



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN-UNAM"**

**"ESTUDIO DEL MONTAJE DE ESTRUCTURAS
DE ACERO EN NAVES INDUSTRIALES"**

M-0028619

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
ALEJANDRO RAZO HERNANDEZ**

ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN-UNAM"
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA Y ACTUARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

CAI-C-033-80.

SR. ALEJANDRO RAZO HERNANDEZ,
Alumno de la carrera de,
Ingeniero Civil,
P r e s e n t e .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 1ª de febrero de 1980, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Estudio del montaje de estructuras de acero en naves industriales", el cual se desarrollará como sigue:

- I. Introducción
- II. Las estructuras de acero
- III. Proceso de fabricación de naves industriales
- IV. Herramientas y equipo de montaje
- V. Conexiones y soldaduras de campo
- VI. Costos de montaje en naves industriales
- VII. Conclusiones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el Señor Ingeniero Fernando Hernández de Labra, Profesor de esta escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Acatlán Edo. de México a 19 de Marzo de 1980.

ING. ALEJANDRO RAMIREZ SECEÑA
Coordinador del Programa
de Ingeniería y Actuaría

A MIS QUERIDOS PADRES

ALEX
Y ROSITA

I N D I C E

ESTUDIO DEL MONTAJE DE ESTRUCTURAS
DE ACERO EN NAVES INDUSTRIALES

- CAPITULO I: Introducción	1
- CAPITULO II: Las Estructuras de Acero	4
1.- Clasificación	5
2.- Materiales Estructurales	6
3.- Propiedades Mecánicas	7
4.- Aceros Estructurales	12
5.- Aceros de Calibre Delgado	19
6.- Cables de Acero	22
7.- Aceros para Tornillos	26
- CAPITULO III: Proceso de Fabricación de Naves Industriales	27
1.- El Plan de Montaje	28
2.- Estudio de los dibujos y de las especifica ciones del Contrato	33
3.- Diagrama de Montaje	39
4.- Iniciación del Montaje	45
5.- Montaje con grúa sobre camión y con pluma de tirantes	49

H-002867

#...

6.- Operaciones conjuntas	59
7.- Plomeo	61
8.- Ajustes	65
- CAPITULO IV: Herramienta y equipo de montaje	67
1.- Almacén	68
2.- Lista de Herramientas para la obra	70
3.- Herramientas y Equipo	76
4.- Registros y Reportes	99
- CAPITULO V: Conexiones y Soldaduras de Campo	102
1.- Clasificación de Conexiones	103
2.- Conexiones Atornilladas	104
3.- Conexiones Soldadas	115
- CAPITULO VI: Costos de Montaje en Naves Industriales	141
1.- Costos	142
2.- Aplicación de los Costos	149
- CAPITULO VII: Conclusiones	151

C A P I T U L O I

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

La industria de la construcción ha tenido que sufrir un desenvolvimiento paralelo al crecimiento de la población para satisfacer las necesidades de la misma; por dicha razón la demanda de edificios, casas -- habitacionales y naves industriales es sumamente elevado.

Dependiendo de la magnitud de la obra, existen dos alternativas para su construcción: una en concreto y otra en acero, emanando de cada una de ellas diferentes formas de diseño y elaboración en campo -- surgiendo múltiples y variados problemas en función del tipo y clase de -- construcción que se lleve a cabo. Al estudiar el tema " Montaje de Estructuras de Acero en Naves Industriales ", se plantearán los problemas con -- los que se enfrenta el montador de estructuras de acero y el Ingeniero Civil especializado en montaje.

El montaje estructural consiste en tomar diferentes piezas de acero que han sido fabricadas a base de placas, ángulos y otros perfiles -- rolados, para colocarlos en su posición correcta de acuerdo a planos de -- montaje, unidas mediante conexiones soldadas o atornilladas, para formar una estructura de acero terminada. El montaje incluye los pasos previos -- a la colocación precisa de dichas piezas y las operaciones subsecuentes de

alineamiento, plomeo y fijación permanente. Otras fases del montaje son la preparación y el desmantelamiento posterior del equipo necesario para efectuar todas las operaciones implícitas en la construcción de una obra.

Las consideraciones más importantes al llevar a cabo estas operaciones es la seguridad de los trabajadores y de los materiales, así como la economía y rapidez del montaje. Los métodos usados en el montaje de estructuras de acero varían según el tipo y tamaño de la estructura, las condiciones del lugar, disponibilidad de equipo y la preferencia del montador. 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 ventajoso.

Se ha investigado en fuentes especializadas los métodos más comunes de montaje de naves industriales, tales como: montaje con pluma de tirantes, montaje con grúa de pescante ligero, montaje con grúa telescópica hidráulica y montaje con grúa estructural, con el fin de comparar los distintos planes de montaje y mostrar al interesado el adecuado en un caso específico.

Este trabajo alcanzará sus fines si logra aportar algún conocimiento del montaje de naves industriales a todas aquellas personas que se interesan en la materia.

C A P I T U L O I I

LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

- 1.- Clasificación
- 2.- Materiales Estructurales
- 3.- Propiedades Mecánicas
- 4.- Aceros Estructurales
 - A.- Aceros estructurales al carbón
 - B.- Aceros de alta resistencia y baja aleación
 - C.- Aceros al carbono tratados y templados
 - D.- Aceros de aleación tratados y templados
 - E.- Otros tipos de aceros
- 5.- Aceros de calibre delgado
- 6.- Cables de Acero
- 7.- Aceros para tornillos

1.- CLASIFICACION

Las estructuras de acero se dividen en dos grupos esenciales:

- A) Estructuras de cascarón
- B) Estructuras reticulares

Las primeras hechas principalmente de placas o láminas, tales como : tanques de almacenamiento, tolvas de descarga, silos, cascos de buque y cubiertas de cascarón para grandes edificios. Las segundas - se caracterizan por estar construídas de conjuntos de miembros alarga-- dos, tales como: armaduras, marcos rígidos, volados, trabes y estructu-- ras tridimensionales.

La placa utilizada en las estructuras de cascarón desempeña - simultaneamente el doble papel de cubierta funcional y de elemento princi-- pal de carga; para ello se le rigidiza mediante bastidores y anillos que pue-- den o no soportar las cargas principales. En cambio, los miembros prin-- cipales de las estructuras reticulares no son generalmente funcionales y se usan únicamente para la transmisión de las cargas; esto implica la coloca-- ción de elementos adicionales, tales como muros, pisos, techos y pavimen-- tos que satisfagan los requisitos funcionales. Las naves industriales al estar constituídas por armaduras, trabes de liga y largueros, se catalogan dentro del grupo de estructuras reticulares.

2.- Materiales estructurales

Evidentemente, el poder disponer de los materiales estructurales apropiados es una de las principales limitaciones que encuentran en su trabajo un ingeniero de estructuras experimentado. Los primeros constructores dependían exclusivamente de la madera, piedra, ladrillos y hormigón. Si bien ha sido utilizado el hierro por el hombre, al menos desde la construcción de las pirámides de Egipto, su uso como material estructural estaba limitado por las dificultades de fundido en grandes cantidades. Sin embargo, con la revolución industrial llegaron a la vez la necesidad del hierro como material estructural y la posibilidad de fundirlo en grandes cantidades.

El Ingeniero Civil Inglés John Smeaton, como ingeniero de estructuras fué el primero que utilizó ampliamente el hierro fundido, a mediados del siglo XVII; pero otro inglés, Abraham Darby, construyó el primer puente de hierro en 1776 - 1779, el puente de arcos de Coalbrookdale, de arcos semicirculares. Las vigas de fundición no presentaban garantía y ocurrieron fallas por fatiga y fragilidad, a causa de las fuertes cargas móviles. Se desarrolló el hierro maleable como material más apto que se utilizó mucho después de 1841. Se utilizaron con gran frecuencia, en puentes de pequeña luz, vigas de palastro. Como los puentes colgantes eran demasiado flexibles para puentes de gran luz de ferrocarriles, se hizo necesario desarrollar un tipo de estructura más rígido, por lo que se realizó

el proyecto con elementos tubulares de hierro maleable para los famosos puentes Britannia y Conway construídos en Inglaterra poco antes de 1850. Aproximadamente en la misma época comenzó en los Estados Unidos, Inglaterra y Europa el desarrollo de la construcción con armaduras de hierro. Incidentalmente, el primer puente colgante de cadenas de hierro se construyó en Inglaterra en 1741.

Aún cuando el hierro maleable era superior al fundido, había todavía demasiadas fallas estructurales y se notaba la necesidad de disponer de un material de más garantía. La respuesta a esta petición fué el acero. La invención en 1856 del convertidor Bessemer y el subsiguiente desarrollo del proceso Martín - Siemens de fabricación de acero, hicieron posible la producción de acero para estructuras a un precio competitivo, e iniciaron el tremendo desarrollo y los éxitos conseguidos con el uso de este material durante los últimos cien años.

3.- PROPIEDADES MÈCANICAS

Las propiedades mecánicas dependen principalmente de la composición química, los procesos de laminado y el tratamiento térmico de los aceros; otros factores que pueden afectar estas propiedades son las técnicas empleadas en las pruebas, tales como la rapidez de carga de la muestra, las condiciones y la geometría de la muestra, el trabajo en frío y la temperatura existente al llevarse a cabo la prueba. Estos factores

pueden producir una apreciable variedad de resultados para un mismo tipo de acero. El espécimen de prueba usual es una muestra sometida a tensión, y se supone que para todos los fines prácticos el comportamiento a compresión es similar al comportamiento a tensión. Dado que es más sencillo llevar a cabo la prueba de tensión, la mayoría de las propiedades mecánicas se toman del diagrama esfuerzo - deformación a tensión.

Un diagrama típico de un acero estructural al carbono (Fig. 2.1) se caracteriza por la existencia de una zona inicial en la que esfuerzos y deformaciones están relacionados entre sí linealmente, seguida por la llamada región plástica, donde tienen lugar deformaciones considerables sin incremento apreciable de esfuerzos y termina en una región de endurecimiento por deformación, en la cual un incremento de deformación es nuevamente acompañado por un incremento de esfuerzo. Fig. 2.2

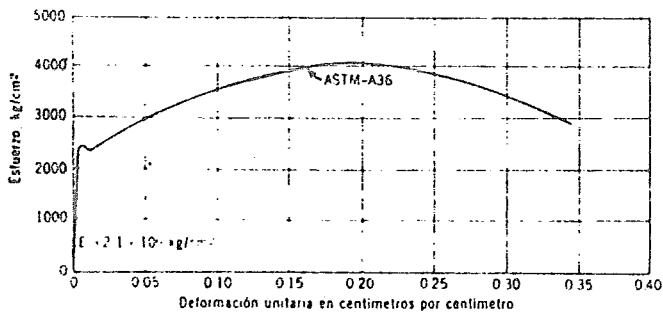


Fig. 2.1 Curva Esfuerzo - Deformación.

La fluencia inicial no es necesariamente una indicación de falla; por el contrario, la capacidad de fluir localmente es una característica valiosa de los elementos estructurales de acero.

Cuando el flujo plástico se extiende sobre una porción grande del miembro, esto es, cuando ya no puede considerarse local, la deformación se incrementa rápidamente y ocurre la falla.

En la figura 2.2 se indica una porción del diagrama esfuerzo-deformación, hasta el punto en que se inicia el endurecimiento por deformación.

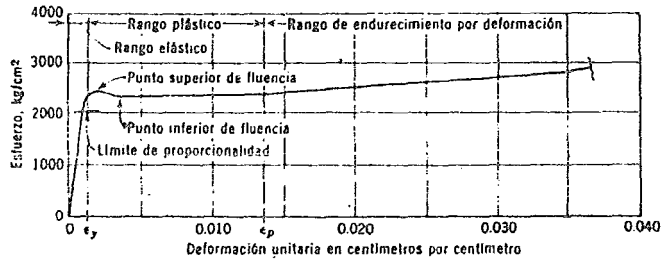


Fig. 2.2 Curva esfuerzo - deformación para acero A - 36

PUNTO DE FLUENCIA .

Se define el punto de fluencia como el esfuerzo en el material para el cual la deformación presenta un gran incremento sin que haya un aumento correspondiente en el esfuerzo. Esto queda indicado por la porción plana del diagrama esfuerzo - deformación, denominada rango plástico o inelástico. Fig. 2.2

RESISTENCIA A LA TENSION

La resistencia a la tensión se define como el cociente de la carga axial máxima aplicada sobre la muestra, dividida entre el área de la sección transversal original.

LIMITE DE PROPORCIONALIDAD

El límite de proporcionalidad es el esfuerzo máximo para el cual los esfuerzos son directamente proporcionales a las deformaciones. Es el límite de la parte recta de la fig. 2.3.

MODULO DE ELASTICIDAD

Se define como módulo de elasticidad a la relación del esfuerzo y la deformación en la región elástica de la curva esfuerzo - deformación. Se determina este valor por medio de la pendiente de dicha porción elástica del diagrama. Fig. 2.3

Una definición más común de E está dada por $E = \frac{T}{\epsilon}$

MODULO DE ELASTICIDAD TANGENTE

La pendiente a la tangente a la curva esfuerzo - deformación trazada en cualquier punto situado arriba del límite de proporcionalidad, - se define como módulo de elasticidad tangente.

MODULO DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACION

La pendiente de la curva esfuerzo - deformación en el rango - de endurecimiento por deformación se denomina módulo de endurecimiento por deformación Est. tiene su valor máximo en la iniciación del rango - de endurecimiento por deformación.

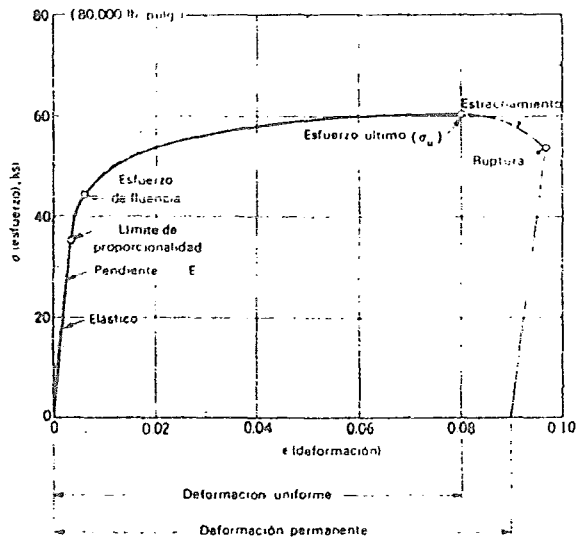


Fig. 2.3 Diagrama Esfuerzo - Deformación

RELACION DE POISSON

Se denomina relación de Poisson a la relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal, bajo una carga axial dada. La cantidad denominada "relación de Poisson" se indicará por μ . Expresada en una ecuación quedaría: $\mu = \frac{\epsilon_{\text{Transversal}}}{\epsilon_{\text{Longitudinal}}}$

RESISTENCIA A LA FATIGA

Se llama resistencia a la fatiga al esfuerzo al cual el acero falla bajo aplicaciones repetidas de carga; se denomina también límite de aguante.

RESISTENCIA AL IMPACTO

Es una medida de capacidad del material para absorber energía bajo aplicaciones rápidas de carga.

4.- ACEROS ESTRUCTURALES

Dependiendo de la resistencia de los aceros, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

A.- Aceros Estructurales al Carbón. Estos aceros dependen de la cantidad de carbono usado para desarrollar su resistencia, a través de un rango amplio de espesores. El primer tipo, el denominado

A7, fué por muchos años el principal acero empleado para la construcción de edificios, a pesar de que se desarrolló principalmente para usarse en construcciones remachadas y atornilladas, también se le usó en edificios soldados en los que las cargas podían considerarse estáticas. Se requirió un acero más estrictamente controlado en cuanto al contenido de carbono, y la industria metalúrgica desarrolló un tipo de acero, designado A 373, con características mejoradas de soldabilidad. En 1960 la industria del acero anunció un acero al carbón mejorado, el ASTM A36, con un punto de fluencia más elevado y un contenido de carbono adecuado para propósitos de soldadura. Los valores mínimos de los esfuerzos correspondientes al punto de fluencia y a la resistencia a la tensión de los tipos mencionados se indican a continuación:

Tipo ASTM	Espesor Pulgs.	Punto de Fluencia mín. Kg/cm ²	Resistencia a la tensión Kg/cm ²
A7		2320	4220 - 5275
A373	Hasta 4	2250	4080 - 5275
A36	Hasta 8	2530	4080 - 5625

B.- Aceros de alta resistencia y baja aleación.- Este grupo de aceros incluye varios niveles de resistencias y también aceros cuyas composiciones químicas se varían para adaptarse a los diferentes requisitos de construcción. La resistencia deseada se obtiene por medio de elementos de aleación. Así, según el caso, puede existir una necesidad específica de un acero para construcción remachada o atornillada o para construcción soldada, o para mayor resistencia a la corrosión y que tenga, al mismo tiempo, características de soldabilidad adecuadas.

Este grupo de aceros deriva sus niveles de altas resistencias de la aplicación de diferentes cantidades de elementos de aleación. Fig. 2.4

Los puntos de fluencia y resistencia a la tensión mínimos se indican a continuación:

Tipo ASTM	Espesor pulgs.	Punto de fluencia mín. Kg/cm ²	Resistencia a la tensión Kg/cm ²
A 242, A 440 y A 441	3/4 y menores	3515	4920
	3/4 a 1 1/2	3235	4710
	1 1/2 a 4	2955	4430
A 572 - 42	Hasta 4	2955	4220
	1 1/2	3165	4220
	1 1/2	3515	4570
	1 1/2	3865	4920
	1	4220	5275
	1/2	4570	5625

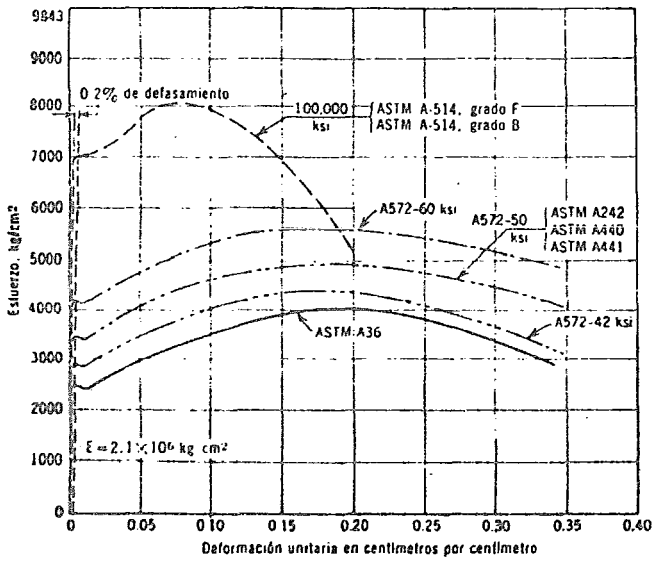


Fig. 2.4 Curvas Esfuerzo - Deformación para valores mínimos especificados

C.- Aceros al carbono tratados y templados. Se ha introducido un nuevo tipo de acero estructural, desarrollado para cubrir los requisitos de resistencia comprendidos entre los 3515 y los 7030 ----- Kg/cm². Algunos de estos aceros son propiedad de empresas fundidoras y hasta esta fecha no se les ha asignado ninguna clasificación en la ASTM. Se pueden obtener templados y tratados, y su resistencia depende de la cantidad de carbono, a través de un proceso de templado y tratamiento térmico. Su resistencia mínima de fluencia, medida por efecto de su alargamiento bajo carga, es de 5625 Kg/cm² y su resistencia mínima a tensión es de 7030 Kg/cm², para placas con espesores hasta de 3/4 de pulgada, inclusive.

D.- Aceros de aleación tratados y templados. Estos aceros requieren, además del carbono, de varios elementos de aleación y de tratamientos térmicos para obtener sus elevadas resistencias de fluencia y de tensión. De manera similar a los aceros de alta resistencia y baja aleación, en la siguiente tabla se enlistan estos tipos de aceros y sus niveles mínimos de resistencia:

Tipo ASTM	Espesor, Pulg.	Punto de fluencia mín. en Kg./cm ²	Resistencia a la tensión en Kg/cm ²
A 514	Hasta 3/4 Incl.	7030	8085 - 9490
A 512	Más de 3/4		
	A 2 1/2 Incl.	7030	8085 - 9490
A 514	Más de 2 1/2		
	A 4 Incl.	6330	7385 - 9490

Los aceros de aleación templados y tratados son soldables y tienen una resistencia a la corrosión atmosférica equivalente al doble de la del acero estructural al carbono; también se usan, con ligeras modificaciones en su composición química, en condiciones que requieran resistencia a la abrasión por impacto. Fig. 2.4

E.- Otros tipos de aceros. Existen literalmente miles de aceros diferentes que se producen todos los días para servir a las múltiples y variadas necesidades especiales de las industrias de manufactura y de construcción; muchos de estos aceros no son adecuados para propósitos de construcción, ya sea por el alto costo del material ó de la fabricación, porque no tienen la suficiente ductilidad, o porque carecen de tenacidad adecuada.

5.- ACEROS DE CALIBRE DELGADO

La adopción de las especificaciones AISI (American Institute Steel and Iron) para el diseño de miembros estructurales de lámina-delgada formados en frío, introdujo otro grupo de aceros en el diseño de estructuras. Estos aceros se presentan en láminas y tiras de calidad estructural y son definidos, en general, por las especificaciones estándar de la ASTM.

Se considera que los aceros incluidos en las especificaciones de diseño AISI tienen propiedades mecánicas adecuadas para aplicaciones estructurales; en la siguiente tabla se indican las propiedades mecánicas de los aceros de calibre delgado incluidos en esas especificaciones:

Designación Comercial	Tipo ASTM	Grado	Espesor Pulgs.	Punto de fluencia Kg/cm2	Resistencia última Kg/cm2	Elongación mín. en 2 Pigs., %
Láminas de A. al C. de calidad estructural laminadas en plano	A 245	A	0.0449	1760	3160	23 - 27
		B	hasta	2110	3450	21 - 25
		C	0.2299	2320	3660	18 - 23
		D		2810	3870	15 - 20
Tiras de A. al C. de calidad estructural laminadas en caliente	A 303	A	0.0255	1760	3160	19 - 27
		B	hasta	2110	3450	18 - 25
		C	0.2299	2320	3660	17 - 23.5
		D		2810	3870	15 - 21
Láminas y tiras de acero de A.R. y baja aleación, laminadas en frío	A 374		0.2499	3160	4570	20 - 22
			y menores			
Láminas y tiras de acero de alta resistencia y baja aleación, laminadas en caliente	A 375		0.0710 hasta 0.2299	3520	4920	22
Láminas de acero de calidad estructural recubiertas de zinc	A 446	A	0.1756	2320	3370	20
		B	y	2600	3660	18
		C	menores	2810	3870	16
		D		3520	4570	12
		E		5620	5770	1.5

6.- CABLES DE ACERO

Los cables se definen como miembros flexibles a tensión, consistentes de uno o más grupos de alambres, torones o cuerdas. Un torón es un arreglo de alambres colocados helicoidalmente alrededor de un alambre central para obtener una sección simétrica; y un cable es un conjunto de torones colocados también helicoidalmente alrededor de un núcleo formado, a su vez, ya sea por un torón, por otro cable de alambres, o por un cable de fibras.

Los cables de alambre con núcleo de fibra se emplean casi totalmente para propósitos de izaje; los cables con núcleos de torones o núcleos independientes de cable de alambre son los que se usan para aplicaciones estructurales. Se mencionarán primero las propiedades de los alambres, ya que son los elementos con los que están formados torones y cables.

Un alambre se define como una extensión simple y continua de metal, obtenida por estirado en frío a partir de varillas de acero de alto contenido de carbono laminadas en caliente y cuya composición química es estrictamente controlada.

#...

La resistencia mínima de fluencia se mide al 0.7% de elongamiento bajo carga y el módulo de elasticidad del alambre varía de 1.97×10^6 hasta 2.11×10^6 Kg./cm²; frecuentemente se especifica el alambre por el número del calibre, en vez del diámetro.

Los torones y cables que se usan para propósitos estructurales se fabrican a partir de componentes formados helicoidalmente, por lo que su comportamiento es algo distinto del de las varillas, barras de ojo, y aún del de los alambres individuales de que están hechos. Cuando se aplica una carga de tensión a un torón o a un cable, la elongación resultante consistirá de un estiramiento estructural ocasionado por los ajustes radiales y axiales de los alambres y torones bajo cargas, y el estiramiento elástico de los alambres.

El estiramiento varía con el número de alambres por torón, el número de torones por cable y la longitud del tendido de los alambres y torones. Varía también con la magnitud de la carga impuesta y con la cantidad de flexión a que pueda estar sujeto el cable.

Para aplicaciones estructurales en las cuales es permisible una cantidad limitada de elongación bajo carga y donde se requiere un módulo de elasticidad estable, se logra la eliminación del estiramiento -

estructural preestirado el cable o torón. Esto se lleva a cabo sometiendo dichos elementos a una carga predeterminada, durante un lapso suficiente para permitir el ajuste de las partes componentes individuales. A continuación se indican las propiedades mecánicas de cables y torones:

Diámetro nominal Plgs.	Resistencia mínima de ruptura Ton.	Area metálica aproximada cm ²	Peso aproximado en Kg/mts.
1/2	13.6	0.97	0.77
9/16	17.2	1.23	0.98
5/8	21.8	1.51	1.22
11/16	26.3	1.83	1.47
3/4	30.8	2.18	1.76
13/16	36.3	2.55	2.07
7/8	41.7	2.96	2.40
15/16	50.0	3.40	2.75
1	55.3	3.87	3.13

7.- ACEROS PARA TORNILLOS

Existen cuatro tipos de aceros para tornillos que se usan con propósitos estructurales, designados por la ASTM como :

- Tornillos de acero de alta resistencia para juntas estructurales A 325.
- Tornillos y vástagos con tuercas adecuadas de acero de aleación templado y tratado A 354.
- Especificación para sujetadores de acero al bajo carbono, roscados interna y externamente, A 307.
- Tornillos de acero de aleación templado y tratado para juntas estructurales de acero, A 490.

Las especificaciones anteriores incluyen los requisitos de tensión para tornillos de diámetro comprendidos entre 1/2" y 1 1/2", así como también las tuercas y rondanas que deben usarse en cada tipo de tornillo.

C A P I T U L O I I I

PROCESO DE FABRICACION DE NAVES INDUSTRIALES

- 1.- El Plan de Montaje
- 2.- Estudio de los dibujos y de las especificaciones del contrato
- 3.- Diagrama de Montaje
- 4.- Iniciación del Montaje
- 5.- Montaje con grua sobre camión y con pluma de tirantes
- 6.- Operaciones conjuntas
- 7.- Plomeo
- 8.- Ajustes

1.- EL PLAN DE MONTAJE

Para iniciar una obra, una vez revisadas las especificaciones y dibujos del proyecto, deben promoverse de inmediato los trabajos para preparar un plan de montaje seguro, eficiente y económico; dicho plan debe estar dirigido a reducir al máximo el trabajo de campo, dentro de los límites de la seguridad; considerando los costos adicionales que esto implica en función del ahorro de tiempo; esto es indispensable si el tiempo que señala el programa es muy reducido .

Si aún es reciente la última visita que se hizo a la obra, quizá sea innecesaria una nueva, pero hay ocasiones en que ha pasado un tiempo considerable; y las condiciones del lugar pueden haber cambiado; tal vez se hayan iniciado los trabajos de cimentación, lo que implica excavaciones, y por lo tanto no existir la ruta de acceso que se planeó; pudieran haberse montado oficinas o casetas, equipo en sitios que interfieran la entrega de la herramienta, o los elementos de la estructura; quizá se hayan colocado cables telefónicos que bloqueen el uso del equipo supuesto. Deben tomarse en cuenta todas estas posibilidades, y si existe alguna duda acerca de cambios en las condiciones, es necesario inspeccionar de nuevo el lugar de la obra antes de adelantar demasiado la planeación del montaje; después de revisar el lugar de la obra y las condiciones de los alrededores, se establecerá un plan de montaje que puede, o no ser-

el que se previó en un principio. Siempre debe hacerse una visita de inspección después de haber establecido el plan de montaje, preparados los dibujos y entregado el programa para fabricación.

Por lo general, habrá un tipo especial de equipo que sea el más adecuado para el proyecto que se está estudiando, pero en ocasiones puede haber diferentes equipos de diversos tipos que pueden -- ser igualmente seguros, económicos y eficientes; entonces su especificación dependerá de la disponibilidad del mismo y del costo de suministrarlo.

Es necesario estudiar el tipo de energía para el equipo, -- para decidir si se usa diesel, gasolina o electricidad. En trabajos -- donde se usa equipo manual debe decidirse si se usan malacates pequeños accionados neumática o eléctricamente, winches operados manualmente, o cable de manila manejado a mano o por medio de un carrete o un malacate movido por algún tipo de fuerza motriz, esta decisión puede influir en la selección del tipo de equipo auxiliar. Si se usara una instalación eléctrica para malacate, entonces puede decidirse utilizar compresores, generadores para soldadoras y transformadores eléctricos; si no se requiere electricidad, todas las máquinas de soldar, compresores, malacates, etc. pueden utilizar diesel o gasolina.

Cuando se está decidiendo el tipo de equipo que se usará, - se requiere hacer un exámen de muchas de las características del trabajo; las cimentaciones y las condiciones del terreno pueden ser factores determinantes, ya que en muchas obras el lugar está tan lleno de zanj^{as} o zapatas de cimentación que una grúa no se puede mover con seguridad ni economía sin dañar las zapatas o causar derrumbes costo sos en las zanj^{as} o excavaciones. Las normas legales locales pueden prohibir algún tipo o determinar el uso de otro tipo de equipo. Las líneas elevadas de transmisión de corriente eléctrica, que no pueden mo verse pueden restringir el método del montaje. Se tiene que tomar en cuenta la capacidad que se requiere para manejar la pieza más pesada de la estructura.

Deben compararse el tiempo que se requiere, el costo, la eficiencia y la seguridad de métodos de montaje en que se utilice un só lo tipo o una combinación de varios tipos de equipo de montaje, en gene ral seleccionando el que dé el resultado que se desea, en el tiempo permitido, por medio de los métodos más seguros y al menor costo. A me nudo no se tiene una respuesta definitiva y rápida acerca del equipo a eg coger.

Aparte de considerar sí las condiciones del terreno permitirán usar plumas, grúas u otro tipo de equipo deben estudiarse varios mé

todos para determinar cual es el mejor, tomando en cuenta todos los factores; por ejemplo, una nave industrial formada con miembros pesados puede montarse con una pluma atirantada, una pluma de patas rígidas, una grúa de orugas de alta capacidad, una grúa montada sobre camión o aún con malacates.

Se debe comparar el tiempo de instalación de una pluma con el tiempo en que puede entregarse una grúa totalmente equipada. El costo de entrega de una grúa montada sobre camión, por sus propios medios, por lo general, es mucho menor que el costo de entrega de una grúa autopropulsada por medio de un transporte (Low Boy); de manera similar, el costo de embarcar, descargar, ensamblar, preparar y, después, desmantelar y devolver una pluma puede contrarrestar las ventajas que puede tener ésta sobre una grúa.

Se necesita mucho espacio para que las grúas puedan moverse en el lugar de la obra; por tanto se reducen las áreas disponibles para la descarga, selección y distribución de la estructura, mientras que una pluma permite utilizar toda el área que la rodea para los trabajos mencionados. Cuando el montador posee una pluma adecuada, pero tendría que rentar o comprar una grúa con capacidad suficiente (o viceversa) puede no haber duda, ya que la decisión esta basada no sólo en el tiempo sino también en el costo, si el montador espera utilidades que le permitan seguir operando.

Es necesario tomar en cuenta el tipo, tamaño y altura de la estructura, las posibles interferencias con otras operaciones, el tráfico de carreteras o de peatones que pudiesen demorar la entrega de materiales, o bien restringir el área en la cual pueden entregarse dichos materiales en el lugar de la obra; con frecuencia, las normas legales locales limitan los horarios de entrega de los camiones y en ese caso es importante contar con equipo de gran capacidad para descargar con rapidez grandes partidas de estructura.

Las estructuras circundantes pueden modificar la decisión sobre cómo montar y que equipo usar. Si la nueva nave es angosta y está rodeada por completo de edificios viejos u otras estructuras, el equipo lógico a usar sería una grúa, pues los tirantes de una pluma estarían tan inclinados que no sólo serían inseguros, sino que sería difícil hacer girar alguna pieza bajo dichos tirantes.

Si el lugar de la obra está en un área donde hay trabajadores experimentados sólo en montajes con grúa, este es un factor que influirá sobre la decisión de usar una pluma, por otro lado, este factor debe balancearse en relación al costo que representaría transportar hasta el lugar de la obra a personal experimentado en montaje con pluma, para contrarrestar el montaje más costoso que se realizará con la grúa.

Siempre hay que esforzarse por utilizar el método que impli que el menor riesgo para el personal y el equipo; la prevención de accidentes es de gran importancia puesto que una relación mínima de accidentes propicia una producción máxima y un costo mínimo. La velocidad del montaje que se espera lograr debe estar en relación con la velocidad a la que el material se fabrique y embarque, así como con la velocidad a la cual el transportista podrá entregar el material fabricado, con la velocidad de descarga y de montaje que se tendrá con el equipo del montador.

2.- ESTUDIO DE LOS DIBUJOS Y DE LAS ESPECIFICACIONES DEL CONTRATO

Las especificaciones se deben estudiar para tomar en cuenta cualquier restricción al preparar el plan de montaje y seleccionar las herramientas y el equipo. Debe confirmarse si existen algunas medidas relacionadas con la secuencia del montaje, la coordinación con otros gremios, si hay demoras durante el transcurso del montaje para permitir que se hagan algunos otros trabajos necesarios para seguir avanzando, si se indica la colocación de los malacates, compresores y máquinas de soldar. El contrato se debe revisar para confirmar si existen conceptos relacionados con la colocación física de los miembros estructurales y con

los trabajos subsecuentes, como pudiera ser algún requisito en que el trabajo de algunos otros gremios debe terminarse en algún punto de la secuencia del montaje.

Al revisar el contrato y las especificaciones, debe anotarse todo lo que requiera la atención del superintendente de campo, aunque no modifique directamente la preparación del plan de montaje. En esto debe incluirse el lugar de residencia, si serán o no trabajadores sindicalizados, los salarios mínimos que se pagarán y si se pagarán en efectivo o con cheque, las limitaciones en las horas laborables por día y los días laborables por semana, los requisitos de pago por tiempo extra, la inspección requerida, el uso de electricidad, gasolina o diesel, el uso de sopletes de corte, las instalaciones o servicios que serán suministrados por otros, como la luz, calefacción y servicio de vigilancia. Después de anotar toda esta información detallada deben estudiarse con cuidado los planos que formen parte del contrato, confirmando los tamaños de las piezas poco usuales y los pesos de las piezas pesadas, así como estudiando el área, para dividirla para efectos de embarque y para calcular la capacidad del equipo que se usará.

En esta etapa se determina la pieza más pesada que se colocará, así como las cargas más pesadas para efectos de descarga, y se -

confirma si se dispone de una pluma o una grúa de la capacidad suficiente para izar tales cargas a la altura requerida, con un mástil de la longitud calculada; si no se tiene, puede necesitarse un mástil más corto para manejar las cargas y algún equipo adicional, reduciendo así el área que se pensaba cubrir con un aparejo. Si dos aparejos pueden descargar y colocar juntos las piezas pesadas, ésta será la solución más económica ya que mientras más ligera sea la pluma o la grúa que se use, más rápido puede operar y puede montar más estructura en un cierto tiempo. Sin embargo, el costo de embarcar, manejar, ensamblar, ajustar y desmantelar dos grúas o plumas ligeras puede ser mayor que en el caso de un equipo más pesado y de mayor capacidad, con un mástil más largo; entonces debe compararse el costo de instalar dos equipos y tener un montaje más rápido, con el costo más bajo de instalar un sólo equipo, pero con un montaje más lento.

Los planos se revisan también para ver qué piezas se deben ensamblar previamente en el taller; estos ensambles pueden estar restringidos a las instalaciones del fabricante, a sus limitaciones para cargar el material, las alturas y anchos libres de trenes y camiones, así como a sus capacidades, al equipo del transportista y a la capacidad del equipo seleccionado para la descarga y el montaje de los ensambles. Las armaduras deben ensamblarse en el taller en forma tan completa como sea posi-

ble aún en el caso de que con esto se haga necesario usar un vagón especial de ferrocarril o una maniobra especial por camión. Deben considerarse tanto la baja velocidad de un ferrocarril con vagones especiales como el gasto que representa una maniobra especial con camión, la que a menudo requiere de una escolta policiaca o de otro tipo, en función de las ventajas que representa la facilidad de colocar en su sitio una sola pieza pesada, en lugar de ensamblar, ajustar y atornillar o soldar en el lugar de la obra muchas piezas pequeñas; a menudo, este tipo de ensamblajes en campo requieren de obra falsa, con el consiguiente gasto adicional el tiempo y el peligro que esto implica.

Las trabes muy peraltadas deben estudiarse; algunas de ellas pueden ser demasiado peraltadas o muy largas para trasportarlas con seguridad, y requerirán un empalme vertical u horizontal, según sea el caso. Deben determinarse los conceptos que no pueden ensamblarse en taller; se manejarán, ajustarán y conectarán en forma permanente piezas adicionales, todo lo cual puede aumentar los costos de montaje y demorar la terminación de la obra.

Además de revisar los planos o dibujos para localizar los ensamblajes que se harán en el taller o en el campo, debe prestarse atención a las piezas pesadas, peraltadas y de forma poco usual, para decidir sí -

el fabricante necesita colocar algunos ángulos auxiliares, soldar algunas placas para levantar dichas piezas, o bien omitir estas piezas y - que el montador use estobos u otro tipo de equipo de izaje.

Si se usan sujetadores para colocar columnas, deben darse al fabricante los tamaños de los barrenos para el pasador de las placas de empalme, que se deben colocar en el extremo superior de las columnas; por lo general, el diámetro de estos barrenos variará entre 2 pulgadas (5.1 cm) para las columnas ligeras, hasta 2 1/2 pulgadas (6.4 cm) para columnas pesadas, En algunos diseños se indican las placas de empalme en los extremos inferiores de las columnas, lo cual evita el uso de este equipo de izaje, pues sería necesario voltear las columnas para montarlas. En estos casos debe usarse un madero de algún tipo, de manera que enderezando la columna sobre el madero, las placas de empalme no dañen el piso sobre el que se está volteando la columna; si se va a aplicar esta solución, se debe indicar en las instrucciones, y el madero debe incluirse en el embarque de las herramientas que se envíen a la obra.

En algunos empalmes muy ajustados para los cuales no se suministran placas de relleno, es conveniente que en la fabricación se omitan una o dos de las hileras superiores de tornillos, o parte de la -

soldadura, de modo que las placas conexión; de manera similar, en el empalme de una trabe o una armadura, si se deja al campo la termina ción de la primera hilera de tornillos o parte de la soldadura, esto ayu dará al montador, a pesar de que tenga que efectuar algún trabajo. que- en principio debiera hacerse en taller. Si el montador realiza algún -- trabajo que debería haberse hecho en el taller, esto se podría compen-- sar cuando el fabricante haga algunos trabajos adicionales que solicite-- el montador, como suministrar ángulos para izaje o asientos para mon-- taje.

Cualquier empalme complicado se debe revisar para asegu-- rarse de que el material de dicho empalme esté sujeto a una de las par-- tes de la armadura o de la trabe, de manera que las piezas puedan ensam-- blarse en campo sin mucha dificultad. Cuando sea factible se debe hacer el empalme de manera que parte del material esté en uno de los lados de una pieza y el resto en el otro lado de la pieza adyacente; en esta forma - puede hacerse la conexión colocando de lado y en su lugar, cualquiera de las piezas. En algunas ocasiones, para facilitar la conexión es aconseja-- ble embarcar todo el material del empalme atornillado a uno de los lados del punto de ensamble, aunque esto significa trabajo adicional para el cam-- po, ya que debe fijar en forma permanente el material que en principio de-- bería haberse ensamblado en taller.

3.- DIAGRAMA DE MONTAJE

Debe haber coordinación con el departamento de proyectos, para asegurarse de que los diagramas de montaje se hagan de manera que sean útiles para el montador; un diagrama de montaje, consiste en un plano lineal de cada piso o nivel de la estructura y una elevación o vista lateral cuando sea necesaria para localizar largueros, puntales y piezas similares. La vista lateral siempre es necesaria cuando en la estructura existe estructuración lateral.

En el diagrama de montaje se muestran las dimensiones entre columnas y miembros intermedios, la localización de tornapuntas, contraventeos, etc. así como las elevaciones de los miembros de piso; en general estas elevaciones se indican como una dimensión por debajo del nivel de piso terminado, a menos de que la mayor parte de los miembros esté a la misma elevación, en cuyo caso esto se indica en una nota, con las excepciones que se anoten en el diagrama. Fig. 3.1

El concepto más importante en el diagrama de montaje es el número o marca asignada a cada pieza individual; el sistema de numeración debe seguir una secuencia lógica en el diagrama. Si varias piezas son idénticas y pueden intercambiarse en la estructura, por lo general se

#...

les da el mismo número a todas; este número no sólo aparece en el diagrama de montaje, sino también en el plano de detalle con el que se fabrican todas las piezas y el fabricante lo pintará sobre ellas. Cuando la pieza debe colocarse en una dirección definida, en general la marca se pinta cerca de un extremo y el número se muestra en el diagrama de montaje en el extremo respectivo,

Cuando una pieza se puede colocar en cualquier posición, el número se pinta cerca del extremo, pero en el diagrama se muestra dicho número en el centro de la línea que representa la pieza. Algunos proyectistas no indican donde se marca la pieza, pero en ese caso agregan en el diagrama una pequeña "X" o una "X" encerrada en un círculo, en el extremo de la pieza donde debe montarse el extremo marcado. Esta marca es mucho menor que el resto de lo indicado en la hoja y con el uso que se da a los planos en el campo, a menudo la "X" se borra tanto que el montador tiene dificultades para encontrarla. Con frecuencia se trabaja cuando la iluminación es pobre, temprano cuando el sol todavía no está alto, o tarde cuando ya se ha ocultado. A menudo se dejan los planos a la intemperie donde la lluvia y el viento pueden estropearlos; es mejor omitir esta marca extra y mostrar los números de parte con números más gruesos en el extremo correspondiente al extremo en el cual se pintará la marca a la pieza en el taller.

Los tirantes o contraventeos, sobre todo cuando existen muchos similares entre sí, se marcan sólo con una "X", seguida de un número igual a su longitud y con una nota por separado en la cual se indica su diámetro y su marca; cuando los tirantes de contraventeo son poco comunes, se marcan individualmente y se coloca al tirante en sí una etiqueta metálica en la cual se indica el número de parte, a menos de que el tirante sea lo bastante grande como para poder pintarle la marca con claridad directamente encima.

Algunos proyectistas usan el número de dibujo de la pieza como parte del número que se da a la pieza en el diagrama de montaje con esto, se localiza fácilmente la pieza dentro de un índice de dibujos en que se muestran los números de parte contra los números de los dibujos.

Además de toda la información ya mencionada, las conexiones complicadas deben indicarse por separado y en detalle; por ejemplo, si tres o cuatro piezas pueden montarse en una secuencia especial, debe indicarse así. Cuando sea posible colocar un ángulo o una canal en forma poco usual, por ejemplo un ángulo con uno de los patines hacia un lado o hacia el otro, se debe dar una indicación por medio de una nota o un pequeño croquis de la sección cerca de la pieza y dentro del dibujo. Por

lo general las secciones transversales se muestran cuando son necesarias para montar en forma correcta la estructura, o cuando la conexión es muy complicada como para mostrarla directamente en el diagrama lineal.

Para evitar un plano extra, algunas veces los proyectistas - incluyen en el diagrama de montaje la información para colocar varillas o armaduras de refuerzo, para ser usada por algunos otros contratistas; esto es aceptable siempre y cuando esta información se muestre en forma sencilla y los números de parte destaquen con claridad.

Mientras más limpio sea el dibujo, más fácil será para el montador encontrar en el campo el número de parte para localizar una pieza en el piso de trabajo o en el terreno; y viceversa, si tiene una pieza con el número marcado con claridad, le será más fácil saber donde colocarla, al localizar pronto el número en su diagrama.

A menudo, para ahorrar dinero y esfuerzo, el fabricante no dibuja un nuevo plano, sino que hace copias de los dibujos de diseño y -- agrega en ellas las marcas para montaje; esto confunde el diagrama de -- manera innecesaria y la reproducción es tan mala, que el personal de -- campo no puede usarlos de modo satisfactorio. Si a pesar de esto el ---

superintendente trata de usarlos, perderá mucho tiempo tratando de decifrar las marcas entre todos los detalles que son necesarios sólo para el proyectista; de este modo, el tiempo de dibujo que ahorra el fabricante se pierde muchas veces más en el montaje. El montador tiene todo el derecho a que se le entregue un diagrama que sea fácil de usar, y no atestado de información o de detalles innecesarios; que le ayude a montar la estructura en forma correcta y rápida. Un diagrama confuso obstruye el montaje, un diagrama claro y bien dibujado lo agiliza; un diagrama de montaje satisfactorio es tan necesario como un buen dibujo de plan de montaje. Los números de parte de las piezas deben sobresalir claramente, en comparación con el resto de la información, tal como las dimensiones y tamaño de las piezas.

Los números de parte se usan para ordenar el embarque de las piezas, se puede solicitar todo un grupo de piezas para algunas áreas mostrando éstas de alguna manera en el diagrama; por ejemplo dividiendo por medio de líneas interrumpidas o punteadas. En el diagrama debe agregarse una letra grande para identificar cada área.

Cuando la estructura se selecciona y distribuye en el lugar de la obra, con frecuencia el número de parte se pinta con crayón en el patín superior de cada pieza, porque es difícil ver dicho número si está-

marcado en el alma y se tienen varias vigas una junto a otra, con el espacio suficiente sólo para colocar un estrobo de montaje, si se puede convencer al fabricante de que agregue el número de parte en el patín superior de las vigas, ahorrará trabajo al montador, pero éste es un gasto extra y puede poner objeciones, aunque también le ayudaría si almacena las vigas muy cerca una de la otra antes de cargarlas y embarcarlas.

Además del número de parte pintado en el alma, por lo general el fabricante agrega también el número de su contrato, el número del dibujo con el que se fabricó la pieza y una marca de inspección; si las piezas de la estructura se han dividido por áreas por conveniencia del montador esta marca debe mostrarse en el dibujo de montaje, en las hojas de detalle y en la pieza misma.

Cuando hay varias áreas similares, pero diferentes, algunos proyectistas tratan de hacer un sólo croquis y agregan diferentes marcas para indicar el área a la cual pertenecen, esto puede confundir tanto al montador que tiene todo el derecho a exigir un croquis por separado para cada área.

Debe solicitarse el tamaño requerido de los dibujos de montaje, su cantidad y el tipo (papel o tela); también se debe indicar la canti-

dad de juegos de dibujos de detalle y hojas de croquis, por lo general, un juego para la oficina y un juego para el campo.

4.- INICIACION DEL MONTAJE

Para descargar los transportes en el lugar de la obra deben usarse dos eslingas con ojos dobles, con la suficiente capacidad y longitud para manejar las cargas dentro de la capacidad del aparejo alcance requerido. Las eslingas se amarran alrededor de la carga en dos puntos tales que cuando se levante la carga se pasa uno de los ojos a través del otro y el ojo libre se fija a un gancho de seguridad. Se usa después una línea de carga en uno de los extremos, o uno en cada extremo, para estabilizar la carga según se va izando desde el transporte y se lleva al área de montaje para seleccionar, distribuir y después montar los diferentes miembros de la carga. La línea de carga no sólo controla el giro de la carga, sino que también evita que golpee la estructura al izar la carga más y más arriba. Los montadores pueden manejar la línea de carga en los niveles superiores, para controlar la carga cuando llega a su nivel de trabajo.

Las estibas se deben apoyar en polines de 2 x 12 plg. (5.1 x 30.5 cm.) apilados de tres en tres, maderos de 4 x 4 plg.

(10.2 x 10.2 cm.) o bien usando los separadores que se utilizaron para cargar los materiales en los transportes; estos soportes permiten quitar con facilidad las eslingas que usaron para la descarga, así como la colocación posterior de eslingas para mover las piezas a otro lugar. También se evita aplastar las eslingas en caso de que la carga se coloque sobre el suelo o el piso de trabajo.

Por lo común las vigas, canales y ángulos se descargan en montones. Las columnas, si son ligeras, también se descargan en grupos; de otra manera, se manejan una por una. Las armaduras y las trabes se manejan mejor individualmente, por lo que pueden estibarse sobre polines, contraventeándolas de inmediato para evitar que caigan; también pueden almacenarse horizontalmente, de preferencia sobre apoyos nivelados para que no se deformen. Algunas armaduras o trabes pueden ser tan inestables que no se deben girar de la posición vertical, en la que por lo general se embarcan, a una posición horizontal. Esto se debe señalar en el dibujo de plan de montaje.

Tan pronto como se han descargado los atados de vigas o piezas similares y, si el tiempo lo permite antes de que se entregue el próximo embarque, debe hacerse un intento para distribuir la carga, colo-

cando el material en montones separados para cada área. Estos montones se deben mover después al área a que pertenecen, anticipándose al montaje de la estructura.

Algunos montadores prefieren que las columnas se entreguen antes que el material secundario, y otros prefieren lo contrario. Si se entrega primero las vigas y piezas similares, la selección puede ser más fácil, ya que las columnas no ocupan espacio en el terreno y no estorban para mover con la pluma los materiales desde el área donde se descargaron hacia el área donde pertenecen, como podría suceder si las columnas se hubiesen entregado primero.

Las piezas que forman parte de la estructura deben entregarse en las áreas donde trabajan las plumas o las grúas, y cuando sea posible dividiendo los lotes en subdivisiones más pequeñas, como entre los tirantes de una pluma o en las secciones adecuadas para una nave que se montará con grúa. Esto puede lograrse si el fabricante coopera enviando los embarques según se soliciten, o utilizando en la obra un patio de descarga y distribución.

Por lo general, para el montaje se coloca en el centro de la pieza un estrobo con ojos en ambos extremos y un cable adicional; a con-

tinuación se iza la pieza hasta el lugar dónde la esperan los encargados de conectarla, usando el cable adicional para guiarla hacia ellos. Este cable se puede jalar cuando es necesario voltear la pieza para librar al guna otra pieza de la estructura ya colocada.

Se debe procurar usar un estrobo lo bastante ligero para que pueda sostener la pieza al voltearla, bien apretado para que éste no resbale, y bastante fuerte para soportar el peso que se maneja. Un colgante simple de cable de alambre, con un ojo en uno de sus extremos para fijarlo al gancho del contrapeso y con un gancho de seguridad en el otro extremo, es de gran ayuda para montar un área de dos o tres pisos; el colgante debe tener la suficiente longitud como para que cuando su extremo inferior esté en el piso de trabajo, el contrapeso quede todavía por encima de la estructura ya montada en el nivel más alto, de manera que el con trapeso no tenga que hacerse bajar por la estructura.

Quando una nave industrial de varios niveles se monta con -- una grúa de orugas o una grúa montada sobre camión, por lo general es -- necesario montar todos los páneces situados a través de la nave extrema -- del edificio y lejos de la rampa de acceso o de la entrada al lugar de la -- obra; esta nave se monta de piso a techo y la grúa se mueve después hacia atrás para montar los páneces de la siguiente nave, retrocediendo cada --

vez hacia el acceso de la obra. Si el terreno se presta para que una grúa trabaje en dos de los lados del lugar de la obra, en ocasiones se usan dos grúas para montar al mismo tiempo desde ambos lados y llegar al centro de la estructura, o bien se monta la mitad de la estructura por un lado con una grúa y después se mueve al otro lado para montar el resto.

5.- MONTAJE CON GRUA SOBRE CAMION Y

CON PLUMA DE TIRANTES

Las gruas para montaje se pueden seleccionar cuando en el lugar de la obra se espera encontrar un terreno en condiciones adecuadas para la operación de gruas móviles, ya sea con o sin pisos de madera, tablonés o caminos de troncos a través del área. En caso 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 la estructura no sobrepasa el alcance de los mástiles de las gruas disponibles montadas sobre camión, y si el peso de las piezas que se izarán a las diferentes alturas está dentro de la capacidad de dichas gruas.

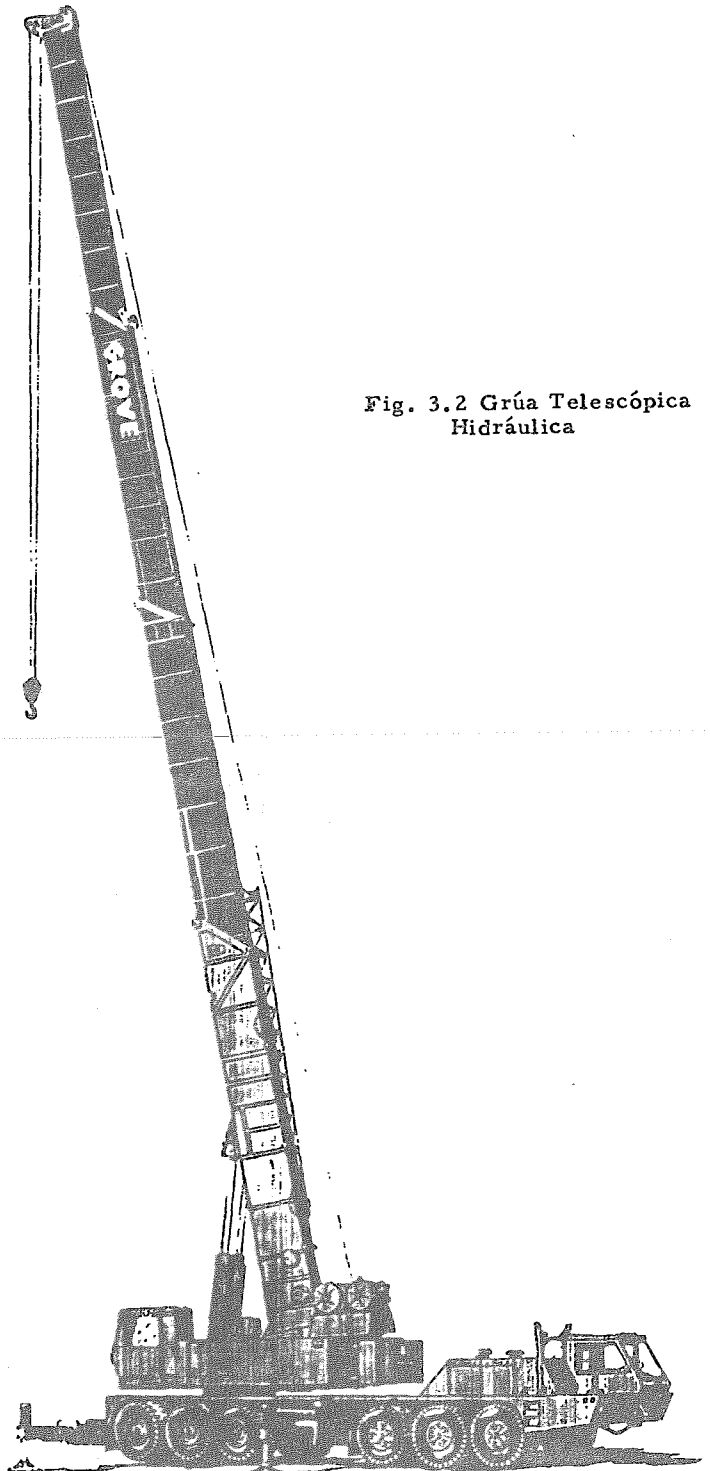


Fig. 3.2 Grúa Telescópica
Hidráulica

Las gruas montadas sobre camión pueden circular por los caminos, por sus propios medios; sólo se requiere quitarles los contrapesos, pero puede ser necesario desmantelar el mástil si el peso de éstos excede los límites legales. Antes de tomar la decisión sobre el uso de gruas en vez de plumas, o acerca del tipo de grúa que se usará, se debe estudiar la forma general de la estructura, los pesos de los miembros, las condiciones del terreno, las obstrucciones elevadas y las interferencias con el tráfico de vehículos y de peatones.

En el comercio existen grúas montadas sobre camión con capacidades máximas para un mástil básico (cerca de 20 mt), o capacidad de más de 125 Ton. con un radio mínimo, equipadas con un mástil y un aguilón que alcanzan hasta 100 mt. manejando cargas ligeras. Debe considerarse su peso, ya que las condiciones del terreno pueden no ser adecuadas para que operen con seguridad.

Para tomar una decisión acerca del uso de grúas móviles en el montaje de una estructura alta es necesario considerar el riesgo extra que representa para el personal que trabaja en lo alto; si los elementos estructurales se izan desde el piso hasta su posición en lo alto del edificio, a través de áreas montadas previamente, ya que no existe ninguna cubierta protectora debajo del personal que realiza las conexiones. Co

mo una alternativa, puede escogerse el material cuya posición no esté cercana a la estructura previamente montada y entregarlo con la grúa a las cuadrillas de conexión; con esto se permite el uso de tablones cerca de las áreas donde se está trabajando y donde después trabajarán las cuadrillas de ajuste, las de atornillado o soldadura; pero es un método lento. En vez de esto, pueden colocarse pisos de tablones en áreas pequeñas e izar paquetes de elementos estructurales en dichas áreas, seleccionarlos y montarlos pieza por pieza desde el piso, dejando dicho piso en su lugar hasta que se hayan terminado todos los trabajos necesarios directamente por encima de él.

Quando la estructura se inicia a nivel, de manera que la grúa se puede mover desde la calle al lugar del montaje y si las condiciones del terreno son favorables, puede usarse una grúa móvil, que situada en la parte trasera comience a montar crujías a través de la estructura y de piso a techo; a continuación, retrocediendo y montando repetidas veces, puede montar crujía tras crujía, saliendo por último a la calle para montar la última crujía del frente.

Se debe estudiar el costo de embarque y ensamble de cada tipo de grúa, junto con las diferencias del tiempo resultantes de las velocidades de montaje. Por medio de un estudio se determinará sí el ahorro

de tiempo que se obtiene al usar una ó más grúas para descargar y distribuir materiales, mientras que una ó más grúas los montan a continuación, justifica el costo extra de esta solución.

Las grúas que se usan para descarga y montaje pueden realizar sus labores respectivas y pueden combinarse después para levantar piezas demasiado pesadas para una sola de ellas. Una grúa de capacidad más ligera puede maniobrar y montar con más facilidad que una grúa pesada; con este arreglo también se puede tener una grúa ensamblando armaduras, trabes o subensambles antes de que se necesite montarlas, también permite que la fijación permanente (atornillado, soldadura, etc.) de estos ensambles se haga cerca del piso en vez de hacerlo en lo alto, reduciendo así el costo y el riesgo.

Cuando en una estructura existen algunas piezas excepcionalmente pesadas y el resto son ligeras, puede ser mejor elegir dos grúas de igual capacidad para descargar y colocar entre ambas los miembros pesados, para montar después por separado los elementos ligeros de las áreas adyacentes; aunque con esto se agiliza el montaje y se requiere menor capacidad de soporte en el piso, también significa que los costos de embarque, descarga, ensamble y después los de desmantelamiento, carga y embarque serán el doble de los que representaría usar una grúa de mayor capacidad.

traventeo o arriostramiento entre columnas, las traveses carril y las -- piezas longitudinales. Siguiendo esta secuencia el terreno se mantiene libre y la grúa puede operar con facilidad, montando ambos lados -- de la estructura; a continuación deben recibirse las piezas de la parte central de la nave descargándolas cerca de su posición final, pero dejando espacios o pasillos para que la grúa se pueda mover.

Si el tamaño de la estructura lo justifica, es ideal contar con dos grúas; cada una monta uno de los lados y la mitad del edificio; una tercera grúa efectúa las descargas por delante de las que están -- montando. De esta manera se puede usar toda el área para descarga, ya que la grúa que se usa para esto puede retroceder sobre el área no utilizada al ir descargando y las grúas con las que se monta van dejando espacios libres, al ir colocando las piezas de la estructura en su -- sitio.

Cuando las condiciones del lugar de la obra no son favorables para el montaje con grúas montadas sobre camión la selección lógica puede ser una pluma de tirantes. Al elegir el tamaño y la localización de una pluma, es necesario dividir la estructura en áreas y niveles; a continuación, si la nave no es muy ancha y el equipo puede trabajar bajar de un lado a otro, se estudia la estructuración y se escoge un --

punto aproximado para localizar la pluma. Fig. 3.3

Este punto debe estar situado aproximadamente a la mitad de la distancia entre el sitio en que se entregan los materiales cerca de la estructura y la parte posterior de la nave, del lado opuesto al punto de descarga y puede montar los elementos de la parte posterior de la estructura. Sin embargo, con esta solución pueden tenerse tirantes de diferentes longitudes, lo cual no es aconsejable, y en este caso deben balancearse todos los factores.

Se deben equilibrar las áreas que cubren varios equipos, para que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma cantidad de trabajo; de otra manera, uno de ellos se adelantará al resto con las complicaciones resultantes. Una vez que se han determinado la cantidad, localización y el tipo particular de pluma a utilizar con base en la capacidad y la longitud del mástil y del aguilón, debe decidirse la localización de los tirantes, que deben ser ocho, de preferencia, así como las columnas a las que se fijarán; dichas columnas deben estar espaciadas lo más regularmente posible en sentido angular y tan lejos de la base de la pluma como sea necesario para que las distancias de los tirantes sean las adecuadas, de acuerdo con las tablas de capacidad. Debe hacerse un esfuerzo para que los tirantes de dos plumas adyacentes no se in-

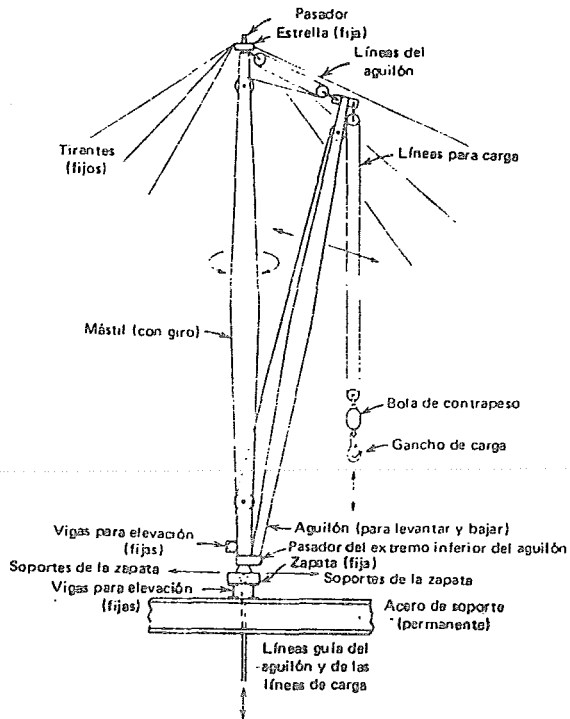


Fig. 3.3 Pluma de Tirantes

terfieran en su operación. Los tirantes deben localizarse de manera que cuando menos dos de ellos trabajen detrás de la pluma cuando se descarga material y dos cuando se coloque la pieza más pesada. Debe evitarse tener tirantes cortos en un lado de la pluma y tirantes largos en el otro, ya que esto tiende a dificultar el giro de la pluma.

El tamaño y peso de las zapatas de las columnas que se usarán para los tirantes se tiene que revisar para asegurarse de que podrán soportar las reacciones horizontal y vertical de los tirantes de la pluma colocada en su posición inicial sobre el piso. Si las zapatas son satisfactorias, se hace un croquis o simplemente un diagrama de la localización de las columnas, mostrando la situación de los anclajes que deben ahogarse para fijar los tirantes, así como la localización de la pluma. Este se envía al contratista de la cimentación o al contratista general para que se instalen los anclajes. Debe darse una copia al superintendente de campo para que pueda revisar si se instalaron en forma correcta; en este croquis debe mostrarse la manera de colocar los anclajes de horquilla, si se va a utilizar ese tipo.

Si se encuentra que las zapatas no son adecuadas, y en los lados de la excavación o en el piso se encuentra roca sólida, pueden usarse anclas de extremos abiertos. De nuevo, es necesario enviar un croquis al contratista general y al superintendente de campo mostrando la

localización, la pendiente o dirección y el tamaño de los agujeros que es necesario barrenar, su profundidad y el método exacto de instalación de anclas, con sus cuñas colocadas en los extremos inferiores.- Es más seguro que el contratista de la cimentación sólo barrene los agujeros y los selle temporalmente, usando después las cuadrillas de montaje para fijar las anclas en su sitio y probarlas. De esta manera el superintendente de montaje sabrá que se instalaron en forma correcta.

Si no hay rocas en las cercanías y las zapatas no son adecuadas, puede ser necesario agregar contrapesos a las zapatas. Si se va a usar una grúa para colocar los emparrillados o para armar la pluma, también puede usarse para colocar los contrapesos, que pueden consistir en algunos de los miembros estructurales más pesados, colocados de manera que no estorben la colocación de los emparrillados en su posición final. Debe informarse al fabricante cuales son las piezas que se requiere tener desde antes en la obra, para usarlas como contrapesos, ya que puede ser necesario que las fabrique fuera del programa para tenerlas listas y embarcarlas en el momento adecuado.

Como último recurso, pueden incarse estacas en el terreno para usarlas como anclas. Esta solución es algo precaria, ya que no hay manera de saber qué fuerza resistirán, dependiendo de la consisten-

cia del terreno y de la profundidad y tamaño de las estacas.

En el caso de una sola pluma, las columnas, trabes, vigas, armaduras, etc., se deben entregar de modo que puedan montarse una ó dos crujías a lo ancho del edificio, según el área sobre la cual puede operar el mástil de la pluma; al irse terminando el montaje de las crujías, la pluma retrocede para descargar, seleccionar, distribuir y montar las crujías y paneles subsecuentes, moviéndose siempre hacia el punto donde se pueda desmantelar y embarcar al terminar.

En el caso de hangares, cubiertas para trenes y salas de -- convenciones, las armaduras de techo o los arcos por lo general se descargan antes con un equipo auxiliar, para ensamblarlos ya sea en secciones parciales o totales, las cuales se tienden sobre bloques distribuidos de modo que dichas secciones se adapten a la forma final y las conexiones finales se terminen en el piso. Estas secciones pueden ensamblarse en sitios tales que todavía pueda entregarse el resto del material que se montará entre ellas, sin dañarlas y de modo que la pluma pueda izarlas. Los ingenieros proyectistas deben haber establecido con anticipación los niveles exactos de los bloques y lainas, de modo que al colocar las secciones en su sitio se obtenga una armadura o un arco situado a la elevación correcta. Cuando las armaduras o arcos se ensamblan por completo antes de ---

izarlos, es importante que esto se haga en forma correcta, siguiendo la forma especificada en los planos.

Se debe revisar la estructura del nivel más alto, una vez - que se ha decidido como se desmantelarán y quitarán los aparejos de - montaje. Si la estructura permanente se va a usar para desmantelar - los aparejos, es necesario analizar los miembros que pueden ocuparse y seleccionar aquellos que pueden servir para el propósito de desmantelarlos desde arriba.

6.- OPERACIONES CONJUNTAS

Si una trabe o armadura se va a izar con dos plumas, dos - grúas o una pluma y una grúa trabajando juntas, debe definirse cuál de los dos capataces a cargo del equipo se encargará de la operación; además, debe establecerse quién dará las señales al encargado de éstas en cada máquina, para transmitirla al operador del malacate o de la grúa, - de modo que ambos aparejos trabajen juntos izando, bajando o girando, - según se requiera.

Antes de izar una pieza, el responsable de hacerlo debe asegurarse de que se han colocado en forma correcta las eslingas u otro tipo - de elementos para izaje y que se han enganchado en los puntos donde cada

uno de los aparejos levantarán el peso correcto, de acuerdo a su capacidad; si los dos puntos de izaje se localizan a distancias diferentes -- del centro de gravedad de la pieza, uno de los dos aparejos levantará una carga relativamente más ligera o más pesada, dependiendo de la lo calización del punto usado para izar. Antes de izar la pieza, el respon sable, de preferencia el superintendente mismo, debe revisar que las grúas estén bien apoyadas, o que las plumas estén bien apoyadas, o que las plumas esten en buenas condiciones de trabajo, y los malacates en condiciones adecuadas, con los frenos ajustados para la carga que se va a levantar.

Siempre que se pueda, debe evitarse mover una pieza con -- dos (o más) grúas operando al mismo tiempo, ya que existe el riesgo de que una de las grúas se mueva más rápido que la otra y esto hará que la pieza comience a girar los estrobos y lazos que no serán verticales ni es tarán bien fijos, con el riesgo de que la pieza pueda quedar fuera de con trol y volcar una o ambas grúas. Este tipo de piezas pesadas debe ser entregado tan cerca de su localización final como sea posible y las grúas que hagan izaje en conjunto deben ser colocadas de modo que giren pero no se trasladen. Para mover una pieza siempre podrán girar, bajar la pieza, moverse a una nueva posición y repetir la operación hasta que la pieza esté en posición para ser izada hasta su lugar.

Si se usará una pluma junto con una grúa, la pluma, debe colocarse en la localización adecuada, apoyada y atirantada correctamente, aparejando bien las líneas de izaje y la línea de carga conectada a un malacate, mientras que el otro extremo de la pieza se controla con la grúa.

Debe instruirse a las cuadrillas de izaje acerca de la operación que se realizará, de modo que cada uno de los hombres sepa lo que debe hacer y que no exista ningún tropiezo ni confusiones en un momento crítico de la operación.

7.- PLOMEO

Tan pronto como se montan las armaduras la cuadrilla de plomeo debe encargarse de instalar tirantes, en caso necesario. Si se cuenta con un almacén bien manejado, los tirantes se enviarán listos para usarlos; de otra manera los montadores deberán tomar los rollos de cable de 5/8", 7/8" ó 1" de diámetro, dependiendo de los requisitos, cortándolo a la longitud necesaria, haciéndole un lazo en un extremo alrededor de un gancho especial e instalando clips para mantenerlo bien formado y colocándole un templador en el otro. El gancho a menudo llamado " Pata de Cuervo " debido a su forma, consiste en una varilla doblada a 180^o, con sus lados juntos y doblados después en -----

sus puntas a un ángulo ligeramente menor de 90° con respecto al plano del gancho. El dobléz es tal que puede deslizarse sobre el borde del patín de una viga, o sobre el mismo tirante, manteniéndolo en su sitio con el tirón del templador del tirante.

El gancho del tirante se coloca sobre el patín de una viga de un piso superior, o se enrolla el tirante alrededor de una columna del piso superior y se coloca el extremo doblado del gancho sobre el tirante; el gancho del templador se coloca sobre el patín de una viga de un piso inferior, casi siempre un nivel por debajo, uno o dos paneles más lejos. Con el templador abierto casi por completo, el extremo libre del tirante se desliza a través del ojo libre del templador, se jala a mano dicho tirante y se colocan pernos para mantenerlo dentro del ojo del templador. Después se instala un segundo tirante de manera similar, pero en dirección opuesta, para formar una cruz diagonal con el extremo superior del segundo tirante colocado en una columna adyacente, al mismo nivel superior y directamente encima del extremo inferior del primer tirante. El segundo templador se engancha en el nivel inferior, directamente por debajo del extremo superior del primer tirante.

Apretando uno de los templadores y aflojando el otro, las columnas pueden moverse de un lado a otro, después de haber colocado pasadores y tornillos de montaje.

Para confirmar la verticalidad de las columnas se baja una plomada ligera colgada de un cordel, o una plomada pesada colgada de un alambre, del nivel superior al nivel inferior; esta plomada se coloca a una distancia determinada de la cara o del alma de la columna, por medio de una regla marcada y el montador que está en el nivel inferior mide la distancia que hay del cordel a la misma cara de la columna. Si esta distancia es la misma que en el nivel superior y en ambas direcciones, por ejemplo, de este a oeste y de norte a sur, se considera que la columna está a plomo; si es mayor o menor, se aprietan y aflojan respectivamente los templadores para jalar la parte superior de la columna hasta que esté a plomo. Si desde el principio las columnas se colocaron con precisión en sus placas base, entonces en teoría las dos columnas en las que se utiliza un juego de tirantes deben estar a plomo y en posición correcta; esto no siempre es cierto, y debe revisarse cada columna por separado.

Cuando hace viento, el cordel de la plomada se balancea demasiado, entonces puede usarse un balde de agua para sumergir ahí la plomada y amortiguar el balanceo.

Como las dimensiones del rolado de las secciones de las columnas tienen una tolerancia, y como también la mayor parte de las especi-

ficaciones permite al taller otras tolerancias adicionales, puede ser imposible localizar las columnas en el lugar exacto donde deben estar. De manera semejante, el montador debe tener una cierta tolerancia para plomear las columnas. Por lo general, las tolerancias permisibles en las laminadoras, en la fabricación y en el montaje no son acumulativas, sino que se eliminan una con otra. En el contrato o en las especificaciones se estipulan las tolerancias permitidas o se indican los reglamentos que tienen que respetarse, tales como el "Reglamento de Prácticas Estándar" (Code of Standard Practices) del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), que permite una desviación en el plomeo de las columnas y una falta de nivel en las trabes. Dicho reglamento indica:

" Se considerará que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forma la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de 1/500. En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior ".

(Ref. AISC 5 - 179).

Por lo común, los tirantes de plomeo se pueden quitar tan pronto como se han conectado en forma permanente la estructura de piso y los empalmes de las columnas.

8.- AJUSTE

En ocasiones las piezas de la estructura se fabrican un poco más largas o cortas, en el primer caso, puede ser necesario quitar los tornillos de montaje e instalar tornillos de menor diámetro, quitando los pasadores y jalando las columnas con los tirantes. Si las piezas son cortas, también se pueden necesitar tornillos de menor diámetro; - así, jalando los extremos de las vigas y de las columnas y aflojando los tirantes, las columnas se pueden empujar hacia la posición requerida. - En cualquier caso, a continuación se aprietan los tornillos, se abocardan o se riman los barrenos de conexión y se fijan en forma permanente las conexiones. En el caso de estructuras atornilladas, los barrenos que se riman son los permanentes y se necesitarán tornillos de mayor diámetro para llenarlos. Si la fijación permanente se hace mediante soldadura, los tornillos de ajuste se colocarán dentro de agujeros para montaje; de ordinario no se necesitará rimar los barrenos, ya que la soldadura fijará la conexión en su posición.

Para completar la fijación permanente, si los barrenos coinciden sin mayor problema, los trabajos de ajuste prosiguen después del plomeo, o al mismo tiempo. Si los barrenos no coinciden sólo ligeramente, las cuadrillas de ajuste usarán una rima para " agrandarlos ", por lo gene

ral esta rima es neumática o eléctrica y con ella se pueden ajustar -- los barrenos lo suficiente para colocar los tornillos del diámetro co-- rrecto. Cuando los agujeros no coinciden debido a discrepancias de - fabricación, la cuadrilla de ajuste los rimará a un diámetro mayor y, tan pronto como se hagan coincidir, se usan tornillos de ajuste y pasa-- dores para conectar las piezas entre sí.

Cuando es necesario rimar demasiados agujeros debido a errores de fabricación o de dibujo, es conveniente notificarlo al fabri-- cante, ya que el trabajo que cueste realizarlo puede ser tanto que sea-- necesario hacerle un cargo, en este caso, el fabricante tiene derecho a observar el problema antes de que se corrija, para evitar discusiones-- posteriores acerca de los cargos que le harán por el rimado.

También es conveniente notificar al fabricante en caso de - que existan errores en la fabricación o en los dibujos, para que pueda-- enviar un representante que inspeccione el problema; éste puede deci-- dir cómo debe remediarse dicho problema, ya que tal vez será respon-- sable por los trabajos de reparación. Si las conexiones son a tope y si las piezas están cortas pueden necesitarse calzas en vez de rimar; si - están largas, puede ser necesario quitar y reemplazar algunas conexio-- nes, o recurrir al rimado, reemplazando los ángulos de conexión o las placas soldadas.

C A P I T U L O I V

HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE MONTAJE

1. Almacén

2. Lista de herramientas para la Obra

3. Herramientas y Equipo
 - A.- Herramientas
 - E .- Equipo:
 - Cable de alambre
 - Cable de manila
 - Máquinas electrosoldadoras
 - Pluma de tirantes
 - Grúas

4. Registros y Reportes

1.- ALMACEN

Se debe contar con un almacén bien conservado, organizado y manejado con eficiencia; en él debe disponerse de espacio para reparar y almacenar a cubierto las herramientas pequeñas y equipos tales como compresores, máquinas de soldar y malacates, para protegerlos de los elementos naturales. También debe disponerse de un área para recubrir los tablones, maderos y bloques, si no están protegidos de alguna otra manera contra la lluvia; por lo general no existe una manera económica de cubrir las grúas, los camiones y maquinaria similar, pero debe contarse con alguna protección contra robo y actos de vandalismo.

La disposición de los conceptos almacenados debe ser tal que facilite la preparación de los embarques y el mantenimiento del equipo; debe pensarse en el flujo del equipo que regresa de alguna obra, de manera que las herramientas se puedan conducir hacia un área de revisión y servicio, en camino hacia las áreas de almacenamiento. Debe contarse con instalaciones de grúas viajeras, o su equivalente para manejar la descarga del material que se devuelve, o para cargar el equipo que se envía a una obra; cuando se necesita hacer embarques por ferrocarril, es ideal tener una espuela de ferrocarril que llegue hasta el almacén.

Para las entregas por camión es necesario disponer de caminos pavimentados que conecten con la carretera principal y de preferencia que lleguen directamente a las áreas cubiertas de las instalaciones del almacén; por lo general es económico contar con algunas áreas exteriores, sin cubierta, ya que algunos equipos no necesitan protección. Cualquier equipo que se almacene al exterior se debe inspeccionar con frecuencia y limpiarlo y pintarlo, cuando así se requiera, con un recubrimiento protector.

En el almacén los tablones se deben tener apilados, de manera que al cargarlos en un carro de ferrocarril o en un camión, se puedan levantar como una sola unidad, colocando separadores suficientes para evitar que se pudran o que la madera pueda sufrir algún daño; estos separadores pueden ser tiras de 1 x 2 pulgadas, para permitirse levantar los tablones en "paquetes" de cuatro pies (1.22 mt) de ancho y cerca de 15 pies (4.52 mt) de altura, para acomodar bien la carga en los vagones de ferrocarril o en los camiones, y para poderlos manejar en forma adecuada en el lugar de la obra. Si los tablones no se almacenan bajo cubierta, por lo general se pueden proteger contra la lluvia usando algún papel grueso, fijándolo bien para protegerlo del viento.

Cuando no es aconsejable o sencillo marcar los puntos de izaje, se debe marcar el centro de gravedad de las piezas individuales y de los ensambles; en los mástiles, plumas, obra falsa u otros elementos que se pintarán para protegerlos, puede soldarse un pequeño cordón de aproximadamente 1/16 de pulgada (uno ó dos milímetros) de altura, además de marcar con un color distinto los puntos de izaje y/o los centros de gravedad.

2.- LISTA DE HERRAMIENTAS PARA LA OBRA

Debe usarse una forma estándar para registrar las herramientas de cada obra, que permita al almacén seleccionar el material con facilidad. Esta lista de herramienta y equipo debe ser preparada por una persona con suficiente experiencia de campo, que le permita visualizar todas las operaciones que se realizarán para poder seleccionar y ordenar el equipo suficiente y adecuado; si se envía poco equipo, las operaciones se pueden demorar, y si se envía demasiado se propician descuidos en su utilización en el campo, con la resultante pérdida de herramienta. El envío de material en exceso implica más gastos para su preparación, carga y, posteriormente, para su descarga y almacenamiento, además de que obliga al personal de campo a incurrir en mayores gastos para manejarlo en la obra. También se tendrán gastos extras por transporte.

La selección de las herramientas para una obra deberán basarse en el proyecto de montaje; en las cantidades de piezas, su peso, cantidades de tornillos y soldaduras; en las dimensiones y pesos de piezas grandes y pesadas; en el número de cuadrillas de izaje, de ajuste de atornillado, soldadura, plomeo y las que ejecutan operaciones de movimiento, así como el número de trabajadores que se tendrán en el equipo de trabajo. También deberá tomarse en cuenta el tiempo disponible para terminar la obra ya que esto puede determinar la cantidad de grúas, máquinas de soldar, compresores, etc., que deban tenerse a mano.

Se requiere un machote impreso planeado para enlistar las herramientas, para uso constante. El arreglo de una lista de este tipo puede hacerse por orden alfabético o por grupos, como puede ser el equipo neumático en un grupo, el eléctrico en otro, el cable de alambre y de manila separados de las garruchas y poleas. Se debe incluir en la lista todas las herramientas que puedan utilizarse en cualquier tipo de proyecto de montaje, aún cuando el montador no posea todas las partidas, en general, las herramientas que no se posean pueden ser rentadas o compradas cuando sea conveniente. Con una lista de este tipo, la persona indicada de preparar la lista de herramientas, que de preferencia será el ingeniero responsable de la obra, podrá estar al tanto del movimiento de herramientas.

Generalmente, en el caso de equipo comprado, el fabricante o su distribuidor mandan un operario o un representante al lugar de la obra para asegurarse de que éste sea utilizado de modo adecuado y explicar al operario del montador exactamente cómo debe manejarse.- Un representante del almacén deberá estar presente en ese momento - para familiarizarse con la máquina, con el fin de que después se le pueda dar el mantenimiento apropiado, o repararla si se presenta la ocasión, ya sea en un trabajo futuro, o cuando se devuelve al almacén al terminar de usarla en la obra. El almacenista también puede hacer preguntas que sólo el fabricante puede contestar. Cuando no se posee un cierto equipo, debe tomarse la decisión de comprarlo, rentarlo o, en todo caso, ajustar el proyecto de montaje al equipo disponible en lugar de comprarlo o rentarlo.

Al recibir la lista de herramientas para la obra, el superintendente del almacén deberá revisar su equipo para que esté disponible en el momento en que se requiera. Si una parte de este equipo está siendo empleado en otra obra y se espera que sea devuelto a tiempo para darle el servicio de mantenimiento y tenerlo así disponible para la nueva obra, deberá asegurarse de que no haya retrasos en la obra que puedan evitar que el equipo esté listo cuando se necesite, además se deberá re-

visar el estado de las herramientas ordenadas, para lubricarlas, limpiarlas, pintarlas o repararlas en caso necesario y asegurarse de que todo está en condiciones seguras de trabajo.

En el almacén se deberá vigilar el programa de las próximas obras, para asegurarse de que habrá tiempo suficiente para tener listos el equipo y herramientas y poder entregarlos cuando sea necesario.

Debe decidirse si la entrega se hace usando camiones rentados, camiones propios del montador, carros de ferrocarril, etc. Y éstos deberán estar listos para efectuar la carga en el momento preciso. Debe decidirse cual es la clasificación más adecuada, para pagar la tarifa más baja en caso de usar ferrocarril o camión.

Los tornillos de fijación que se requieran deberán separarse para lubricarlos, clasificarlos para el embarque y posteriormente empa-carlos en cajas, barriles o bolsas.

Se deben revisar los tablonés, para asegurarse de que se encuentran en condiciones de seguridad (nunca se deben pintar con ningún recubrimiento que esconda grietas u otros defectos). Las garruchas se

deberán revisar para asegurarse de que las poleas están en buenas condiciones, los cojinetes lubricados y los prisioneros colocados en forma adecuada, con los agujeros en los extremos de los pasadores situados de modo que puedan girar las tuercas (los prisioneros son preferibles a las chavetas, ya que éstas se pueden romper con facilidad e inclusive salirse de su sitio). Deberán revisarse las plumas, los mástiles de las grúas y equipos similares y, en caso de que haya dudas acerca de su condición, deberá quitarse la pintura para realizar una inspección visual o radiográfica. Las reparaciones o reposiciones de las partes deberán hacerse con tiempo, revisando si las plumas o mástiles tienen huellas de golpes, abrasión, melladuras, piezas dobladas o rotas, fisuras o rupturas (sobre todo en los agujeros de los pasadores), agujeros para remaches o tornillos, o defectos en áreas soldadas. Si se harán reparaciones por medio de soldadura, se deberán efectuar mediante procedimientos controlados y aprobados, sobre todo si el material es de acero de alta resistencia o de aleación. Las piezas dobladas se deben enderezar en frío o en caliente, también mediante procedimientos controlados y aprobados.

Los pasadores y las superficies de apoyo deberán revisarse en los puntos con partes móviles; si estos están acanalados o completamente gastados para una operación segura, se deberán reemplazar, o re

construir y pintar de nuevo. Se deberá quitar la tierra y la grasa o el lubricante apelmazado en todos los puntos de lubricación y engrase, aplicando nuevo lubricante y asegurándose de que penetre en todos los puntos que lo requieren. Las poleas deberán girar con libertad en las garruchas y no oscilar; si lo hacen, puede ser necesario usar nuevos pasadores, cojinetes o baleros. Además las ranuras en los cojinetes no deberán ser excesivas ya que pueden traspasar hasta los pasadores. Los cables de alambre y manila deberán estar en buenas condiciones para el uso a que estén destinados, y asegurarse que no estén deshilados, resecos o con otros daños que hagan inseguro su empleo.

Se deberá entregar al superintendente de campo por lo menos una lista completa de las herramientas que se envían a la obra, y conservar otra en el almacén. Al terminar la obra, el superintendente de campo puede utilizar esta lista para la revisión del equipo y herramientas que se devuelven al almacén, y en el caso de que falte algo, será sencillo para él buscar las partes faltantes en la obra; además, cualquier pérdida en tránsito puede determinarse, comparando la lista del material embarcado de regreso al almacén, cuando se descarguen los carros de ferrocarril o camiones, y por lo tanto, puede hacerse una reclamación al transportista.

El superintendente de campo puede usar ventajosamente una forma para anotar las condiciones en que se encuentra cualquier elemento específico que requiera reparación, revisión completa u otro servicio, sobre todo cuando se trata de equipo mayor, como compresores, grúas, grúas torre, malacates, máquinas para soldar, herramientas eléctricas o neumáticas. Un reporte de tal naturaleza facilita al superintendente la revisión del equipo de la manera más inteligente que si no tuviera informe alguno del material dañado, defectuoso, gastado o que requiera cualquier otra atención.

3.- HERRAMIENTA Y EQUIPO

A.- HERRAMIENTAS:

Una lista completa de revisión del equipo y herramientas que se utilizan en el montaje de estructuras de acero deberá incluir los conceptos que se indicarán a continuación. La selección de las partidas para una lista estándar de herramientas dependerá de las necesidades del montador, del tipo de estructuras que espera montar, y deberá arreglarse para cumplir sus necesidades particulares.

Punzón para sacar conectores. - De mano, útil para extraer tornillos cuando éstos, después de quitarles las tuercas, permanecen muy apretados dentro de sus barrenos.

Barras.- Cincel, pesadas, livianas; conectores, de paleta; planos; sacaclavos, barreta; palanca.

Garruchas.- De cable de manila y cable de acero; de una polea; de doble polea, con poleas múltiples; con gancho, con mango, tipo -- violín y de compuerta.

Bolsa para tornillos.- De hombro, de cinturón. Las bolsas de lona para tornillos pueden asegurarse con argollas al cinturón del montador; o se puede utilizar una correa larga para el hombro. Este último tipo es más recomendable.

Cepillos.- Para pintura, de alambre y circulares. Los cepillos cónicos metálicos se utilizan en herramientas accionadas mecánicamente que al hacer girar el cepillo permite limpiar la oxidación, la pintura o cualquier otro material extraño al acero.

Soplete.- Para cortar: Consta de caja, de tanques de oxígeno y acetileno, (reguladores y mangueras); coples para mangueras; remendador de manguera, encendedor, llave del tanque; boquillas para corte, llaves para soplete y accesorios.

Compresor.- Para máquinas neumáticas, de diesel, de gasolina y eléctricos.

Cabrestante o Winch.- Artefacto para izaje, que consta de un rodillo conectado a un motor, el cual al ejercer una fuerza en una manivela sobre el rodillo incrementa la fuerza que mueve el equipo. Utiliza cable de alambre.

Perros.- Son opresores que accionan al ser izados. Los perros para vigas se deslizan sobre el patín superior de ellas y aprietan al producirse un tirón sobre el arillo de conexión al cual están unidos sus brazos en forma de tijera.

Rodillos.- Utilizados para rodar cargas, se fabrican de acero.

Brocas.- Para acero; para madera; helicoidales; rimas cónicas, etc.

Cables eléctricos.- Con conectores, interruptores y alambres.

Esmeriladoras.- De motor y de mano.

Limas.- De mano.

Extinguidores.- La clase y el tipo de los extinguidores dependerá de los riesgos que se espere encontrar.

Gafas, de seguridad.- Para todo uso: claras, oscuras; para cortar con soplete.

Martillo manual.- Cincelador (marro) y de uña.

Malacate mecánico.- De diesel, eléctrico, de gasolina o neumático.

Nivel.- De burbuja.

Ganchos.- De volteo; de seguridad.

Gatos.- De puente; hidráulico, tipo de tornillo, etc.

Mazo.- Se usa para empujar pasadores dentro de los agujeros de conexión. El mazo más común utilizado por los montadores tiene una cabeza de 8 lbs. de peso y un mango de 30 pig. de largo.

Contrapeso.- Ligeros ó pesados; de una sola pieza. El contrapeso o " bola " se utiliza para auxiliar en el movimiento de las líneas principales o auxiliares de izaje y ayudar a bajar el gancho.

Punzones.- Marcador; de tornillo. El punzón marcador se utiliza para hacer una pequeña incisión como guía, para que el taladro comience a formar el agujero en la posición correcta.

Rimas.- Ver brocas.

Cuerdas y cinturones de seguridad.- Los cinturones de seguridad deberán tener hebillas de desenganche rápido.

Cascos de seguridad.- (cascos duros); con ala o sin ala en el --
frente (para usar caretas de soldador).

Argollas.- Con pasador; con tornillos; estándar.

Lainas o calzas.- Se deberá tener a mano una dotación de lainas-
para colocación de placas base y ángulos guía; para embarcarse de in--
mediato al lugar de la obra cuando se requieran.

Tarraja y dados.- Para repasar cuerdas en tornillos.

Cinta métrica.- De acero; de tela.

Lonas impermeables.- Se usan para proteger al equipo de los ele-
mentos naturales.

Cajas de herramientas.- Grande; pequeña; de grúa y para motor.

Templadores.- Para aumentar la tensión en los tirantes de la plu-
ma, con ojos en ambos extremos, con ojo en un extremo y gancho en el
otro.

Clips para cable de alambre.- Sujetadores para tirantes de izaje,
para estrobos de línea de carga.

Eslingas de cable de alambre.- De una pieza; trenzadas, con ojos
en ambos extremos.

Llaves.- De caja; de perico; inglesa; de cola; de dado; Stillson.

B.- EQUIPO:

Cable de alambre.- El cable de alambre debe mantenerse bien lu
bricado y se debe revisar con frecuencia para confirmar si se ha des-
gastado, si hay alambres rotos, si se ha corroido o deteriorado, etc.,
quitándolo de inmediato del servicio. Es recomendable establecer un-
criterio para descartar el cable usado; con base en la reducción del --
diámetro ocasionada por el desgaste o rozamiento, o con base en la can
tidad de alambres rotos en un cierto cable o torón, cantidad de dobleces,
alambres flojos, etc. Por lo general el cable de carga desechado puede
usarse en tirantes para amarre o para plomeo, en donde su resistencia-
reducida es todavía más que suficiente para estos propósitos. En la ta--
bla IV - 1 se muestra la resistencia del cable de alambre.

TABLA IV - 1

Diámetro del cable		Tamaño mínimo de la polea		Carga segura de trabajo - Cable en movimiento	
(Plg)	(Mm)	(Plg)	(Mm)	(Lb)	(kg)
3/8	9.5	9	229	3050	1385
1/2	13	12	305	5350	2429
5/8	16	14	356	8350	3791
3/4	19	16	406	11900	5403
7/8	22	18	457	16100	7309
1	25	20	508	20900	9489
1 1/2	38	36	914	46000	20884
1 3/4	44	44	1118	62000	28148
2	51	52	1321	80000	36320

Dicha tabla es para cable de alambre nuevo o en condiciones tan buenas como nuevo. Para cable en buenas condiciones, pero no nuevo, ni excesivamente gastado o aplanado, con unos cuantos alambres rotos o sin alambres rotos, redúzcase un 25% los valores indicados.

Cable de manila.- Es sumamente útil en el montaje de estructuras de acero, ya que debido a su gran flexibilidad es aprovechable para cualquier maniobra de fijación o elevación. En la tabla IV - 2 se muestra la resistencia de un cable de manila de tres torones.

TABLA IV - 2

Diámetro del cable	Tamaño mínimo de la garrucha	Peso máx. por cada-100lt (30.5)	Carga segura de trabajo: jalón línea guía	CARGAS SEGURAS DE TRABAJO					
				Línea de 1 pza: una garrucha sencilla	Línea de 3 pzas: una garrucha sencilla	Línea de 5 pzas: una garrucha sencilla			
(Plg) (Mm)	(Plg) (Mm)	(Lb) (Kg)	(Lb) (Kg)	(Lb) (Kg)	(Lb) (Kg)	(Lb) (Kg)	(Lb) (Kg)		
1/2 13	4	102 7.5 3.4	660 300	535 243	1450 658				
3/4 19	8	203 16.5 7.6	1350 613	1090 495	2960 1344	4480 2034			
1 25	10	254 27.0 12.3	2250 1022	1820 826	4940 2243	7460 3387			
1 1/4 32	12	305 41.8 18.9	3375 1532	2730 1239	7410 3364	11190 5080			
1 1/2 38	14	356 60.0 27.2	4625 2100	3750 1703	10150 4608	15340 6964			

1
84
1

Dicha tabla es para cable de manila nuevo. Para cable en buenas condiciones, pero que no esté roto ni reducido de tamaño debido a rozaduras, reducir un 50% los valores de la tabla.

Máquinas electrosoldadoras.- Hay diversos tipos que satisfacen las necesidades para la soldadura con arco eléctrico, tales como: las de gasolina, diesel, eléctricas, de rectificador y de transformador. La potencia de las máquinas electrosoldadoras viene dada por el valor de la corriente de salida cuya variación es de 100 hasta 1200 amperes y aún más, como en el caso de algunas máquinas industriales.

Pluma de tirantes.- Es el equipo que más se usa para el montaje de edificios a base de estructura metálica. Sus componentes básicos son un mástil, un aguilón, las líneas de carga, las líneas del mástil y los tirantes; estos últimos mantienen el mástil vertical, y a su vez el mástil detiene el extremo inferior del aguilón. Las líneas de cable de alambre del mástil, colocadas entre la parte superior del mástil y la cabeza del aguilón, se usan para subir y bajar el mástil. La línea de carga (líneas principales) son soportadas por la punta del aguilón, para subir y bajar la carga. Se le llama pluma de tirantes debido a los tirantes que sostienen el mástil en su lugar. Fig. 4.1

Por lo general, los cuatro miembros principales del mástil y del aguilón están hechos de ángulos o tubos que forman las esquinas de una

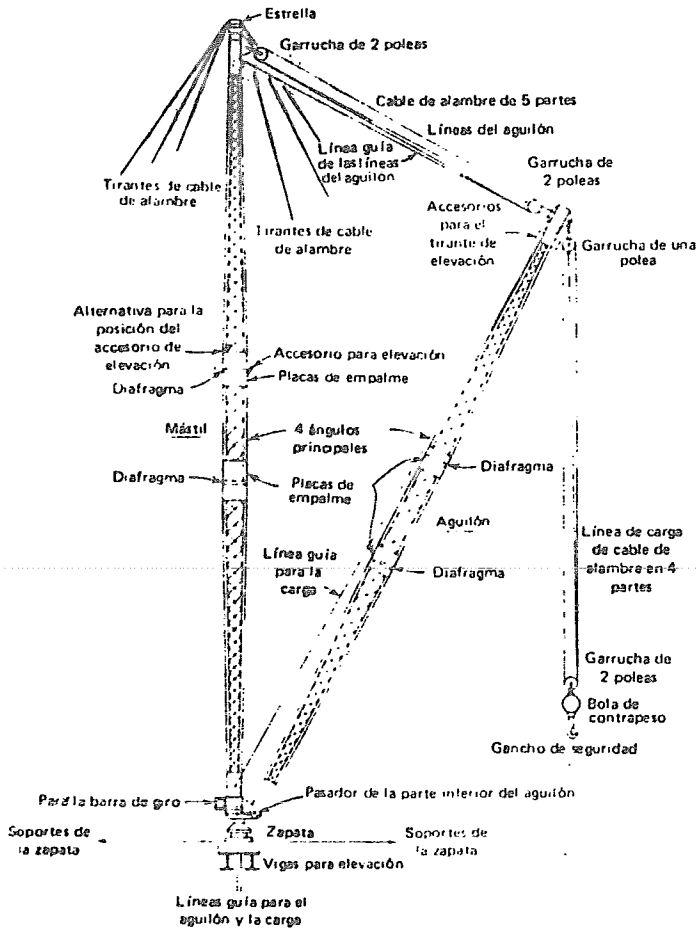


Fig. 4.1 Pluma de Tirantes

sección transversal rectangular; estos miembros se fijan con una serie de celosías de ángulos, varillas o tubos, por los cuatro lados de los --- miembros principales.

El pie del mástil se fija por medio de una pieza forjada, con una su perficie convexa en su extremo inferior, que está sobre una pieza forjada similar, pero cóncava, para permitir que el mástil gire y se mueva ligeramente fuera de la vertical en cualquier dirección, pero completamente soportado; la pieza forjada de la parte inferior descansa a su vez en baleros de rodillos, o en una pieza de bronce u otro tipo de placa de fricción, para permitir la rotación con la menor fricción posible. Los baleros o la placa de bronce están soportados a su vez por una pieza forjada que se fija a un par de vigas de acero. Todo el ensamble formado por la pieza forjada de soporte, los baleros, el apoyo y las vigas se conoce como zapata.

A una distancia corta de la zapata, sobre el mástil, se colocan poleas locas para desviar las líneas de carga principales y la línea guía hasta la parte superior del mástil; cerca de esta parte superior se localiza otra polea para permitir que la línea cambie de dirección y puedan accionarse las líneas que unen al mástil con el aguilón. En la parte superior del mástil se fija un pasador grueso de acero, para permitir que el mástil gire dentro de

una pieza horizontal forjada (araña o estrella), separada de la parte superior del mástil por una rondana plana de bronce, o un balero; esto permite que el mástil gire tan libre como sea posible dentro de la estrella.

La estrella o araña se mantiene en posición mediante tirantes, de preferencia ocho, pero en ocasiones se usan sólo seis. Los extremos superiores de los tirantes que se ensartan en alguna pieza conectada a la estrella, o se conectan a un pasador vertical también conectado a la estrella o se enganchan en agujeros hechos para este propósito; los extremos inferiores de los tirantes se fijan con templadores y eslingas a los anclajes. De preferencia debe haber dos tirantes en cada uno de los cuatro costados de la pluma, ya que usando ocho tirantes pueden distribuirse mejor los esfuerzos que soporten.

El mástil debe ser más largo que el aguilón, por lo general 10 pies (3.05 m) más largo, de manera que la parte superior del aguilón pueda girar por debajo de los tirantes, cuando se encuentra en su posición más vertical, cerca del mástil. En algunos mástiles largos, se instalan rodillos en la cara superior para evitar que las líneas rocen contra la celosía y se desgasten los cables o se dañe dicha celosía. Es importante confirmar que las líneas estén pasando por las poleas guía que se han colocado y que no han saltado fuera de su sitio, ocasionando que los cables se ato-

ren o rocen contra los lados de la polea o contra partes de la pluma.

En el extremo inferior de las líneas principales de carga, la garrucha de las poleas de carga tendrá por lo general una pieza para enganchar un contrapeso, el cual a su vez tiene una pieza en su extremo inferior para conectar un gancho, de preferencia uno de seguridad.

La ventaja que tiene la pluma de tirantes sobre otro tipo de plumas es que puede girar 360°. La desventaja es que necesita levantarse el -- aguilón cada vez que se mueve del área limitada por un par de tirantes - distintos a otros.

Todos los puntos que pueden alcanzarse después de que la pluma es tá en operación deben lubricarse cuando se necesite, inspeccionándolos- regularmente. Los "perros" de los tirantes deben inspeccionarse con - frecuencia, apretando las tuercas cuando se necesite. Las garruchas de - ben examinarse para confirmar si no hay un desgaste excesivo en las po - leas, lo cual por lo general es una advertencia de que los cables no están trabajando bien sobre ellas, o de que uno de los cables haya saltado de la polea, lo cual puede ocasionar daños a ésta y al cable; en este caso debe- decidirse pronto si se recupera o no el cable. No deben olvidarse los --- "perros" colocados en los extremos sujetos de las líneas del aguilón, y - del mástil. Deben inspeccionarse los ganchos de carga en busca de algu- na evidencia de daños o defectos.

Grúas.- Antiguamente, los medios que utilizaba el hombre en sus trabajos eran rudimentarios y de acción lenta, pero aún entonces eran capaces de mover cargas demasiado pesadas.

Hoy día, tomando como base la tecnología moderna se construyen máquinas capaces de efectuar una variada serie de trabajos, para mover cargas pesadas en un mínimo de tiempo.

Las grúas se pueden clasificar en comerciales sí por su capacidad, adaptabilidad y costo son de uso corriente en la construcción y en los trabajos industriales. El surtido para fines comerciales comprende máquinas con capacidad para izar de 3.5 ton. a 75 ton., las cuales pueden estar montadas sobre orugas o sobre ruedas. Fig. 4.2

Conviene recordar que las grúas se construyen de capacidades mucho mayores, éstas máquinas, son tan grandes que solamente suelen emplearse en trabajos especiales y se construyen apropiadas al trabajo que han de ejecutar.

Elementos principales.- Cada grúa está constituida por tres partes o elementos principales. En primer lugar, por una plataforma o superestructura giratoria, en la que se encuentran el motor y los mecanismos necesarios para todas las operaciones.

La superestructura giratoria se haya colocada sobre un montaje o base, que puede ser del tipo de orugas o del tipo de neumáticos. La tercera, es el equipo frontal (pluma o aguilón) y los diversos accesorios o herramientas de trabajo (cucharones, aparejos con gancho, etc.) según sean necesarios para emplear la máquina como grúa, almeja, martinete o draga de arrastre.

Superestructura giratoria.- La superestructura giratoria es la plataforma sobre la cual se hayan instalados el motor y los mecanismos para la elevación y el giro, así como los correspondientes controles al movimiento de tránsito de la máquina.

1.- La plataforma o placa de apoyo, es la base sobre la que están montados el motor y los mecanismos mencionados y que pueden ser de una sola pieza de acero fundido o construída por soldadura. En la parte delantera de la placa de apoyo hay unos goznes en que se articula la pluma.

2.- Sobre esta placa de apoyo se instalan el bastidor de los cables de la pluma y el bastidor de los mecanismos.

El bastidor.- Consiste en una estructura triangular constituída por la placa de apoyo misma, un montante y dos puntales inclinados. En la

parte superior se colocan las poleas de los cables que gradúan la inclinación de la pluma y sirven para transmitir las tensiones provenientes de dicha pluma. En el otro bastidor se instalan los ejes de los mecanismos.

3.- El motor puede ser de gasolina, diesel o eléctrico. Los motores de combustión interna que se utilizan en estas máquinas son de tipo industrial o comercial para trabajos rudos de 800 a 1800 r.p.m.

4.- La energía se transmite del motor a los mecanismos por medio de un acoplamiento y una transmisión apropiada. El acoplamiento puede constar de un embrague de disco o ser del tipo hidráulico. La energía se transmite entonces mediante un mecanismo reductor de velocidad, que consiste en un tren de engranajes, o en una transmisión por cadena y engranaje.

Equipo de trabajo de la superestructura giratoria.- La pluma de las grúas puede describir un arco en el plano vertical, gracias a su articulación, en la parte delantera de la placa de apoyo. El mecanismo para realizar esos movimientos va instalado en la superestructura giratoria.

El mecanismo de izar permite realizar los movimientos de elevación o descenso de la carga en una línea vertical. Dicho mecanismo de izar --

consiste generalmente en dos tambores de montacarga, que pueden montarse uno al lado de otro sobre el mismo eje, o en tándem sobre ejes separados. Cada tambor tiene su embrague y su freno independiente. Los mandos de los embragues pueden ser mecánicos, hidráulicos o neumáticos. Para las operaciones ordinarias basta un tambor -- llamado tambor maestro. Se dispone de dos tambores para los trabajos con cucharón de almeja, gancho auxiliar o para draga de arrastre, denominándose tambor secundario.

La superestructura puede dar una vuelta completa de 360° en ambos sentidos, mediante el correspondiente mecanismo. Este consiste en un eje vertical de movimiento reversible y los embragues y engranajes apropiados, dispuestos de tal modo que pueden hacer girar dicho eje vertical, y como consecuencia la superestructura misma.

Los elementos de la transmisión (embragues y cajas de cambios), -- que van intercalados entre el motor y las orugas o ruedas (para el tránsito) van montados en la superestructura giratoria.

La transmisión de la fuerza motriz desde la superestructura al montaje requiere un eje móvil muy parecido al eje de giro vertical, que está colocado en el centro de rotación de la superestructura, mediante unos -

embragues adecuados, el Operador puede elegir el sentido de rotación que corresponde a la marcha adelante o marcha atrás.

Orugas.- Una vez descritas en general las características de la construcción y las funciones de la superestructura giratoria, se verá lo relativo al montaje de la máquina. Los montajes son las partes sobre las que se colocán las superestructuras giratorias y que proporcionan a las grúas la movilidad necesaria en el trabajo o para trasladarse de un lugar a otro. Existen tres tipos de montaje: orugas, montaje sobre camión y montaje sobre ruedas.

Montaje sobre orugas.- Con esta clase de montaje, el vehículo se apoya sobre dos vías u orugas paralelas, que constan de zapatas articuladas que forman una llanta sinfín.

El montaje de orugas consiste en las siguientes partes principales:

- 1.- El cuerpo, que transmite al bastidor las cargas y tensiones provenientes de la superestructura giratoria. En él van alojados los ejes vertical y horizontal de propulsión, con los embragues y frenos necesarios para el manejo.

#...

2.- El bastidor sobre el que se apoya y fija el cuerpo, y en el que van los rodillos y el mecanismo final de propulsión. El bastidor también mejora la repartición de la carga.

3.- Las orugas están formadas de zapatas articuladas entre sí, formando los eslabones de la cadena sinfín que se adapta a los largueros del bastidor. El área de apoyo de las orugas sobre el terreno, determinada por su longitud y la anchura de las zapatas, distribuye sobre el terreno el peso de la máquina, resultando poca carga unitaria, lo que permite al montaje vencer, en general, las dificultades que presenta el terreno blando.

4.- La transmisión de la fuerza motriz a las orugas, puede efectuarse mediante cadenas o engranajes. Accionadas las llantas por uno u otro sistema, hacen rodar la máquina sobre el terreno.

Montaje sobre ruedas.- La superestructura giratoria de las grúas se puede montar sobre ruedas con neumáticos con arreglo a dos tipos diferentes: Montaje sobre camión y montaje directo sobre ruedas.

Montaje sobre camión.- En el montaje sobre camión, el vehículo en que se apoya la máquina es un camión fuerte, de tipo comercial, reforzado y modificado según sea necesario para el montaje de la grúa, o también puede ser un chasis especialmente proyectado por el fabricante.

Los conjuntos de uno y otro de estos dos tipos son conocidos con el nombre de montaje sobre camión de dos motores, por ser necesario uno de ellos para la propulsión del vehículo que sostiene la superestructura. Pero hay también un tipo en el cual el motor del montaje se utiliza además para mover los mecanismos de la superestructura.

Los montajes sobre camión con dos motores suelen tener de 4 a 15 velocidades en marcha adelante y de 2 a 4 velocidades hacia atrás con velocidad máxima de 45 a 50 Km/hr.

Montaje sobre ruedas.- Comprende aquellas máquinas autopropulsadas de un sólo motor, este tipo de montaje es también sobre neumáticos, pero difiere del anterior en que un sólo motor acciona la superestructura. Los montajes sobre ruedas suelen tener de 1 a 4 velocidades de marcha, con un máximo de 15 a 30 Km/hr. aproximadamente.

Equipo de trabajo.- Este consiste en una pluma (aguilón) con sus accesorios, que van articulados a unos goznes colocados en el frente de la placa de apoyo.

En muchas de estas máquinas se puede utilizar una serie de equipos, tales como:

- a).- Grúa.
- b).- Cucharón de almeja.
- c).- Draga de arrastre.
- d).- Martinete.

Grúa.- La pluma y sus accesorios se utilizan para la elevación - de cargas o traslado, haciendo girar la superestructura.

Los elementos principales de una grúa son: un aguilón, un malacate adecuado a la fuerza y velocidad requerida en el cable y un aparejo - con gancho.

La pluma de la grúa está generalmente formada de dos partes separabies; el extremo de la parte superior es la cabeza, provista de poleas.

Ambas partes del aguilón se conectan entre sí mediante dos sistemas:

- a).- Por horquillas y pasadores.
- b).- Por placas atornilladoras.

Extensiones.- Las longitudes normales de las plumas de grúa no -- son muchas veces suficientes para el trabajo que se debe ejecutar, hay - dos medios de aumentar esa longitud, aumentando así el alcance en radio de acción y la altura máxima de elevación de la carga:

El primero consiste en el empleo de un brazo de extensión o punta que se conecta en la cabeza de la pluma y suele emplearse para el montaje de estructuras de acero y en general, para trabajar con un solo cable.

Los brazos de extensión pueden colocarse prolongando la pluma en línea recta, o formando ángulo con el eje de la pluma.

Otro sistema de alargar la pluma consiste en intercalar una o más secciones de la pluma entre las dos partes superior e inferior de ésta. Es frecuente que se puedan intercalar varias secciones hasta alcanzar la longitud máxima total fijada por el fabricante. Los medios de conexión de las diversas secciones son los mismos indicados para unir las dos partes de la pluma.

Cuando la pluma llega a tener cierta longitud, algunos fabricantes - prescriben la instalación de un caballete o bastidor alto, que es una prolongación del bastidor normal para alzar las poleas guías.

Radio de acción.- El radio es la distancia horizontal medida entre el eje de radio de la superestructura y una línea vertical trazada por el borde exterior de la polea situada en la cabeza de la pluma.

Todas las grúas, tanto las montadas sobre orugas como las de --
ruedas, tienen una carga de seguridad que se establece de la siguien--
te forma:

1.- Máquinas sobre orugas.- La capacidad de carga de la grúa -
para diferentes radios es el 75% de la carga que para cada radio oca--
sionaría el vuelco de la grúa, hallándose ésta con sus orugas apoyadas
en terreno firme y horizontal.

2.- Máquinas sobre neumáticos.- La capacidad de estas máquinas
tienen dos valores para cada radio, según que la grúa se encuentre o no
apoyada sobre pontones. La carga de seguridad para cada radio es el -
85% de la carga que causaría el vuelco de la máquina, hallándose ésta -
sobre terreno firme y horizontal.

Todos los fabricantes de maquinaria tienen sus tablas de capacida--
des de carga en el cual vienen indicando:

- a).- Capacidad de carga de la grúa
- b).- Altura de la pluma
- c).- Capacidad de carga según el radio de acción. Conviene pensar
en que una grúa constituye una balanza romana equilibrada: Siendo fijos
el peso de la máquina y su centro de gravedad, uno de los brazos de pa-

lanca de esta balanza romana queda fijo. Si se varía la carga en el otro, dicha carga tendrá que ser menor cuanto más lejos se halle, para equilibrar el mencionado peso de la máquina. Así, cuando se aumenta el radio de suspensión de la carga, ésta tiene que disminuir para que haya equilibrio. El peso que una grúa puede elevar a distintos radios de acción o con distintas longitudes de pluma la indicarán los fabricantes.

Por lo general, una grúa montada sobre camión se entrega por carretera, ya sea totalmente ensamblada o sin el aguilón. Cuando se entrega ensamblada deben revisarse las llantas, los apoyos salientes, el motor del camión y el mecanismo de traslación, para asegurarse de que se encuentra en condiciones seguras de trabajo.

4.- REGISTROS Y REPORTES

Al terminar la obra, después de que se han revisado y devuelto las herramientas y el equipo al almacén, el superintendente debe preparar un reporte de las herramientas y equipo que se embarcaron originalmente, pero no fueron devueltas (perdidas, robadas, mal reportadas, o descartadas), así como de las que él mismo ha desechado por estar dañadas. Debe darse un valor a estos conceptos, para tener una indicación de lo bien o mal que el superintendente de campo ha usado y cuidado las herramientas y el equipo que se le suministró.

En los registros del almacén debe incluirse un número ó -
marca de identificación para la obra, la fecha en la que se ordenaron
las herramientas, sitio donde se embarcaron y la fecha, así como el -
consignatario, el medio de transporte, los números de los vagones, si
se enviaron por ferrocarril o el número del camión si se enviaron por -
medio de un transportista común, o la marca de identificación de los ca
miones propios. Utilizando una forma estándar con columnas, se puede
mantener un registro continuo, anotado en la hilera correspondiente a ca
da concepto, la cantidad de piezas ordenadas, embarcadas, devueltas, -
perdidas, desechadas y el costo unitario y total de las herramientas per
didas y desechadas.

Se debe preparar un reporte permanente, para usos futuros -
al ordenar herramientas y equipo, para propósitos de presupuesto y de -
costos; este reporte debe incluir una breve descripción de la obra y el ti
po de montaje, ya sea con grúa, pluma, o grúa móvil, si se trata de un -
edificio alto o uno bajo, si es un edificio de apartamentos o una nave in -
dustrial. Deben indicarse el tonelaje y la cantidad total de piezas monta
das, así como la cantidad promedio de piezas por tonelada, desglosada -
en cuanto a si fué montada con equipo o a mano; también se indicará la -
cantidad total de tornillos y sus diámetros; las soldaduras por tamaño, -
longitud, tipo, peso de los electrodos suministrados y el peso probable -
de soldadura depositada.

N-0028619 #...

La información debe presentarse de manera que se indique el equipo principal utilizado, según su tipo, tamaño y capacidad, dando los detalles importantes como la longitud de la pluma, del mástil, o de la torre. Se deben señalar las fechas de iniciación y de terminación, así como el tiempo perdido a causa del mal tiempo, días festivos, suspensiones de trabajo y otras causas.

Es conveniente incluir los nombres del personal de supervisión (superintendente, ingenieros residentes o de campo, capataces y tomadores de tiempo) para futuras referencias.

Estos registros pueden ayudar al superintendente a administrar con eficiencia su almacén. El reporte es de mucho valor para el estimador, para el ingeniero que está preparando obras futuras y para el contador de costos; un almacén bien manejado, que suministre equipo adecuado y seguro a un costo razonable, puede ayudar materialmente a lograr un montaje seguro, económico, eficiente y rápido en el campo.

C A P I T U L O V

CONEXIONES Y SOLDADURAS DE CAMPO

1.- Clasificación de conexiones

2.- Conexiones atornilladas

A.- Tornillos

B.- Detalles de conexiones

C.- Revisión de conexiones

3.- Conexiones soldadas

A. - Criterios a seguir para obtener
buenos resultados en soldadura
eléctrica

a),- Selección del electrodo

b),- Técnicas de soldadura

c),- Control de calidad

1.- CLASIFICACION DE CONEXIONES

Los tipos de uniones o conexiones usadas en las estructuras, se clasifican en la siguiente forma:

- 1.- Atornilladas, remachadas y clavadas
- 2.- Soldadas: por fusión, electricamente mediante puntos y cordones
- 3.- Adheridas: engomadas

En el tipo 1, las fuerzas se transmiten por medio de miembros intermedios, tales como: tornillos, pasadores, remaches, etc., sujetando a compresión las superficies de contacto, tales uniones que requieren barrenos de un lado a otro de los miembros principales.

En el tipo 2, la unión se hace por la aplicación de calor y presión suficientes para establecer una verdadera adhesión.

En el tipo 3, los miembros se unen por medio de un agente de ligazón sin la necesidad de taladrar barrenos.

En el montaje de estructuras de acero las conexiones más usuales son las atornilladas y las soldadas, las cuales se tratarán a continuación.

2.- CONEXIONES ATORNILLADAS

A.- TORNILLOS

Un tornillo es un pasador de metal con una cabeza formada en un extremo y el vástago roscado en el otro, para recibir una tuerca. Los tornillos se usan para unir entre sí piezas de metal insertándolos a través de barrenos hechos en dichas piezas, y apretando la tuerca en el extremo roscado. Los tornillos estructurales pueden clasificarse de -- acuerdo con las siguientes características: tipo de vástago - sin acabar y maquinado, material y resistencia - acero estructural ordinario o de alta resistencia, forma de la cabeza y de la tuerca - cuadrada o hexagonal, paso y tipo de la rosca - estándar, gruesa o fina.

Los tornillos sin acabar se forjan partiendo de varillas redondas de acero laminado y tienen grandes tolerancias en las dimensiones -- del vástago y de la rosca; por lo tanto, se usan en barrenos punzonados o taladrados con diámetro nominal del tornillo. En algunas estructuras, - cuando se desea tener un buen ajuste entre tornillos y barrenos, éstos se riman o taladran, y los tornillos se maquinan o terminan al tamaño necesario para el ajuste requerido.

Los tornillos estructurales ordinarios se hacen de acero dulce (A 307) con una resistencia última a la tensión de aproximadamente 4570 Kg/cm^2 , sin embargo, los tornillos de alta resistencia a la tensión están siendo empleados cada vez más en conexiones estructurales. Estos tornillos se hacen de aceros tratados y templados (ASTM A 325 - y A 490) con una resistencia última a la tensión de 7385 a 10545 Kg/cm^2 .

Los tornillos estructurales tienen usualmente cabezas cuadradas o hexagonales y pueden obtenerse en múltiples tamaños. Las cabezas cuadradas cuestan un poco menos, pero las cabezas hexagonales son más fáciles de apretar o sujetar con una llave, requieren menos espacio para girar y son los que se usan más comúnmente; las tuercas también son cuadradas o hexagonales, la práctica común es usar tornillos con cabeza y tuercas hexagonales.

La porción roscada de los tornillos estructurales y de alta resistencia tiene los hilos de acuerdo con las normas American Standard. Los diámetros total y neto y las áreas de los tornillos, así como el paso de las cuerdas de la rosca, aparecen en el manual AISC.

Bajo la cabeza del tornillo y bajo la tuerca se usan comúnmente rondanas de acero, para distribuir la presión de apriete en el miembro

atornillado y para evitar que la parte roscada del tornillo se apoye directamente sobre las piezas conectadas.

Para asegurar el funcionamiento adecuado bajo carga de -- las conexiones atornilladas, las partes conectadas deben estar perfectamente apretadas entre la cabeza del tornillo y la tuerca. Cuando las conexiones atornilladas se sujetan a vibraciones, pueden aflojarse las tuercas, con lo que se reduce la resistencia de la conexión; para evitar esto se usan ampliamente tuercas acastilladas con tornillos con unbarreno taladrado en el vástago, a través del cual se hace pasar una chaveta, que evita que la tuerca gire y se afloje.

Los tornillos de alta resistencia basan su capacidad en la acción de apriete producida al ajustar el tornillo o la tuerca hasta producir una fuerza de tensión predeterminada, según se indica en la Tabla V - 1. Esta tensión se desarrolla al apretar la tuerca por el método del giro de la tuerca, pueden usarse también llaves de impacto, las cuales deben ser de capacidad adecuada y con el suministro de aire suficiente para llevar a cabo el apriete requerido de cada tornillo en aproximadamente 10 seg.

APRIETE POR EL METODO DEL GIRO DE LA TUERCA.

Cuando se usa este método para suministrar la tensión especificada en la Tabla V - 1, primeramente debe tenerse en condición de "aprie

te ajustado" una cantidad suficiente de tornillos para asegurar que todas las partes de la junta están en pleno contacto unas con otras. La condición de apriete ajustado se definirá como la que se obtiene con -- unos cuantos golpes de una llave de impacto o con el esfuerzo total de un hombre que use una llave de tuercas ordinaria. En seguida de esta operación inicial, se colocarán tornillos en cada uno de los barrenos reg tantes, apretándolos hasta la condición de apriete ajustado. Deben entonces apretarse adicionalmente todos los tornillos de la junta, haciendo girar a la tuerca la cantidad especificada en la Tabla V - 2, empezando a apretar los tornillos que estén colocados en la parte más rígida de la junta y progresando sistemáticamente hacia los bordes libres. Durante esta operación no debe haber rotación alguna de la parte no apretada con la llave.

TABLA V - 1

Diámetro del tornillo		Tensión mínima del tornillo en toneladas	
(Pigs)	(Mm)	Tornillos A 325	Tornillos A 490
1/2	13	5.43	6.80
5/8	16	8.62	10.90
3/4	19	12.70	15.90
7/8	22	17.65	22.25
1	25	23.15	29.10
1 1/8	29	25.40	36.30
1 1/4	32	32.20	46.30
1 3/8	35	38.60	55.00

TABLA V - 2

<p>Ambas caras normales al eje del tornillo o una cara normal al eje y la otra inclinada 1: 20 (sin usar rondanas achaflanadas)</p>	<p>Ambas caras inclinadas 1: 20 con respecto a la normal al eje del -- tornillo</p>	
<p>Longitud del tornillo no mayor de 8 diámetros u 8 pulgadas.</p>	<p>Longitud del tornillo mayor de 8 diámetros u 8 pulgadas.</p>	<p>Para todas las longitudes de tornillos</p>
<p>1/2 vuelta</p>	<p>2/3 vuelta</p>	<p>3/4 de vuelta</p>

Los tornillos para conexiones estructurales varían ordinariamente de 5/8 a 1 1/4 de pulgada de diámetro, aunque ocasionalmente se usan tamaños menores y mayores.

B.- DETALLES DE CONEXIONES

Algunas veces, en los planos de diseño se muestran conexiones que son tan difíciles de hacer, que un pequeño cambio puede facilitar el montaje y a veces hacer que la fabricación sea más económica. Es necesario estudiar los detalles para facilitar la construcción sin incrementar los costos del fabricante, y debe pedirse al departamento de ingeniería de éste que modifique los detalles complicados si con ello se puede simplificar y expeditar el montaje.

Por ejemplo, una conexión con ángulos dobles por un solo lado, colocando dichos ángulos espalda con espalda sobre una viga cabezal, permitirá balancear con facilidad una viga secundaria para colocarla en su sitio; ésta es una conexión mejor, si se diseña en forma adecuada, que un par de ángulos de conexión colocados en el alma de la viga, y su montaje es más fácil. En cualquiera de los casos el trabajo de taller puede ser el mismo.

Con la conexión en la viga secundaria, el personal debe alinear los barrenos de los ángulos con los del alma del cabezal. Cuando se

conecta la viga que va por el lado opuesto del alma, los tornillos de -- montaje normalmente se deben jalar hacia atrás lo suficiente para que los ángulos de conexión de la segunda viga libren los extremos de los - tornillos, de manera que la primera viga cuelga de los tornillos sin --- tuerca, quedando éstos sujetos sólo por el alma del cabezal.

Si no es posible cambiar este tipo de detalle, debe solicitar se un asiento de montaje para trabajar con más seguridad, para apoyar las vigas en él mientras se sacan los tornillos para conectar la pieza -- del alma del cabezal; este asiento puede ser sólo un ángulo pequeño, pero debe tener suficientes conectores o soldadura de taller para soportar el peso del miembro y de la persona que está haciendo la conexión.

Cuando no se suministran conexiones en la parte inferior de una columna, por debajo de las vigas que se conectan a ella, deben sumi nistrarse también asientos para montaje, para la seguridad de las perso nas que hacen la conexión.

Se debe pintar uno de los lados de una conexión a base de án- gulos espalda con espalda, o marcarse en el diagrama de montaje, para- asegurar que la conexión se haga en forma correcta.

En ocasiones, uno de los ángulos se fija de modo permanente al cabezal en el taller y el segundo ángulo se deja suelto, atornillándolo temporalmente para el embarque. Con esta solución el montador necesita sujetar el ángulo suelto mientras hace la conexión, lo cual implica un riesgo si se deja caer, lastimando a alguna persona en los niveles inferiores, pero elimina el peligro que representa jalar los tornillos de montaje para hacer la conexión en el otro lado del cabezal y no se requiere un asiento. En este caso, se dejan en su sitio los tornillos de montaje que conectan la primera viga al ángulo fijo y no se necesitan tornillos temporales a través del alma del cabezal.

La mayor parte de los gabinetes de diseño preparan dibujos de "diseño general" de conexiones y condiciones complicadas; es conveniente que el montador obtenga estos dibujos antes de que se usen para hacer los detalles de fabricación. De esta manera, si hay alguna objeción debido a incrementos de costos o conexiones que no sean fáciles de hacer, puede cambiarse el detalle antes de que sea demasiado tarde.

C.- REVISION DE CONEXIONES

Como una revisión del trabajo hecho por las cuadrillas de -- atornillado, un buen sobrestante revisará por sí mismo algunos de los --

tornillos, por medio de una llave de impacto calibrada previamente a la presión requerida para el diámetro y longitud del tornillo. Aflojando la tuerca o la cabeza del tornillo, la que haya sido apretada, la vuelve a apretar hasta el punto donde estaba y confirma que apriete la tuerca o la cabeza hasta dicho punto. En ocasiones y con experiencia, un buen montador es capaz de revisar la tensión, mediante tanteo usando una llave de cola.

Asignando símbolos de identificación a cada cuadrilla y dándoles instrucciones de marcar con crayón o plumón los puntos donde hayan trabajado, el sobrestante o el inspector pueden identificar las cuadrillas, en caso de que por alguna razón los tornillos no se hayan apretado en forma adecuada en algún punto en particular. Siempre que sea posible debe asignarse a la misma cuadrilla, por lo general de dos hombres, para apretar el mismo tipo de junta; de este modo, cada vez son más eficientes en esa operación particular y ese tipo de junta estará siempre bien apretada.

El sobrestante debe confirmar que sus cuadrillas de atornillado reciban un suministro adecuado de aire comprimido. Si es grande la distancia de la línea de alimentación entre el compresor y el lugar de trabajo, debe instalarse un tanque de almacenamiento cerca de este lugar;

esto ayudará a mantener la presión al nivel requerido para efectuar una buena labor. El tamaño del compresor y del tanque dependen de los tamaños y cantidades de llaves y cualquier otro tipo de herramienta neumática que se utilice.

Los tamaños de las llaves dependen a su vez del diámetro de los tornillos. Un buen sobrestante hará los arreglos necesarios para marcar de alguna manera las piezas de la estructura antes de que las cuadrillas de montaje comiencen su trabajo, anotando el tipo, diámetro y longitud de los tornillos que se instalarán, anotando si se usarán rondanas bajo las tuercas o las cabezas de los tornillos, o bajo ambas. También debe indicar si es importante que la cabeza del tornillo quede hacia un cierto lado de la conexión y si debe girarse la cabeza en vez de la tuerca.

El sobrestante debe organizar la distribución de los tornillos a las cuadrillas de atornillado y a las de izaje, cuando los montadores puedan usar los tornillos permanentes para colocar y conectar las piezas; con esto se ahorra el reemplazo permanentes y se evita la posibilidad de dejar un tornillo de tipo equivocado en una conexión. También debe instruir al inspector sobre el método que se usará para el ajuste, ya que con esto se evitan a menudo las solicitudes irrazonables acerca de si se ha logrado o no la tensión adecuada. Antes de cambiar de sitio un andamio, deben hacerse los

arreglos necesarios para que se realice una inspección, para evitar -- que un inspector pida que se vuelva a colocar un andamio para hacer -- su inspección, después de que alguna cuadrilla ha terminado su trabajo en un punto y se ha cambiado a otro.

De ordinario, en una cuadrilla de atornillado se requieren -- los servicios de dos montadores, ya que por lo general el que opera la -- llave no puede alcanzar el otro lado de la conexión para instalar el torni -- llo y sujetar la cabeza si comienza a girar mientras aprieta la tuerca, o si la tuerca comienza a girar cuando aprieta la cabeza; además, si está -- colocando pasadores a través de barrenos que están ligeramente desali -- neados, su compañero puede apretar el pasador si éste sale muy rápido, -- evitando así que caiga y ocasione un accidente. Lo más común es que se -- apriete la tuerca, pero en ocasiones se requiere que la cabeza del tornillo quede del único lado por donde se puede apretar, debido a detalles arquitect -- ónicos u otras características de la conexión.

3.- CONEXIONES SOLDADAS

La soldadura es el proceso más moderno de hacer las conexio -- nes entre las piezas de acero. Tiene muchas ventajas sobre el remachado y atornillado. Las más importantes son la economía, la rigidez, la adapta

bilidad, la eficiencia y la seguridad de la operación de la soldadura.

La economía se consigue a causa de la eliminación de ángulos de conexión, tornillos y en gran parte de placas de empalme. Otro importante ahorro es el del trabajo, un sólo obrero soldador sustituye a un equipo de montadores colocadores de tornillos.

Además, como las piezas de la estructura pueden ser soldados directamente unas a otras, se puede conseguir un grado de rigidez muy superior al que se logra en la construcción atornillada.

Respecto a la adaptabilidad, puede decirse que cualquier conexión que pueda hacerse atornillada puede hacerse soldada, y con mayor eficiencia. Por el contrario existen tipos de uniones que pueden hacerse fácilmente por soldadura que serían imposibles de hacer con tornillos.

Es posible llegar al 100% de eficiencia en piezas soldadas sometidas a tensión.

Entre los inconvenientes de la soldadura, comparado con el trabajo de atornillado, se mencionan generalmente la dificultad y gastos

de la inspección que origina, la incertidumbre de encontrar soldadores diestros y la tendencia a la distorsión que, a veces, acompañan a los procesos de soldadura.

Un tornillo flojo o defectuoso, puede ser detectado por un simple golpe del martillo del inspector. No hay un método correspondiente de encontrar fallas en soldaduras, actualmente, sin embargo, pueden localizarse por diversos métodos de inspección.

Es un hecho que hay poca necesidad de inspeccionar las soldaduras cuando se trata de trabajo bien hecho. En efecto, un inspector competente, observando simplemente a los obreros, puede rápidamente descubrir cualquier defecto o error en el trabajo que pudiera conducir a una soldadura defectuosa. Aun cuando éste procedimiento de inspección pudiera parecer costoso, el hecho es que un soldador necesita solamente ser observado de vez en cuando y el inspector conoce pronto si puede confiar en su trabajo.

Por lo común, los soldadores se aprueban para calificarlos en soldaduras de cabeza, verticales y horizontales; si un soldador no se presenta a trabajar, tal vez no se pueda sustituir hasta que se pruebe y con-

trate otra persona. En general las pruebas se hacen en el lugar de la obra y los especímenes se envían a un laboratorio acreditado para realizar pruebas.

Como en el caso de las estructuras atornilladas, a menudo la soldadura puede llevarse a cabo sin necesidad de andamios, ya que el soldador trabaja desde las piezas de la estructura; de otro modo, pueden colgarse andamios o plataformas especiales. Debido a que los obreros que hacen la soldadura son altamente calificados, por lo general es más económico que otra cuadrilla instale por anticipado dichos andamios en vez de retrasar las labores de los soldadores; la misma cuadrilla que instala los andamios se encarga de quitarlos.

Para obtener una mejor producción los generadores, transformadores o rectificadores deben estar tan cerca como sea posible del trabajo que se está haciendo.

Es necesario fijar un cable de tierra desde la máquina hasta la estructura, protegiéndolo si existe algún riesgo de que se suelte o se dañe. El cable del maneral debe ser del diámetro adecuado para la corriente que se está utilizando y debe estar bien aislado para evitar un corto circuito accidental. El sobrestante se debe asegurar de que se utilice el tipo

correcto de electrodos y la polaridad correspondiente; los electrodos deben mantenerse secos y, si son de bajo hidrógeno, es aconsejable tener hornos de calentamiento para asegurarse de ello. Deben tomarse de los hornos sólo los electrodos que se utilizarán de inmediato; -- existen pequeños hornos portátiles, para que los soldadores puedan llevar un pequeño suministro de electrodos cerca del lugar donde están trabajando.

El sobrestante o la persona designada como inspector debe realizar una inspección constante, para asegurarse de que los soldadores sigan el procedimiento y secuencia aprobados, usando la cantidad predeterminada de pasadas y en la dirección correcta.

Es mejor realizar la inspección mientras los soldadores están realizando su trabajo, pero si no se puede, deben inspeccionarse las soldaduras tan pronto como se terminan y antes de que se quiten los andamios o plataformas, si es que se están usando. Cuando es necesario radiografiar o hacer otro tipo de pruebas, también es conveniente hacerlo de inmediato, para evitar el costo de volver a traer hombres, equipo y andamios para corregir una soldadura defectuosa.

Se debe utilizar un recipiente de algún tipo para guardar los cabos de los electrodos, para que los soldadores no los tiren por des--

cuido, en especial donde pueda lastimarse a alguien o que puedan pisar los y resbalar, causando un accidente. Si se asigna un número de identificación a cada soldador, el cual debe marcar en los puntos donde ha trabajado, es fácil comprobar si están haciendo buenas soldaduras .

A.: CRITERIOS PARA OBTENER BUENOS RESULTADOS EN SOLDADURA ELECTRICA

En las conexiones soldadas, se presentan algunos problemas en cuanto a la forma de soldarlas, por lo que es conveniente establecer ciertos criterios para obtener mejores resultados.

Tales criterios son:

- a) Selección del electrodo
- b) Técnicas de soldadura
- c) Control de calidad

a) Selección del electrodo.- Los electrodos pueden ser identificados por el tipo de revestimiento, siendo los más comunes los siguientes:

1.- Los electrodos E - 6010 y E - 6011 de tipo celulósico -- adecuados para soldar en todas posiciones.

#...

2.- Los electrodos E - 6012 y E - 6013 del tipo de dióxido de rutilio y titanio, siendo también adecuados para toda posición.

3.- Los electrodos E - 6020 y E - 6030 tienen revestimiento mineral (óxido de hierro), se recomiendan para posición plana y soldaduras de filete horizontal.

4.- Los electrodos llamados de bajo hidrógeno con revestimiento de cal ó cal-titanio, los E - 6015 y E - 6016 buenos para cualquier posición.

El electrodo E - 6010 es para soldadura general y se le prefiere cuando la unión pasará inspección radiográfica (control de calidad) y se emplea la técnica de pasadas múltiples, asegurando un arco excavador y penetración profunda, lo cual nos lo indica la cuarta cifra (0), y el (1) significa polaridad invertida y c.c. en toda posición. En el depósito de éste electrodo se distingue una escoria quebradiza que aparentemente no cubre el cordón por completo. Cuando es soldadura vertical puede iniciarse de arriba hacia abajo o viceversa, según la necesidad del trabajo, y en soldaduras de filete los cordones resultan con ondulaciones gruesas y espacios irregulares.

El electrodo E - 6011 sirve también para soldar en cualquier posición, pero con diferentes características de corriente (C.A.).

El electrodo E - 6012 (toda posición) con revestimiento grueso es propio para C.C. y C.A., este electrodo es de calidad media y poca penetración, produciendo una densa escoria que cubre todo el cordón depositado y es fácil de limpiar. Se obtienen buenas soldaduras con una sola pasada (revestido).

El electrodo E - 6013 (toda posición) es parecido al E - 6012 en cuanto a la operación y apariencia del metal depositado; es apropiado para soldar materiales delgados. Una ventaja del electrodo E - 6013 sobre el E - 6012 es que facilita mantener el arco (gran fluidez) aún con electrodos de diámetro pequeño, así como la limpieza de la escoria.

Los electrodos E - 6015 y E - 6016 (bajos en hidrógeno) sirven para toda posición, pero difieren en la cuarta cifra ya que el E - 6015 es para C.C. y polaridad invertida mientras que el E - 6016 es para C.C. ó C.A. y se emplean para soldar aceros altos en carbono.

Los electrodos E - 6020 y E - 6030 son para posiciones limitadas pero su diseño les permite rapidez en la producción. El E - 6020 es propio para filetes horizontales produciendo un perfil plano con ondulaciones lisas y uniformes y se recomienda para posiciones planas en soldaduras aceptables en cuanto a calidad probadas con rayos X, no es apropiado para soldar en materiales delgados.

El electrodo E - 6030 C .C. ó C.A. es apropiado para soldar en ranuras angostas sólo en posición plana en placas gruesas. Comparado con el anterior su régimen de depósito es más alto, produciendo capas con superficie cóncava y ondulaciones lisas y uniformes.

b) Técnicas de soldadura.- Un factor muy importante para la soldadura es el procedimiento a seguir, por lo que se enumeran los siguientes puntos:

- 1.- Diseño correcto de la junta, su preparación y buen montaje.
- 2.- Elección apropiada del material por soldar.
- 3.- Elección del electrodo de mayor diámetro (según medidas de la junta) y selección de la corriente más alta de acuerdo con la calidad de soldadura que pretenda obtenerse.
- 4.- Reducir la longitud de arco tanto como sea posible (casi -arrastrando el revestimiento del electrodo) si se considera práctico.
- 5.- Avanzar rápidamente hasta donde sea posible manteniendo una buena apariencia.

6.- Tratar de que la acumulación del metal de aporte sea mínima.

La velocidad de depósito en la soldadura está en relación directa con la posición de soldar, siendo la más práctica la posición plana, que se puede conseguir mediante equipo posicionador, facilitando así el trabajo ya que permite usar electrodo de diámetro mayor, hacer más uniforme el cordón de soldadura, con más rapidez y utilizar un operario de mediana categoría.

La velocidad de depósito, la corriente a usar la longitud del arco, son tres factores a considerar detenidamente ; si la velocidad de depósito es alta, da lugar a la inclusión de impurezas y gas dentro de la unión, pero si la velocidad es lenta el metal de aporte se acumula perdiendo así una buena penetración. Si la velocidad es alta el cordón depositado es angosto con ondulaciones puntiagudas y al contrario, si el cordón depositado presenta ondulaciones rectas y es alto, la soldadura fué demasiado lenta.

La penetración se logra aumentando la corriente, pero si ésta es excesiva dañará la superficie del metal base y el cordón resultará grande e irregular. Si la corriente es muy baja el metal de aporte fundido es-

poco, no hay buena penetración y tiende a acumularse en forma irregular.

Si el arco es muy largo, hay mala fusión entre el metal base y el de aporte, resultando un cordón ancho con salpicaduras irregulares, y por el contrario, con un arco muy corto el electrodo tiende a pegarse con el metal base produciendo un cordón alto y de sobremonta (no hay adherencia entre el metal de aporte con el metal base) en forma de glóbulos con posibles inclusiones de escoria y huecos de gas. Otro punto muy importante es el diseño de la junta, su preparación y la coincidencia de las piezas.

La preparación de la junta es importante pues no sólo afecta a sus características sino también a su costo. A mayor separación de la junta tanto mayor es la cantidad del metal de aporte requerido.

Los defectos más importantes ocasionados por el uso de una técnica inadecuada de soldadura son:

Falta de penetración,

Soplo magnético,

Mala apariencia,

Socavación,

Agrietamiento de la soldadura,

Soldadura porosa,

Chisporroteo,

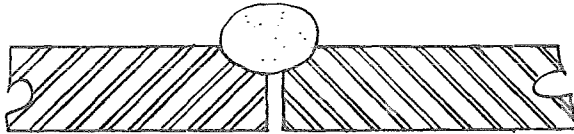
Soldadura despegada,

Fatiga de la soldadura,

Deformación y

Soldadura quebradiza.

La mayoría de estos defectos reducen la resistencia de la soldadura, particularmente bajo cargas dinámicas o repetidas.



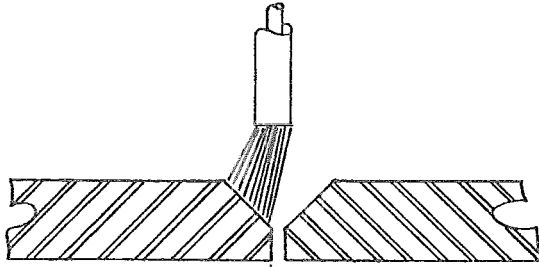
FALTA DE PENETRACION

Causas:

- 1.- Demasiada velocidad
- 2.- Diámetro del electrodo inapropiado para el trabajo.
- 3.- Se está usando electrodo de media o baja penetración como el AWS-E-6013 ó el AWS-E-6014.
- 4.- Corriente muy baja.
- 5.- Polaridad errónea.
- 6.- Preparación inadecuada.
- 7.- Técnica incorrecta.
- 8.- Aplicación defectuosa.

Recomendaciones:

- 1.- Soldar más despacio.
- 2.- Probar con electrodo de diámetro adecuado a la cantidad de corriente de que se dispone.
- 3.- Usar electrodo de más alta penetración como el AWS-E-6010, -- AWS-E-6011, AWS-E-6012, ---- AWS-E-7016, etc.
- 4.- Aumentar la corriente.
- 5.- Cambiar polaridad en caso de trabajar con corriente directa.
- 6.- Dejar la separación adecuada en el fondo para que escurra la soldadura.
- 7.- Biselar en placas gruesas aunque sean necesarios pasos de fondeo y de relleno.
- 8.- Procurar que el metal se deposite precisamente en la junta y no sobresalga sobre los bordes.



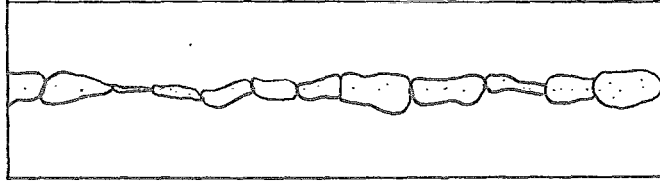
SOPLO MAGNETICO

Causas:

- 1.- Circuito eléctrico irregular.
- 2.- Campo magnético fuerte cerca no a la soldadura.
- 3.- Arco muy alto.
- 4.- Corrientes de aire fuertes.
- 5.- Procedimiento defectuoso.
- 6.- Electrodo defectuoso.

Recomendaciones:

- 1.- Colocar la tierra de manera que el circuito: máquina, electrodo, máquina esté en el sentido de la soldadura.
- 2.- Eliminarlo quitando piezas de hierro cercanas o contrarrestarlo -- poniendo otras opuestas.
- 3.- Bajar el voltaje acortando el arco.
- 4.- Cubrirse de corriente de aire (No es soplo magnético pero desvía el arco).
- 5.- Atacar con la punta la parte a soldar y no con un lado. (No es soplo magnético pero el arco se desvía -- cuando se quema más el fundente de un lado que de otro).
- 6.- Cambiar el electrodo cuando éste - esté excéntrico o acomodarlo de manera que el arco se establezca en el sentido de la soldadura. (No es soplo magnético pero se desvía el arco del lado más delgado del recubrimiento de fundente).



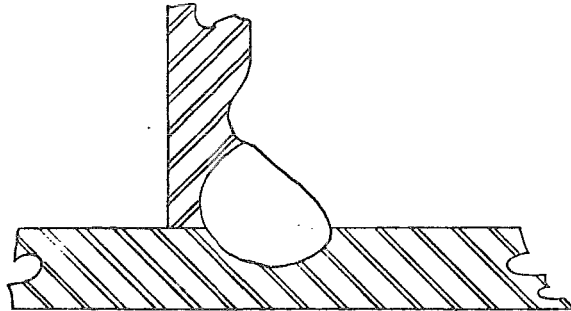
MALA APARIENCIA

Causas:

- 1.- Electrodo defectuoso.
- 2.- Sobrecalentamiento.
- 3.- Uso impropio del electrodo.
- 4.- Voltaje y corriente inadecuados.

Recomendaciones:

- 1.- Usar un electrodo adecuado.
- 2.- Evitar sobrecalentamiento avanzando más aprisa o bajando la corriente.
- 3.- Oscilar uniformemente en zigzag o vaivén.
- 4.- Ajustar voltaje principalmente así como la corriente.



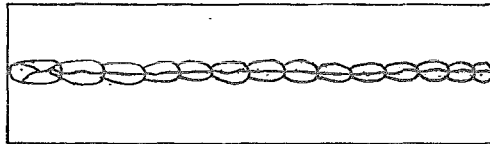
SOCAVACION

Causas:

- 1.- Corriente demasiado alta.
- 2.- Electrodo de muy alta penetración.
- 3.- Manejo defectuoso del electrodo.
- 4.- Diámetro del electrodo mayor del adecuado.
- 5.- Piezas de diferente espesor.

Recomendaciones:

- 1.- Bajar la corriente.
- 2.- Usar electrodo de penetración mediana (como el AWS-E-6013).
- 3.- Oscilar uniformemente pero no oscilar demasiado. Sostener el electrodo a una distancia adecuada con respecto al plano vertical al soldar filetes horizontales.
- 4.- Usar un electrodo de diámetro adecuado al material base.
- 5.- Atacar con el arco en la pieza -- más gruesa.



AGRIETAMIENTO DE LA SOLDADURA

Causas:

- 1.- Material base defectuoso (exceso de carbonos, fósforo o azufre).
- 2.- Material base sumamente frío.
- 3.- Corriente muy alta.
- 4.- Enfriamiento muy rápido.
- 5.- Preparación defectuosa.
- 6.- Empalme rígido.
- 7.- Desproporción entre el tamaño de la soldadura con respecto a las partes soldadas.
- 8.- Soldaduras defectuosas.
- 9.- Electrodo defectuoso.

Recomendaciones:

- 1.- Usar electrodo apropiado para -- estos casos como el AWS-E-7018.
- 2.- Precalentar las piezas antes de -- soldar.
- 3.- Bajar la corriente (usar de preferencia más bien baja que alta).
- 4.- Evitar corrientes de aire o cubrir la pieza mientras se enfría, en ca sos extremos.
- 5.- Dar la separación adecuada entre las piezas.
- 6.- Cambiar el diseño de la estructura cuando sea posible o en su defecto la secuencia de las soldaduras.
- 7.- Hacer soldaduras sólidas de buena fusión procurando que el primer cordón sea grueso y ancho sin calentarse demasiado.
- 8.- Hacer soldaduras en proporción con el tamaño de las piezas.
- 9.- Avisar al proveedor para el cambio de los electrodos defectuosos por otros de calidad normal.



SOLDADURA POROSA

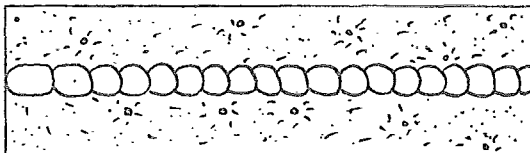
Causas:

- 1.- Arco corto.
- 2.- Corriente baja.
- 3.- Metal base sucio u oxidado.
- 4.- Manipulación errónea del electrodo.
- 5.- Electrodo inadecuado.
- 6.- Humedad

Recomendaciones:

- 1.- Aumentar el voltaje o levantar más el electrodo (Arco más largo).
- 2.- Usar la corriente apropiada (Mayor).
- 3.- Asegurarse de que el metal es té limpio.
- 4.- Oscilar el electrodo para eliminar los poros.
- 5.- Usar el electrodo apropiado para el trabajo y el material base.
- 6.- Secar el electrodo.

#...



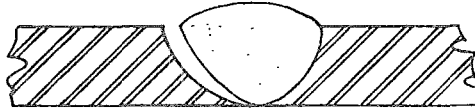
CHISPORROTEO

Causas:

- 1.- Corriente muy alta.
- 2.- Voltaje muy alto (arco muy largo.)
- 3.- Tipo del electrodo.
- 4.- Electrodo desnudo.
- 5.- Polaridad incorrecta.
- 6.- Electrodo defectuoso.

Recomendaciones:

- 1.- Ajustar la corriente de acuerdo con tipo y tamaño del electrodo.
- 2.- Acortar la longitud del arco bajando el voltaje.
- 3.- Usar pintura de cal ó pasta adecuada para despejar las gotas en el área adyacente a la soldadura.
- 4.- Usar electrodo revestido.
- 5.- Usar la polaridad adecuada de -- acuerdo con el tipo de electrodo que se esté usando (tratándose de corriente directa).
- 6.- Usar electrodo de buena clase.



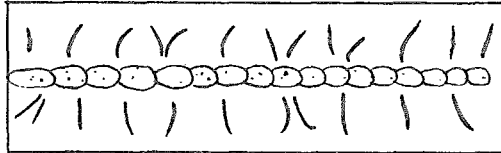
SOLDADURA DESPEGADA

Causas:

- 1.- Contracción excesiva de la soldadura.
- 2.- Preparación defectuosa.
- 3.- Sujeción demasiado rígida de las piezas.
- 4.- Sobrecalentamiento en la junta.
- 5.- Electrodo defectuoso.
- 6.- Bajo amperaje.
- 7.- Manejo defectuoso del electrodo.

Recomendaciones:

- 1.- Usar electrodo con bastante alargamiento.
- 2.- Martillear los bordes de la junta antes de soldar; evitar el espacio excesivo entre las 2 partes.
- 3.- Fijar las partes apropiadamente, - Aflojar al soldar.
- 4.- Soldar rápidamente para evitar - el sobrecalentamiento.
- 5.- Usar electrodos de alta velocidad y baja penetración.
- 6.- Aumentar la corriente en forma - moderada.
- 7.- Dar vaivén (zig - zag) al electrodo para fusionar perfectamente ambos lados de la junta.



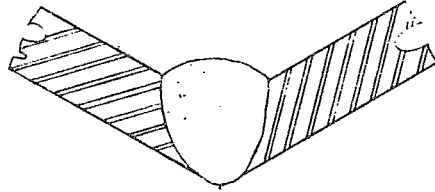
FATIGA DE LA SOLDADURA

Causas:

- 1.- Proceso defectuoso.
- 2.- Juntas rígidas.
- 3.- Tensiones internas remanentes.
- 4.- Falta de recodido defectuoso.
- 5.- Corriente muy alta.
- 6.- Electrodo inadecuado.

Re comendaciones:

- 1.- Hacer los pasos necesarios de acuerdo con el espesor del material a soldar.
- 2.- Permitir a las partes moverse lo más posible en la dilatación y en la contracción.
- 3.- Martillar la soldadura cuando aún esté caliente.
- 4.- Recocer a temperatura adecuada dando tiempo de acuerdo con el espesor de la pieza.
- 5.- Bajar el amperaje para evitar templado de la soldadura.
- 6.- Usar electrodo con alta ductibilidad o bastante alargamiento.



DEFORMACION

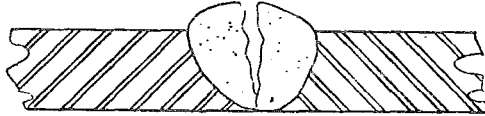
Causas:

- 1.- Calentamiento irregular
- 2.- Deposición impropia de la soldadura.
- 3.- Impropia sujeción de las piezas.
- 4.- Contracción del metal depositado.

Recomendaciones:

- 1.- Distribuir la soldadura buscando evitar el calentamiento irregular.
- 2.- Planear un orden de trabajo de acuerdo con las piezas.
- 3.- Preparar las piezas apropiadamente, sujetando rígidamente y modelando las piezas antes de soldar corrigiendo o previendo las deformaciones de antemano.
- 4.- Usar electrodo con bastante alargamiento.

#...



SOLDADURA QUEBRADIZA

Causas:

- 1.- Electrodo incorrecto.
- 2.- Pre calentamiento defectuoso.
- 3.- Enfriamiento inadecuado.
- 4.- Tensiones internas por cristalización.
- 5.- Cristales grandes en la soldadura producidos por cordón muy grueso en un sólo paso.
- 6.- Corriente muy alta.

Recomendaciones:

- 1.- Usar electrodos adecuados para aumentar la ductilidad de la soldadura.
- 2.- Pre calentarse de 150° a 260° al soldar aceros con contenido mediano de carbono ó ciertas aleaciones de acero.
- 3.- Evitar corrientes de aire, cubrir la pieza mientras enfría la soldadura.
- 4.- Recocer después de soldar.
- 5.- Hacer soldaduras de capas múltiples (fondeo, paso caliente, relleno, acabado).
- 6.- Usar la corriente adecuada para evitar soldadura quemada ó templada.

c).- Control de calidad.- Usualmente se obtienen soldaduras satisfactorias en una estructura cuando se utiliza un procedimiento adecuado y cuando las soldaduras son realizadas por operarios competentes; la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) ha desarrollado Procedimientos Estándar de Calificación, consistentes en dos partes: calificación de los procedimientos y calificación del operario. La calificación de los procedimientos trata de las propiedades del metal base y del de aportación, del tipo y tamaño de electrodos, del tipo de preparación y de la posición de soldar, de la corriente y voltaje a usar y de los usos posibles -- del precalentamiento o del tratamiento térmico de las partes después de -- soldar. La calificación del operario requiere que el soldador realice ciertos especímenes de prueba, los cuales deberán tener una resistencia y ductilidad especificadas. Las soldaduras de prueba deben simular el tipo y -- las condiciones de la soldadura en campo, y se suministrarán diferentes calificaciones para los distintos tipos de soldadura. No es suficiente confiar solamente en las pruebas de calificación, sino debe mantenerse una inspección adecuada a todas las soldaduras en la estructura para asegurarse de -- que sean satisfactorias. Existen varios métodos disponibles para la inspección de las soldaduras, como son el visual, el de partículas magnéticas, el de la tintura penetrante y el radiográfico. Todos estos métodos requieren -- que la supervisión sea efectuada por personal competente que pueda interpretar los resultados.

Método Visual.- Es el método más simple y requiere una persona competente que observe al soldador en operación mientras lleva a cabo su trabajo. Puede ser el método más rápido y económico, cubre los siguientes puntos:

- a) Montaje y acomodo de las piezas antes de soldar.
- b) Las condiciones de trabajo y los resultados obtenidos.
- c) La revisión completa de la estructura soldada.

A los tres puntos citados debe agregarse la forma de depósito y tamaño del cordón, la apariencia de éste, la capa de escoria, los rebajes y las solapas, la secuencia de los cráteres, etc. La correcta interpretación de estos puntos nos conduce a dar un buen juicio sobre el trabajo realizado.

Método de las partículas magnéticas.- En este método se colocan limaduras de hierro sobre la soldadura, y se sujetan a una corriente eléctrica; las configuraciones adoptadas por las limaduras indicarán la presencia de grietas a un experimentado observador. En soldaduras de varios cordones, debe examinarse cada uno de ellos para inspeccionar adecuadamente la soldadura.

Método de la tintura penetrante.- Se aplica una tintura a la superficie de la soldadura, la que penetra en las grietas que puedan existir. Se elimina el sobrante y se coloca un material absorbente sobre las soldaduras. La cantidad de tintura que brote fuera de las grietas indicará su profundidad.

Método Radiográfico.- Este método puede emplear rayos X o rayos gamma para producir la figura de la soldadura sobre una película. Se aplica mejor esta técnica en las soldaduras a tope, en donde la radiografía mostrará únicamente el material de aportación. No es adaptable a soldaduras de filete, porque el metal base también se proyectará en la radiografía. El uso de esta técnica en el campo está limitada por los espacios libres requeridos para el equipo y la película.

Estos métodos de prueba no destructivos pueden usarse para suplementar la inspección visual o para una revisión aleatoria de los procedimientos de soldadura.

Los defectos internos, como la falta de fusión o de penetración la porosidad y la inclusión de escoria, no pueden ser detectados por la observación visual de la soldadura, pero pueden detectarse por medio de radiografías.

C A P I T U L O V I

COSTOS DE MONTAJE EN NAVES INDUSTRIALES

1.- Costos

Costos Directos

Costos Indirectos

2.- Aplicación de los Costos

1.- COSTOS

El costo de montaje de una nave industrial comprende dos características básicas: el costo alzado y el costo unitario, o sea: valor total de la edificación y valor por tonelada o kilogramo de estructura respectivamente. En ambos casos es necesario analizar el precio promedio de los materiales y soldadura que intervendrán en el montaje, así como el grado de dificultad de la mano de obra del mismo.

Para obtener el importe del montaje de una estructura, al igual que en cualquier otro tipo de industria se distinguen dos tipos definidos de costo: Costo Directo y Costo Indirecto.

El costo directo se refiere al costo de edificación, o sea aquel proveniente de los gastos ejecutados en virtud del montaje directo de la estructura. Intervienen también aquellos renglones o partidas de trabajo que aún cuando no son precisamente de montaje directo en obra, significan una erogación con cargo específico directo, como puede ser el consumo de determinados materiales de soldadura y algunos de los gastos de oficina (ejemplo: cuando se contrata un dibujante, un calculista, un oficinista, etc.), esto es; el personal que se dedicará exclusivamente al trabajo de la obra en cuestión.

Los costos directos comprenden:

Descarga del equipo: plumas, grúas, malacates, compresores, máquinas para soldar, herramienta pequeña, casetas y oficinas.

Construcción de barricadas: cercas, puentes sobre la ace--
ra, etc.

Preparación del equipo y desmantelamiento.

Movimientos e izajes: de la pluma; movimientos de la grúa o del equipo viajero.

Colocación : de pernos de anclaje y ángulos base.

Descarga y colocación de emparillados: placas base y placas de nivelación.

Descarga del acero estructural: posible patio de almacenamiento, patio de selección, carga para entregar al lugar de la obra, descarga - de vagones, camiones; en el patio y en el lugar de la obra.

Distribución del acero estructural: selección , posible uso de malacate, acarreo.

Ensamble de armaduras: traveses, subensambles.

Montaje: con pluma, grúa, equipo combinado, etc.

Montaje manual: piezas por día - hombre o por día cuadrilla; equipo especial necesario.

Plomeo y alineamiento: de columnas, largueros, piezas de relleno, etc.

Ajuste: para el montaje, atornillado y soldado.

Atornillado: calcular la cantidad de tornillos instalada y apretada por día - hombre.

Soldadura: tamaño, longitud y tipos de soldaduras.

Barandales: montaje, longitud por día - hombre o por día - cuadrilla.

Rieles para grúa: montaje, longitud por día - cuadrilla.

Estructura vieja: modificaciones, conexiones a ella, eliminar remaches, cortar soldaduras, taladrar barrenos, quitar tornillos, rimar - barrenos viejos, quemar.

Obra falsa: descarga, armado, montaje, desmantelamiento, embarque o desecho.

Apuntalamiento.

Vías: descarga, tendido, levantamiento; longitud por día - cuadrilla.

Costo del probable tiempo perdido.

Tiempo extra: en zonas donde escasea el personal, a menudo es necesario planear el trabajo con tiempo extra como un atractivo para que llegue más personal a la zona; es necesario para que la obra no se prolongue a una época de mal tiempo, con lluvias, vientos, etc. Tam---bién en el caso de un contrato con multas, es mejor pagar el monto extra, doble o una vez y media, según sea el caso, que no hacerlo y pagar las multas por no terminar el trabajo en el plazo establecido; puede hacerse lo que sea más económico.

Los costos indirectos se refieren a aquellas erogaciones que - no pueden tener un cargo directo a la obra en cuestión, o sea a aquellos que abarcan varios trabajos y que son propiamente gastos administra-

tivos o gastos generales que en todo caso, posteriormente, el contador se encargará de prorratear a cada uno de los contratos y obtener así, finalmente un costo total.

Los costos indirectos comprenden:

Gastos de campo: úsese un porcentaje de la mano de obra estimada, con base en la experiencia anterior; incluir materiales de consumo como los combustibles, ya sea gasolina o diesel, oxígeno, acetileno, grasas y aceites, varios; como artículos de ferretería, teléfono, vasos de papel, papelería, renta de equipo y útiles de oficina; como máquinas suadoras, máquinas de escribir, calculadoras y enfriador de agua. Los gastos de renta de equipo y de combustibles serán directos cuando se empleen exclusivamente en la obra del montaje determinada y serán indirectos cuando se usen en varios montajes.

Transporte de herramientas y equipo: asegurar las tarifas de los fletes y acarreos, calcular la cantidad de viajes necesarios, ya sean en camión o en vagones, ida y vuelta, para el equipo, las herramientas, y los suministros, etc., con base en el peso y el tamaño; demoras ocasionadas al equipo, el acero estructural y los materiales, uso esporádico de camiones, viajes varios a, de y alrededor del lugar de la obra.

Gastos de viaje: para el personal, para el grupo de supervisión, viajes preliminares de los ingenieros, elaboradores de presupuestos y personal de oficina.

Herramientas: preparación, carga y descarga de las herramientas en el almacén y fabricación de equipo especial. Debe fijarse una cantidad en costo por tonelada o costo por unidad monetaria de la nómina del campo para cubrir el costo del mantenimiento del almacén que no puede cargarse directamente a la obra, tal como la depreciación y reemplazo de herramientas debido al uso y desgaste normal.

Rentas: equipo y herramientas rentadas; comparar el costo de preparar y embarcar el equipo desde el almacén con relación a la compra directa o la renta local en el lugar de la obra.

Material nuevo: cable de alambre y cable de manila; si no está incluido en los conceptos del porcentaje de gastos de campo del almacén sugerido antes.

Electricidad: instalación, desconexión; la utilización de la electricidad debe tomarse como un concepto de los gastos de campo.

Pintura y su aplicación.

Ingeniería: estimar la cantidad de dibujos, el costo por dibujo, por el trabajo preliminar, los dibujos del plan de montaje, detalles croquis especiales; supervisión por parte del personal de ingeniería de oficinas y diseños para reforzar las estructuras permanentes para tomar las cargas de montaje y equipos especiales; desarrollo de labores de ingeniería en el lugar de la obra, si no están incluidas en el costo de la mano de obra de campo.

Cargos por uso de ferrocarril: bandereros, trén de trabajo, demoras, cargos por desviaciones, uso de las vías, turnos; tomar en cuenta la cantidad de turnos que labora el ferrocarril, por día o por semana, ya que esto puede influir en el tiempo de terminación, en caso de que se retarde la entrega.

Seguros: por lo general las primas se consideran como un porcentaje basado en la nómina estimada de campo, o como un costo por cada cien unidades monetarias de la nómina; este concepto debe incluir como mínimo seguros para cubrir compensaciones a los trabajadores, daños en propiedad privada y para automóviles, dependiendo de las circunstancias que se espere encontrar. Es conveniente incluir otros seguros tales como: seguros contra incendio de cobertura amplia, protección contra responsabilidades derivadas del contrato y daños a terceros.

Indirectos de oficina: agregar un porcentaje para el costo de operación de la oficina principal.

Utilidad: fijar un porcentaje de utilidad sobre la mano de obra, las herramientas, el equipo y los conceptos indirectos, tomar en cuenta la competencia, la necesidad de trabajo para mantener la organización intacta, confirmar el porcentaje permitido si es que alguna agencia gubernamental interviene en el contrato.

2.- APLICACION DE LOS COSTOS

Se debe establecer un sistema de contabilidad con el fin de que se pueda hacer un cargo en función de la obra. Este cargo se puede abonar a cuentas para compra de equipo nuevo o a reposiciones, o se puede usar para el pago del mantenimiento del almacén y de las herramientas. Este costo por mantenimiento deberá incluir no sólo los salarios devengados por el personal del almacén, sino también la renta del edificio, o bien los intereses del financiamiento en caso de que no esté completamente pagado, impuestos, seguros y todos los gastos normales de servicios, tales como electricidad, agua y calefacción.

Se deberá decidir si se carga a la obra las pérdidas o daños del material de dicha obra en particular, o si se hace un cargo general a todas

las demás lo bastante alto para cubrir los costos promedio por el equipo perdido, dañado o utilizado hasta agotarlo, así como también por los costos de reparación debido al desgaste manual. Es más fácil aplicar estos cargos como un porcentaje del total de la nómina de campo, o con base en el tonelaje montado. Se deberá asignar directamente al costo total de la obra los costos reales por la selección y carga del equipo y las herramientas para una obra en particular, el transporte a la obra, el regreso y posteriormente los costos por descarga, mantenimiento y realmacenaje.

Pueden cargarse cuotas diarias u horarias por el empleo de la maquinaria directamente a las obras, tales como grúas, compresores, malacates, máquinas de soldar, camiones y después abonar éste cargo a las diferentes cuentas. Pueden utilizarse cuotas similares, en las cuales se incluye además una utilidad, y establecer cargos razonables tanto al cliente, al propietario o a otros contratistas por el uso del equipo. Esto es ventajoso sobre todo cuando el equipo no está siendo utilizado por el montador, ya que produce buenos ingresos, en lugar de tener la maquinaria inactiva.

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

El desarrollo que ha sufrido la industria en México ha propiciado la creación de zonas industriales bien delimitadas, requiriendo cada una de ellas instalaciones específicas que satisfagan sus necesidades. Estas instalaciones, en su mayoría son naves industriales, las cuales serán de una variedad múltiple que poseerán soluciones diversas.

En este estudio se indican los procedimientos más elementales y prácticos para el montaje de naves industriales, con el fin de proporcionar al recién egresado de las carreras en Ingeniería, al Ingeniero Civil especializado en montajes y a todas aquellas personas que se dedican a esta actividad, la panorámica de los problemas y dificultades que se pudieran encontrar en una obra determinada, indicando los pasos previos a la colocación precisa de dichas estructuras, así como las operaciones subsecuentes de alineamiento, plomeo y fijación permanente mediante tornillos o soldadura.

A continuación, después de una somera explicación de los propósitos de cada parte de este estudio, se incluyen los comentarios correspondientes.

En el capítulo II se habla de las estructuras de acero y su clasificación; los materiales utilizados en el montaje; las propiedades de los materiales, cables y tornillos con los que se fabrican las naves industriales; con el fin de introducir al lector en la materia.

Se concluye que el acero A - 36 es el más recomendable para la fabricación de naves industriales, sin restar importancia a los aceros de alta resistencia en la fabricación de tornillos y a los aceros de calibre delgado en la elaboración de largueros.

En los capítulos III y IV se habla del proceso de fabricación de naves industriales y de las herramientas y equipo de montaje necesarios para llevar a cabo dicho proceso. Recalcando la importancia tanto del plan de montaje a seguir como del estudio de los dibujos y diagramas de montaje, indicando y sugiriendo soluciones a problemas comunes en campo. Como conclusión se puede afirmar que el planteamiento y estudio adecuados del plan de montaje darán como resultado la culminación satisfactoria de la obra, ya que se considera que una planificación conveniente del montaje permitirá resolver problemas que pudieran presentarse durante el desarrollo de la obra en cuestión. En la parte correspondiente a equipo, se mencionan exclusivamente; la pluma de tirantes y las grúas, ya que, como una opinión-

muy personal, son el equipo más idoneo para este tipo de trabajo.

En el capítulo V se habla de las conexiones y soldaduras de campo, indicando sus ventajas y recomendando normas tanto para su supervisión, como para remediar defectos de la misma en campo.

Del estudio de este capítulo se llega a la conclusión de que en general las conexiones soldadas tienen más ventajas que las conexiones a tornilladas, como por ejemplo: la economía de personal, el tiempo y la facilidad de elaboración, mayor continuidad en la junta y un mejor acabado.

Por último en el capítulo correspondiente a costos de montaje se concluye que la aplicación adecuada de los costos permitirá un margen de ganancias justo en proporción a la magnitud de la obra.

Como conclusión final, quisiera expresar como una intención que este estudio sirva en algún momento como libro de consulta para problemas emanados del montaje de estructuras de acero al ingeniero civil en el ejercicio de su profesión.

BIBLIOGRAFIA

CHAUSSIN C. Y HILLY G.:

"Metalurgia"
Primera Edición
Tomo II
Urmosa Ediciones
Bilbao, 1975

NORRIS CHARLES H. Y WILBUR JOHN BENSON

"Análisis Elemental de Estructuras"
Mc Graw - Hill
México, 1973

LOTHERS JOHN E.

"Diseño de Estructuras Metálicas"
Editorial Prentice/Hall Internacional
New Jersey, 1973

~~AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, INC.~~

"Manual of Steel Construction"
Seventh Edition
New York, 1970

CIA. FUNDIDORA DE FIERRO Y ACERO DE MONTERREY, S.A.

"Manual para Constructores"
México, 1965

RAPP WILLIAM G.

"Montaje de Estructuras de Acero en la Construcción de Edificios"
Editorial Limusa,
México, 1978

BRESLER, LIN Y SCALZI

"Diseño de Estructuras de Acero"
Editorial Limusa
México, 1976

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, SUBDIRECCION DE CAPA-
CITACION

"Grúas"
México, 1979

RUIZ MIJARES A.
"Electrosoldadura"
Serie: Procesos de Manufactura
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.
México, 1976

SHANLEY F. R.
"Mecánica de Materiales"
Mc Graw - Hill
México, 1976

AMERICAN WELDING SOCIETY, INC.
"Symbols for Welding and Nondestructive Testing"
AWS
Miami, 1978

THE LINCOLN ELECTRIC CO.
"Procedure Handbook of Arc Welding Design and Practice"
Eleventh Edition,
Cleveland, 1967

CEDANO GRIJALVA HECTOR V.
"Apuntes de Soldadura"
Instituto Politécnico Nacional
México, 1970