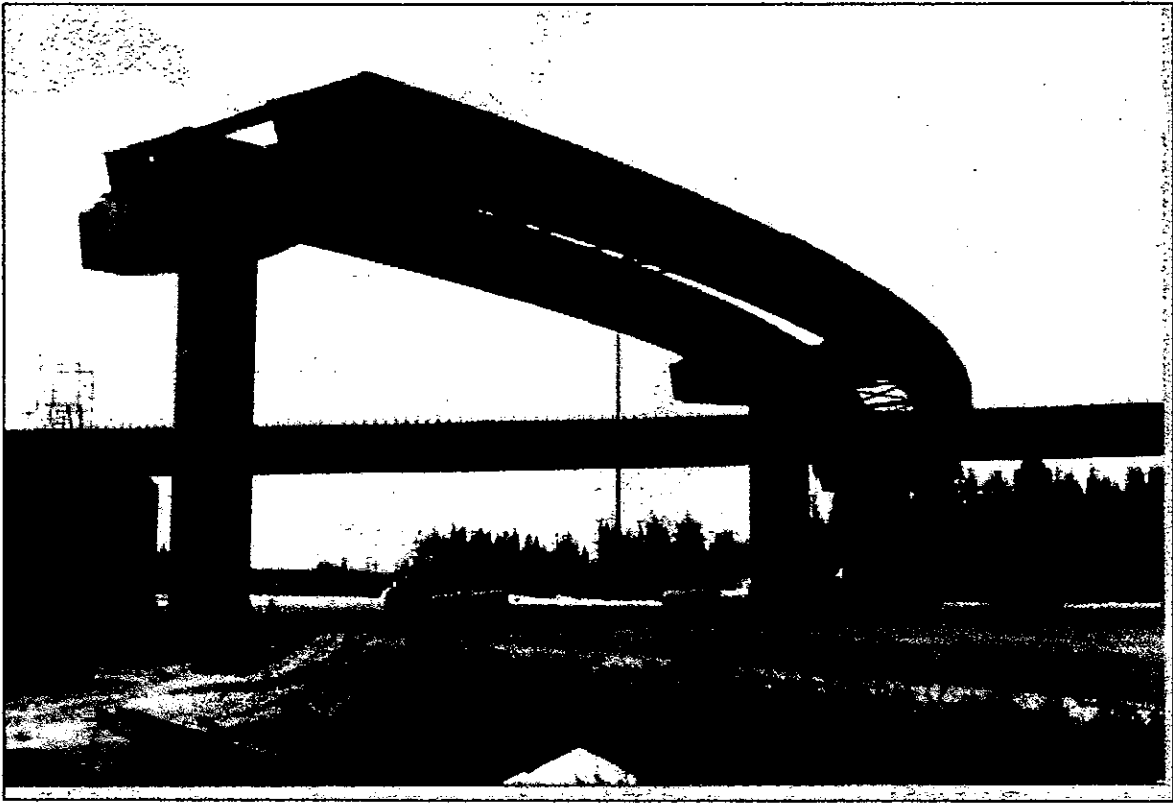
Montaje de puentes de armaduras

Se colocan primero las cuerdas inferiores a las que se fija a continuación el sistema de piso, y se continua con los miembros del alma, cuerda superior y contraventeo.

En ocasiones resulta económico el uso de una armadura ligera que puede colocarse en posición en cada uno de los claros mediante barcazas en vez de construir obras falsas para todos ellos.

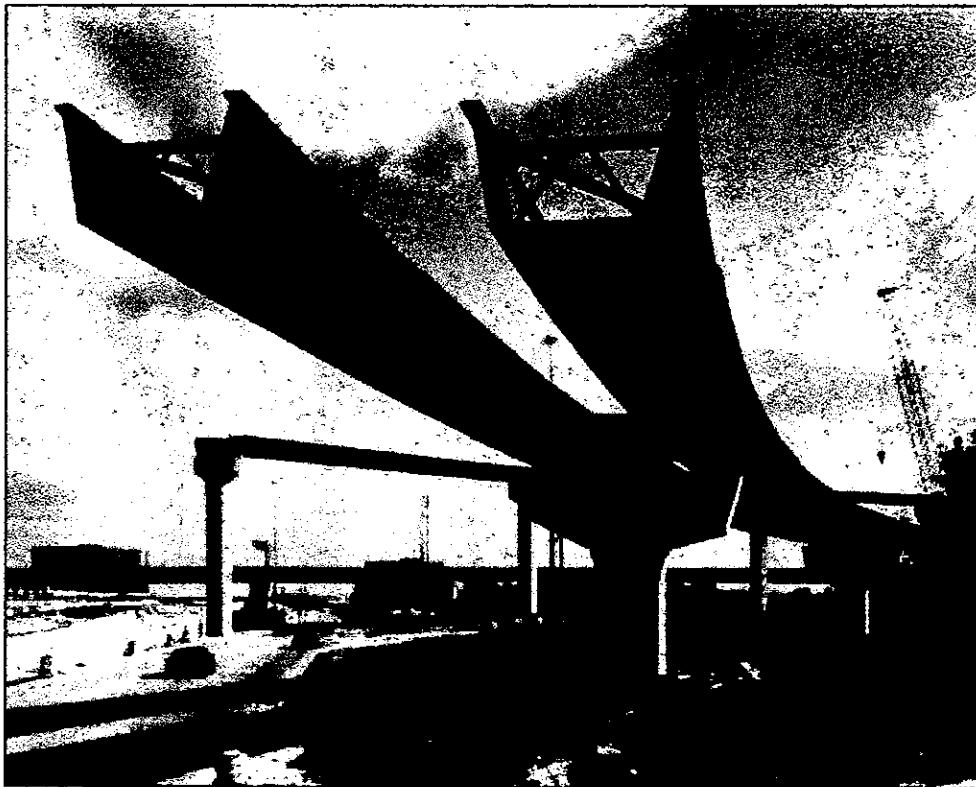
Otra alternativa es ensamblar cada claro de armadura en tierra y llevarlo en barcazas a su posición final para montarla.

Montaje en voladizo para puentes. Para claros de puentes en arco o con voladizos a menudo resulta económico montarlos en voladizo partiendo de las orillas o de las rampas de acercamiento.



Montaje en voladizo para puentes.

Se construye el puente desde los soportes hacia fuera miembro por miembro.



Maniobras para el montaje de un puente en voladizo

El uso de la obra falsa sobre desfiladeros profundos o corrientes de agua produce grandes ahorros, aunque a veces se tengan que reforzar los miembros del puente para soportar los esfuerzos de montaje.

Montaje de edificios industriales. Los edificios industriales de uno o dos pisos se montan generalmente con grúas. Se ensambla y conecta cada nave según se va moviendo la grúa a lo largo del edificio. Los elementos en tensión se utilizan como parte del contraventeo de las vigas y columnas de la cubierta, junto con las paredes con objeto de dar soporte lateral a las secciones transversales escogidas y de resistir las fuerzas horizontales producidas por viento o sismo (ver figura 3-18), y como tirantes de largueros, que ayudan a alinearlos durante el montaje, y resisten la componente de la carga vertical paralela a la cubierta o la carga vertical total en las paredes, proporcionan soporte lateral a los largueros.

Los miembros de contraventeo se colocan también en posición, en piezas de tamaño adecuado para su manejo y conexión.

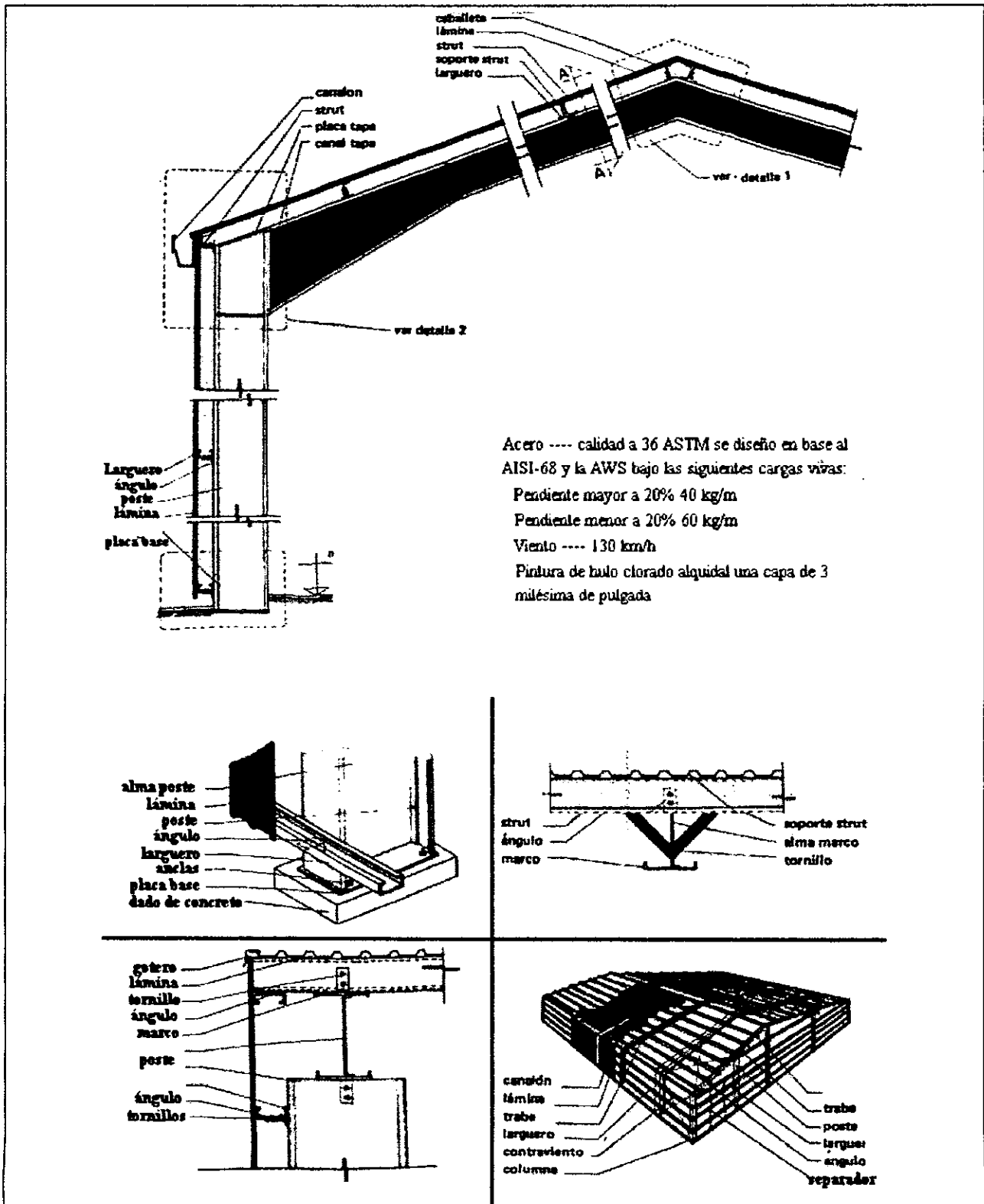
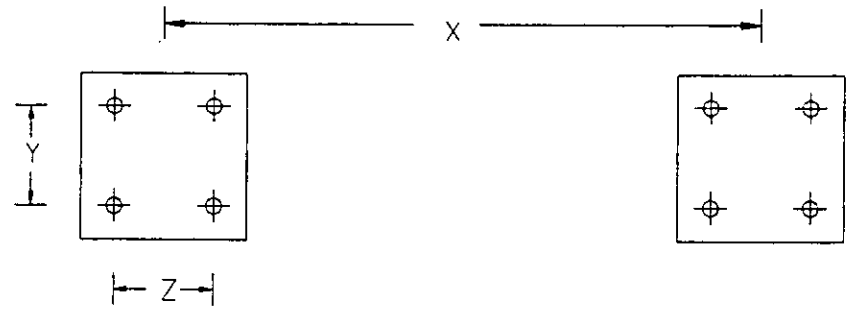


Fig. 3-18

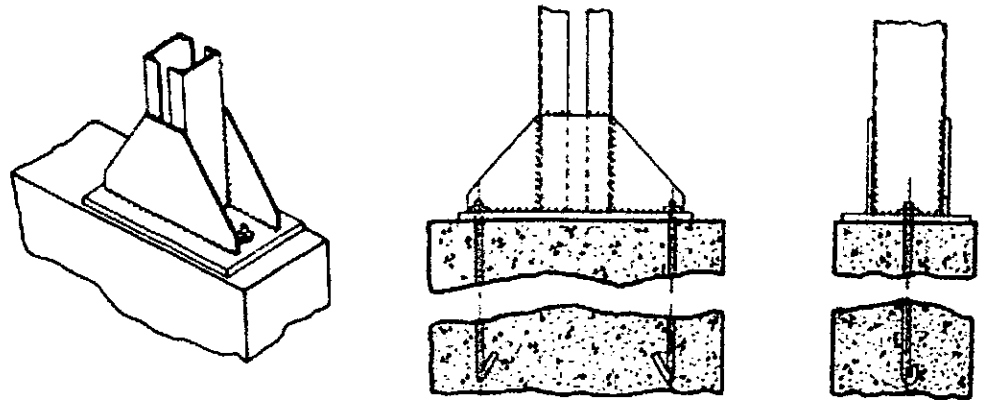
Enseguida se dan algunas recomendaciones prácticas para las etapas de montaje de edificios industriales:

A. Anclas.

- Verificar que las placas de columna tengan el número de registros (agujeros), con las dimensiones y separaciones indicados en los planos.

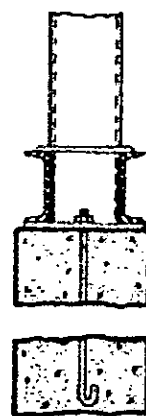
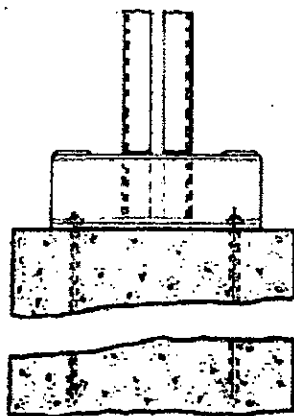
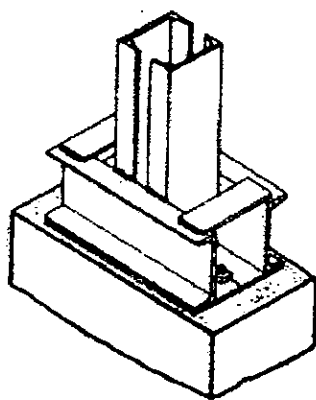


- Verificar que las anclas lleven sus dobleces en la parte baja con sus dimensiones correspondientes y que no estén barridas las cuerdas.
- Al estar colocando las anclas, enrasar con un concreto estabilizador de volumen para nivelar la placa.



B Columnas.

- Verificar la placa de base con el cuerpo de la columna para que no falle el plomeado. Posteriormente plomear, nivelar y atornillar apretando las cuerdas media vuelta más a la presión de apretado normal.



C. Armaduras o traves.

- Las armaduras o traves de claros pequeños que no pueden sufrir deformaciones con los campaneos y torsiones del propio material, se montan izándolas por el centro.



Montaje de una armadura por el centro.

- Las armaduras o traveses de claros muy grandes, se pueden soportar de los extremos.



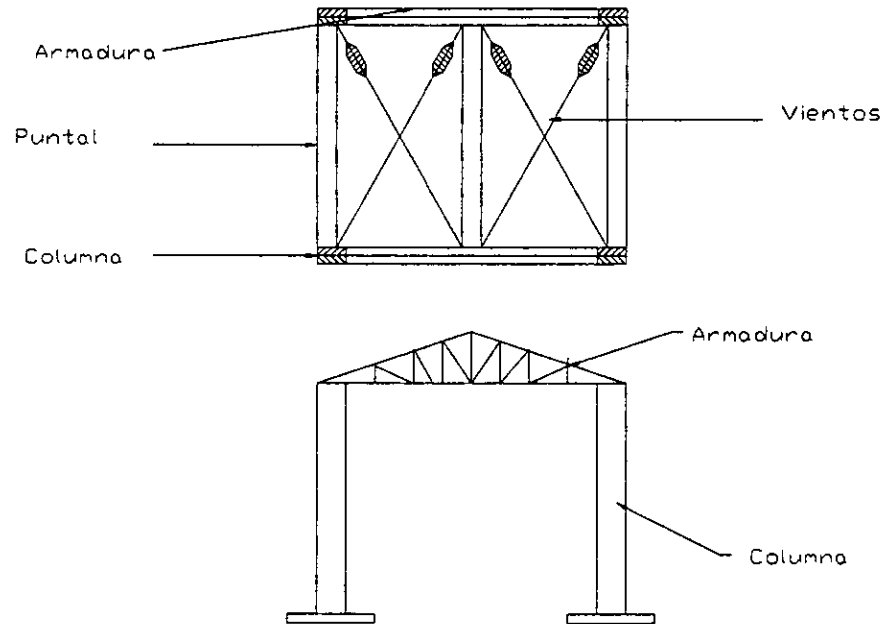
Montaje de una armadura.

- En naves a dos aguas o de arco, se izaran las armaduras con dos plumas de los tercios en que no se permita a la pieza campanear o voltear (ver figura anterior).



Montaje de una armadura por los extremos.

- Se mantendrán como medios de seguridad un mínimo de cuatro vientos, estos se colocan antes de izar la armadura con objeto de ayudar a la pluma y hacer llegar la armadura a las columnas.

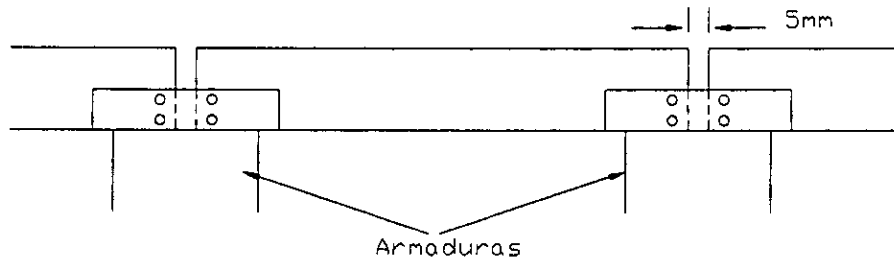


D. Puntales.

- Estando colocadas cuatro columnas y dos armaduras; se podrán plomear, nivelar y alinear colocando puntales, largueros y vientos para que las siguientes columnas y armaduras al colocarse, queden automáticamente a nivel y alineadas, colocando los largueros.

E. Largueros.

- Los largueros sirven para soportar la lámina, por eso es importante que estén atornillados en sus extremos.
- Se recomienda una holgura de 5mm entre largueros para poder absorber ajustes.

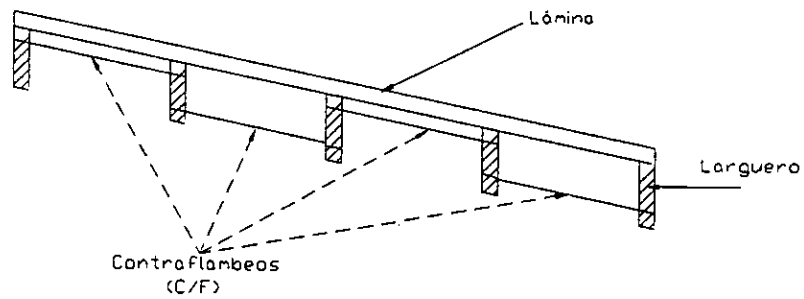
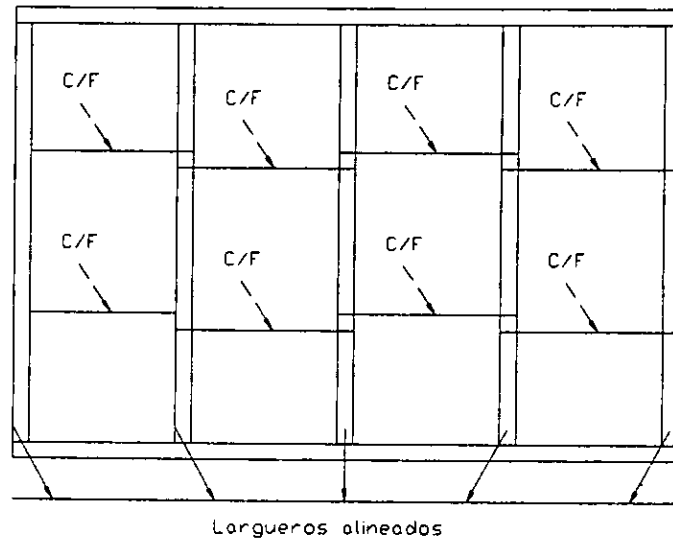


F. Contravientos.

- Sirven para alinear, cuadrar y rigidizar la estructura. Es importante usar templadores para tensarlos.

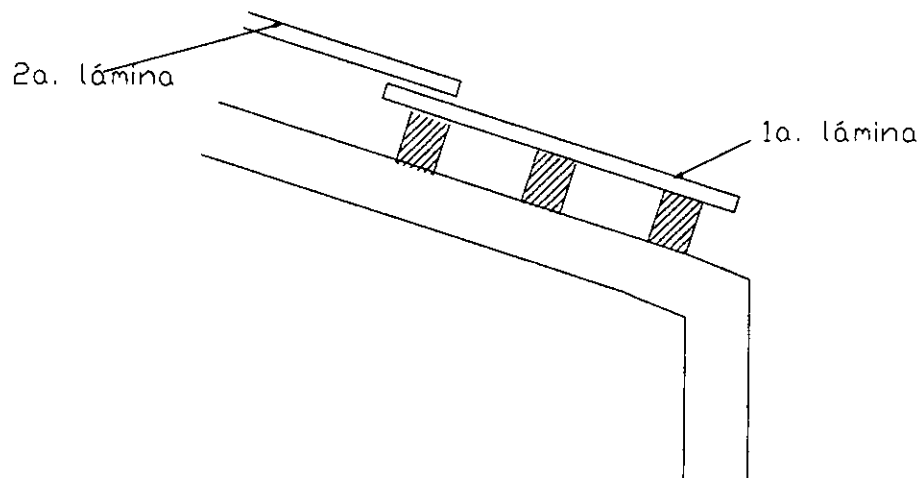
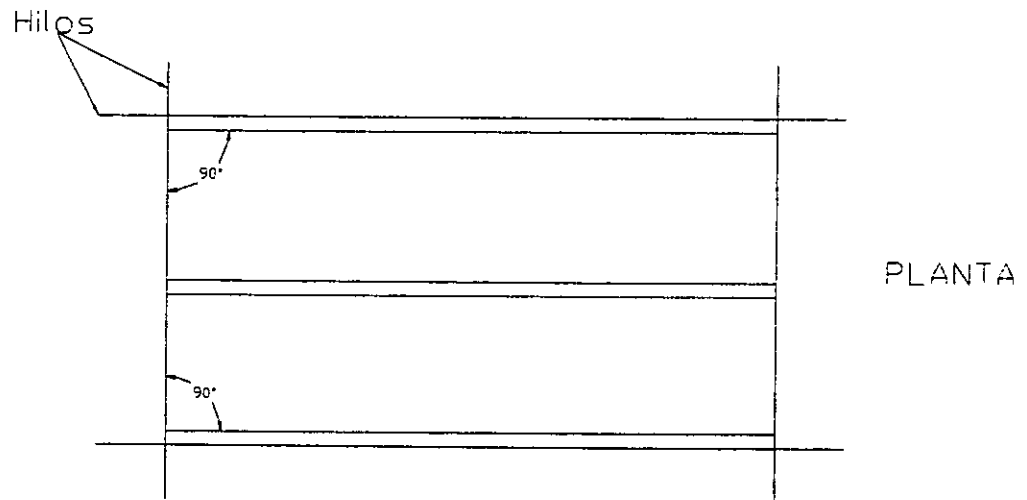
G. Contraflambeos.

- Sirven para alinear los largueros y no permitir que se cuelguen con la colocación de la lámina. Es importante que se atornillen de un extremo mínimo.



H. Techumbre.

- Para que quede bien alineada hay que tender hilos y sacar una escuadra con la estructura. Se empieza a techar por la parte más baja de la pendiente.



3.2- Especificaciones.

No se puede hablar acerca del diseño de estructuras sin dirigirse a los códigos de diseño y especificaciones que gobiernan a este mismo. Estos rigen la definición geométrica y mecánica de la estructura (dimensiones generales de la estructura, materiales a emplear, tipos de miembros y tipos de conexiones), el Análisis y diseño (determinación de acciones a las que se verá sujeta la estructura: cargas muertas, cargas vivas, viento, sismos, cambios de temperatura, y posteriormente la selección de los procedimientos de análisis y de diseño) y los planos estructurales y de taller.

Las normas y especificaciones para diseño y construcción de estructuras para edificios que se usan en México se basan en normas internacionales, principalmente procedentes de los Estados Unidos de América.

De esta manera, las publicaciones del American Concrete Institute (ACI) constituyen las bases de las NTC-CONCRETO, los manuales de construcción para el Diseño, Fabricación y Montaje de Edificios de Acero del American Institute of Steel Construction (AISC), el Código de Soldadura Estructural de la American Welding Society (AWS), las normas de materiales de la American Welding Society, el Manual - AISC-ASD-1989 y LRFD 1994 (ASD son las abreviaturas de Allowable Stress Design y LRFD de Load and Resistance Factor Design) establecen los principios, criterios y aspectos fundamentales para el diseño con acero.

En el país se cuenta con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Reglamento) con sus Normas complementarias (Normas) y el Manual de Diseño de Obras Civiles (Manual) editado por la Comisión Federal de Electricidad. Se dispone además de un número considerable de normas relativas al acero, electrodo para soldar, tornillería, etc., preparadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Siderúrgica. También se cuenta con manuales para el diseño y construcción de estructuras de acero. El manual de Altos Hornos de México (AHMSA) y el de La Compañía Siderúrgica de Guadalajara. Estos manuales compendian y sistematizan las propiedades para diseño y las aplicaciones de los perfiles básicos estructurales utilizados en la fabricación de estructuras para edificios, y contienen en las especificaciones de diseño los resultados de las investigaciones desarrolladas.

Después de los sismos de 1985, numerosos organismos técnicos, institucionales oficiales, centros de investigación y universidades llevaron a cabo un programa para la actualización de los reglamentos de construcción de todos los estados y municipios de nuestro país. La conclusión de esta investigación fue que la mayor parte de los estados que cuentan como reglamentos de construcción tomaron como base para la elaboración de estos al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; además, pocos reglamentos estatales cuentan con normas técnicas para el diseño de estructuras de acuerdo con diversos materiales. Por lo anterior se considera también que las normas mexicanas más completas y actualizadas para el diseño y construcción con acero son las NTC-ACERO, RCDF-1987.

Las especificaciones nos determinan las características cualitativas que tendrán las piezas así como los lineamientos de control de calidad que nos determinaran tipos de cortes, profundidad de soldaduras, tratamientos térmicos, marcaje de piezas, limpieza y pintura, tipos de materiales a emplear, características estructurales y etapas de proceso constructivo en su fabricación y construcción. Esto nos determinará el tipo de material y sus características del material que se empleará el cual se cotizará y se analizará en los análisis de precios unitarios.

3.3. – Recursos.

En un taller de fabricación de estructuras metálicas se debe contar con los siguientes departamentos o actividades.

- Ventas.
- Ingeniería.
- Relaciones Industriales.
- Compras.
- Contabilidad.
- Producción.
 - Recepción.
 - Habilitado.
 - Armado.
 - Soldado.
 - Acabados.
 - Embarque.
- Control de calidad.
- Mantenimiento
- Control de producción.

Además se requiere un líder que coordine todas las actividades, es decir una gerencia.

En cuanto al personal, el taller deberá contar como mínimo con el siguiente personal:

Gerencia.	Un técnico o ingeniero Administrador. Una secretaria.
Ventas	Dos agentes técnicos.
Ingeniería	Un ingeniero mecánico. Un diseñador. Tres dibujantes.
Relaciones Industriales	Un técnico en relaciones industriales. Dos asistentes. Una secretaria.
Contabilidad	Un contador público. Dos auxiliares de contabilidad. Una secretaria. Un mensajero.
Compras.	Dos agentes compradores.
Producción.	Un ingeniero mecánico. Tres supervisores de producción. Cuatro operadores de máquinas. Ocho armadores. Dieciséis soldadores. Veinticuatro obreros y ayudantes. Cuatro operadores de sistemas de limpieza. Tres maniobristas.
Control de Calidad.	Dos agentes técnicos.
Mantenimiento.	Un ingeniero mecánico electricista.
Control de Producción.	Dos agentes técnicos.

De lo anterior se tienen 67 personas productivas y 27 de Administración y servicios.

Respecto al equipo y maquinaria que se requiere en un taller de estructuras es el siguiente:

- Dos prensas horizontales para enderazo de perfiles.
- Una cizalla cortadora de placa hasta $\frac{3}{4}$ de espesor.
- Un taladro radial de 120cm.
- Dos taladros de base magnética.
- Una prensa punzonadora de 25 x 19mm.
- Un torno paralelo roscador.
- Una sierra disco.
- Una prensa cortadora de perfiles.
- Cuatro equipos para oxicorte tipo ratón.
- Cuatro multiflamas.
- Seis equipos para oxicorte manual.
- Cuatro cabezales para soldadura de arco sumergido con máquina de soldar de 600 amp.
- Seis cabezales para soldadura semiautomática Innershield o Flux-C) de 600 amp.
- Cuatro equipos de trazo.
- Catorce máquinas de soldar manual, de 300 amp.
- Diez esmeriles neumáticos.
- 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.

Respecto al trabajo en obra se utilizará maquinaria pesada de elevación y transporte que es la siguiente:

- Grúas autopropulsadas, de puente y pórtico, de torre.
- Tranvías aéreos.
- Transporte neumático.
- Transportadores móviles, etc.

En el ámbito de los costos unitarios de construcción se comprende la necesidad de establecer un control independiente para cada una de estas máquinas en trabajo. Suelen ser diferentes los gastos de amortización o alquileres, consumos, etc., de cada máquina.

En el caso de mano de obra para una estructura metálica se tienen las categorías de personal mínimas necesarias para el caso de una estructura que son las siguientes

Estructura metálica.

1. Maestro.
2. Cabo.
3. Tuberos
4. Paileros.
5. Soldadores.
6. Ayudantes generales.
7. Peones.

Contando con la conjunción de toda la información necesaria se podrá determinar la cantidad de mano de obra a utilizar, material y equipo necesario tanto para la fabricación en taller y montaje en obra. De igual manera se podrá determinar el costo conforme a los análisis de precios unitarios de cada una de las partidas mencionadas.

3.4 - Control de calidad.

La calidad de una estructura esta sujeta a un proceso sofisticado y al cumplimiento estricto de las normas y especificaciones que rigen cada una de las diversas etapas del proceso, por lo que debe existir una comunicación efectiva entre todas las personas que de una u otra manera participan en la ejecución de un proyecto.

La calidad y el costo de los materiales (perfiles estructurales de acero) la establece la industria siderúrgica; la economía de la estructura esta en manos del diseñador, quien debe poner en juego todos sus conocimientos sobre el análisis, comportamiento de materiales, diseño, conocimiento y aprovechamiento optimo de los materiales: la mano de obra utilizada en la fabricación debe ser altamente calificada y someterse a sistemas de control y vigilancia constante; los planos de taller deben ser elaborados por programas y sistemas de dibujo automatizados con objeto de mejorar la calidad y aumentar su volumen. El control de calidad en la fabricación y el montaje debe mejorarse, exigiendo especial cuidado para que la estructura final no pierda sus propiedades sino que estas se aprovechen al máximo.

En estructuras metálicas, 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 del colado y de inspección por parte del proveedor.

Recepción de los materiales verificando dimensiones y certificados.

Durante el proceso de fabricación verificar en el habilitado y armado todas las medidas y geometría de las piezas incluyendo las preparaciones para soldadura o los trazos para barrenado.

La soldadura es el proceso más delicado y que requiere mayores niveles de inspección y de conocimientos por parte del inspector.

Una vez aplicada la soldadura, los procedimientos que siguen, de acuerdo al diseño de la estructura son:

Inspección visual.

Líquidos penetrantes.

Partículas magnéticas.

Ultrasonido.

Radiografiado.

Con la inspección visual se detectan aspectos visuales de la soldadura, como son continuidad del cordón, rechupes, y exceso de material de aporte, tamaño de la corona, escoria superficial, poros superficiales y en general la geometría del cordón y aspecto en general.

Los líquidos penetrantes ayudan a detectar problemas superficiales que normalmente a simple vista no se perciben como son fracturas, microfisuras, poros y concentraciones de poros; se requiere un líquido colorante, un revelador y un removedor.

La inspección por partículas magnéticas detecta el mismo tipo de defectos que los líquidos 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 magnético sobre la soldadura y en ese campo se coloca polvo metálico, cualquier defecto de soldadura se refleja en la discontinuidad del polvo adherido (ver figura 3-19).

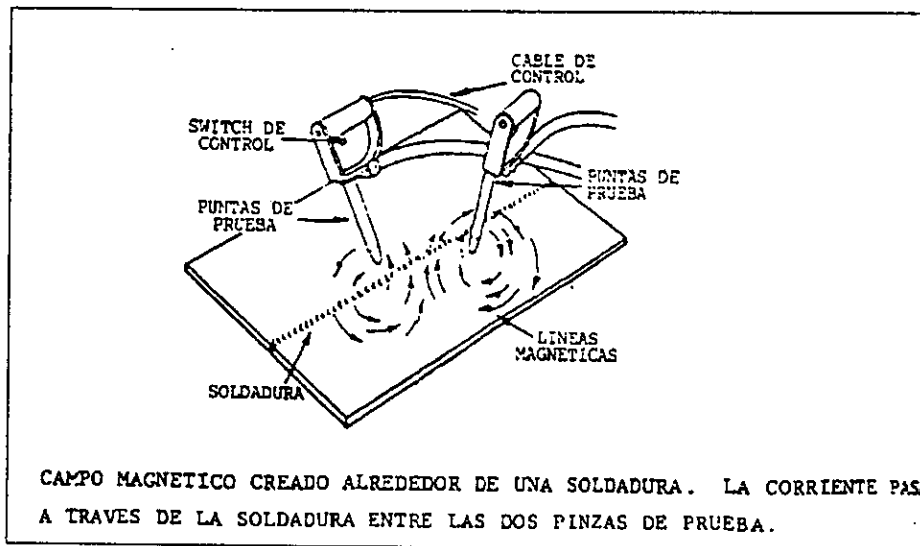


Fig. 3-19 inspección por partículas magnéticas

Para mayor precisión en la inspección de una soldadura se puede recurrir al ultrasonido, que consiste en un aparato mas sofisticado que emite a través de dos palpadores una onda sonora que atraviesa al elemento que se esta inspeccionando el recorrido de la onda, que se registra en una pantalla a una escala preseleccionada en función del espesor de la pieza. Cualquier defecto que interrumpa la onda sonora se refleja en al pantalla pudiéndose determinar el tamaño y tipo de falla. Con el ultrasonido se puede detectar toda clase de defectos internos, como son porosidades, inclusiones de escoria y falta de penetración, que son los defectos que se presentan en las soldaduras (ver figura 3-20).

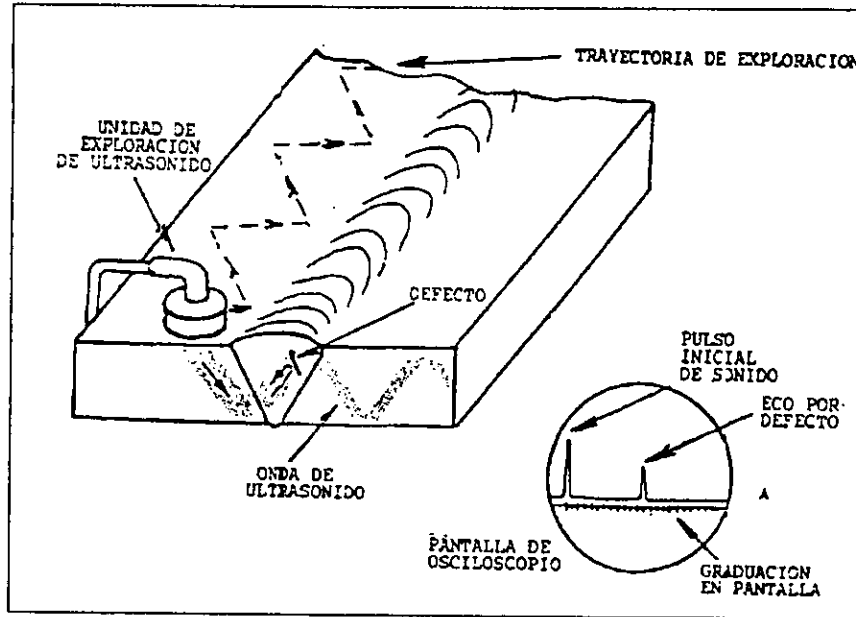


Fig. 3-20 proceso de inspección por ultrasonido

El otro proceso de inspección es el radiografiado, es el proceso mas caro y sofisticado, ya que se requiere, además de aparatos caros, personal calificado y especializado. Los defectos que se detectan son los mismos que en el caso anterior con la ventaja que se pueden analizar de conjunto tramos largos del cordón de soldadura. Los aparatos y/o fuentes que se utilizan, son los rayos x, el iridio y el cobalto. Se requiere también de un cuarto para revelado y una pantalla lectora de placas (ver figura 3-21).

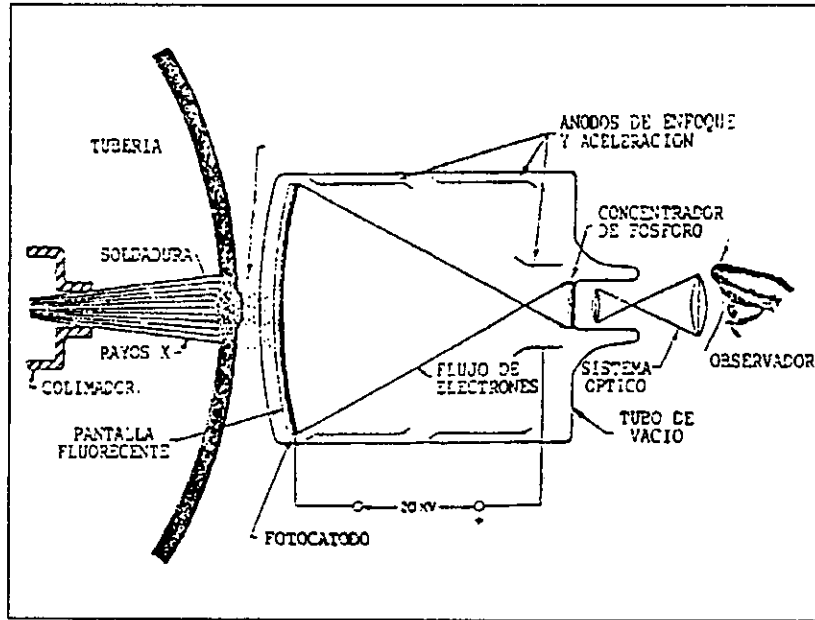
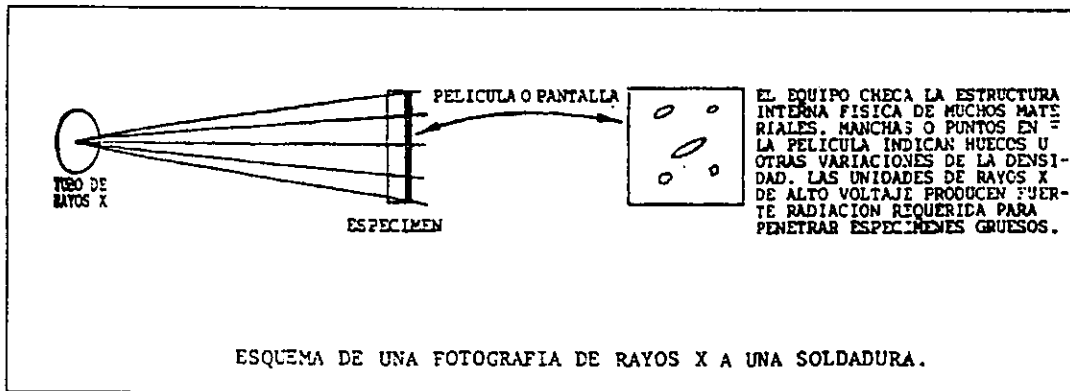


Fig. 3-21 proceso de radiografiado

En el caso de ultrasonido y del radiografiado, quedan evidencias de la inspección además de los reportes de inspección que elabora control de calidad, como documentos de soporte de la ejecución del proyecto.



ESQUEMA DE UNA FOTOGRAFIA DE RAYOS X A UNA SOLDADURA.

Fig. 3-22 inspección por radiografiado

La aplicación de alguno de los procesos de inspección dependerá no únicamente de lo especificado en el contrato, también dependerá del tipo de cordón de soldadura, de su ubicación en la estructura que físicamente permita un proceso u otro.

Para normar los criterios de inspección, se establecieron las normas o estándares y en este caso las que más se utilizan son las del AWS, D1.1 parte 6 que indican criterios de aceptabilidad o rechazo para cada uno de los procesos de inspección.

Cuando es necesario hacer una reparación en la soldadura, el proceso de reparación paso por paso debe establecerse y calificarse también por control de calidad pasando la reparación por la inspección que se haya determinado.

Aun cuando estas inspecciones son de uso común en el taller durante la fabricación, también son aplicables en el campo durante el montaje.

La parte final del control de calidad en el taller lo constituye la verificación dimensional y geométrica de las piezas. Así como el de constatar el cumplimiento con la norma de limpieza cuando así se especifique y la comprobación de la adherencia y el espesor de los recubrimientos protectores de las piezas.

Para una mayor seguridad en el transporte debe inspeccionarse el estibado de las piezas en el medio de transporte que se haya seleccionado.

4 - MEMORIA DESCRIPTIVA.

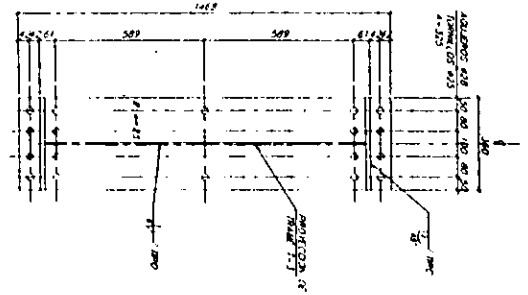
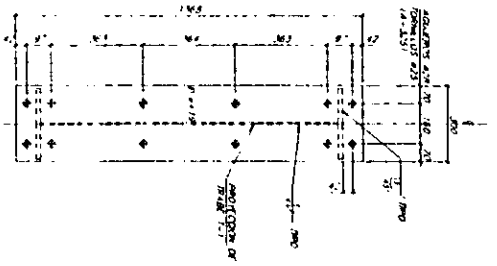
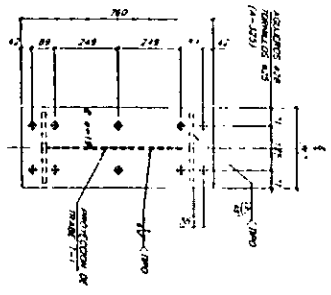
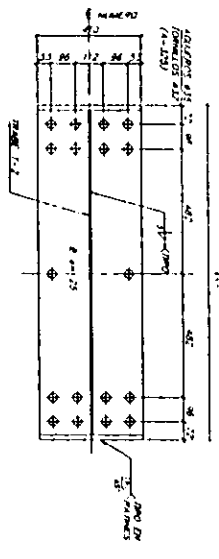
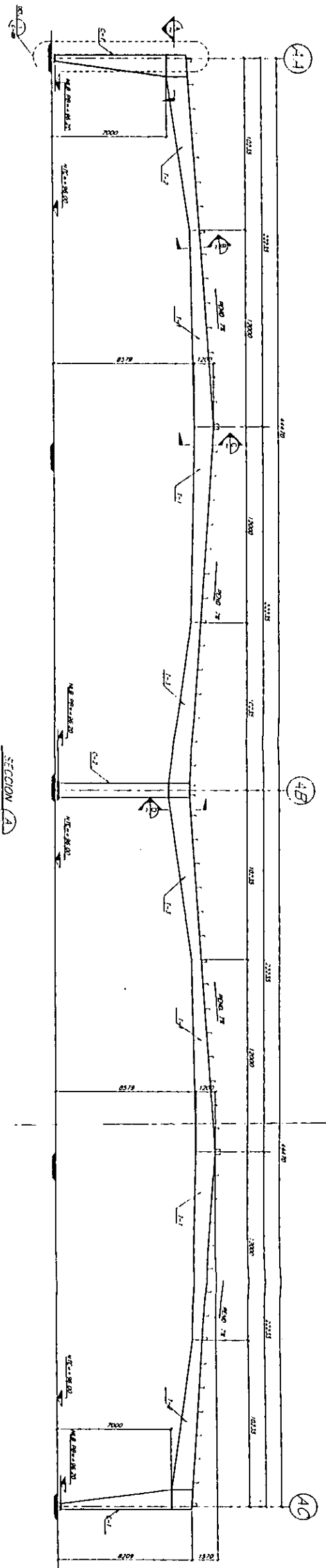
1.- INTRODUCCIÓN.

En el siguiente capítulo estaremos desglosando las actividades por partida de obra especificando las calidades de los trabajos así como las recomendaciones necesarias para lograr el objetivo, en muchos casos dependerá de las condicionantes de cada proyecto así como de la obra el manejo de las especificaciones establecidas.

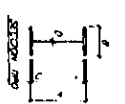
No debemos olvidar para que la correcta ejecución de una obra se debiere contar con la ejecución de un proyecto ejecutivo completamente terminado y que así mismo antes de este proyecto se deberán efectuar una serie de trabajos prioritarios mismos que arrojaran la información necesaria para la elaboración del mencionado proyecto ejecutivo.

La nave del presente proyecto consta de un solo nivel, siendo sus dimensiones las siguientes: 66.18m de base mayor, 63.13m de base menor y 9.00m de altura resultando un área aproximada de 5,820m². La altura libre en los extremos de la nave es de 7.00m y la pendiente de la cubierta es del 7%.

El almacén estará estructurado a base de marcos rígidos en una dirección y tendrá contraventeos tanto horizontales como verticales para la correcta transmisión de fuerzas laterales. El sistema de cubierta será lámina de tipo ligero apoyados en largueros tipo montén simplemente apoyados entre marco y marco.



SECTION	NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
SECTION 3	1	REINFORCEMENT BAR	100	M	
SECTION 4	1	REINFORCEMENT BAR	100	M	
SECTION 5	1	REINFORCEMENT BAR	100	M	
SECTION 6	1	REINFORCEMENT BAR	100	M	



NOTAS:
 1 - ACORDAMENTO DE MATERIAIS
 2 - MONTA DE BARRAS
 3 - NO DE TIPOLOGIA MATERIAL / CEM. 44
 4 - DIMENSOES REQUISITAS DO PROJETO
 5 - VERIFICAR MEDIDAS COM PLANOS
 6 - MANUTENCOES

2.-REQUERIMIENTOS.

Para la ejecución de toda actividad siempre es necesario establecer un orden o secuencia tanto de necesidades como de actividades, en el caso de un proyecto construible consideramos que las necesidades prioritarias a cumplir antes de iniciar una obra se deberían de tener a tiempo los siguientes requerimientos:

- **Escritura publica.**- Es el documento que acredita la propiedad del predio y determina los puntos de la poligonal que contiene la superficie del mismo.
- **Levantamiento topográfico.**- Este levantamiento deberá estar contenido en un plano que a su vez contendrá la poligonal, curvas de nivel, cuadros de construcción, orientaciones y cuadros de calculo de la superficie, dicho levantamiento deberá estar sustentado conforme a lo establecido en la escritura publica de la propiedad.
- **Estudio de Mecánica de Suelos.**- Es el estudio que nos será de vital apoyo para la elaboración del proyecto estructural, ya que este nos determina la composición y características del subsuelo, así como la capacidad de carga del terreno, así como las recomendaciones necesarias de acuerdo a sus características particulares para utilización y/o manejo de los mejoramientos.
- **Proyecto ejecutivo.**- Con la información y documentada anteriormente se establecerá un programa de necesidades con el propietario para definir un proyecto arquitectónico que dará la solución a las necesidades de un usuario.

Dicho proyecto arquitectónico forma parte de un conjunto de proyectos al cuál, se le denominará PROYECTO EJECUTIVO, el cuál estará formado por; las diversas especialidades de Ingeniería, normas, especificaciones, memorias de calculo, memorias descriptivas, mecánicas de suelos, y demás estudios necesarios que lo conforman.

El proyecto ejecutivo deberá tener en su mínima expresión con los siguientes alcances:

a) Proyecto arquitectónico:

- Plantas
- Cortes
- Fachadas.
- Carpintería
- Herrería
- Acabados.
- Cortes por fachada.
- Catalogo de conceptos y cuantificaciones
- Catalogo de especificaciones.

Memoria descriptiva del proyecto.

- b) Proyecto estructural.
 - Planta de cimentación
 - Planta de cubiertas o techumbre
 - Planos de detalles constructivos
 - Memorias descriptivas.
 - Memoria de cálculo.
 - Catalogo de conceptos y cuantificaciones
 - Catalogo de especificaciones.
 - Memoria descriptiva del proyecto.

- c) Proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.
 - Plantas.
 - Cortes.
 - Planos de isométricos.
 - Planos de detalles constructivos
 - Memorias descriptivas.
 - Memoria de cálculo.
 - Catalogo de conceptos y cuantificaciones
 - Catalogo de especificaciones.
 - Memoria descriptiva del proyecto.

- d) Proyecto de instalaciones eléctricas .
 - Plano de alumbrado.
 - Plano de contactos.
 - Plano de fuerza.
 - Cuadros de cargas.
 - Diagrama unifilar.
 - Memorias descriptivas.
 - Memoria de cálculo.
 - Catalogo de conceptos y cuantificaciones
 - Catalogo de especificaciones.
 - Memoria descriptiva del proyecto.

1.-PRELIMINARES.

1.1.- TRAZO Y NIVELACION

De conformidad con los documentos legales que amparan la propiedad del predio en los cuales se sustenta el deslinde del mismo, se establecerá el trazo del terreno con aparato de topografía, procediendo a establecer de manera definitiva los siguientes:

A).- MOJONERAS.- Se establecerán de manera definitiva en la poligonal del predio, de acuerdo con las escrituras del mismo y que deberán estar ubicadas conforme a las orientaciones que se establecen.

B).- BANCO DE NIVEL.- El establecer de manera definitiva el banco de nivel de conformidad con el proyecto ejecutivo, mismo que regirá durante el proceso de la obra, así como un banco de nivel profundo.

Los anteriores, se sujetaran al levantamiento topográfico que sirvió de base para la elaboración del proyecto ejecutivo particularmente el arquitectónico ya que este es el punto de partida para la solución estructural de otras especialidades.

1.2. DESPALME DE TERRENO

Despalme de terreno por medios mecánicos para retirar la capa vegetal en capas de hasta 30 cm, lo anterior dependerá de las condiciones particulares del proyecto en relativas a los niveles de proyecto los cuales nos determinaran los niveles de desplantes de la cimentación.

2.- TERRACERIAS

2.1. COMPACTACION DE BASE

De acuerdo a las recomendaciones establecidas en el estudio de Mecánica de Suelos, previamente a los trabajos de mejoramiento de terracerias, se deberá de compactar la base por medios mecánicos con rodillo vibratorio "pata de cabra", a un 85 % proctor, este procedimiento nos ayudara a consolidar la base para evitar posibles asentamientos diferenciales del terreno.

2.2.-MEJORAMIENTO

Se construirá un terraplén a base de tepetate inerte sano, que de acuerdo a las instrucciones de la mecánica de suelos se deberá tender en capas de 20 cm. De espesor con una compactación al 95% proctor por medios mecánicos con rodillo "pata de cabra" vibratorio, se establecerán muestreos de material tanto en banco como en terraplén.

Se deberá de poner especial atención en el tendido de material para su "bando" el cuál se recomienda deberá ser con por medios mecánicos con motoconformadora, se aplicara humedad con pipas permitiendo el estancamiento de agua en la superficie para que esta se filtre en las capas inferiores dejando reposar el terraplén un lapso de 12 horas para poder aplicar nuevamente compactación en la terracería.

Para establecer el control de calidad de esta partida, se establecerán pruebas de compactación por un laboratorio de control de calidad considerando la humedad relativo, peso especifico y granulometría, por cada capa de 20cm de espesor.

Estas muestras podrán establecerse en un rango de una muestra por cada 100m².

De igual manera se establecerán muestreos aleatorios de material del "banco", mismas que se deberán hacer al inicio de los trabajos y durante su proceso a fin de determinar si los cambios que pudieran presentarse si su composición no fuese significativa para la Mecánica de Suelos.

3.- CIMENTACION

3.1.EXCAVACION

Excavación por medios mecánicos en cepas para cimentación en material tipo uno de hasta de 60 cm. de profundidad incluye del afine de fondo carga a camión y acarreo hasta banco de material..

La excavación para las líneas de drenaje, trincheras y redes de alimentación de agua potable y electricidad deberán efectuarse por medios mecánicos y considerando las recomendaciones anteriormente expuestas, solo en los casos en que el proyecto no lo defina, se establecerá por medios manuales.

3.2.- PLANTILLAS

Una vez que se tengan las cepas para la cimentación, estas deberán estar limpias, libres del material producto de excavación con los fondos y taludes afinados para que posteriormente, y después de humedecer las cepas se aplicara una plantilla de 5 cm de concreto hecho en obra de $f'c=100 \text{ kg/ cm}^2$, para poder recibir los armados de la cimentación.

3.3.- ACERO DE REFUERZO

Para el armado de la cimentación se utilizara acero grado estructural, con limite de fluencia $F_y=4200\text{Kg/cm}^2$ con las fuerzas de fluencia máxima y mínima que se indican en la tabla anexa, excepto en el acero de número II que será grado estructural con $F_y=2320\text{ kg/cm}^2$.

DOBLECES.

El doblado de las varillas se hará en frío sobre un perno de diámetro que será mínimo o igual a 8 veces el diámetro de la varilla.

En todos los dobleces, para anclarse o cambio de dirección en varillas deberá colocarse un pasador adicional de diámetro de varilla.

TRASLAPES.

Todos los traslapes se efectuarán excepto en donde se indique otra cosa conforme a la tabla anexa., no deberá de traslaparse más del 50% del refuerzo en una misma sección

ANCLAJES.

Excepto en donde se indique otra cosa todo el esfuerzo corrido y los bastones se anclaran en sus extremos a la longitud, dada la tabla de varillas anexa.

SEPARACION DE ESTRIBOS.

Las separaciones de los estribos se empezarán a contar a partir del paño del apoyo colocándose primero a 5 cm y los de las a la separación indicada en detalle.

TABLA DE VARILLAS

DETALLES DEL REFUERZO								
#	r	a	b	c	e			
					f'c=150	f'c=200	f'c=250	
2.5	5	5	15	15	40	40	40	
3	6	6	18	20	45	45	45	
4	8	8	20	25	60	60	60	
5	10	10	25	30	75	75	75	
6	12	15	35	40	110	95	90	
8	16	20	45	50	-	-	-	
10	21	30	65	70	-	-	-	
12	25	40	85	90	-	-	-	

SI EN UNA SECCION SE EMPALMA MAS DE LA 3a PARTE DEL REFUERZO LAS LONGITUDES DE TRASLAPE AUMENTARAN EN UN 50%

NO SE ADMITIRAN TRASLAPES EN VARILLAS ≥ 8 O MAYORES. EN ESTOS CASOS LAS VARILLAS SE SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE.

EL ELECTRODO SERA E-90 DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO

GANCHO EN ESTRIBOS

$s = 10 D$
 $D = \text{DIAMETRO DE LA VARILLA}$

Previo al termino de los armados de las zapatas de cimentación, se deberán enviar a "maquilar" al taller las placas de sujeción para las columnas, mismas que estarán diseñadas con barre-ancias de los diámetros especificados en el proyecto estructural según diseños, dichas barre-ancias deberán de armarse por separado del armado de los dados de la cimentación.

La placa deberá tener los barrenos que permitirán el atornillado de la base de la columna, para perforarse estas placas nunca deberán hacerse las perforaciones con equipo de oxicorte, ya que el incremento de la temperatura de la placa puede afectar su resistencia reduciendo así su marco de calidad.

Los "taladros" en la placa se efectuaran con equipo mecánico de perforación adecuado que permita el barrenado perfecto mismo que permitirá la penetración de los cordones de soldadura y cerrado de la placa con las anclas. Se protegerán las cuerdas que previamente debieron efectuarse con algún elemento plastico-elástico que permita que estas pudieran dañarse durante las maniobras.

3.4.- CIMBRA.

Con el fin de conservar el concreto en su sitio hasta que haya alcanzado su fraguado final se emplean formas de madera o de metal denominadas comúnmente cimbras el diseñar una cimbra correctamente es muy importante para el costo de la obra como de la misma estructura debido al número de veces que podamos usarla y que su valor podrá reducirse en una forma proporcional al dicho número de veces

3.4.- CONCRETO.

Se utilizará concreto premezclado normal de peso volumétrico de 2.2 ton/m³ con una resistencia de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ con un agregado máximo de 1½" y un revenimiento de 8 a 10 cm con una terminación común.

En el caso de tener que utilizar concreto premezclado bombeable el revenimiento será de 12 a 14 cm con agregado máximo de ¾".

Solo se utilizará concreto de resistencia rápida en los casos en que por necesidades del proceso de construcción se requiera, pero únicamente deberá de establecerse con las recomendaciones del ingeniero calculista responsable del proyecto bajo sus especificaciones técnicas y conforme a sus recomendaciones.

3.5.- RELLENOS.

Una vez terminados los trabajos de descimbrado y habiendo efectuado una limpieza correcta retirando materiales como son escombros, desechos de cimbra y acero así como o basura se procederá al relleno de las cepas de cimentación con material inerte sano, compactado en capas de 20cm de espesor agregando humedad, hasta alcanzar el nivel de desplante del proyecto.

De igual manera en los casos en los que se hayan efectuado excavaciones se efectuaran el relleno de las cepas que albergan instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas apegándose a los lineamientos descritos.

4.- ESTRUCTURA.

4.1.- MUROS DE BLOCK.

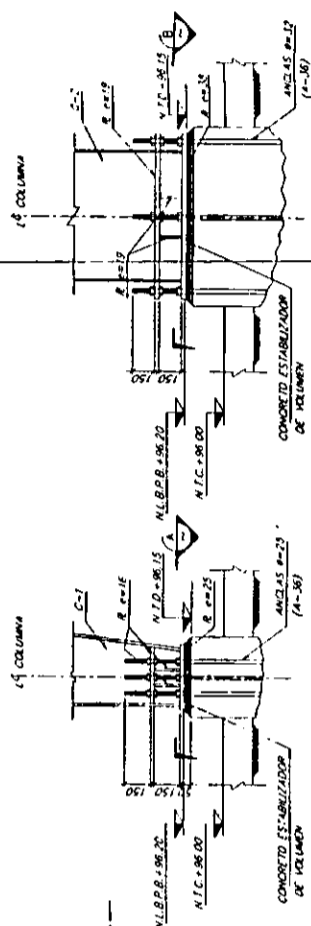
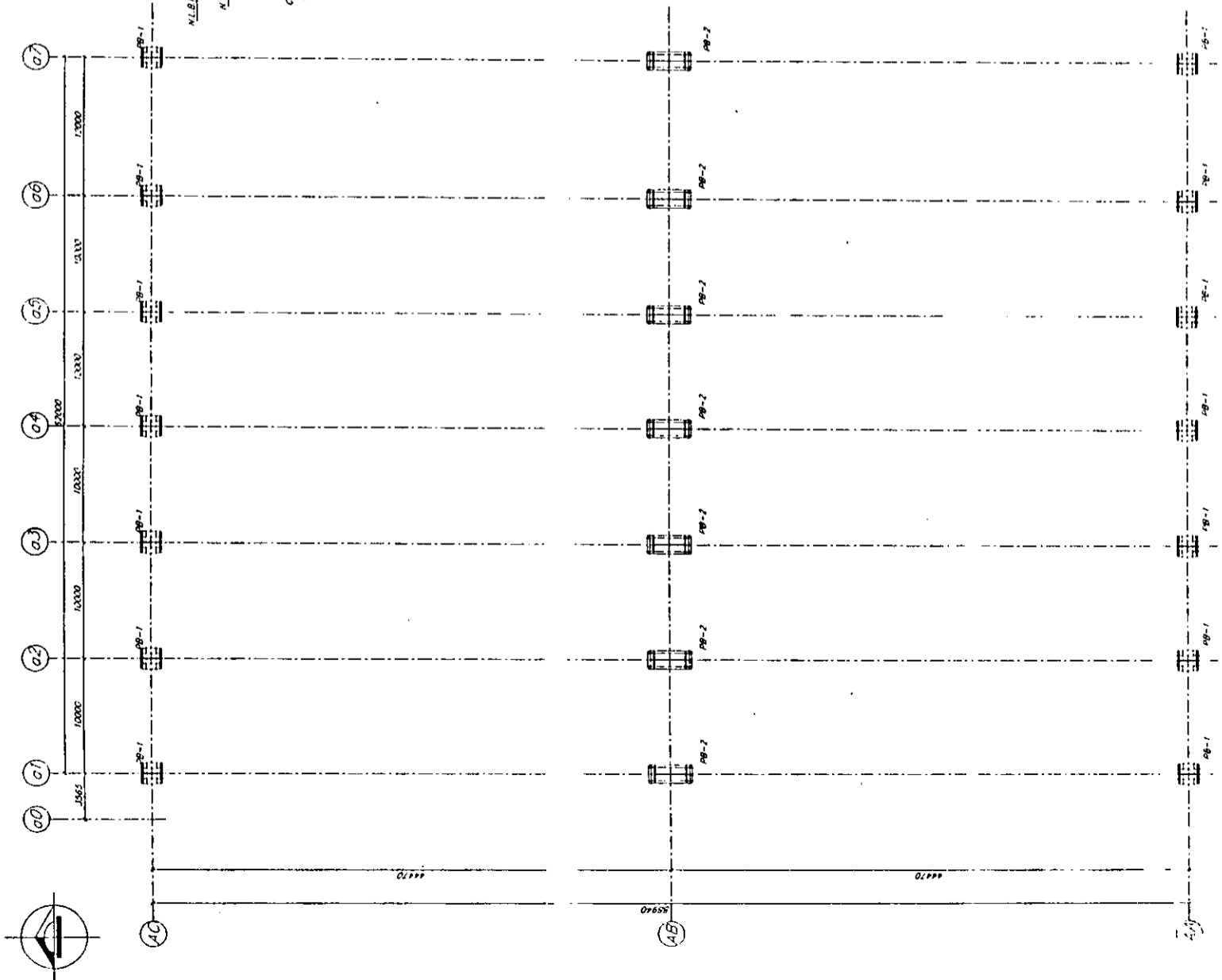
Se utilizará block hueco tipo estructural pesado de 20 por 20 por 40 de cemento arena y color, reforzado interiormente con acero de refuerzo vertical y horizontal integrado según proyecto con una cara de terminación rústica para fachada y una cara lisa, el cual deberá de ir asentado sobre la cimentación con mortero cemento arena en proporción 1 a 3 con color, las juntas no deberán de ser ni mayores ni menores de 2cm de espesor debiéndose de "gusanear" a cada dos hileadas con un rallador de diámetro de 5/16".

Previo a la colocación de block, este deberá de humedecerse previamente a fin de que no se nos presenten fisuras en los junteos derivadas por las contracciones por la perdida de humedad del material.

Los castillos se deberán de colar con concreto hecho en obra, con un revenimiento de 14 cm para que pueda bajar el material sin que nos permita tener oquedades, de los cuales se preparo el acero de refuerzo vertical desde la cimentación, a 3m de separación como máximo a ejes.

El acero de refuerzo horizontal se desplantará con "escalerilla" a cada dos hiladas y deberá estar amarrada a sus laterales a los elementos estructurales que amarran los muros y en los intermedios al acero de refuerzo vertical de los castillos ahogados.

Deberá de ponerse especial atención en los trazos de los ejes y en los plomos a fin de evitar los desplomes de los muros.

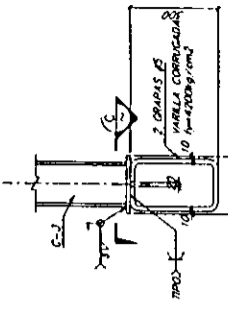


PLACA BASE PB-1

PLACA BASE PB-2

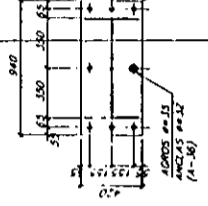
SECCIONES

SECCION	ANCHO	ALTO	TIPO
C-1	1000	1000	1
C-2	1000	1000	1
C-3	1000	1000	1
C-4	1000	1000	1
C-5	1000	1000	1
C-6	1000	1000	1
C-7	1000	1000	1
C-8	1000	1000	1
C-9	1000	1000	1
C-10	1000	1000	1
C-11	1000	1000	1
C-12	1000	1000	1
C-13	1000	1000	1
C-14	1000	1000	1
C-15	1000	1000	1
C-16	1000	1000	1
C-17	1000	1000	1
C-18	1000	1000	1
C-19	1000	1000	1
C-20	1000	1000	1

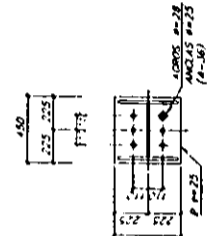


PLACA BASE PB-3

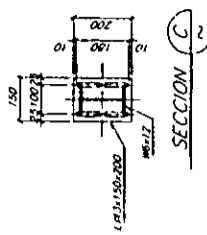
SECCION A
ANCHO DE 1000 mm
EN M.M.



SECCION A



SECCION B



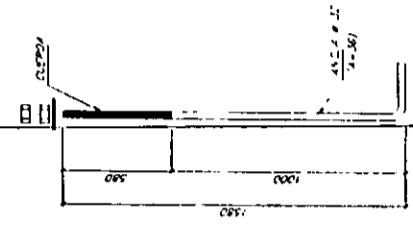
SECCION C

NOTACION:

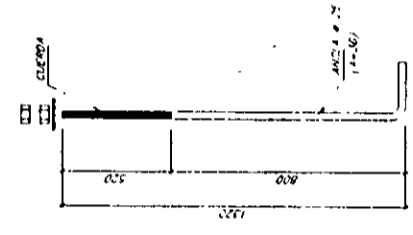
- N.L.B.P.B.: NIVEL LEVANTADO DE PLACA BASE
- N.T.C.: NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.T.D.: NIVEL TOPE DE DADO

NOTAS:

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
- 2.- MUEBLES EN METROS
- 3.- NO SE TOMARAN MEDIDAS A ESCALA
- 4.- LAS COPIAS IRONEN AL DIBUJO
- 5.- MEMORIAS TECNICAS CON PLANOS ARQUITECTONICOS



DETALLE DE PLACA



DETALLE DE PLACA

FIN DE LA DOCUMENTACION DE LA OBRA

5.- SUPERESTRUCUTRA.

Sobre de esta placa se asentará la trabe T-2, la cual estará fabricada a base de tres placas soldadas compuestas que son:

La placa P1 que será el patín superior de la viga I, la cual tendrá un espesor de 16mm.

La placa P2 que será el patín inferior de la viga I que tendrá un espesor de 16 mm y la placa.

La placa P3, que será el alma de la viga I que tendrá un espesor de 8mm.

Las placas que deben ir soldadas en la trabe T-2 se detallarán a continuación.

La placa P4 que será la misma placa localizada en la corona superior de la columna tendrá un espesor de 25mm y es la misma que se especifico en el punto referente a las columnas.

La placa P5 que será la placa de conexión entre trabe T-2 y la trabe T-1, la cual tendrá un espesor de 19mm con las secciones especificadas en el proyecto y que en ellas se localizaran los barrenos para la colocación de los tornillos de sujeción.

La placa P6 será la placa de unión en el remate de la trabe T-2 con la columna y esta tendrá un espesor de 19mm.

La placa P7 y P10 son unas placas con espesor de 19mm y su función será rigidizar el nodo entre los patines, perfil y columna. Su función será la de un atiesador y esta estará unida únicamente con soldadura en sus uniones las cuales se efectuaran con un bisel en la placa con soldadura de penetración.

En la placa P8 su función será la de sujetar el canal monten que hará la función del larguero para la colocación de la lámina y que estarán atornillados.

La placa P9 que se localizará colocada sobre el patín inferior de las vigas I y que su función será la de sujetar los largueros y contraventeos.

En la placa P6 exterior se soldarán placas según la especificación y barrenación W-1, W-3 y a su vez en está última placa se soldará la placa P-11 de acuerdo a sus especificaciones.

En la placa P3 exterior se soldará una placa W-2 y solo en la trabe TB-2 y TB-2A según especificación.

La trabe T-1 estará fabricada a base de tres placas soldadas compuestas que son:

La placa P1 será el patín superior de la viga I, la cual tendrá un espesor de 13mm.

La placa P2, la cual tendrá la función de ser el patín inferior, tendrá un espesor de 13mm.

La placa P3 que será el alma de la viga tendrá un espesor de 5mm, con barrenos de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Las placas que deben ir soldadas en la trabe T-1 se detallan a continuación:

La placa P4 será una placa de conexión entre la trabe T-2 y la trabe T-1, la cual tendrá un espesor de 19mm con la sección y barrenos especificados.

La placa P5 servirá como elemento de conexión entre la trabe T-1 y la trabe T-3, la cuál tendrá un espesor de 19mm, con sección y barrenos especificados.

La placa P6 con sección y barrenos especificados sujetará el canal montén, que hará la función del larguero para la colocación y atornillado de la lámina comercial.

La placa P7 de sección y barrenos especificados localizada en el patín inferior de la viga I, tendrá la función de sujetar los largueros y contraventeos.

La trabe T-3 estará fabricada a base de tres placas soldadas compuestas que son:

La placa P1 que será el patín superior de la viga I teniendo para ello un espesor de 19mm.

La placa P2 que será el patín inferior tendrá un espesor de 19mm.

La placa P3 que será el alma de la viga I, tendrá un espesor de 8mm.

Las placas restantes que deberán ir soldadas a la trabe T-3 se detallan a continuación:

La placa P4 tendrá la función de conectar a la trabe T-1 y la trabe T-3, con sección y barrenos especificados teniendo un espesor de 19mm.

La placa P5 será la placa de conexión entre la trabe T-3 y la columna C-2 de sección y barrenos especificados con espesor de 25mm.

La placa P6 con sección y barrenos especificados sujetará el canal montén que hará la función de larguero para la colocación y atornillado de la lámina comercial.

La placa P7 con sección y barrenos especificados localizada en el patín inferior de la viga I tendrá la función de sujetar los largueros y contraventeos.

El larguero MT-1 y MT-3 serán de un solo monten comercial, el MT-2 y MT-4 serán dos montenes soldados según especificación con barrenos de diámetro de 15mm para tornillos de 13mm.

Los contraventeos serán de cables de acero de 19mm de diámetro roscadas en los extremos, donde en estos últimos se utilizarán sujetadores de contraviento OR-1 y OR-2 formados por 2 placas con sus especificaciones correspondientes.

Previamente se deben tener los muros de block terminados, junto con la cadena de cerramiento de los mismos para colocar la placa base PB-3, donde se soldará la columna C-3 de perfil comercial para que puedan ser colocados los contraventeos CV-1, los Contraflambeos CF-1 y los largueros MT-3 en los muros perimetrales antes de comenzar a montar las traves.

6.-MONTAJE.

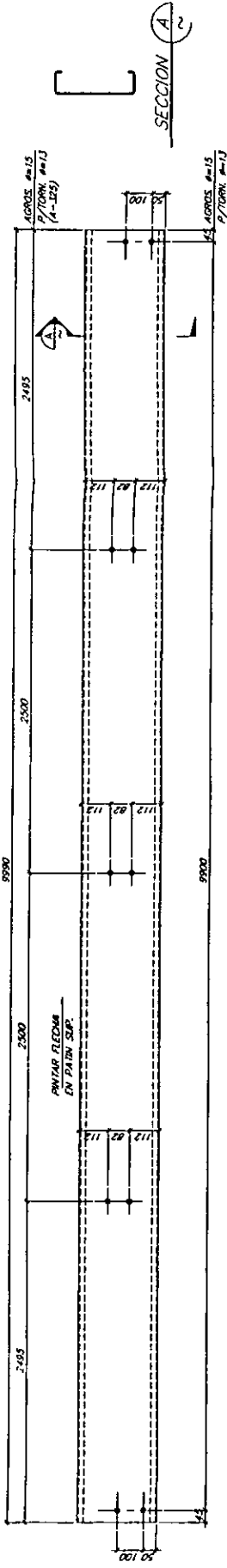
Para el proceso de montaje se tendrá la siguiente secuencia.

Previamente se realizara el montaje de columnas con grúas de llantas atacando dos frentes, una grúa izará y montará todas las columnas del eje AC desde a1 a a7, mientras la otra hará lo mismo en el eje AA de a7 a a1, finalmente ambas grúas realizarán el proceso de izaje y montaje en todo el eje AB en sentidos opuestos hacia el centro. Cabe señalar que los muros de block deben empezar a trabajarse tan pronto exista la posibilidad de trabajo sin interferir en las maniobras de montaje de las grúas.

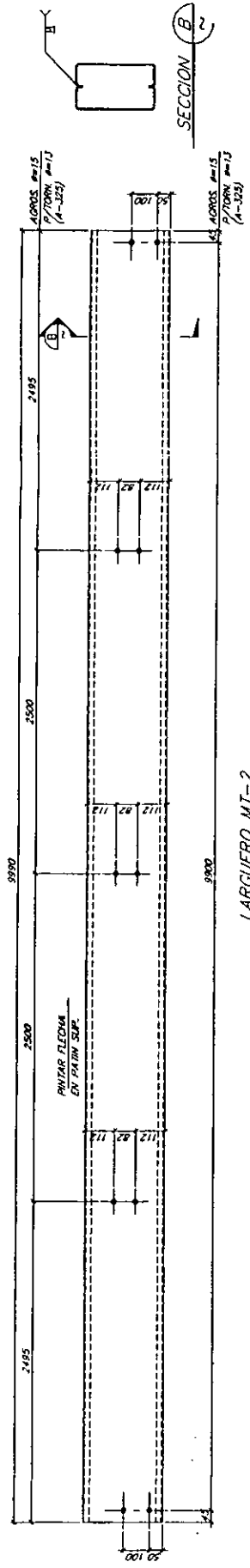
Al tener los muros de block terminados junto con la cadena de cerramiento de los mismos para poder colocar las placas PB-3 que se les soldará a su vez las columnas C-3 de acuerdo a las especificaciones del proyecto. Ya estando a nivel y plomeadas las columnas C-3 se proceden a colocar los contraventeos CV-1, Contraflambeos CF-1 y los largueros MT-3, en todos los muros perimetrales, se realizará este proceso, atacando inicialmente del muro que va del eje AB a AC en el eje a7 y de a6 a a7 del eje AC, siguiendo de esta forma de avance de obra hasta cerrar el muro perimetralmente.

Se realizará el izaje y montaje de las traves de a7 a a6 entre AB y AC, ya que es el primer frente de trabajo que se empezó a atacar, una grúa montará a su vez las dos traves T-2 de su área de trabajo, mientras que en lado opuesto la otra grúa realizará el montaje de las traves T-3; se utilizará obra falsa en estas cuatro traves montadas para evitar esfuerzos innecesarios, por último ambas grúas colocarán cada una las cuatro traves T-1 restantes, primero las dos del eje a7, finalmente las dos del eje a6; todo este proceso será atornillado ya estando colocadas las cuatro columnas y las dos traves restantes se podrá nivelar y plomear,

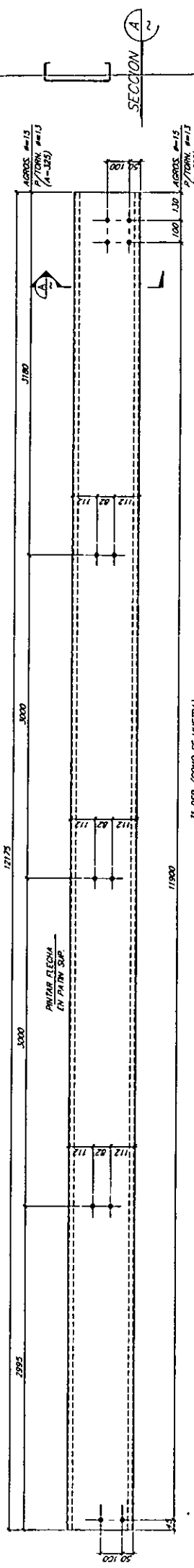
LISTA DE MATERIALES								
MARCA	PIEZA	DESCRIPCION	PESO UN.	PESO TOT.	SUP. TOT.	NOTA		
W-1	24	120H-12	106.5	2704				
W-2	8	120H-12	106.5	852				
W-3	6	120H-10	107.5	645				
W-4	4	120H-10	107.5	430				
LISTA DE TALLER								
MARCA	PIEZA	PERFIL	ANCHO	LARGO	MAT.	PESO UN.	PESO TOT.	NOTA
W-1	24	120H-12	999.0	A-26		106.5	2704	
W-2	8	120H-12	999.0	A-26		106.5	852	
W-3	6	120H-10	1219.0	A-26		107.5	645	
W-4	4	120H-10	1219.0	A-26		107.5	430	
LISTA DE FORMILLERA								
MARCA	PIEZA	DIAMETRO	LARGO	MAT.	PESO UN.	PESO TOT.	NOTA	
W-1	150	1/2	1.14	A-305	0.016	116.608		
SUBTOTAL 4280								
MÁS SE DE RESCALARE Y SOLAMARQUE 213								
PESO TOTAL = 4278								



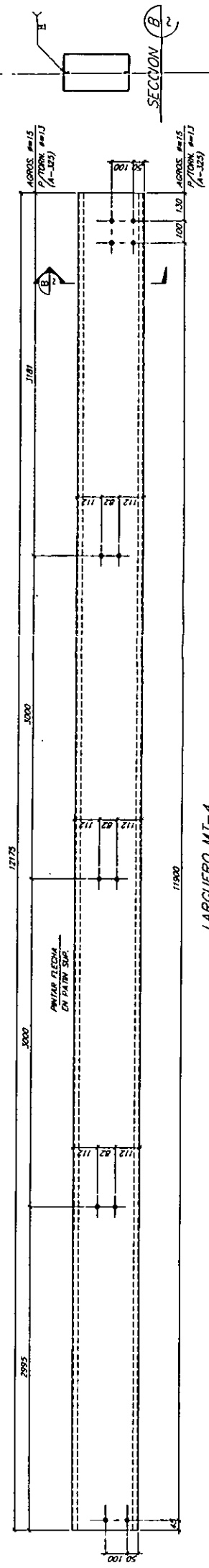
LARGUERO MT-1



LARGUERO MT-2



LARGUERO MT-3



LARGUERO MT-4

en forma definitiva se colocarán los largueros MT-3, Mt-4, contraventeos CV-4, CV-5, CV-6, Contraflambeos CF-1, CF-3, CF-4 quedando así alineadas todas las estructuras restantes de montar.

Este proceso será con la misma secuencia anteriormente mencionada para las traveses restantes que queden entre AC y AB, para que posteriormente pasen ambas grúas a terminar el proceso de montaje de traveses de a7 a a6 pero ahora entre AB y AA, hasta terminar todo el proceso de montaje de las traveses.

Se colocarán los Contraflambeos restantes CF-1 y largueros MT-3 restantes al fondo de la planta en el eje AC y AA al mismo tiempo de haber terminado el proceso de montaje de a7 a a6 entre los ejes AC y AB se hará el montaje de la primera mitad de la fachada de la planta, con la armadura AR-1 según especificaciones, para terminar la otra mitad después de haber colocado las traveses del eje a7 al a6 entre AB y AA.

Se empezará a colocar y atornillar la lamina, para que quede bien alineada hay que tender hilos y sacar una escuadra con la estructura. Se empieza a techar por la parte más baja de la pendiente. Finalmente se realizarán los trabajos de acabados, detalles y limpieza de obra para concluir con el proyecto.

RECOMENDACIONES GENERALES.

Previo al inicio de los trabajos de la cimentación y una vez analizado el proyecto estructural se solicitara al estructurista la elaboración de un juego de planos de taller o planos constructivos por cada elemento estructural tipo para la obra.

Estos planos deberán contener como mínimo de información:

- a) Tipos de cortes a efectuarse en placas, perfiles y demás elementos estructurales.
- b) Tipos de soldadura que deberán especificar grado, dimensionamiento, tipo de cordón, penetración, recomendaciones en prácticas de obra.
- c) Tipos y especificaciones de materiales de todos y cada uno de los perfiles que se emplean en la obra.

Estos planos nos permitirán con la información descrita establecer una cuantificación real para definir los volúmenes y pesos de obra a ejecutar para poder adquirir efectivamente los materiales necesarios.

Mencionamos que previos los trabajos a la cimentación deberá de darse inicio a estos trabajos debido a que este proceso de despiece, maquila y fabricación de piezas especiales en el taller, su proceso es mas lento y con mayor precisión

Por esta razón todos los trabajos relativos de estructuras metálicas deberá tener una programación de obra que deberá estar vinculada muy estrechamente a la obra civil puesto que las piezas especiales de la estructura nos determinan anclajes y desplante de la cimentación.

CONCLUSIONES.

1. Las soluciones para la construcción con acero serán los edificios de gran claro y altura, en naves industriales ligeras, de altura moderada, en torres de transmisión y plataformas marinas.
2. Al terminar la etapa de diseño, se debe tener la información concerniente para realizar los planos estructurales.
3. En la construcción con estructuras metálicas, se tienen ventajas tales como limpieza en obra, prefabricación, dimensiones menores de los miembros estructurales de acero respecto a las secciones de concreto, métodos de reestructuración rápidos en estructuras dañadas por sismo, facilidad de ampliación o adaptación de la estructura, menor peso y por consiguiente economía en la cimentación, gran rapidez en la etapa de montaje.
4. La inspección de una estructura de acero después de soldarla, es necesaria pero a veces tardía. Los defectos detectados tardíamente son costosos de reparar y afectan constantemente los programas de obra.
5. Todos los que participan en los procesos de fabricación y montaje de una estructura, deben obtener la calidad requerida de proyecto, utilizando los materiales base y de aporte especificados bajo una inspección visual preventiva, complementada por los métodos requeridos para lograr el aseguramiento de calidad del producto.
6. En el caso de que se utilicen conexiones atornilladas en una estructura, estas permiten ampliaciones o desarmados para una relocalización si se dejan las provisiones adecuadas. Pueden adaptarse a necesidades futuras.
7. El uso de tornillos de alta resistencia en edificios altos resulta sumamente atractivo por las importantes ventajas que se obtienen durante el montaje; su colocación resulta sencilla, su supervisión fácil y puede lograrse una velocidad de construcción que no se consigue con otro sistema.
8. Es importante que se desarrollen aceros resistentes a la corrosión, al fuego, fáciles de soldar, más resistentes que permitan aligerar los diseños, aceros que economicen las construcciones.

BIBLIOGRAFIA.

Mc. Cormac Jack C.
Diseño de estructuras metálicas
Tr. Ing. Luciano Segurajauregui G.
Editorial Alfaomega, año 1991
México, D.F.

Mc. Cormac Jack C.
Diseño de estructuras de acero
Tr. Ing. José de la Cera Alfonso
Editorial Alfaomega, año 1991
Bogotá, Colombia

Horwitz
Trabajos de soldadura
Aplicaciones y práctica.
Editorial Alfaomega, año 1990
México, D.F.

De la Torre Rangel Oscar
Granados G. Raúl
"Sobre el futuro de las estructuras de acero en México"
4° Simposio Nacional de Estructuras Metálicas.
Memorias. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. A. C.
(México D.F 4y 5 de Julio de 1985)

Sánchez Martínez José Luis
"Tornillos de alta resistencia en las conexiones de edificios altos"
4° Simposio Nacional de Estructuras Metálicas.
Memorias. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. A. C.
(México D.F 4y 5 de Julio de 1985)

Linss Lujan Manuel
"Normalización: Una necesidad en las construcciones de acero"
4° Simposio Nacional de Estructuras Metálicas.
Memorias. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. A. C.
(México D.F 4y 5 de Julio de 1985)

Soto Rodríguez Héctor
"Tendencias actuales y futuras sobre el uso de acero en la construcción en México"
IX Congreso Nacional de Ingeniería Estructural.
Memorias. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. A. C.
(Zacatecas 29, 30 y 31 de Octubre y 1 de Nov. de 1994)
Universidad Autónoma de Zacatecas
Volumen 1.

Juárez Blanca

“AHMSA: Una nueva cultura del acero”

Industria de la Construcción

Nov.- Dic. 1996

Manual AHMSA para construcción con acero

AHMSA.

Altos Homos de México

Julio de 1996

Manual para construcción en acero

Compañía Siderúrgica de Guadalajara, S.A. de C.V

Sep. 1985

Catalogo de ventas 98´

INFRA air products

1998

Catalogo 98

Casa Ortiz

Ferretería

México D.F.

W. Marah, P.E. M. ASCE

Consideraciones económicas en el diseño de conexiones de acero

3° Simposio Nacional de Estructuras Metálicas.

Memorias. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. A. C.

Guadalajara, Jal.

Del 27 al 30 de Octubre de 1982

AISC

Steel Sales Program

Suggestions for improving the Economy of Structural Steel for Comercial Buildings

1997

Sánchez Martínez José Luis

“Soldadura”

Residentes de Construcción

Facultad de Ingeniería

UNAM

División de Educación Continua

Sep. 1989

Ortega Muñoz Francisco

"Soldadura"

V Curso Internacional de Construcción.

Modulo III Construcción y montaje de estructuras de acero

Facultad de Ingeniería

UNAM

División de Educación Continua

1993

Díaz Canales Manuel

Apuntes de Mecánica de Materiales III

Estabilidad de los elementos estructurales

Facultad de Ingeniería

UNAM

Mayo de 1987