

692.1  
N 335

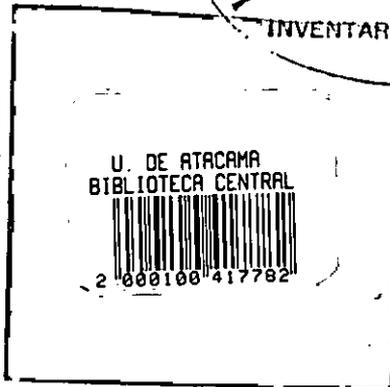
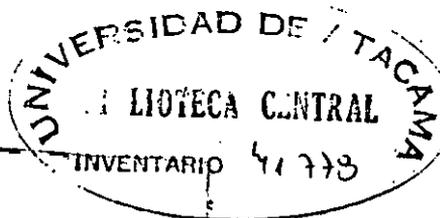
✓



FUNDACION PARA LA EXTENSION ACADEMICA  
Y CULTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE ATACAMA  
AREA DE CAPACITACION



CURSO  
«INTERPRETACION DE PLANOS DE  
ESTRUCTURAS METALICAS»



Profesor:  
AMIN NAZER V.  
Constructor Civil

Unidad Académica Responsable  
Instituto Tecnológico de la Universidad de Atacama

Donación Mayo 2002

I N D I C E

<u>MATERIA</u>	<u>PAGINA</u>
GENERALIDADES.....	1
REPASO DE ARITMETICA .....	3
SISTEMA METRICO .....	5
REPASO DE GEOMETRIA APLICADA .....	10
CALCULO DE SUPERFICIES Y VOLUMENES .....	14
ESCALAS .....	17
ACOTACIONES .....	25
UNIONES .....	34
EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS .....	38
SIMBOLOGIAS DE SOLDADURA .....	74

\*\*\*\*\*

## GENERALIDADES:

Por milenios, los materiales usados en las construcciones fueron la madera, las piedras artificiales como el ladrillo y hormigones, mientras que los metales encontraban aplicación sólo como materiales complementarios para la realización de uniones y empalmes. Hacia fines del siglo XVIII se intentó más tarde, la laminación de largas barras de hierro de variadas secciones permitió la ejecución de estructuras obtenidas de la reunión de planchas y perfiles metálicos.

Las notables ventajas del nuevo sistema constructivo, debidas a las características tecnológicas del hierro, difundieron rápidamente sus aplicaciones en todos los campos, a lo que contribuyó el perfeccionamiento de la teoría, las progresivas mejoras en la calidad de los materiales ferrosos y la constante reducción de su costo.

El acero es un material isótropo, que posee propiedades tecnológicas y mecánicas constantes y fácilmente controlables en cualquier momento. Resiste por igual los esfuerzos de tracción o de compresión; los longitudinales como los transversales. La resistencia de una construcción metálica no depende de las condiciones en las que se llevó a cabo su montaje; la del hormigón armado, en cambio, está en estrecha relación con la elección y las proporciones de sus componentes y las modalidades de ejecución.

De entre todos los tipos de estructura, las construcciones metálicas son las que más se acercan en la realidad a los esquemas que se consideran en las bases de cálculo. Por sus características tecnológicas, el acero se presta a formar estructuras aptas para resolver los más difíciles problemas de estática permitiendo contar con las mínimas dimensiones y estar espaciados de manera notable, aprovechándose al máximo el área disponible.

## REPASO DE ARITMETICA

### Las operaciones básicas:

**Sumar:** Significa lo mismo que añadir o reunir. En la adición de dos números se consideran primeramente tres cantidades: los dos sumandos y la suma o resultado. Los sumandos son los datos de la operación, y la suma es el resultado que tratamos de hallar. El signo de la suma es una pequeña cruz (+) que se lee más.

La manera más sencilla de efectuar una suma de dos números consiste en añadir al primer sumando, una a una, las unidades del segundo, lo que equivale a contar en sentido ascendente.

No hay inconveniente en aumentar en la adición el número de sumandos.

**Restar,** es sinónimo de quitar o disminuir. El signo de la sustracción es el signo (-) que se lee menos.

En la resta o sustracción intervienen tres magnitudes: el minuendo, según su nombre expresa, es el número que ha de experimentar la disminución; el sustraendo, es el que indica las unidades que han de quitarse del minuendo; y el resto o diferencia es el resultado de la operación.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{minuendo} & \longrightarrow & 11 & - & 3 & = & 8 & \longleftarrow & \text{resto} \\
 & & & & \uparrow & & & & \\
 & & & & \text{sustraendo} & & & & 
 \end{array}$$

## EL METRO Y LOS ENTEROS

Toda persona que trabaja en edificación debe estar familiarizada con este importante instrumento de medida. Es necesario que sepa, el tamaño aproximado, de un centímetro, de un milímetro. Debe acostumbrarse, por ejemplo, a apreciar medidas en metro la altura de un pilar, de una puerta, el ancho de una habitación, etc.

Las huinchas de medir incluyen, como se sabe, además del metro propiamente dicho, una franja marcada con pulgadas, que es una subdivisión de la medida inglesa llamada yarda, de 3 pies o 36 pulgadas de longitud (91,43 cm).

El metro es una unidad de medida básica de nuestro sistema métrico.

Varias palabras que se anteponen (prefijos) a éstas (como deca, hecto, kilo, etc.) sirven para designar unidades que crecen de 10 en 10.

Un decámetro = 10 metros

Un hectómetro = 100 metros

Un kilómetro = 1000 metros

Otras palabras como deci, centi, mili, sirven para nombrar unidades que decrecen de 10 en 10. El decímetro es la décima parte de un metro; el centímetro es la centésima parte de un metro; el milímetro es la milésima parte de un metro.

exactamente a las medidas en pulgadas), pero persiste a veces la costumbre de nombrarlos en pulgadas.



Fig. La Huincha de Medir

La pulgada no es una medida decimal. Se divide primero en dos mitades, en que cada una es una media pulgada (se escribe así:  $1/2$  pulgada). Una nueva división por el medio de tales mitades, produce 1 cuarto de pulgada ( $1/4$  pulgada). Dividiendo estos cuartos en dos, se obtiene un pequeño segmento que cabe 8 veces en la pulgada y se conoce como 1 octavo de pulgada ( $1/8$  de pulgada). Luego está el dieciséisavo de pulgada ( $1/16$  de pulgada) y por último, se utiliza un treinta y dosavo de pulgada que es una medida más pequeña que el milímetro.

La pulgada equivale a 25,4 mm. Por lo tanto, un octavo de pulgada mide ocho veces menos, o sea, 3.175 mm:  $1/4$  de pulgada, equivale a 6,35 mm, etc. Cuando decimos tres octavos ( $3/8$ "), es decir tres veces un octavo, equivale a multiplicar  $3 \times 3.175$ , esto es, una distancia de 9,525 mm. Una barra de acero redondo para hormigón armado de  $1/4$ " mide, por lo tanto, un poco más de 6 mm y una de  $3/8$ " mide algo menos de 10 mm.

### LAS FRACCIONES

La forma en que se acostumbra a anotar las partes de una pulgada ( $1/2$ " :  $3/8$ ", etc.), se conoce en aritmética como fracciones, y

**APLICACIONES PRACTICAS**

1. ¿Cuántas baldosas de 20 x 20 cm. entran en el pavimento de una terraza que mide 18,40 m de largo por 4,20 m de ancho?.
2. Una cuadrilla de 3 enfierradores fabrican la armadura de un pilar a un precio de \$ x. Comente la forma de repartición del dinero en partes iguales para cada enfierrador.
3. Tres enfierradores construyen la armadura de una losa, pero mientras A trabaja en él 8 horas diarias. B sólo colabora con 3 horas y C con dos horas al día. Reciben al final la suma de \$ 46.365. ¿Cuánto dinero le correspondé a cada uno?.
4. Las medidas en un plano vienen expresadas en pulgadas. Si Ud. dispone en obra sólo de una huincha con el sistema métrico decimal. ¿Cómo procedería a trabajar?. Comente.
5. Determine la superficie de la sección de una barra de acero de diámetro 3/4". Exprese el resultado en metros, centímetros y milímetros.
6. ¿Cuántos kilos de clavos de 1/2" se requieren para la confección de 34 bancos compactos de enfierrador. si en cada uno de ellos entran 42 clavos. El kilo tiene 253 clavos.

Dos superficies planas que se cortan, como las caras de dos muros en una esquina o dos caras contiguas del ladrillo, forman también una línea recta.

#### La línea horizontal:

La línea horizontal siempre toma la dirección de la superficie del agua en reposo. El instrumento más común para trazarla es el nivel de manguera.

#### La línea vertical:

La línea vertical tiene siempre la dirección del hilo a plomo, y apunta al centro de gravedad terrestre.

#### las líneas paralelas:

Se dice de dos o más líneas rectas que tienen una misma dirección, y que nunca llegan a cortarse, por más que se les prolongue.

Son paralelas en un muro las hiladas de ladrillos, las barras de acero de una cadena y la mayoría de las líneas horizontales de cada una de las fachadas. Desde el punto de vista de la geometría, que busca una máxima exactitud, dos líneas verticales no son paralelas, porque se dirigen ambas a un mismo punto, que es el centro de la Tierra.

Sin embargo, en la práctica nadie dudaría en considerar paralelos a los costados de una ventana, de una puerta, y a todas las líneas verticales de un edificio, que toman siempre, con el hilo a plomo (que es un instrumento muy preciso), a sabiendas que todas se dirigen a un mismo punto.

Se consideran líneas paralelas porque todas esas líneas están entre ellas relativamente muy próximas y se dirigen a un mismo punto común tan enormemente lejano, que su dirección, en la práctica, puede

Los ángulos menores de  $90^\circ$  se consideran agudos y los mayores, obtusos. La abertura de un ángulo cualquiera puede medirse con el transportador, que es un semi círculo graduado, dividido en 180 partes, correspondiendo cada una a 1 grado.

Debe cuidarse que el vértice o punto de encuentro de los lados del ángulo, coincida con el centro del semicírculo del transportador.

Para dividir ángulos en partes iguales o para sumar o restarlos, puede emplearse el transportador. Se divide, suma o resta, el número de grados que tengan los ángulos correspondientes, tratando de proceder con la mayor exactitud.

En geometría y en dibujo técnico se emplea más el compás, dibujando un trozo de circunferencia, con un radio determinado, en la abertura del ángulo, haciendo centro en su vértice. Sobre ese trozo de circunferencia, se procede a sumar, restar o dividir.

Ejercicio propuesto: Dibuje un ángulo recto con compás.

PRINCIPALES UNIDADES DE MEDIDA

**Sistema Métrico Decimal:** Se funda en el uso del metro (m), unidad de longitud. Para definir una superficie se usa el metro cuadrado ( $m^2$ ) y un volumen, el metro cúbico ( $m^3$ ). De estas derivan el litro (l), unidad de capacidad correspondiente a 1 decímetro cúbico, y el gramo (g), que es la de peso y equivale al peso de 1  $cm^3$  de agua, en determinadas condiciones.

Se forman **múltiplos** o unidades mayores, de 10 en 10, anteponiéndoles diversos prefijos, como deca (10 veces mayor); hecto (100 veces); kilo (1000); mega (1.000.000), etc. Y **submúltiplos** o unidades menores, también de 10 en 10, anteponiéndoles otros prefijos, como deci (0.1); centi (0.01); mili (0.001); micro (0.000001), etc.

OTRAS UNIDADES:

1 pulgada (") = 25,4 mm = 2,54 cm = 0.025 m

1 pulgada maderera = 1 x 10" x 3,6 m = 10 pies madereros

1 pie maderero = 1 x 12 x 12"

1 pie (') = 0,3048 m x 12"

1 yarda (yd) = 0,9144 m = 3 pies

1 vara (v) = 83,6 cm = 0,836 m

1 área (a) = 100  $m^2$

1 hectárea (ha) = 100 áreas

1 libra (lb) == 453.59 gramos = 0,453 kg.

1 galón americano (U.S. gal) = 3.785 litros

1 galón inglés (Imp.gal) = 4,546 litros

**ESCALAS:**

**Generalidades:** En la mayoría de las ocasiones, al dibujar sobre el plano del papel un objeto a su tamaño real, nos resultan dibujos excesivamente grandes, necesitando dimensiones de papel exageradas o, por el contrario, demasiado pequeñas para poder representar todos sus detalles.

En estos casos cabe la posibilidad de reducir o ampliar el dibujo, según una determinada proporción, en todas sus medidas. Esta proporción se denomina escala del dibujo. Por tanto, podemos definir la escala como la relación entre el tamaño del objeto en el dibujo y el del objeto en la realidad.

$$\text{Escala} = \frac{\text{Dimensiones del objeto en el dibujo}}{\text{Dimensiones del objeto en la realidad}}$$

Por ejemplo, para un objeto o pieza cuya longitud es de 50 mm (realidad) y que se representa en el dibujo con 10 mm (dibujo), la escala será:

$$\text{Escala} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5}$$

**Tipos de escalas:**

Existen tres tipos de escalas: de reducción, de ampliación, y de tamaño natural.

La escala de reducción se utiliza para representar objetos muy grandes por medio de un dibujo de tamaño reducido.

Por ejemplo: Escala 1 :100.

**Escalas normalizadas:**

Para unificar en todo lo posible los dibujos de todas las innumerables escalas que se pueden formar, sólo son aceptadas y admitidas unas cuantas.

Las escalas normalizadas que se utilizan en el dibujo son aplicadas a las representaciones de distintos objetos en las múltiples facetas de la técnica.

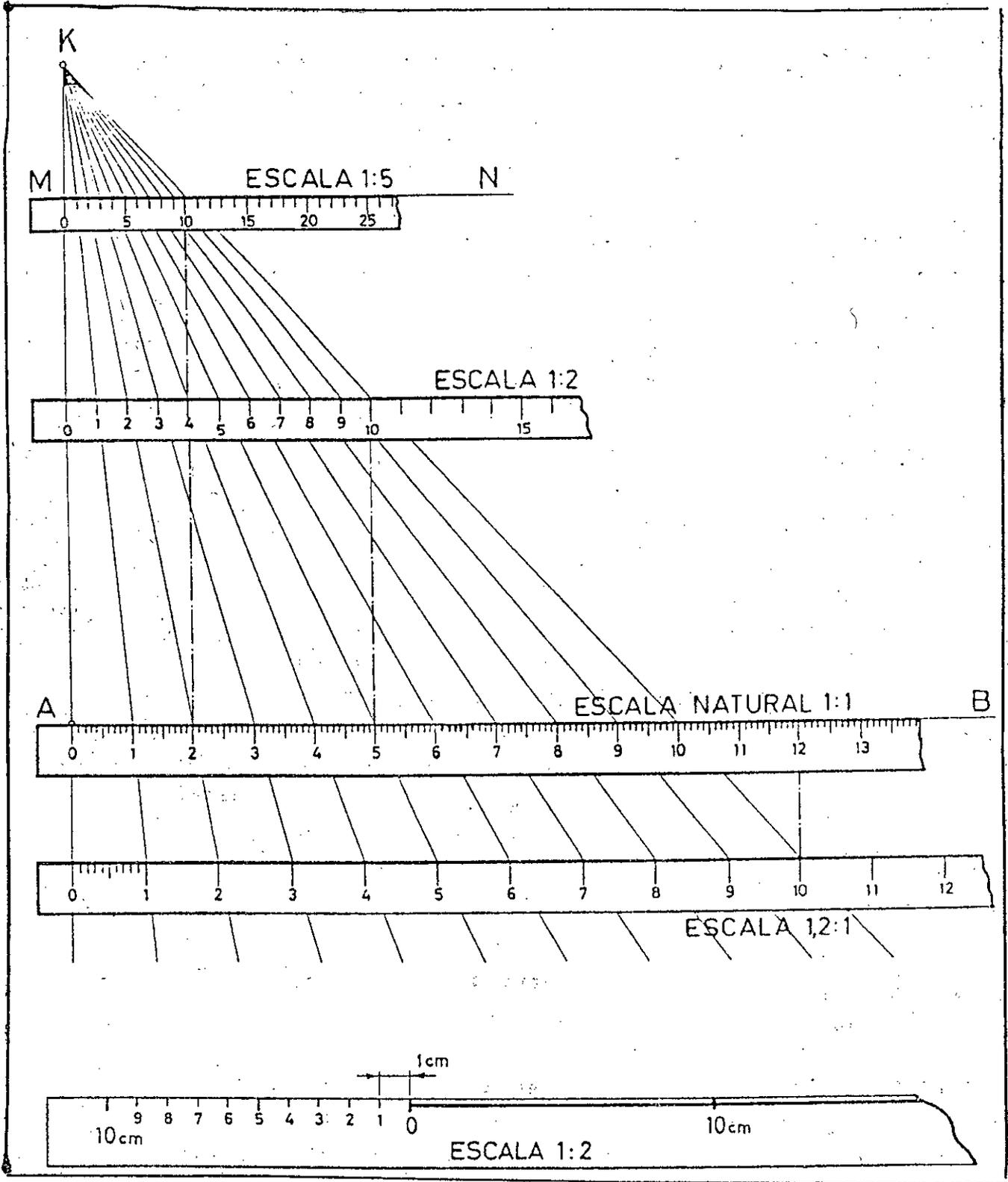
Las escalas que normalmente se utilizan, aparte de la natural de 1:1 son:

**ESCALAS DE REDUCCION**

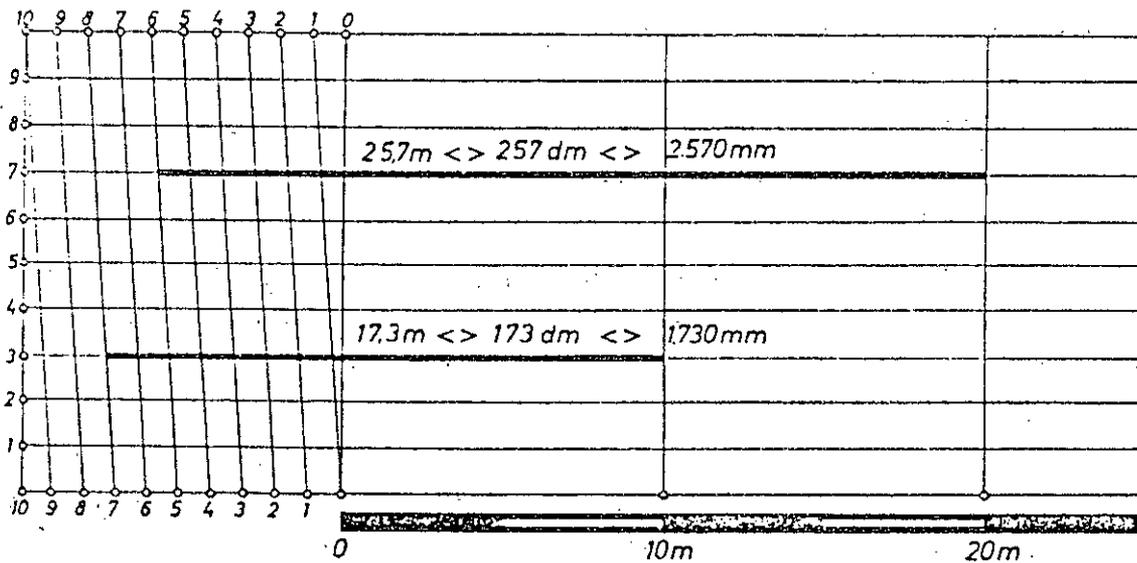
Fabricación e instalación	Construcciones civiles	Topografía	Urbanismo	Escalas de Ampliación
		1:100		
	1:5	1:200		
1:25	1:10	1:500		
1:5	1:20	1:1.000		
1:10	1:50	1:2.000	1:500	
1:20	1:100	1:5.000	1:2.000	
1:50	1:200	1:10.000	1:5.000	2:1
1:100	1:500	1:25.000	1:25.000	5:1
1:200	1:1.000	1:50.000	1:50.000	10:1

Se permitirá, aunque no se recomienda, el uso de las escalas 1:2, 1:25, 1:250, 1:2.500; y en urbanismo 1:1.000 y 1:10.000.

La escala deberá aparecer en un lugar preferente del papel del dibujo, ya que será la indicación del verdadero tamaño del objeto que se ha dibujado.



paralelas a la recta horizontal. Se unen los puntos de división tal como se indica en la figura y se forman triángulos rectángulos cuyas bases van aumentando en una décima de la unidad de la contraescala. Para saber qué magnitud tiene una medida en esta escala, deberemos tener en cuenta que los números de la derecha indican las decenas, los de la contraescala las unidades y los verticales las décimas. Así, si se quiere representar 17.3 m. en esta escala, se mide 17 m hasta la división 7 de la contraescala desde el 10 de la escala, pero midiéndose esta magnitud sobre la horizontal trazada por la tercera división, es decir, el 3, de las verticales.



ESCALA 1:250

Por ejemplo, el perímetro de una finca campestre es de 3.25 km. ¿Cuál será su longitud en un dibujo a escala 1:20.000?.

**Solución:** Si 20.000 m del terreno se representan por 1 m en el dibujo, 3.250 m del terreno se representarán por x en el dibujo.

$$\text{De donde } x = \frac{3.250 \times 1}{20.000} = 0,1625 \text{ m} = 16,25 \text{ cm}$$

- En la práctica se emplean reglas graduadas a distintas escalas para una mayor rapidez y precisión en la ejecución de los dibujos. Existen de varios tipos, utilizándose también los llamados escalímetros, de gran utilidad para el profesional del dibujo técnico.

### ACOTACIONES

Objeto de la acotación:

Las cotas de una pieza indican las dimensiones reales de la misma.

El valor de las cotas está representado en milímetros, salvo en los casos en que las características especiales de lo que se esté representando requieren su expresión en centímetros o en metros, bien entendido que esta particularidad se reflejará en el casillero correspondiente.

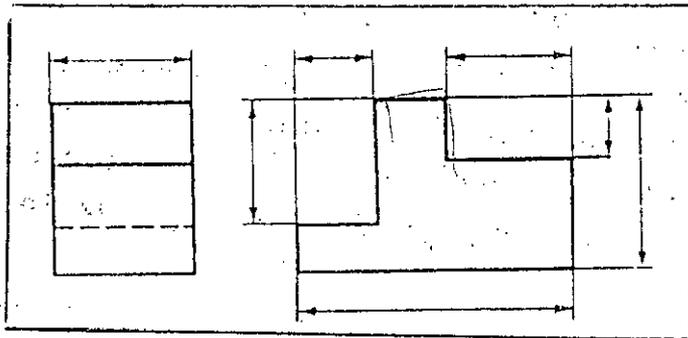
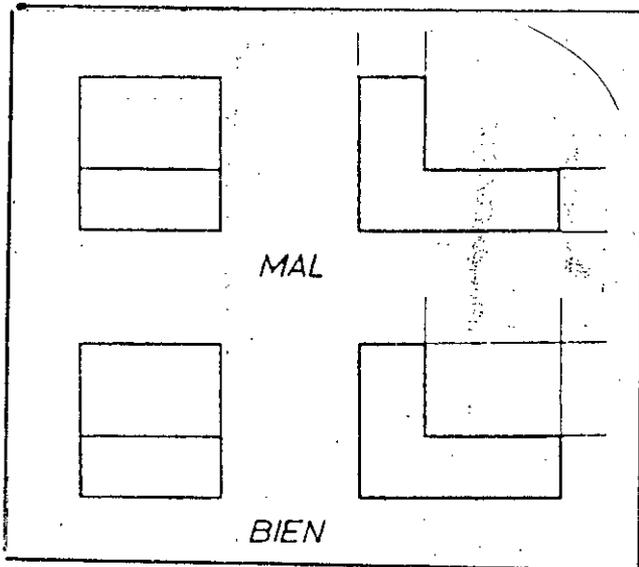
Las cotas de una pieza reflejan las dimensiones reales de la misma, independientemente de la escala utilizada.

Normas de acotación

En la acotación de toda pieza industrial se deberá seguir una serie de normas generales que vamos a exponer seguidamente.

### Líneas de cota.

Las llamadas líneas de cota se disponen paralelamente a la línea de contorno o arista a la cual se quiere acotar, y siendo perpendiculares a las de referencia que las limita.

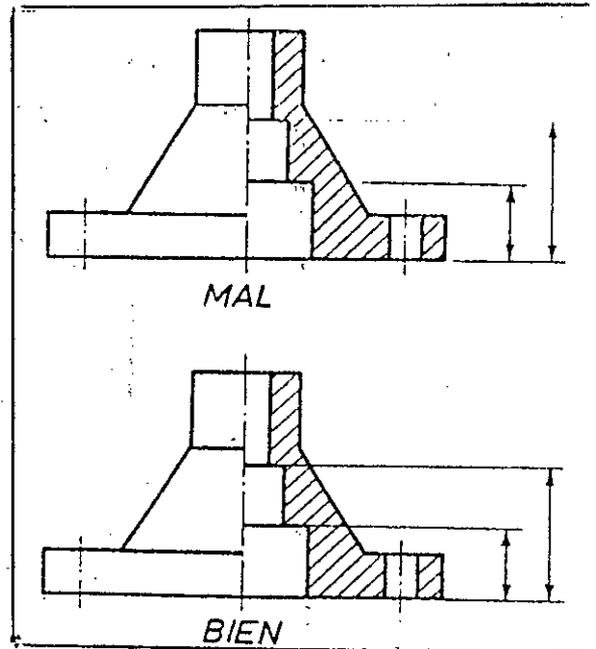
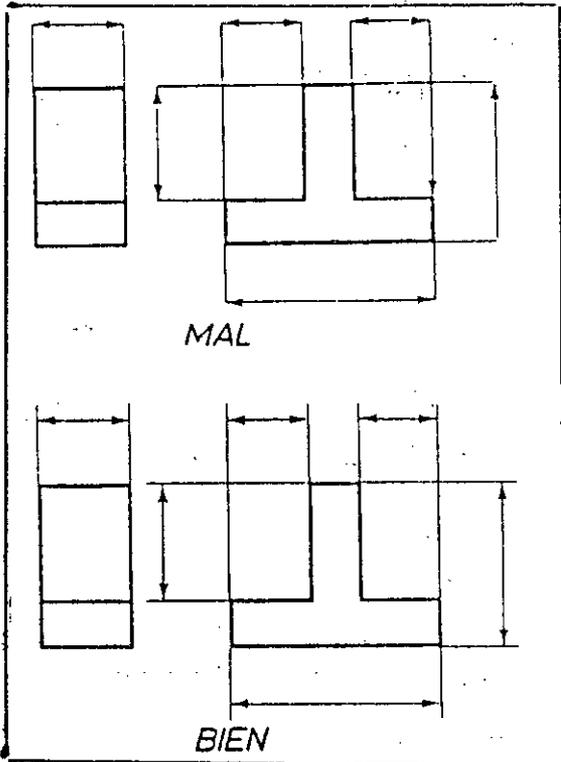


### Flechas de cota.

Las flechas de cota se disponen en los extremos de las líneas de cota.

Generalmente, estos valores varían en función del espacio disponible para la acotación.

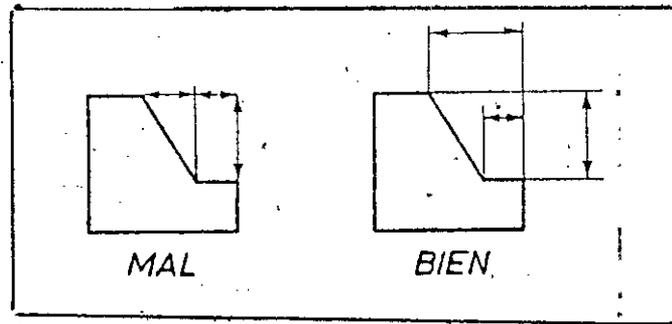
Las líneas de cota son rigurosamente perpendiculares a las de referencia, salvo casos muy excepcionales.



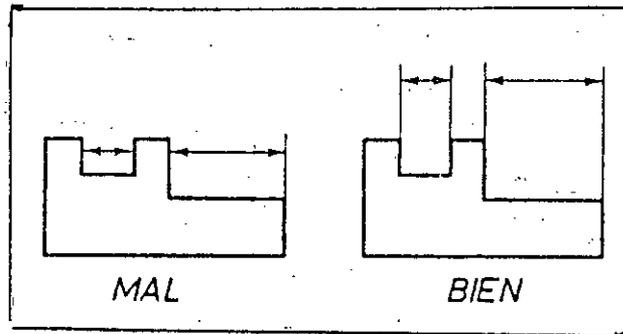
Normas a seguir en la utilización de líneas de referencia y de cota.

Al emplear las líneas de referencia se debe tener en cuenta que estas sí pueden cortar al dibujo.

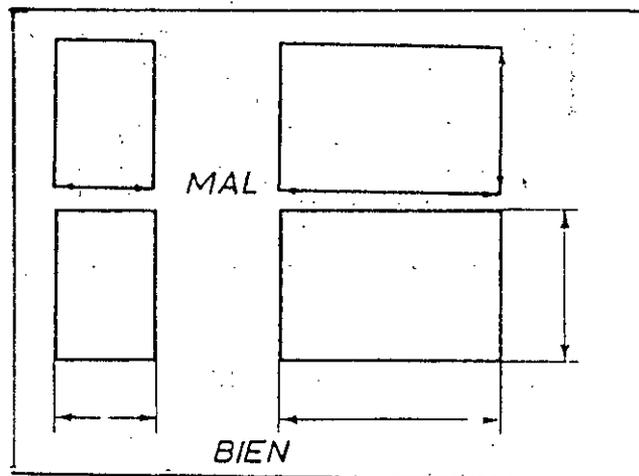
Pero debe tenerse cuidado y no emplear líneas de referencia que sirvan a su vez como líneas de cota.



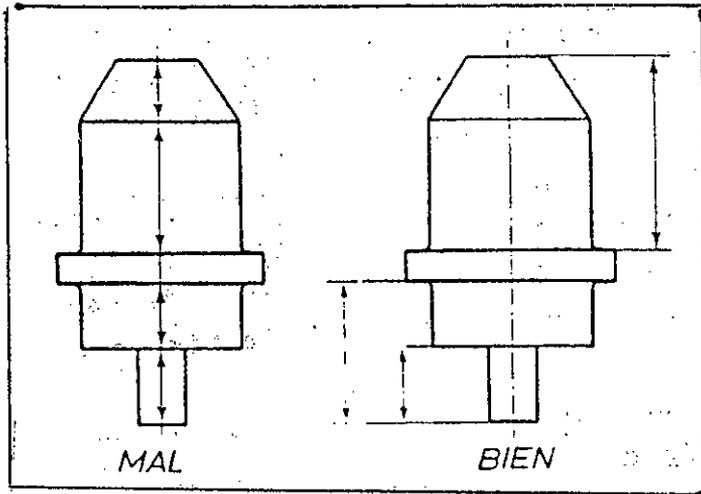
Se procurará evitar el apoyar las flechas en las líneas de contorno de las piezas.



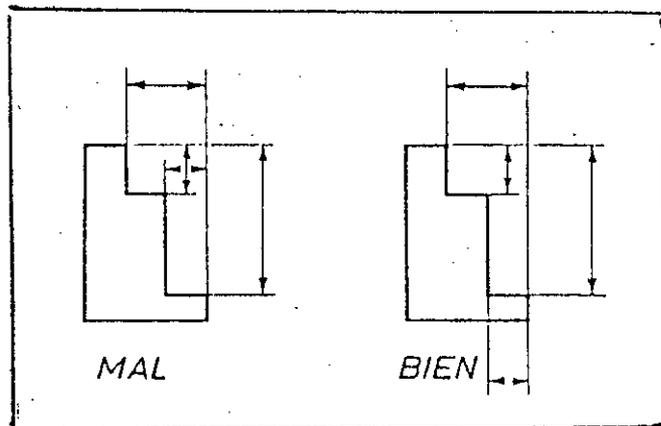
Nunca se sitúan las líneas de cota sobre las líneas de contorno de la pieza dibujada.



En los ejes de las piezas no pueden situarse nunca las líneas de cota.



Se evitará el que las líneas de cota se crucen entre sí.



que se funde depositando un cordón.

Los electrodos recubiertos para soldadura tiene los diámetros establecidos por normas de la AWS que han sido aplicadas a los productos de fabricación chilena. Las longitudes normales son de 350 mm.

### Tipos de Soldadura:

Se entiende por unión soldada la zona en la que se produce la unión de las piezas mediante soldadura; las superficies menores que limitan estas piezas reciben los nombres de orilla, bordes, topes.

Según la posición relativa de las piezas se distinguen los siguientes tipos de uniones soldadas.

- a) Uniones a tope, en que la soldadura une los topes de dos piezas colocadas prácticamente una al lado de la otra;
- b) Uniones de ángulo, en esquina, en las que la soldadura une los topes de dos piezas prácticamente perpendiculares entre sí;
- c) Unión de tres aristas, en las que la soldadura une los topes de tres piezas, dos de ellas situadas como en el caso a), y la tercera más o menos perpendicular;
- d) Uniones a tope en L, en las que la soldadura une un tope de una de las piezas con una cara de la otra cerca de un extremo de esta última. Las dos piezas son más o menos perpendiculares;
- e) Uniones a tope en T, como en la anterior (d), con la diferencia de que el tope de una de las piezas no coincide con un extremo de la otra;
- f) Uniones en cruz, resultan de la combinación de dos uniones T;
- g) Uniones de traslape, en que las piezas, con las caras en contacto, se sitúan desfasadas. La soldadura une el tope de una de ellas o de ambas con la cara de la otra pieza; los cordones pueden depositarse

por otra parte tienden a aumentar las contracciones o, si las piezas están acopladas, inducen en el material tensiones que, sumándose a aquellas causadas por las sollicitaciones externas, pueden superar el límite elástico.

Para evitar este peligro se efectúa un recocido para relajar las estructuras, llevándolas, en hornos especiales o con soplete, a unos 600 - 650 °C, temperatura a la cual las zonas sometidas a esfuerzos elásticos pueden deslizarse plásticamente anulando el estado de tensiones. Tanto el aumento de temperatura como su sucesiva reducción deben producirse de manera lenta y gradual.

#### Elementos de una estructura metálica:

Veamos ahora como con los perfiles, tubos y placas se pueden formar armazones aptas para resistir al conjunto de fuerzas "externas", que generan en los diferentes miembros sollicitaciones de tensión, comprensión, flexión, corte y torsión. Se llama en general, vigas a los elementos de estructuras que trabajan esencialmente a la flexión; estas se dividen en dos categorías: **vigas de alma llena**, que tienen una sección continua, sin interrupciones para toda la longitud, y **vigas reticulares o de celosías**, obtenidas por la unión de un conjunto de barras entre las cuales se distinguen las de contorno (bridas o largueros) y las de pared (diagonales y montantes). Las primeras pueden estar constituidas por un solo perfil (vigas laminadas), o por varios perfiles unidos (vigas opuestas o múltiples). A veces se adoptan "vigas armadas" obtenidas con la unión de una viga (de alma llena o reticular) apta para resistir esfuerzos de flexión, con una cadena que trabaja sólo a esfuerzo normal.

un número progresivo dentro de un pequeño círculo.

Las estructuras pueden representarse esquemáticamente indicando con línea continua gruesa los ejes neutros de los elementos de intersección.

En los planos constructivos las perforaciones para remaches o pernos se representan generalmente mediante una simple cruz cuyo centro coincide con el centro de la perforación. Los remaches y los pernos que deben ser puestos en el montaje se indican con el símbolo de una banderita (uniones de largueros).

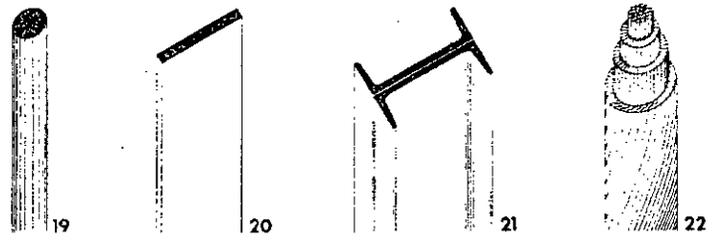
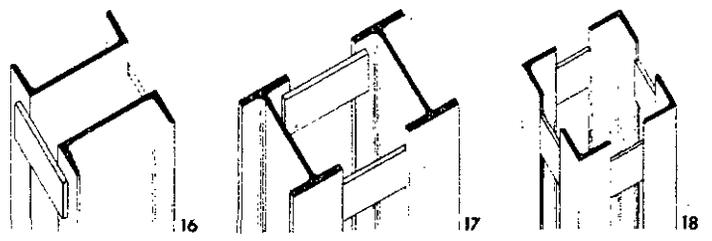
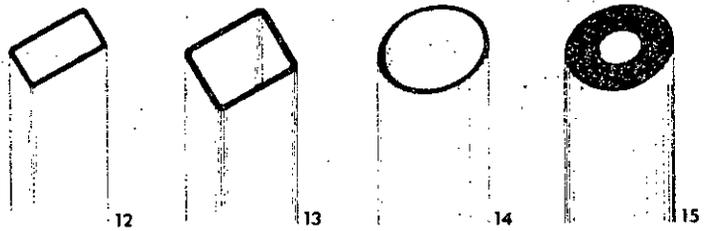
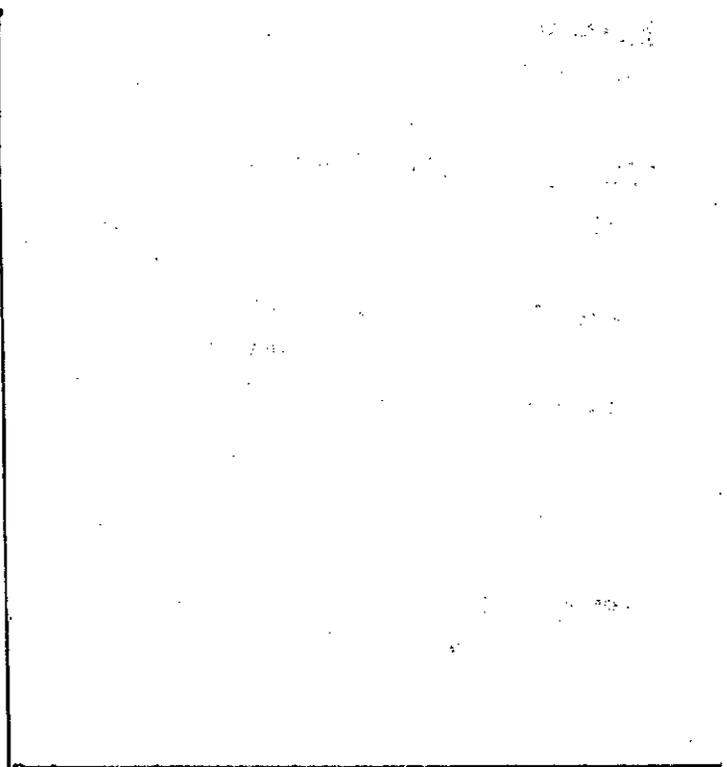
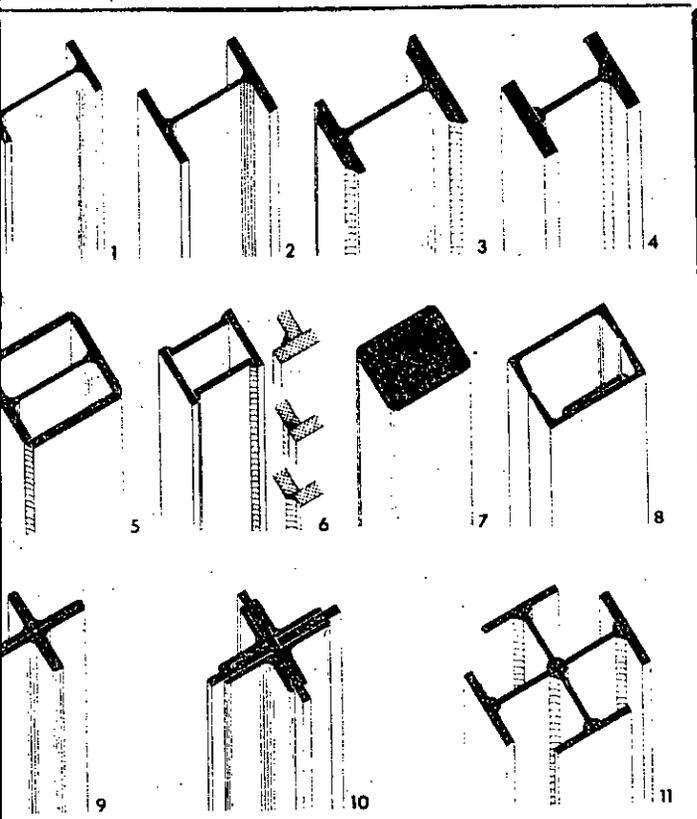
Para la indicación de las soldaduras se adoptan los símbolos establecidos en las normas chilenas y las de la AWS.

#### Marcas de taller:

Las estructuras de una construcción metálica, deben descomponerse en partes de dimensiones asignadas, para poder transportarlas. Tales partes se simbolizan con números o letras del alfabeto, que se indican también sobre las copias de los planos para hacer posible su identificación en las operaciones de montaje. Para facilitar éstas, muchas veces las piezas que deben unirse sobre sí se señalan con una misma marca en los puntos en que se hará la unión; así por ejemplo, cada tramo de un larguero de una viga de puente recibe en los dos extremos dos marcas diferentes, cada una de las cuales se señala también en el extremo del tramo contiguo relativo.

Los pilares de un edificio son los elementos que transmiten las cargas verticales al terreno. Están sometidos a esfuerzos axiales.

Formas de la sección de pilares:



ello, en el extremo inferior de los pilares se pone una placa de asiento.

En la placa de asiento se producen esfuerzos de flexión, por lo tanto debe tener un espesor suficiente para resistirlo o llevar escuadras de rigidización. Los esfuerzos de tracción originados por un gran momento flector son absorbidos por los anclajes.

A causa de las diferencias que se toleran en la construcción, la superficie superior de los cimientos se deja de 3 a 5 cm más baja que la superficie inferior de la placa de asiento. Al efectuar el montaje se hace descansar el pilar sobre placas de acero y uñas (lainas), que permiten un reajuste posterior del soporte. Luego, se debe rellenar con mortero autonivelante en todos los espacios dejados bajo la placa, procediéndose a retirar las lainas.

### Uniones en los pilares:

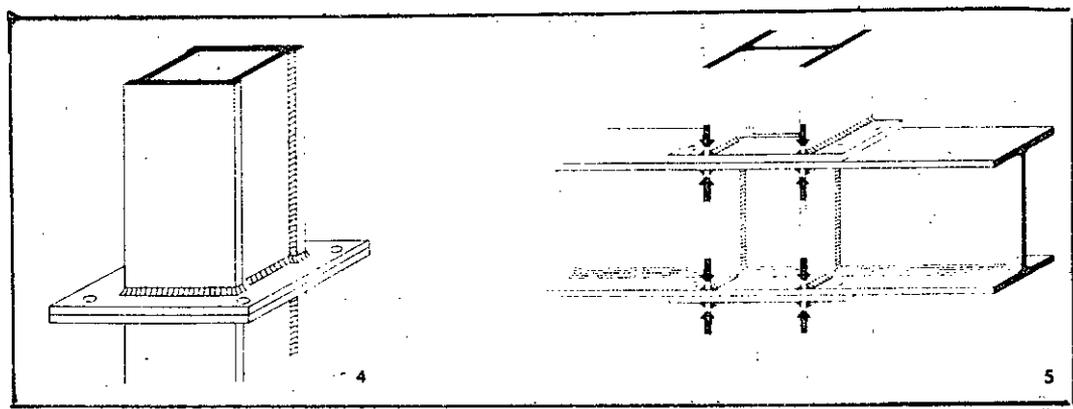
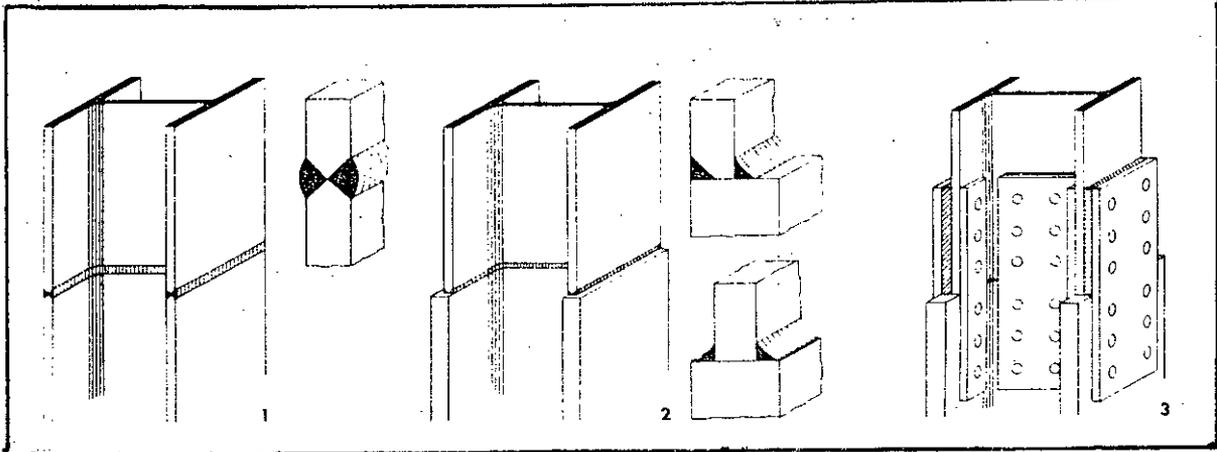
Los pilares se llevan a pie de obra en piezas de la mayor longitud posible, a fin de facilitar el montaje. La longitud de las piezas queda limitada en general, por las posibilidades de transporte, de 20 a 22 metros. Los elementos constituidos por una pieza de acero laminado no pasan generalmente, por razón del coste, de 15 m de longitud, pues las longitudes superiores tienen un recargo en el precio. Los pilares muy pesados suelen también llevarse a la obra en piezas de longitud menor, teniendo en cuenta la potencia de las máquinas de que se dispone para el montaje.

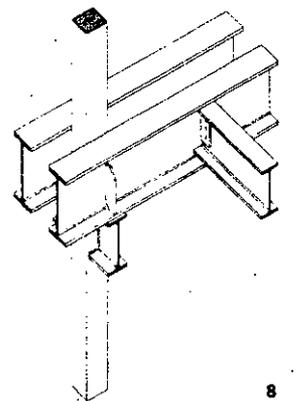
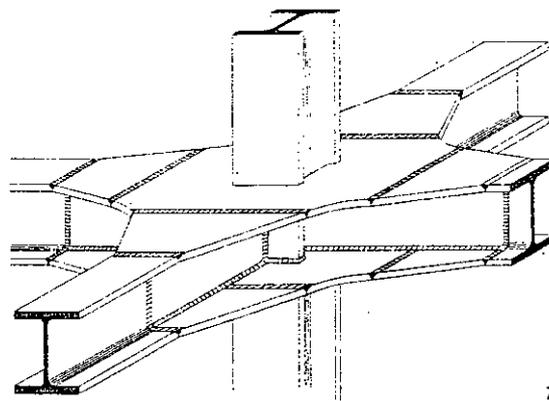
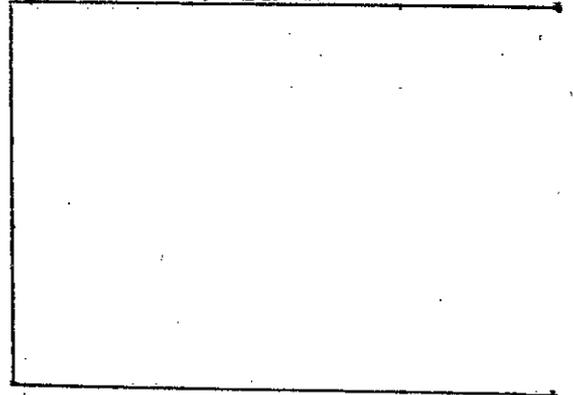
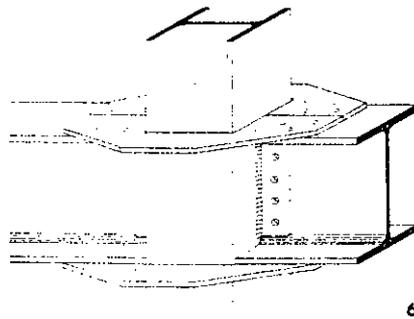
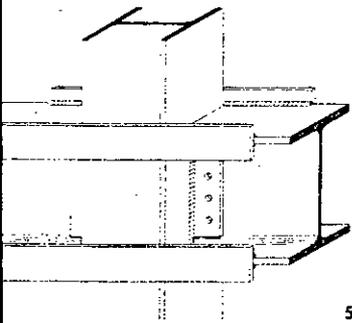
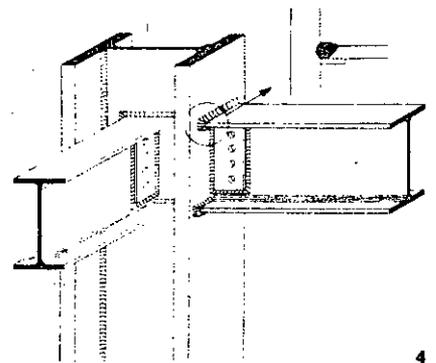
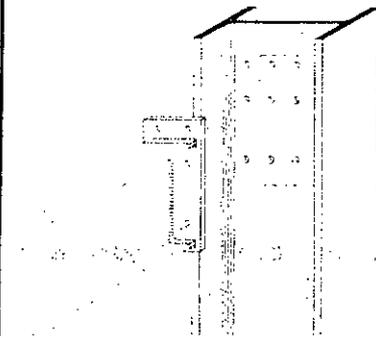
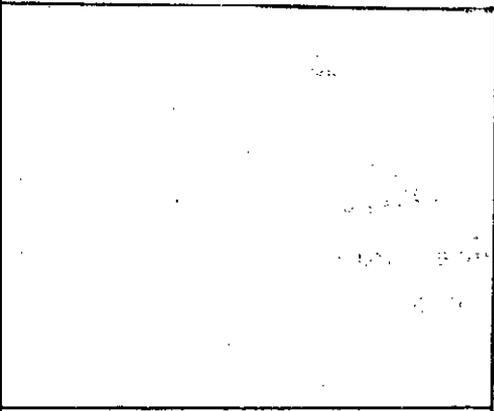
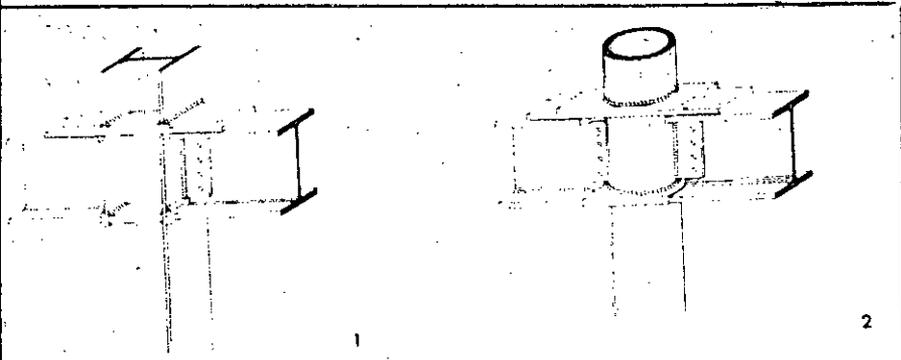
Además de las uniones entre estas distintas piezas, que llamaremos uniones de montaje, muchas veces son necesarias otras uniones de taller, por ejemplo, a causa del escalonamiento de las secciones, o por otros motivos. Los pilares, a la altura de las uniones, deben ser cortados cuidadosamente en una sección plana perpendicular al eje de la pieza. Cuando las cargas son pequeñas es suficiente un corte de sierra. Cuando son grandes las superficies de la junta deben ser fresadas. Según los reglamentos actuales, en las juntas, una parte de la carga puede transmitirse por contacto. El resto debe completarse por soldadura o atornillado. En todos los casos deben resistirse los esfuerzos de tracción procedentes de sollicitaciones a flexión.

1 y 2 La unión más sencilla es la junta a tope (fig. 1), que incluso es posible si hay escalonamiento de las secciones con tal que las partes de la sección que hay que unir queden superpuestas (fig. 2). Cuando se trata de uniones de las que hemos llamado de montaje, para la fijación provisional hasta la ejecución de las costuras de soldadura se emplean chapas, escuadras y piezas análogas.

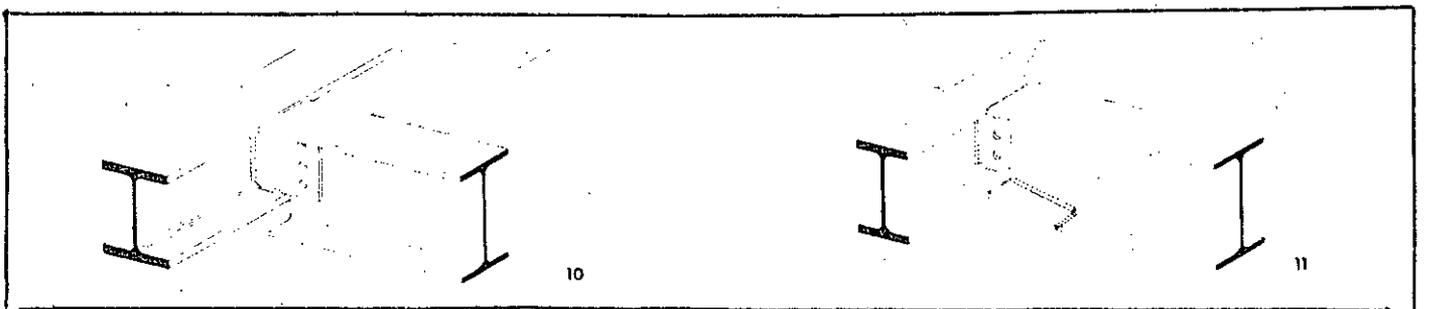
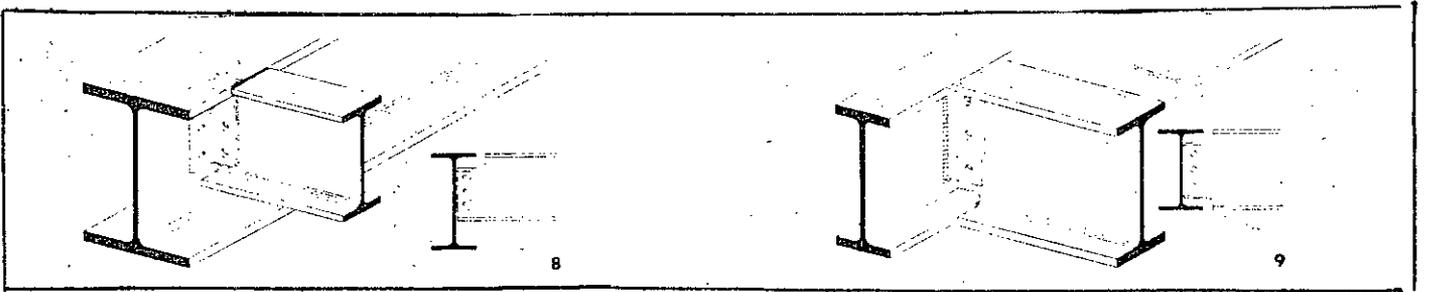
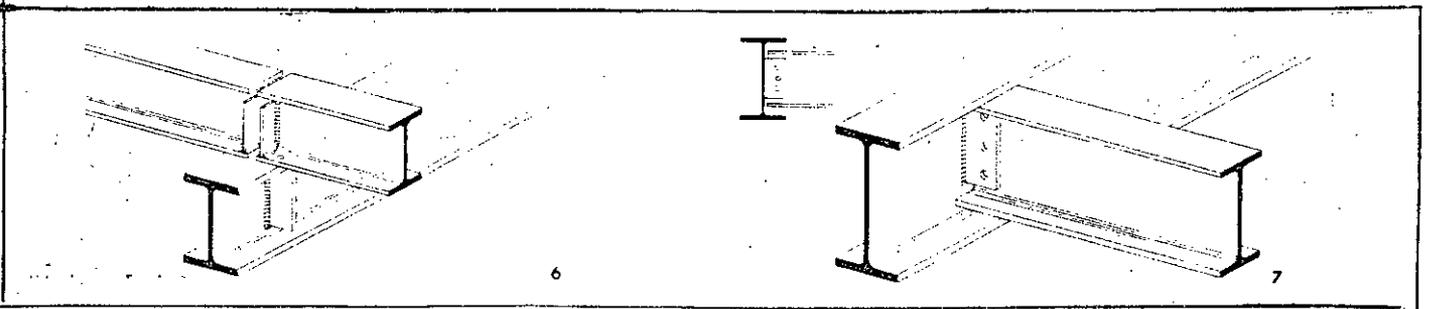
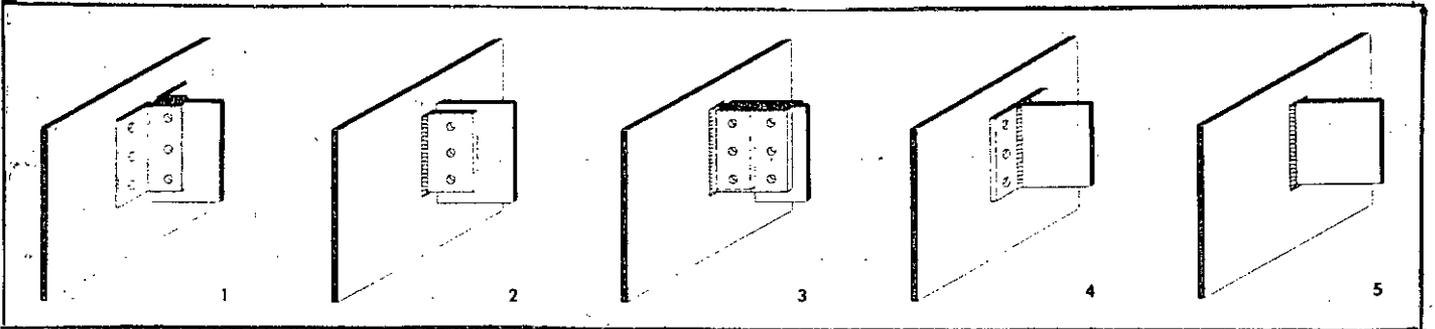
3 Unión a tope atornillada. Las fuerzas se transmiten a través de

Fig.





Uniones de las vigas de alma llena: A continuación se muestran algunas de las formas de unión corrientes mostradas en los planos de estructuras metálicas, de vigas de alma llena.



### Paso de canalizaciones a través de vigas de alma llena:

Las vigas de acero de alma llena tienen la gran ventaja, respecto a las de hormigón, de que es muy fácil hacer pasar a través de sus delgadas almas las canalizaciones de las distintas clases de instalaciones. Pueden abrirse en ellas pequeños huecos con el soplete, y si estos huecos son redondos, con una barrena. Siempre que sea posible esto se hará en el taller, pero naturalmente, en casos especiales, también puede hacerse en la obra. Grandes perforaciones pueden debilitar el alma de la viga hasta tal punto que para la transmisión de los esfuerzos cortantes sean precisos refuerzos o rigidizadores del alma.

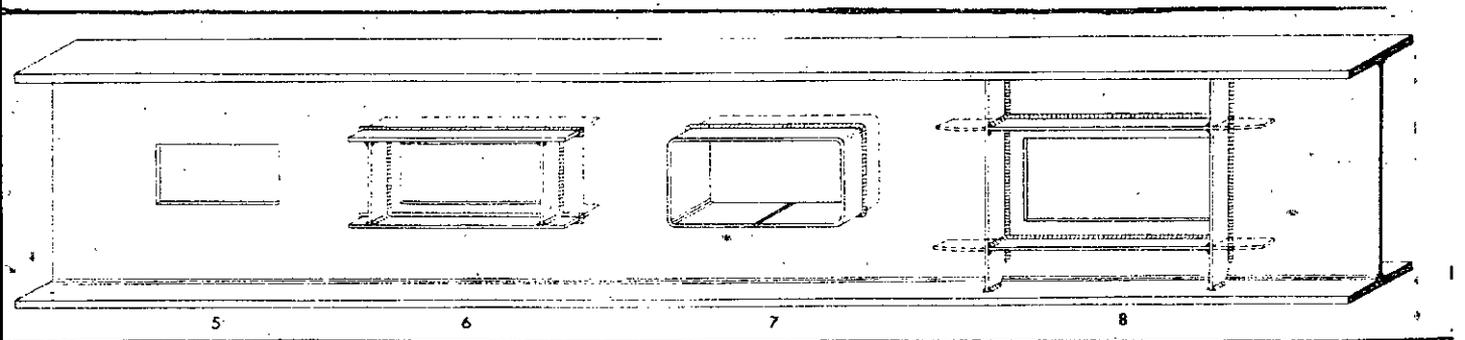
Por lo tanto las grandes perforaciones no deben practicarse en las zonas de gran esfuerzo cortante, esto es, cerca de los apoyos, sino en el centro de las vigas.

Si son muchas las canalizaciones que hay que hacer pasar es preferible disponer dos capas de envigado cruzadas y hacer pasar las canalizaciones en dos niveles, por encima y por debajo de las vigas respectivas.

A veces es más apropiado reducir la altura de las vigas en determinadas zonas y hacer pasar las canalizaciones por debajo.

**Perforaciones rectangulares:**

- 5 Las perforaciones rectangulares deberían ser más anchas que altas, a fin de que queden por encima y por debajo de la perforación unas partes del alma suficientes para la transmisión de los esfuerzos cortantes.
- 6 Para ahorrar horas de trabajo los refuerzos deben disponerse de modo que no requieran ningún trabajo de ajuste. Los refuerzos pueden ponerse a un lado del alma, y si las fuerzas son muy grandes, en los dos lados.
- 7 La colocación de manguitos, especialmente de manguitos con cantos redondeados es una solución muy cara y debería limitarse a aquellos casos en que las vigas quedan vistas.
- 8 Ejemplo de gran refuerzo en una gran perforación.





## Vigas de entramado o celosía:

Son las que requieren la menor cantidad de material. A

continuación se presentan algunos tipos de estas vigas.

## Vigas de celosía pesadas:

1 Viga de entramado formada por angulares de acero con placas de unión. Los cordones están formados cada uno por dos angulares, de lados iguales o desiguales. Si los lados de los angulares son desiguales los lados mayores del cordón superior se disponen en el plano horizontal, para aumentar la resistencia al pandeo lateral. Las barras de entramado son angulares, simples o dobles. Este tipo de vigas puede construirse a base de tornillos o remaches, o de soldadura. En cuanto a la protección contra la corrosión, véase lo que se dice para la figura 4.

2 Los cordones de esta viga de entramado son perfiles T o medias vigas I PE o IPB. Es un tipo muy económico y muy empleado. Diagonales: angulares, pares de angulares o perfiles U. Si las partes de la T correspondientes al alma de la viga son suficientemente altas y las fuerzas no son muy grandes las barras de entramado se sueldan directamente a estas almas.

3 Cuando estas almas son estrechas o las fuerzas son grandes es preciso reforzarlas soldándoles placas de nudo. La viga puede ser soldada o atornillada.

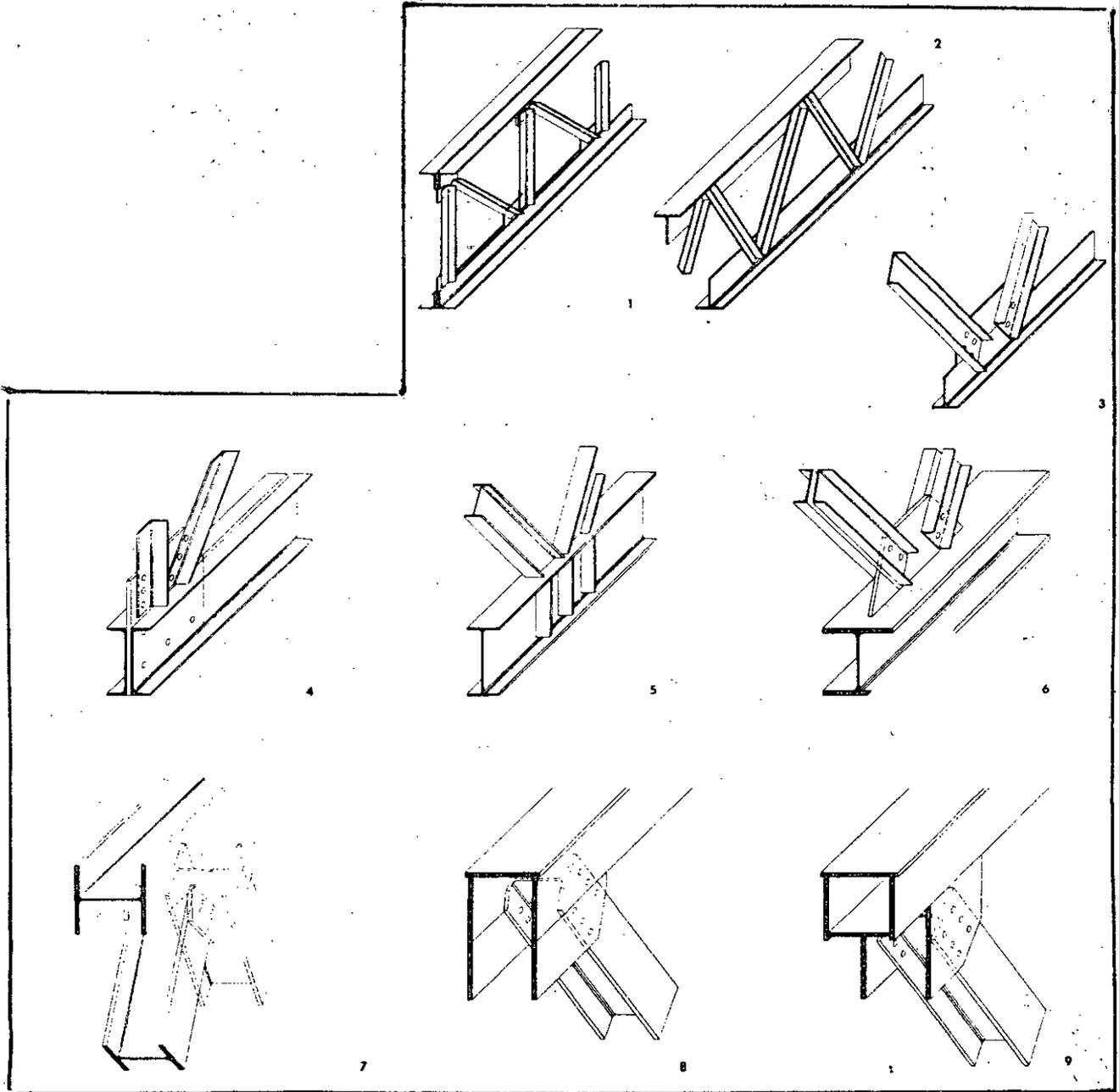
4 Cordones: dos barras e U atornilladas con placas de nudo. Estos cordones son apropiados para resistir los esfuerzos de flexión locales. Cuando el espacio entre los perfiles U queda abierto, sólo conviene usar este tipo de vigas en interiores, a causa del peligro de corrosión.

5 Cordón de perfil I PE o I PB. Cuando son vigas ligeras las barras de entramado pueden soldarse a tope. En el cordón han de ponerse una o varias placas de rigidización del alma. Este tipo de vigas es caro de ejecución.

6 Cordón de perfil I PE o I PB. Placa de nudo soldada encima para la unión con las barras de entramado. Sistema económico muy usado para vigas de entramado sometidas a grandes cargas.

7 Cordón de perfil I PE o I PB con el alma horizontal. Placas de nudo en ambas aletas.

- 8 Perfil de cajón abierto con placas de nudo soldadas, para vigas de entramado de gran resistencia.
- 9 Perfil de cajón cerrado, soldado, con placas de nudo en ambos lados.



### Formas de escaleras de acero:

Estructura sencilla con cuatro montantes ligeros para cada descansillo. Debajo de los descansillos y de los peldaños, vigas. Las vigas de los tramos se unen a las de los descansillo mediante costillas soldadas a éstas (1.1), mediante angulares de acero (1.2) o mediante placas transversales soldadas a las cabezas de las vigas de las zancas (1.3).

Escalera sostenida por dos montantes situados en el ojo. Los montantes sostienen unas vigas en las que se apoyan los descansillos y otras vigas en las que se apoyan los peldaños. Los montantes son de perfil; las vigas de los rellanos, de perfil en U; las de los tramos, de plancha plana.

La misma estructura con perfiles huecos. Los montantes son de tubo cuadrado; las vigas de los tramos, de tubo rectangular; los brazos en voladizo, de perfil hueco soldado.

Zanca central en voladizo desde los descansillos de acceso a la escalera. Sostiene el descansillo intermedio y los peldaños en voladizo a ambos lados de ella.

Escalera helicoidal o de caracol. El elemento sustentante es un tubo vertical. Los peldaños están soldados a este tubo, en voladizo libre.

Los peldaños de esta escalera helicoidal están soldados entre el tubo central y una viga periférica sostenida por cuatro barras suspendidas.

Escalera helicoidal de gran radio interior. Los peldaños se apoyan en dos zancas, una interior y otra exterior, que tienen forma de hélice, sin ningún apoyo entre los pisos.

## Cubiertas:

### Función de la cubierta:

Los edificios de pisos con estructura metálica llevan, salvo pocas excepciones (cubiertas en shed), cubiertas de poca inclinación, que llamaremos en general cubiertas planas. El número de tipos de cubierta a considerar es todavía más reducido si consideramos que las cubiertas planas llevan casi siempre el aislamiento térmico en la parte superior (llamadas a veces "cubiertas calientes") y que esta clase de edificios tienen los desagües de la cubierta generalmente en el interior, lo que obliga a una cierta disposición del contorno de aquella.

La cubierta está sometida estáticamente a los siguientes casos de carga:

#### + Cargas permanentes:

Peso propio de la cubierta y además, para las cubiertas transitables, pavimento, tiestos y otros elementos de jardinería, carriles e instalaciones para los mecanismos que circulan por el perímetro (para la limpieza de las fachadas, por ejemplo).

#### + Sobrecargas:

Normal en las cubiertas accesibles, ocasional, para trabajos de limpieza y conservación, móvil de los mecanismos que circulan por el perímetro.

#### + Nieve

+ Viento, en forma de presión y aspiración.

+ Diferencias de temperatura.

La cubierta debe proteger contra,

+ Las aguas procedentes del exterior,

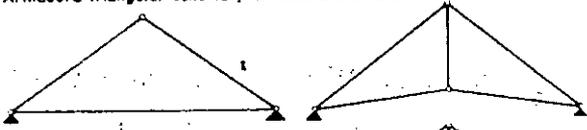
+ La difusión del vapor del interior.

+ Los efectos de temperatura,

+ Los ruidos.

FORMAS DE ARMADURAS

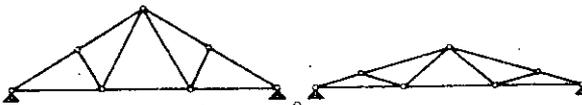
Armadura triangular sencilla y armadura alemana FIG. 2647-2649



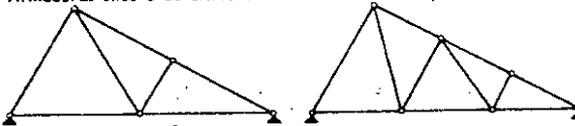
Armadura inglesa y armadura belga FIG. 2650-2652



Armaduras francesas, Polonceau FIG. 2653-2655



Armaduras Shed o de diente de sierra FIG. 2656-2658



Arco

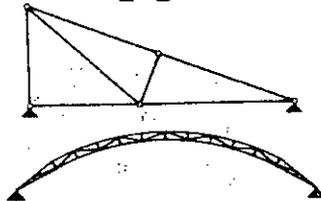


FIG. 2659

Armadura de una sola vertiente FIG. 2660-2662

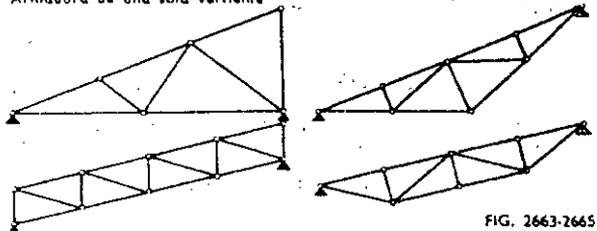
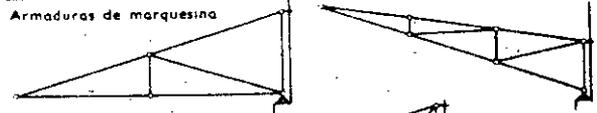
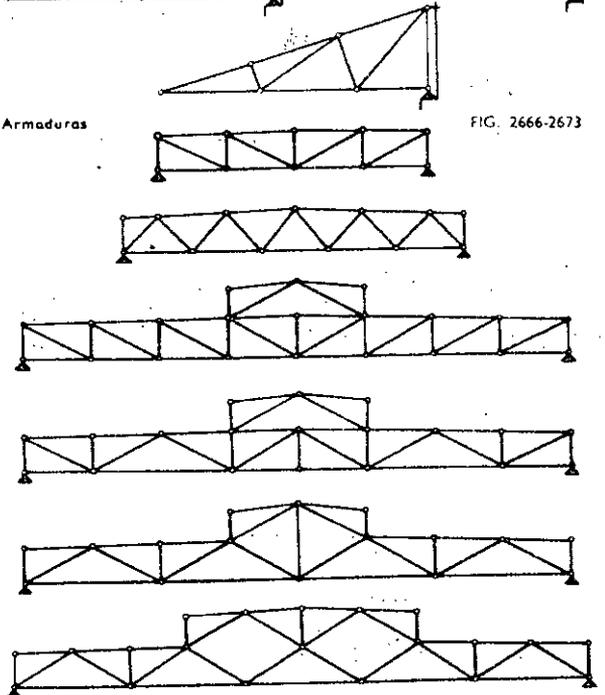


FIG. 2663-2665



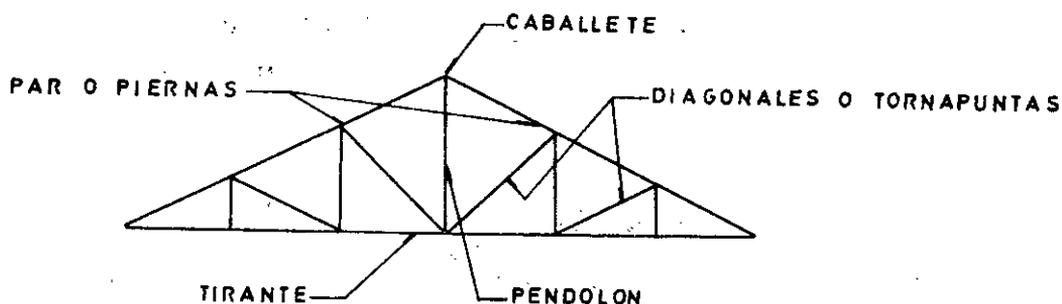
Armaduras

FIG. 2666-2673



## CERCHAS MAS COMUNES

**Cerchas corrientes:** Están constituidas generalmente por un sistema de triangulado, cuyo cordón superior, llamado por pierna, está situado debajo de la superficie exterior del tejado. Los puntos inferiores de este cordón están unidos al cordón inferior llamado "tirante", mediante tornapuntas de arranque. Los dos cordones están reunidos por un sistema de celosía que comprende montantes y diagonales. Esta cercha es del tipo usada en el estadio techado, que corresponde a la obra.

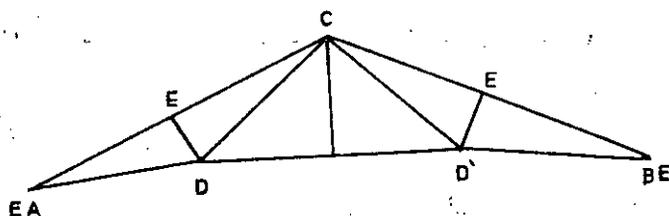


El montante situado a la altura del caballete toma el nombre de pendolón. Las cerchas más sencillas son las que sostienen un tejado de una vertiente.

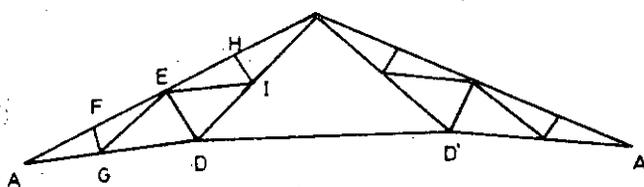
**Cercha Inglesa:** Este tipo de cerchas tiene las dos pendientes iguales, se caracteriza por un triangulado en el que los montantes son verticales y las tornapuntas inclinadas de tal manera que su punto más alto está situado hacia el caballete. El tirante es horizontal o levantado, es decir, con contra flecha.

### Cerchas Polonceau:

**De simple Biela:** Los pares van atirantados por una biela ED y dos cornapuntas CD. Los pies de las bielas están unidos por un tirante DD'.



**De triple Biela:** Es semejante a la anterior, pero difiere por la adición a uno y otro lado de la biela central, de otras dos bielas, FG y HI, estando unidos los pies de estas dos bielas a la cabeza de la biela central.

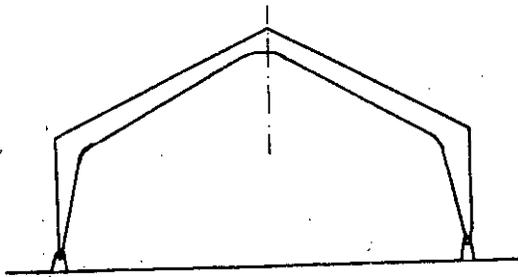


Contrariamente a lo que se realiza en las cerchas inglesas, americanas y belgas, la cercha polonceau lleva articulaciones en cada vértice del triangulado.

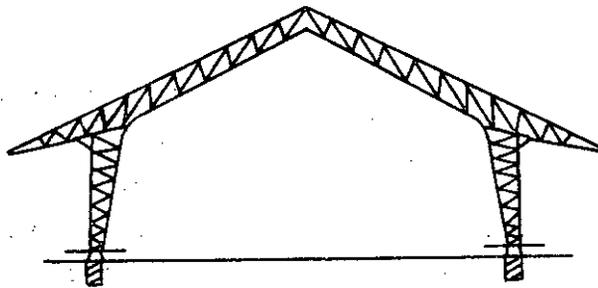
**Cerchas de arco:**

El arco es una viga cuyo eje neutro tiene la forma de una curva. De acuerdo a la forma de sus apoyos, se clasifican en arcos de articulaciones y arcos empotrados.

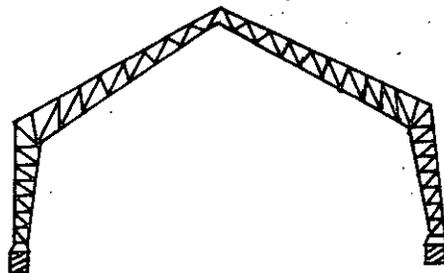
a) Muestra un tipo de cercha de arco de dos articulaciones.



b) Una cercha de tres articulaciones.



c) Muestra un ejemplo de cercha tipo Di3n, en la que el arco no lleva articulaciones en los apoyos.



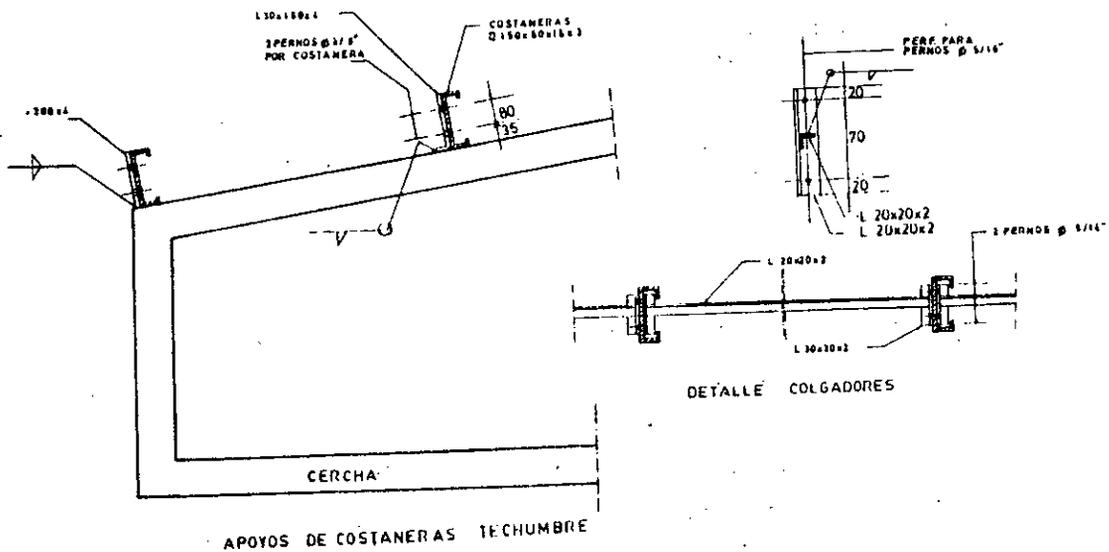
## MONTAJE DE COSTANERAS

Las costaneras de 5.40 m de largo (150 x 50 x 15 x 3) sobre las cerchas, en pestañas soldadas a éstas, la separación entre las costaneras fue de aproximadamente 1.50 m. para evitar la deformación de las costaneras se colocaron atiesadores de 30 x 30 x 2 de 1.5 m de longitud, en forma a éstas.

La función primordial de las costaneras es recibir la cubierta de techumbre.

A todos los elementos estructurales después de montados se les aplicó el remate de esmalte.

Los detalles de la estructura metálica al igual que la escuadría se encuentran detallada en los planos de estructura.



8. En las soldaduras "al otro lado" de la unión, marque el símbolo sobre la línea de referencia.



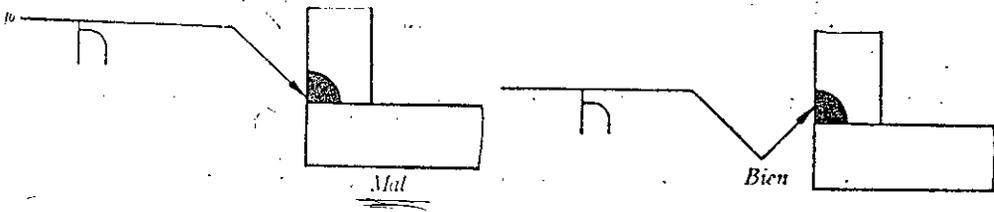
9. En las soldaduras a ambos lados de la unión, marque los símbolos sobre y bajo la línea de referencia.



10. En símbolos verticales, léase desde abajo y desde la derecha del dibujo y coloque las informaciones en la línea de referencia vertical, de modo que el que las lea esté debidamente orientado.



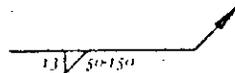
11. Cuando sólo una pieza vaya a ser chafanada, muestre la flecha apuntando a esa pieza.



12. Soldaduras diferentes pueden mostrarse en un solo símbolo compuesto.



13. Muestre la dimensión de la soldadura en el mismo lado de la línea de referencia en que está el símbolo.



14. Indique la dimensión en un solo lado en caso de ser igual en ambos lados.



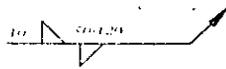
22. Muestre el largo del filete a la derecha del símbolo básico.



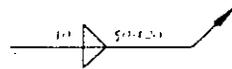
23. Muestre la separación de centro a centro de la soldadura intermitente después del largo, de modo que se lea de izquierda a derecha.



24. Cuando dos soldaduras intermitentes son alternadas muestre los símbolos así:

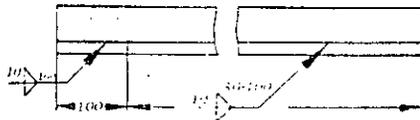


25. Cuando dos soldaduras intermitentes no son alternadas (cadena), use los símbolos en forma opuesta:



26. No combine filetes intermitentes y continuos en un símbolo.

27. Se supone que todas las soldaduras intermitentes empiezan y terminan con un filete y no con un espacio.



28. La cara de las soldaduras en filete será de 45° a menos que se indique en otra forma.

29. En filetes distintos de 45°, muestre la dimensión de ambos lados entre paréntesis indicando primero el pie perpendicular.



**SOLDADURA DE TOPE**

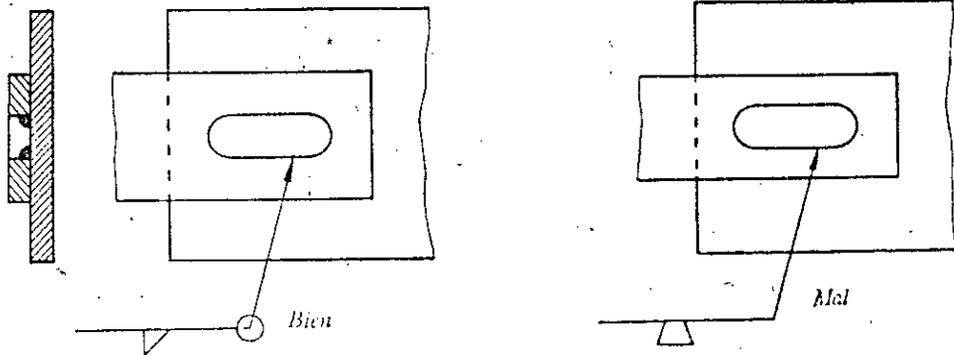
30. Muestre el lado desde el cual se hace la soldadura a tope o con bisel



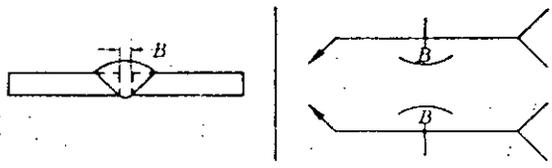
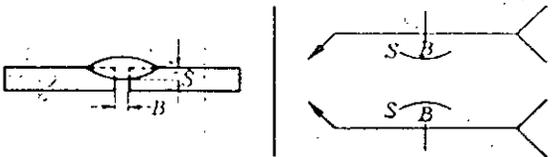
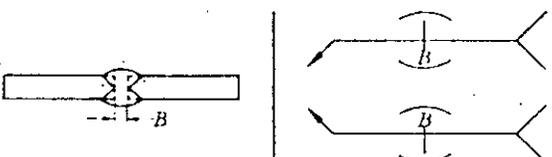
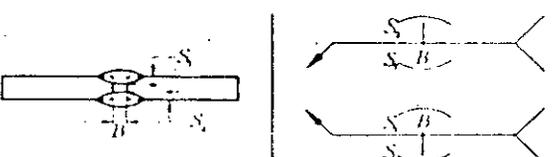
40. Muestre el espaciamiento de taponos intermitentes a continuación del largo.



41. Muestre los hoyos y ranuras en las soldaduras de filete con símbolos apropiados y no con símbolos de tapon y ranura.



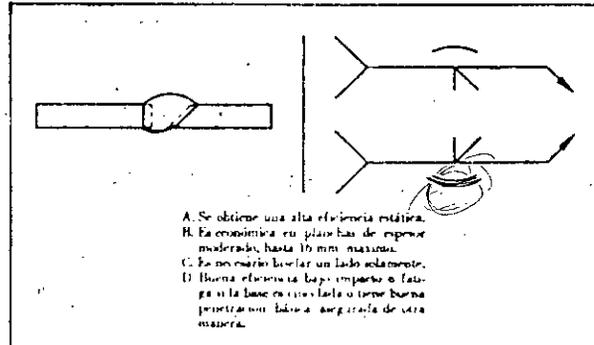
TIPOS DE UNIONES SOLDADAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

<p>5</p> <p>Unión de Tope a escuadra abierta. Soldada por un lado.</p>	 <p>A Penetración completa obtenible solamente en materiales relativamente dúctiles, hasta 5 mm máxima.</p> <p>B Fluencia relativamente alta obtenible en materiales dúctiles, hasta 5 mm máxima.</p> <p>C No debe usarse bajo carga fatiga o impacto.</p> <p>D No debe usarse cuando la tensión en flexión se puede presentar en la base de la soldadura.</p>
<p>6</p> <p>Unión de Tope a escuadra abierta. Soldada por ambos lados. Penetración incompleta.</p>	 <p>A Mayor penetración posible que en el caso de la fig. 1.</p> <p>B Fluencia baja en carga estática.</p> <p>C No debe usarse bajo carga fatiga o impacto.</p> <p>D No debe usarse cuando la tensión en flexión viene por la base de la soldadura.</p>
<p>7</p> <p>Unión de Tope a escuadra abierta. Soldada por ambos lados.</p>	 <p>A Se puede obtener penetración completa sólo en planchas relativamente dúctiles, hasta 6 mm máxima.</p>
<p>8</p> <p>Unión de Tope a escuadra abierta. Soldada por ambos lados. Penetración incompleta.</p>	 <p>A Fluencia relativamente baja en cargas estáticas, dependiente de la resistencia y espesor de la soldadura con el espesor de la plancha.</p> <p>B No debe usarse bajo carga fatiga o impacto.</p>

## TIPOS DE UNIONES SOLDADAS Y SUS CARACTERISTICAS

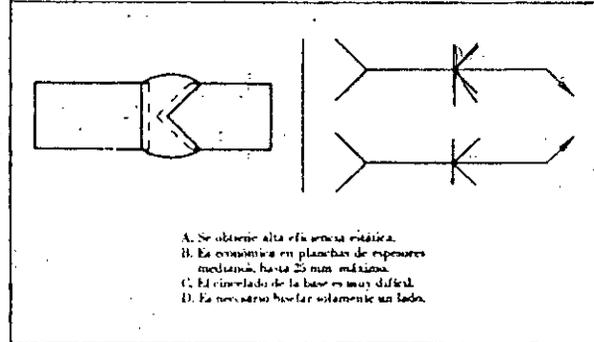
13

Unión de Tope en Bisel sencillo  
Soldada por ambos lados.



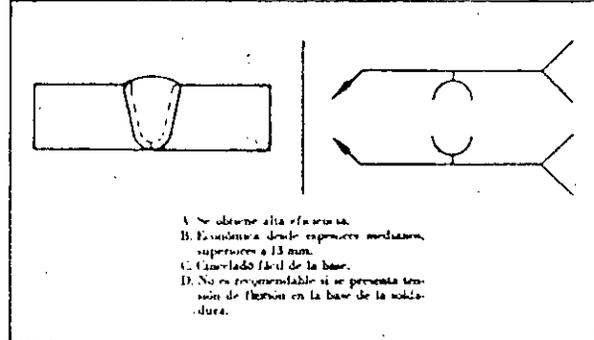
14

Unión de Tope en Bisel doble  
Soldada por ambos lados.



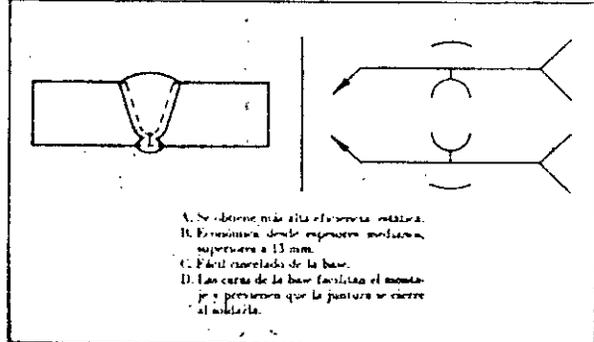
15

Unión de Tope en "U" sencilla  
Soldada por un lado.

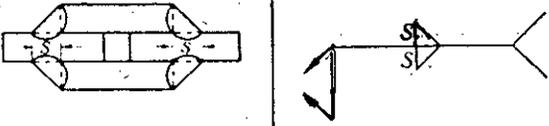
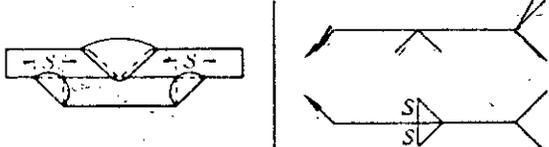
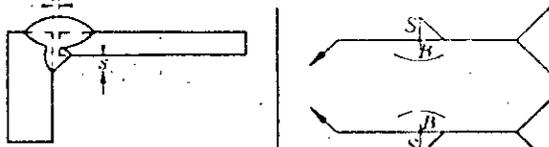


16

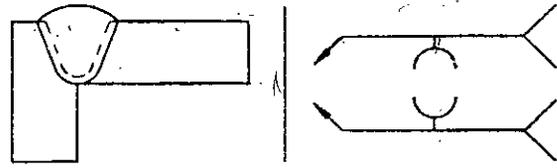
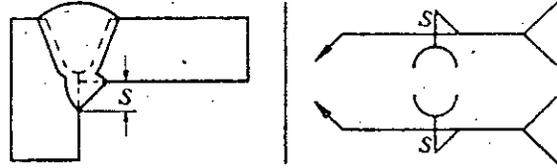
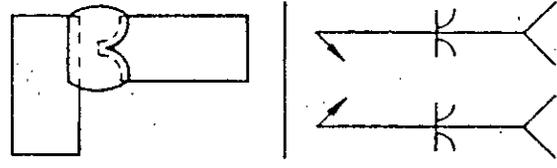
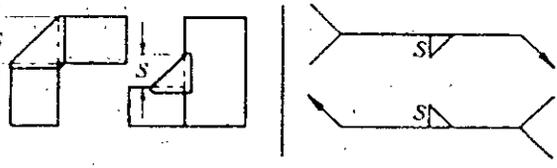
Unión de Tope en "U" sencilla  
Soldada por ambos lados.



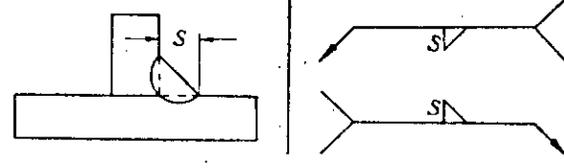
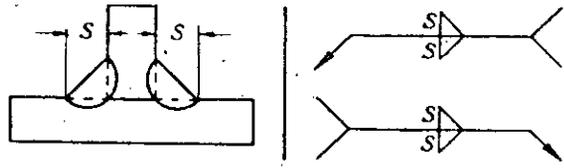
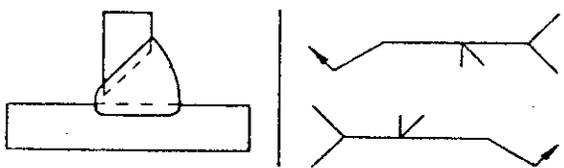
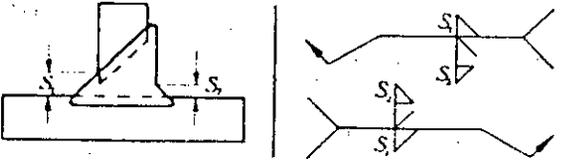
TIPOS DE UNIONES SOLDADAS Y SUS CARACTERISTICAS

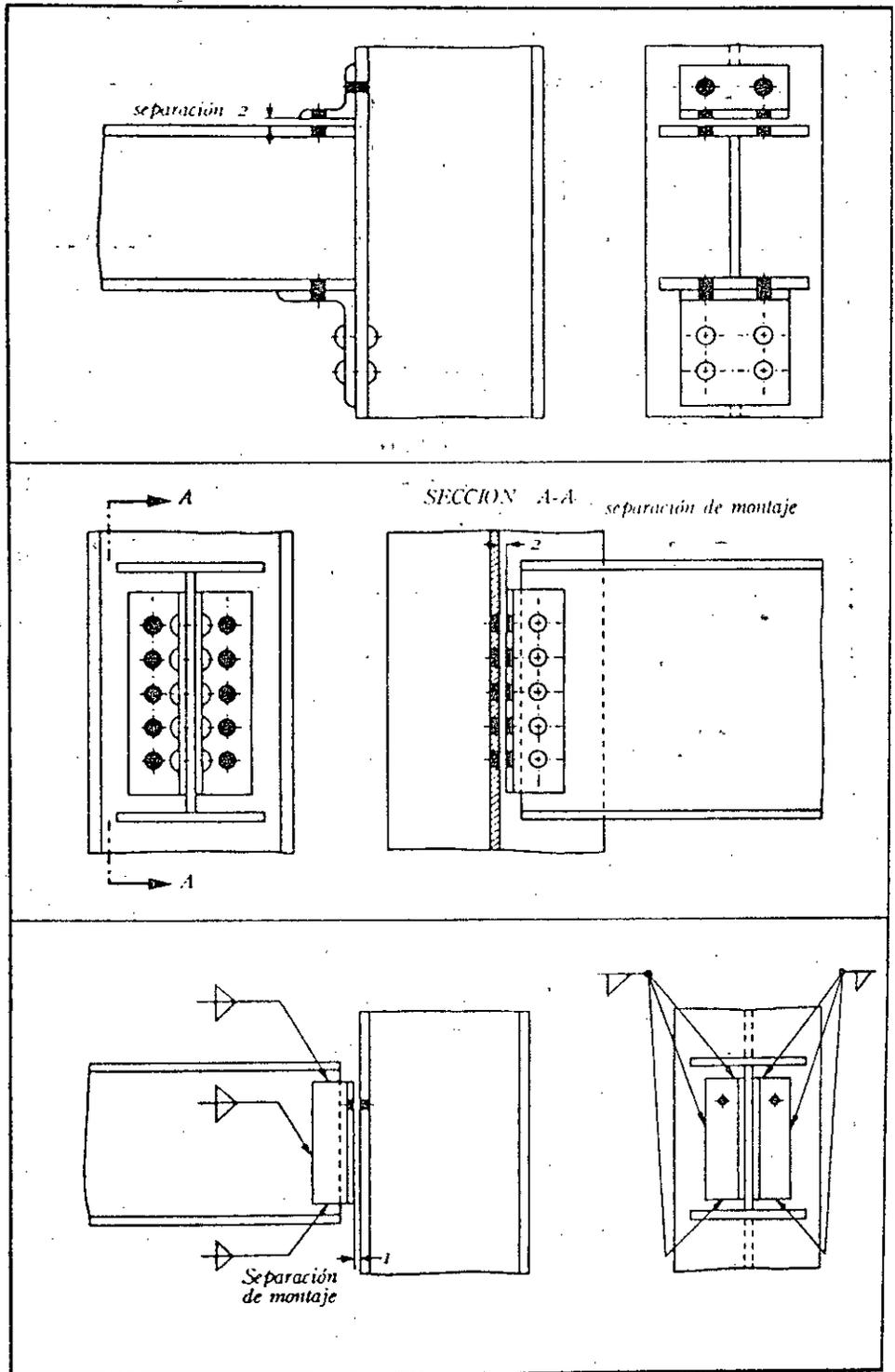
<p>21</p> <p>Unión de Tope de refuerzo doble abierta</p>	 <p>A. Unión capaz de desarrollar alta resistencia estática que depende del tamaño de las soldaduras.          B. Las soldaduras en filete producen una concentración de fuerzas que las hace poco recomendables bajo fatiga o impactos.          C. No es tan económica como las de tope.</p>
<p>22</p> <p>Unión de tope en "V" sencilla con refuerzos</p>	 <p>A. Juntura capaz de desarrollar alta resistencia estática.          B. No es recomendable por el peso excesivo del refuerzo.          C. La excentricidad del refuerzo causa flexión de la junta bajo carga.</p>
<p>23</p> <p>Unión abierta en la esquina Unión a escuadra</p>	 <p>A. Penetración completa, posible en materiales relativamente delgados, hasta 3 mm.          B. Es poco recomendable para alta carga o esfuerzo constante.          C. No debe usarse bajo fatiga o impactos.          D. No debe usarse cuando hay tensión de flexión en la base de la soldadura.</p>
<p>24</p> <p>Unión de canal a escuadra en ángulo Soldadura de filete</p>	 <p>A. No requiere alta resistencia estática.          B. No es recomendable particularmente bajo pesada fatiga o impactos.          C. Puede penetrarse completamente en materiales relativamente delgados, hasta 6 mm espesores.</p>

TIPOS DE UNIONES SOLDADAS Y SUS CARACTERISTICAS

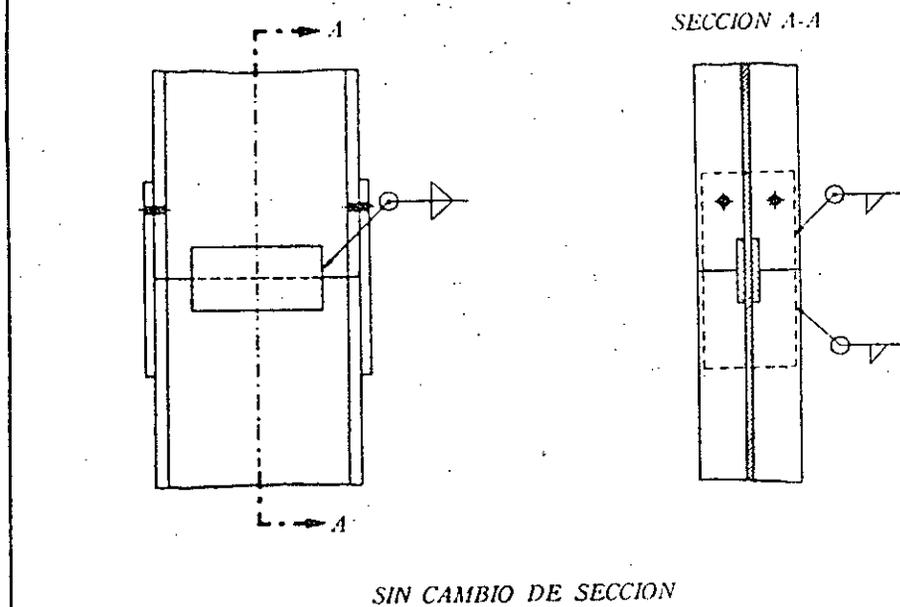
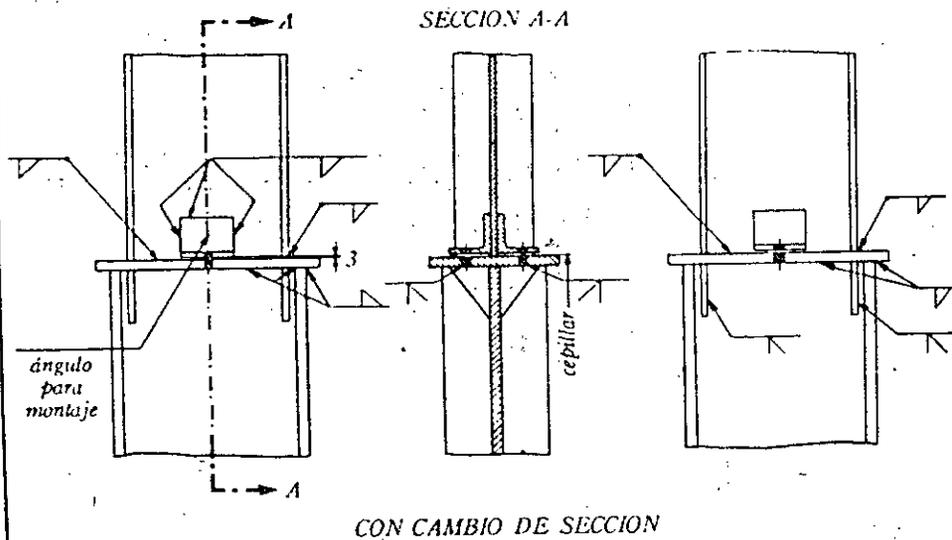
<p>29</p> <p>Unión "U" sencilla en esquinas</p>	 <p>A. Se obtiene alta eficiencia bajo esfuerzos constantes.          B. Económica en espesores medianos, superiores a 13 mm.          C. No es recomendable bajo fatiga o impacto.          D. No es recomendable cuando pueda originarse tensión en flexión en la base.</p>
<p>30</p> <p>Unión "U" sencilla en ángulo. Soldadura de filete</p>	 <p>A. Se obtiene más alta eficiencia en esfuerzos constantes.          B. Económica en espesores medianos, superiores a 13 mm.          C. Fácil alineado de la base.          D. La base facilita el montaje y previene que la junta se cierre al soldarla.</p>
<p>31</p> <p>Unión doble "J" en ángulo</p>	 <p>A. Se obtiene alta eficiencia bajo esfuerzos constantes.          B. Muy económica en los espesores más gruesos.          C. Es necesario señalar solamente a un lado.          D. Ninguna de las dos piezas debe ser sometida a tensión severa, debido a la concentración de las fuerzas en la esquina.          E. No es aconsejable bajo severa fatiga o impacto.</p>
<p>32</p> <p>Unión soldada de filete exterior (e interior) en ángulo.</p>	 <p>A. Capaz de desarrollar alta eficiencia bajo flexión estática con tensión de flexión en la base.          B. Fallará rápidamente si la base de la soldadura es sometida a tensión.          C. Se obtiene alta eficiencia bajo esfuerzos constantes.          D. No es aconsejable si las piezas son de tamaño grande.</p>

TIPOS DE UNIONES SOLDADAS Y SUS CARACTERISTICAS

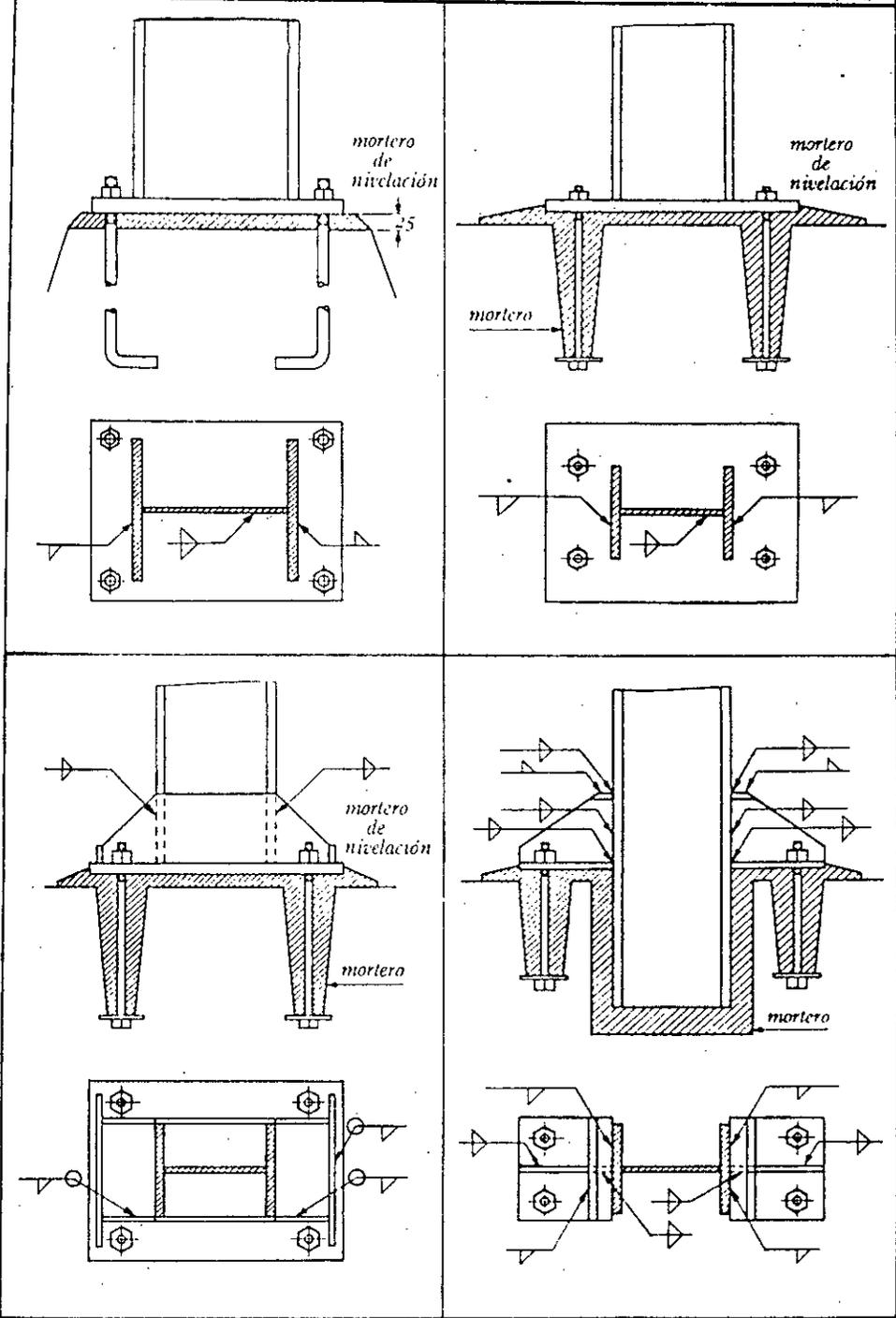
<p>37</p> <p>Unión en "T" Soldadura de filete sencillo</p>	 <p>A. Capaz de desarrollar alta eficiencia bajo tensión estática.            B. No aconsejable bajo fatiga o impacto.            C. Fallará rápidamente si la base de la soldadura es sometida a tensión.            D. Fallará rápidamente si la pieza perpendicular es sometida a tensión directa.</p>
<p>38</p> <p>Unión en "T" Soldadura de filete doble</p>	 <p>A. Capaz de desarrollar alta eficiencia bajo tensión estática.            B. No aconsejable para el uso bajo severa fatiga o impacto, debido a la concentración de esfuerzos en la base de los filetes.            C. No conviene a espesores mayores que los medanos.</p>
<p>39</p> <p>Unión "T" en Bisel sencillo Soldadura de filete doble</p>	 <p>A. Puede desarrollar la más alta eficiencia.            B. No recomendable bajo fatiga o impacto, debido a concentraciones en las esquinas.            C. No debe usarse cuando se puede presentar tensión por flexión en la base de la soldadura.</p>
<p>40</p> <p>Unión "T" en Bisel sencillo Soldadura de filete por ambos lados</p>	 <p>A. Puede desarrollar una alta eficiencia estática bajo tensión por flexión y por fuerza constante.            B. Conviene a espesores medanos hasta 10 mm máximo.            C. Es necesario tener cuidado con los lados.            D. Bajo impacto o fatiga se obtiene alta eficiencia de carga.</p>



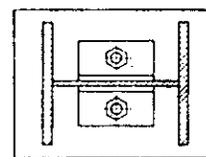
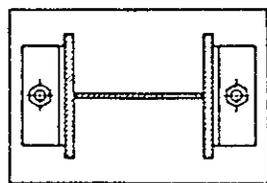
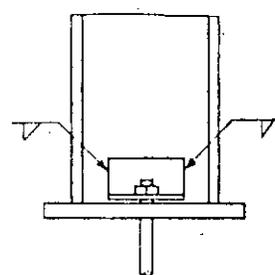
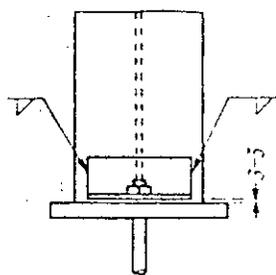
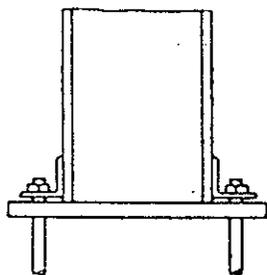
UNIONES SOLDADAS DE COLUMNAS



Detalle de pernos de anclaje para columnas con transmisión de momento

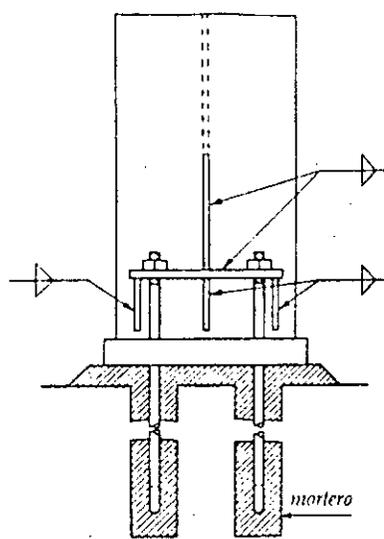
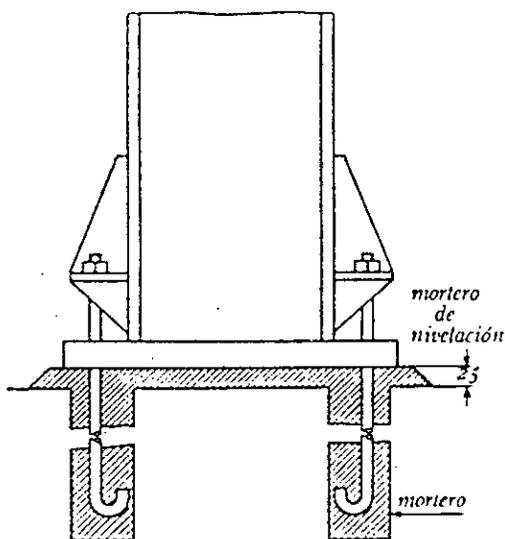


Detalle de pernos de anclaje para columnas



Unión de momento

Unión de cizalle



Unión de momento