

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

**LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA EL MONTAJE DE
ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS GUILLERMO RODRÍGUEZ MENDOZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 1,999

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de La Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA EL MONTAJE DE
ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de mayo de 1,998.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'C' followed by a series of loops and a horizontal line extending to the right.

Carlos Guillermo Rodríguez Mendoza

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO
VOCAL I
VOCAL II
VOCAL III
VOCAL IV
VOCAL V
SECRETARIA

ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS
INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO
EXAMINADOR
EXAMINADOR
EXAMINADOR
SECRETARIA

ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
ING. AUGUSTO RENÉ PÉREZ MÉNDEZ
ING. CARLOS ENRIQUE BARRIOS CHÁVEZ
ING. JOSÉ GABRIEL ORDOÑEZ MORALES
INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

Guatemala, 02 de marzo de 1,999.

Ingeniero
Fernando Valenzuela
Jefe del Depto. De Estructuras
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Presente

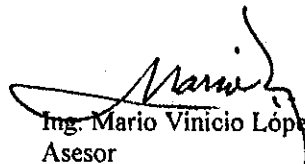
Estimado Ingeniero Valenzuela:

Por este medio me dirijo usted con relación al trabajo de tesis presentado por el señor CARLOS GUILLERMO RODRIGUEZ MENDOZA, titulado "LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA EDIFICIOS ", para el cual fui nombrado asesor.

Tengo el agrado de informarle que he concluido la asesoría de la mencionada tesis y considero que el trabajo fue desarrollado en forma satisfactoria, conteniendo valiosa información de interés para la docencia, el ejercicio profesional y especialmente para la investigación en el área de estructuras, por lo cual me permito recomendar la autorización de su impresión.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,


Ing. Mario Vinicio López Quijada
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 15 de marzo de 1,999

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de tesis titulado "LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS", del estudiante universitario Carlos Guillermo Rodríguez Mendoza, quien contó con la asesoría del Ing. Mario Vinicio López Quijada.

El trabajo es un buen aporte en el campo de las construcciones que requieren una estructura de acero, específicamente en su montaje físico y su supervisión. El trabajo está bien desarrollado y sigue el plan previsto, por lo que el Departamento le da su aprobación.

Atentamente,
DID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Fernando Valenzuela
Jefe Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Mario Vinicio López Quijada y del Jefe del Departamento de Estructuras Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva, del trabajo de tesis del estudiante Carlos Guillermo Rodríguez Mendoza, titulado LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuel



Guatemala, abril de 1, 999



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS, del estudiante Carlos Guillermo Rodríguez Mendoza, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, abril de 1,999

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, fuente de poder y sabiduría.

Al Ing. Mario Vinicio López Quijada, por su valiosa colaboración y asesoría al presente trabajo, así como por sus enseñanzas y el buen ejemplo en el ejercicio profesional.

Al Ing. Oscar Melgar, por sus enseñanzas y el buen ejemplo en el ejercicio profesional.

A mi madre, Esperanza Mendoza Vda. de Rodríguez, por su constante apoyo en mi formación profesional.

ACTO QUE DEDICO

A: -LA VIRGEN MARIA

-MIS PADRES

Jorge Rodríguez García (QEPD)
Esperanza Mendoza Vda. de Rodríguez

-MIS HERMANOS

Ana María, Jorge Enrique, Vilma Esperanza,
Ricardo Adolfo, Claudia Lorena, Cindy Paola
y Gladys Janeth.

-MI SOBRINA

Cinthya Karina.

-MIS AMIGOS

-LA FACULTAD DE INGENIERÍA

-LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Índice

	Pág.
Glosario	i
Introducción	iv
Objetivos	v
 Capítulo 1: Conceptos del presupuesto	
1.1 Generalidades	1
1.2 Visitas al lugar de la obra	
1.2.1 Características especiales de obra	2
1.3 Procedimiento de oficina	4
1.3.1 Lista de revisión preliminar	6
1.4 Selección del personal operativo y de supervisión	8
1.4.1 Personal de supervisión	
1.4.2 Personal operativo	10
1.5 Gastos indirectos	11
1.6 Exclusiones en los presupuestos	12
 Capítulo 2: Herramientas y equipo de montaje	
2.1 Almacén: Generalidades	14
2.1.1 Personal del almacén	
2.2 Lista de herramientas para la obra	15
2.2.1 Registros y reportes	
2.2.2 Listado básico de herramientas para el montaje	16
2.2.3 Procesamiento del listado de herramientas de montaje	19
2.4 Aplicación de los costos	21

Capítulo 3: El plan de montaje

3.1	Generalidades	23
3.2	Selección de la técnica de montaje	24
3.2.1	Montaje con grúa móvil	25
3.2.2	Montaje con grúa de tirantes o con grúa torre fija o levadiza	27
3.2.3	Montaje con pluma viajera y pluma de patas rígidas	28
3.2.4	Montaje con equipos varios	29
3.3	Dibujos del plan de montaje	30
3.4	Control del avance físico de la obra	31
3.4.1	Libro de control de la obra (bitácora)	32

Capítulo 4: Obras en proceso

4.1	Generalidades	34
4.2	Lugar de la obra	
4.3	Inicio del montaje	35
4.4	Montaje en proceso	36
4.4.1	Alineamiento y nivelación	
4.4.2	Verticalidad de columnas	38
4.4.3	Ajuste	40
4.4.4	Tornillería	41
4.4.5	Soldadura	42
4.5	Desmantelamiento y demolición	44
4.6	Inspección y entrega de obra	45
4.6.1	Prueba de materiales	
4.6.2	Pintura de campo	
4.6.3	Limpieza final	46
4.6.4	Entrega de obra	
4.7	Trabajos fuera de contrato	
4.7.1	Material	47
4.7.2	Diseño	
4.7.3	Trabajos de taller	
4.7.4	Trabajos de campo	

4.8	Responsabilidades por demoras en la ejecución del montaje	48
4.8.1	Por el montador	
4.8.2	Por el cliente	
Conclusiones		vi
Recomendaciones		vii
Bibliografía		viii
Anexo 1: Normas de seguridad para el montaje		
Anexo 2: Factores adicionales en la seguridad para el montaje		

Glosario

Acetileno. Gas inflamable que se desprende por la acción del agua sobre el carburo de calcio, utilizado en la soldadura autógena.

Andamio. Armazón provisional de tablonos o vigas metálicas, levantada delante de una fachada para facilitar la construcción, la reparación o la pintura de diversos elementos estructurales.

Anticorrosiva(o). Generalmente, se usa para denominar así a la pintura que contiene agentes químicos especiales que evitan, en gran medida, la acción de los agentes corrosivos u oxidantes.

Apuntalamiento. Acción constructiva por medio de la cual se colocan varios elementos de madera o metal para lograr sostenimiento o entibado de una estructura.

Bitácora. Libro de actas, debidamente foliado y registrado, que aprueba el que contrata para escribir en él las órdenes del supervisor o actas necesarias para el buen desarrollo de una obra o proyecto.

Brocas. Barreña para taladrar metales.

Bujes. Arandela interior que se pone en el cubo de las ruedas de los carruajes.

Calibre. Es el diámetro, grosor o tamaño de los distintos materiales metálicos de acero o hierro con el cual se especifica su grosor y forma, especialmente en los laminados.

Código. Conjunto de leyes y reglas que forman un sistema completo de legislación sobre alguna cosa.

Contratista. Es la persona individual o en Sociedad, con personería jurídica, a la cual se contrata para que preste sus servicios para realizar determinada obra, ya sea total o parcialmente.

Costaneras. Son piezas de metal que van a sostener la cubierta de lámina y son las que amarran las vigas o tijeras de una estructura.

Costilla. Se denomina así a una columna pequeña intermedia entre otras más grandes y sirve para reforzar las paredes o como remates de las mismas.

Costo. Es el valor de un determinado material, servicio o proyecto.

Deflexión permisible. Es el máximo pandeo que se le permite a una viga, ya sea de concreto, metal o madera.

Eslinga. Cuerda gruesa con ganchos para levantar pesos.

Especificaciones. Listado o descripción de las características especiales de un material, servicio o proyecto, que aclara sus usos, resistencias, cualidades y calidad.

Estimación. Es la evaluación o valoración periódica que se hace de un trabajo o renglón de la obra, para su posterior pago.

Grúa. Aparato con un brazo giratorio y una o más poleas para levantar, cargar y transportar pesos.

Manómetro. Instrumento que se utiliza para medir las presiones de los gases y líquidos.

Marco metálico. Es una estructura en forma de cuadro, elaborada con miembros de acero.

Ménsula. Elemento estructural que sobresale de un plano vertical y sirve de soporte.

Oxidación. Es la acción del agua y del aire sobre algunos metales, que provoca corrosión y por ende los debilita.

Peralte. Es la medida de elevación o altura de un elemento estructural, principalmente vigas.

Pernos. Clavo corto con cabeza redonda o hexagonal en un lado y que por el otro se asegura con tuercas.

Plomada. Pesa de plomo, colgada de un hilo que sirve para determinar la línea vertical.

Programa. Es una exposición escrita o en forma de diagrama de barras, que fija o anticipa la forma en que se llevará a cabo una obra o proyecto.

Tablones. Piezas de madera, planas, gruesas y anchas, utilizadas generalmente como elementos conformantes de andamios.

Tijeras. Nombre que se da a las dos piezas, que unidas al centro, forman las dos aguas de un techo.

Transformador. Aparato que trabaja a base de inducción electromagnética y que sirve para transformar un sistema de corrientes variables en uno o varios sistemas de corrientes variables de la misma frecuencia, pero de tensión generalmente diferentes.

Viga. Es una pieza larga de cemento, madera o metal que se utiliza como elemento estructural y que sirve para sostener techos o pisos superiores en las obras y va apoyada generalmente en sus extremos.

Voladizos. Generalmente se refiere a la parte de un edificio que sobresale de la pared.

Introducción

Actualmente, se ha incrementado grandemente la cantidad de construcciones que requieren de una estructura de acero, pues en muchos casos, se considera que es más económico y rápido construir una estructura con este tipo de material que con cualquier otro.

A lo largo de esta tesis, se tratan las diferentes fases del montaje de estructuras de acero para edificios. Estas son: Preparación del presupuesto, las herramientas y el equipo de montaje, el plan de montaje y el proceso de ejecución de la obra. Dentro de este último se incluyen las actividades necesarias para terminar el trabajo de montaje de la estructura, tales como verticalidad, ajuste, uso de tornillería y soldadura.

Además, se dedica una sección por separado a la seguridad y a las normas que deben guardarse en toda obra con el fin de evitar cualquier tipo de percance que ponga en peligro la vida del personal que labora en la misma.

El presente trabajo está planeado como una guía para aquellas personas que han tenido poca o ninguna experiencia con el montaje de estructura metálica y para quienes supervisan éstas y necesitan comprender los procedimientos de su montaje.

Capítulo 1: Conceptos del presupuesto

1.1 Generalidades

Usualmente, en el medio, es el fabricante de estructuras de acero quien a la vez se encarga del suministro y montaje de las mismas (contratista). El cliente solicita un presupuesto sobre un determinado proyecto, mediante la presentación de los requerimientos básicos del mismo, al entregar juego de planos y especificaciones, o solicitar la elaboración de los mismos por el contratista.

En ocasiones, el costo del montaje será mayor que el costo del suministro y fabricación del acero. Esto dependerá de las características del trabajo de que se trate. Generalmente dos estructuras idénticas no se montarán de igual manera, al mismo costo, o al mismo ritmo de avance y producción; por esto, además de contar con registros de costos, avances y producción, el encargado de hacer el presupuesto debe tener la capacidad de hacer todo tipo de previsiones al preparar una nueva estimación.

1.2 Visitas al lugar de la obra

Una vez que se ha recibido una solicitud para presentar un presupuesto para una estructura, el primer paso es estudiar a fondo las especificaciones, dibujos y forma de contratación propuestos por el cliente o desarrollados por el contratista; inmediatamente después de la revisión preliminar de estos documentos y para tener una buena idea del alcance y del tipo de trabajo de que se trata, quien elabora el presupuesto o un ingeniero o instalador competente debe visitar el lugar de la obra, para determinar las condiciones relacionadas con el método de montaje.

Con esta revisión preliminar el elaborador de presupuestos se debe familiarizar con los puntos importantes del trabajo, incluyendo las probabilidades de tener piezas pesadas, piezas o ensambles estorbosos o de formas raras (ya sea que se fabriquen así o que se ensamblen en el lugar de la obra antes de izarlas a su sitio), piezas de tamaño o forma poco usuales, piezas que quizá tengan poca estabilidad lateral y que puedan requerir de un manejo especial al remolcarlas de un punto de descarga o al izarlas a su sitio aun cuando ya están montadas.



Fig. 1.1 Un estudio de las especificaciones de los planos del proyecto permiten obtener una buena idea del alcance y del tipo de trabajo que se va a desarrollar.

1.2.1 Características especiales de la obra

Otras características de las especificaciones y los dibujos pueden requerir una investigación en el lugar de la obra antes de que se calcule un precio; entre éstas pueden incluirse el área de la estructura, su altura, los requisitos de tiempo. El tipo de estructura y su tamaño pueden sugerir el tipo lógico de equipo y el método de montaje a utilizar; entonces la visita al lugar de la obra se debe aprovechar para determinar la factibilidad de utilizar el equipo y método antes mencionados.

Al visitar el lugar de la obra es necesario hacer una investigación de las posibles obstrucciones u obstáculos para la entrega, descarga, montaje y uso del equipo, y debe investigarse el costo de quitarlos o eliminarlos, o de los gastos adicionales en que puede incurrirse para solucionar el problema.

Es necesario examinar las condiciones del terreno, ya que éstas pueden determinar el tipo de equipo que deba usarse, asimismo deben investigarse las condiciones de la mano de obra local, para saber si existe personal capacitado,

si el montador puede llevar su propio personal o debe contratarlo en la localidad, lugares de estacionamiento y alojamiento para el personal.

Una vez que el elaborador del presupuesto ha obtenido toda la información que tiene relación con el contrato de montaje, se encuentra ya listo para hacer el presupuesto propiamente dicho.

Normalmente, el elaborador del presupuesto o alguna persona con experiencia debe revisar a fondo los dibujos de diseño, calculando las cantidades y tamaños de las piezas por montar, sacando el peso total de estas piezas, obteniendo los pesos individuales de las piezas pesadas, estimando la cantidad y tipo de tornillos y soldaduras según lo muestren los dibujos de diseño; si no se señalan las cantidades, se debe calcular una cifra probable. Con esto, el elaborador del presupuesto está listo para especificar el método probable de montaje y llegar a un costo.

A continuación debe especificar el tipo, capacidad y cantidad de unidades de equipo que se requerirán; el tamaño y cantidad de los malacates, compresores, generadores, transformadores, o rectificadores para soldar. Estimaré el tonelaje y la cantidad de piezas que se montarán usando equipo motorizado o manual, por separado.

Si se usará una grúa, una pluma, una grúa viajera, o una combinación de los diferentes tipos de equipo, debe hacer una distribución del tonelaje y la cantidad de piezas, ya que el avance varía según el tipo de equipo que se utiliza.

Como una revisión, debe calcular las piezas por tonelada, que se montarán con equipo motorizado y las que se montarán con equipo manual; la producción debe fijarse en términos de toneladas por día-cuadrilla. Para el caso del equipo manual, es mejor calcular la producción en fracciones de toneladas o kilogramos por día-hombre.

Una vez especificadas estas condiciones, es posible hacer ya el presupuesto final de costos, pero se requiere decidir aún el tamaño de las

diferentes cuadrillas y los salarios que se pagarán, con lo cual puede calcularse el costo total de la mano de obra para cada tipo de cuadrilla.

Quien elabora el presupuesto debe estar suficientemente familiarizado con el montaje de estructuras de acero y saber cómo se forman los diferentes tipos de cuadrillas, de manera que conociendo el costo por día de cada una y su posible capacidad de producción, puede calcular los costos unitarios y los días que requiere cada operación.

1.3 Procedimientos de oficina

Como parte de los procedimientos de oficina debe observarse la influencia que puedan tener las estructuras circunvecinas sobre el procedimiento de montaje de la estructura de acero. De manera similar, el tráfico de vehículos o de peatones pueden representar riesgos; puede ser necesario tener un acuerdo con la policía local o con el contratista general para prever las medidas de protección necesarias.

Es necesario averiguar si existen restricciones de cualquier tipo sobre el uso de gasolina, diesel, vapor o electricidad, o bien sobre operaciones tales como el izaje desde la calle, el almacenamiento de materiales, la colocación de equipo sobre las aceras y carreteras, o cualquier requisito de los departamentos de policía y bomberos.

Si estas restricciones afectan al trabajo, se debe informar al superintendente para evitar que se violen dichas restricciones o requisitos. Debe investigarse la necesidad de permisos o licencias y, si se requieren, deben obtenerse e incluirse junto con el material que se prepare para usarse en el campo.

En el lugar de la obra, en una junta entre el contratista general y el propietario (el cliente), se puede aclarar el programa de otras actividades o gremios con los cuales debe coordinarse el programa de la estructura de acero; en esta ocasión se debe saber si estas actividades causarán demoras en el montaje de la estructura de acero.

Como parte de la planeación preliminar, es conveniente conversar con el personal del taller, para fijar y llegar a un acuerdo sobre las implicaciones por errores en

la estructura suministrada, ya sean ocasionados por el taller o por los dibujos; esto puede fácilmente convertirse en retrasos para las diferentes clases de personal que intervenga en las correcciones, como son maestros de obra, obreros, aprendices o ingenieros.

Pueden establecerse precios unitarios para operaciones individuales como el barrenado de agujeros, la instalación de tornillos, la aplicación de soldaduras, el quemado o corte de piezas de acero.

Por lo común, antes de que se haga algún trabajo correctivo, debe notificarse al taller para que pueda confirmar el error y especificar la manera en que puede corregirse. Como parte de la planeación preliminar de oficina, deben prepararse los subcontratos para cualquier trabajo que el montador no pueda hacer con sus propios medios, pero que esté incluido en su contrato.

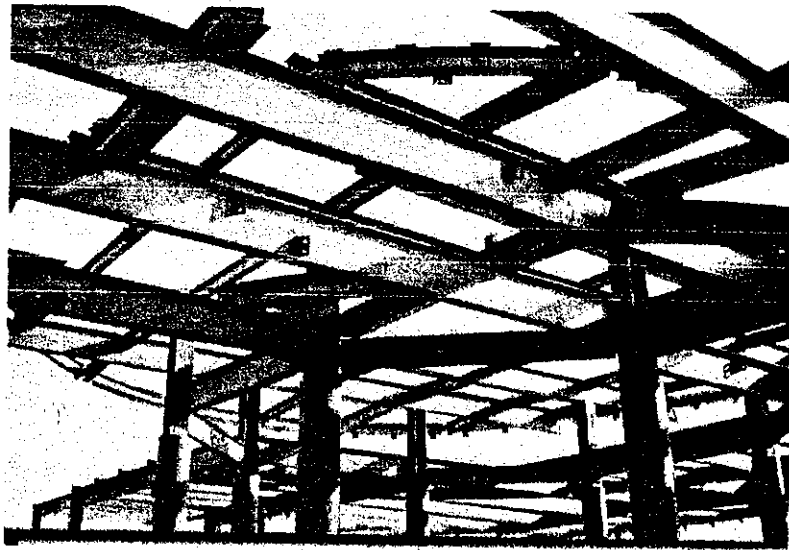


Fig. 1.2 La necesidad de obtener resultados seguros, económicos y eficientes en el montaje exige de una relación coordinada taller-campo.

1.3.1 Lista de revisión preliminar

Es conveniente tener una lista de revisión para que se incluyan todos los conceptos posibles que deban considerarse con suficiente anticipación a la fecha en que comience una obra; esta lista dependerá del tipo de la estructura y del método de montaje que se usará. A continuación aparece un ejemplo de una lista de revisión.

1. Preparar el dibujo del plan de montaje.
2. Establecer áreas para las grúas o divisiones para cada grúa, o divisiones para cada una de las plumas, para embarque y selección.
3. Determinar los materiales que se ensamblarán en taller para su embarque.
4. Distribución de plumas, localización de grúas, tamaños y capacidades.
5. Programa de montaje preliminar.
6. Enviar el programa de embarques al taller.
7. Plumos, grúas, bloques y accesorios; disponibilidad, capacidad y programación de los mismos.
8. Malacates y cables de alambre; disponibilidad, capacidad, condición, capacidad de los tambores de los malacates y programación.
9. Equipo principal y herramientas pequeñas (aparte de los ya mencionados).
10. Localización de la fuente de energía eléctrica, si se necesita, disponibilidad, corriente directa o alterna, voltaje y amperaje requeridos.
11. Contrato para el acarreo de la estructura de acero, el equipo y herramientas.
12. Contrato para la pintura y su aplicación (si son parte del contrato de montaje).
13. Enviar copia del plano de emparrillado al topógrafo, para establecer después las líneas para su colocación.
14. Revisión de la pluma o grúa disponible, las vigas para elevación, su resistencia y la necesidad de puntales.

15. Contratos para suministros tales como grasas, gasolina, diesel, oxígeno, acetileno, propano, cable de alambre, cable de manila, tablones y madera.
16. Arreglos para establecer servicios médicos; primeros auxilios, tratamientos menores, tratamientos mayores, ambulancia, camillas y médicos (generales y especialistas).
17. Arreglo de seguros y obtención de certificados, compensación para los trabajadores, responsabilidad civil y daños en propiedad ajena. Tomar medidas para cargar el equipo después de terminar la obra; malacates, grúas, plumas, equipos tales como compresores y máquinas de soldar.
18. Instrucciones al campo.
19. Conjuntar los planos que se usarán en campo; detalles, diagramas de montaje, hojas especiales, plano del emparrillado, localización de anclajes y dibujos del plano de montaje.
20. Listas detalladas de tornillos y soldaduras.
21. Desglose de piezas y toneladas, por plumas y pisos, grúas y áreas, y totales.
22. Ordenar la instalación de corriente eléctrica (si es necesaria).
23. Obtención de licencias, permisos y fianzas.
24. Resumen de las especificaciones para uso del campo, requisitos del contrato.
25. Selección del grupo de supervisión del campo.

Si las especificaciones o el contrato lo requieren:

26. Obtener la aprobación de la pintura, el pintor, la forma de la nómina, el pago con efectivo o con cheque, la secuencia de montaje, el método de montaje, y los procedimientos de soldadura.
27. Deslizadores especiales de madera o de acero para descargar la estructura de acero.
28. Posible uso del material prestado, para soportes temporales.
29. Detalles de la estructuración para el uso de los miembros estructurales prestados.

1.4 Selección de personal operativo y de supervisión

1.4.1 Personal de supervisión

A la oficina corresponde seleccionar al ingeniero residente y notificarle que se reporte con tiempo suficiente para iniciar la obra; debe tener suficiente tiempo antes de iniciar las operaciones, para que pueda revisar las condiciones de la obra, hablar con los representantes del cliente y del contratista general en el lugar de la obra y hacer los arreglos necesarios para que el personal se reporte al trabajo en la fecha de iniciación.

El ingeniero residente tendrá a su cargo la administración de la mano de obra, mientras, que el ingeniero de campo tendrá los trabajos de ingeniería y los contactos con el cliente en los que no intervenga el ingeniero residente.

El ingeniero residente seleccionado debe ser alguien con experiencia en el tipo de trabajo que se realizará, un hombre confiable, recto, sobrio, con una capacidad para obtener lo máximo de sus hombres; debe ser capaz de mantener buenas relaciones con las demás actividades, poder representar a su compañía entre los representantes del propietario y/o del cliente, capaz de comprender e interpretar dibujos y tener visión para anticipar las necesidades de equipo, estructura y personal adicionales.

Debe tener la capacidad para planear el trabajo de sus hombres, contando sólo con el personal necesario, ser capaz de juzgar a sus hombres con objeto de que pueda escoger a la persona adecuada para los diferentes puestos que se requieren en la obra, las personas adecuadas para maestros de obra o jefes de cuadrilla, y para ingenieros de campo.

El ingeniero de campo que se haya seleccionado para quedar a cargo de la ingeniería en el lugar de la obra, si ésta es grande o complicada, debe estar familiarizado con la obra en particular, con el plan de montaje y con la necesidad de servicios, de ingeniería; de preferencia debe ser la persona que haya preparado los trabajos preliminares en la oficina, en los que puede haberse

incluido la preparación del plan de montaje y los programas de embarques y de montaje; también él debe ser quien hizo los arreglos necesarios con el cliente y con los proyectistas del fabricante para establecer los requerimientos de montaje.

Debe ser una persona con experiencia como ingeniero de campo en un tipo similar de montaje, es necesario que tenga la personalidad para tratar con el ingeniero residente, los jefes de cuadrilla y el personal, debe ser capaz de tomar decisiones cuando se presenten problemas de montaje imprevistos, o cuando se descubran errores en los dibujos o en la fabricación debido a un montaje inadecuado.

Debe ser capaz de identificar errores comparando los dibujos con los elementos estructurales reales y tener la habilidad para informar a los representantes del propietario (cliente) acerca del avance satisfactorio de los trabajos.

El hombre ideal para este puesto debe tener un temperamento apacible, un carácter calmado y ser firme. No deberá alterarse con facilidad así como comprender la necesidad de obtener resultados seguros, económicos y eficientes; debe contar con la habilidad para asegurarse que el montaje se está realizando de acuerdo a los planos de especificaciones y el plan de montaje.

Cuando la obra es lo bastante pequeña y sencilla para que pueda ser manejada por el contratista desde las oficinas, a menudo es suficiente tener sólo un ingeniero de campo para manejar los trabajos de ingeniería en la obra; por lo general no tendrá tanta experiencia como un ingeniero residente, pero debe ser una persona accesible para recibir instrucciones, de manera que pueda adquirir experiencia para obras futuras más complicadas.

Debe tener los atributos de un ingeniero residente, con capacidad para aprender bajo la supervisión de uno en una obra grande, o del ingeniero que trabaja en las oficinas.

La oficina debe evitar el especificar que se empleen determinadas personas en el grupo de montaje; pues de lo contrario, a menudo se tendrán fricciones entre las personas designadas y el superintendente.

La oficina debe supervisar el tamaño de las cuadrillas contratadas por el superintendente, para asegurarse que la cantidad de hombres se mantiene al mínimo requerido para desarrollar un trabajo seguro, económico y expedito, pero suficiente para que el trabajo avance con eficiencia y de acuerdo al programa. En otras palabras, una vez que se inicia la obra, debe mantenerse la cooperación entre el campo y la oficina, hasta que se termine el contrato de montaje.

1.4.2 Personal operativo

El personal operativo (mano de obra), tendrá a su cargo actividades como las siguientes dentro de lo que a montaje se refiere y que deberán tomarse en cuenta para la elaboración del presupuesto:

1. Descarga y preparación del equipo (plumas, grúas, malacates, compresores, máquinas para soldar, herramienta pequeña, casetas y oficinas).
2. Desmantelamiento del equipo y carga de éste y de las herramientas. Colocación de pernos de anclaje, ángulos base, laines, formas para relleno, aplicación de mortero, estudios de ingeniería y topografía.
3. Descarga y distribución del acero estructural (seleccionar posible uso de malacate, acarreo).
4. Montaje (verticalidad, alineamiento, ajuste de columnas, largueros, piezas de relleno, Etc.; atornillado, soldadura y posibles modificaciones a estructuras viejas, apuntalamiento, limpieza).

Dentro de lo que a presupuestos por personal se refiere (tanto operativo como de supervisión), deben tomarse en cuenta situaciones como las siguientes:

1. Costo del probable tiempo perdido y tiempo extra.
2. Conceptos varios e imprevistos.
3. Supervisión (depende del tiempo real de montaje que se use para descargar, distribuir, montar y terminar todo el resto del trabajo; deducir los tiempos traslapados, agregar el tiempo perdido y usar esto para el tiempo y costos de la supervisión).

1.5 Gastos indirectos

A continuación, en la forma deben aparecer todos los conceptos que no forman parte de la mano de obra de campo y que deben incluirse en una estimación adecuada del costo total del trabajo; esto está incluido en el contrato de montaje y por lo general se consideran como gastos indirectos en contraste con la mano de obra directa.

1. Gastos de campo (usar un porcentaje de la mano de obra estimada, materiales de consumo, como los combustibles, ya sea gasolina o diesel, oxígeno, acetileno, grasas y aceites; varios, como artículos de ferretería, teléfono, Etc.).
2. Transporte de las herramientas, el equipo y gastos de viaje (para el personal, el grupo de supervisión, viajes preliminares de los ingenieros, elaboradores de presupuestos, personal de oficina, viajes del personal de oficina una vez que se inicia la obra).
3. Herramientas (preparación, carga y descarga de las herramientas en el almacén, fabricación de equipo esencial).
4. Ingeniería (estimar la cantidad de dibujos, el costo por dibujo, por el trabajo, preliminar, los dibujos del plan de montaje, detalles, dibujos o 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).
5. Obra falsa y equipo especial (ingeniería, materiales, embarque, entrega, regreso; accesorios, deducir el valor de rescate).
6. El concepto de seguros debe incluir como mínimo, seguros para cubrir compensaciones a los trabajadores, responsabilidad civil, daños en propiedad

- privada, del equipo de transporte, del propietario o del contratista, riesgos del constructor, responsabilidades civiles derivadas del contrato, y daños a terceros.
7. Indirectos de oficinas (agregar un porcentaje para el costo de operación de la oficina principal).
 8. 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).

1.6 Exclusiones en los presupuestos

Es conveniente excluir los conceptos que pueden hacerse de manera más económica por medio del propietario o el contratista general, o que tal vez sean una duplicación del trabajo que tiene que ser hecho por como parte de sus operaciones normales. De acuerdo a esto, al presentar un presupuesto (cuando no es definitivo y prohíba incluir otras condiciones o exclusiones) es importante especificar con claridad en éste lo que hará el montador y lo que otros deben hacer para él sin costo alguno, o a un cierto costo especificado; en otras palabras, lo que se incluye y lo que se excluye en su proposición.

También debe indicarse el tiempo que se requiere para realizar los trabajos, la fecha de iniciación probable y, si es permisible una cláusula de ampliación de tiempo de terminación, la cuota que se estima pagar a los trabajadores. Además, es conveniente relacionar la iniciación del montaje y el tiempo de terminación, con los requisitos del lugar de la obra, las cimentaciones y zapatas, sin interferencias ocasionadas por terceros, para terminar en el tiempo fijado; esto es de especial importancia cuando se trata de estructuras con muros de carga.

Lo peor que se puede suceder es que el cliente pueda exigir que el montador (contratista) incluya el trabajo extra dentro de su presupuesto y entonces el montador deberá decidir si absorbe el costo adicional, si insiste en el derecho que tiene de solicitar que se le pague este costo adicional, si hace el trabajo sobre la base de precios unitarios o si se rescinde el contrato.

A continuación aparece una lista de los conceptos que el montador de la estructura de acero puede suponer que corresponden a otros, sin costo para él, o que puede hacerlo a un costo bajo y que pueden representar viajes especiales; en el presupuesto se debe indicar la menor cantidad de ellos, aplicable al presupuesto y señalarlos en los términos más sencillos posibles.

1. Eliminación de alambres, obstrucciones, suministro de agua, salidas de corriente eléctrica, aire comprimido (si se trata de una planta), espacio para operación y trabajo, limpieza del lugar de la obra, condiciones adecuadas del terreno para el equipo, facilidades sanitarias, Etc.
2. Relleno con mortero de cemento en pernos de anclaje, anclajes de equipo, emparrillados, losas, placas base y placas de muros de carga.
3. Protección para el tráfico, ya sea de peatones, de autopistas o de vehículos.
4. Protección de las estructuras y maquinaria cercanas y tendido de cables (para el equipo del montador).
5. Eliminación de puntales (no debe haber ninguna interferencia para el montaje de la estructura).
6. Cortes para otros, punzonado o barrenado de agujeros para otros, destapar estructuras viejas para modificarlas o desmantelarlas, destapar conexiones viejas para colocación de nuevas piezas, demolición de mampostería, de concreto o de acero (al trabajar en una estructura vieja).
7. Accesos al lugar de la obra, para grúas, camiones, plumas, equipo y personal.
8. Servicio de vigilancia.
9. Limpieza del acero antes de pintarlo (si la pintura será hecha por el montador).
10. Entarimado del piso, más allá de una cantidad razonable que suministrará el montador (en ocasiones se necesita debido a que el subcontratista del concreto no lleva el mismo avance que el montador de la estructura)

Capítulo 2: Herramientas y equipo de montaje

2.1 Almacén: Generalidades

Es necesario contar con un almacén bien conservado, organizado y manejado eficientemente; en el cual deberá existir espacio suficiente para reparar y almacenar a cubierto las herramientas pequeñas (pulidoras, remachadoras, Etc.) y equipos tales como compresores, máquinas de soldar y malacates, para protegerlos de las inclemencias del tiempo.

La disposición de los elementos almacenados debe ser tal que facilite la preparación y el mantenimiento del equipo; debe contarse con instalaciones de grúas viajeras o su equivalente, para manejar la descarga del material que se devuelve y para cargar el equipo que se envía a una obra.

Las máquinas, tales como malacates, compresores y otras similares, deben tener "orejas" de izaje, instaladas de manera que cuando se levanten de estos puntos no sufran ningún daño y se mantengan razonablemente niveladas para poder manejarlas.

2.1.1 Personal de almacén

El tipo de persona más adecuado para desempeñar la función de jefe de almacén es alguien que haya tenido experiencia en el campo como encargado o jefe de grupo, así como haber ejecutado físicamente las diferentes fases del montaje, trabajos de atornillado, soldadura, Etc., de manera que pueda saber qué es lo que necesita el personal de campo y cómo se utilizará el equipo; debe saber cómo reparar o dar servicio a las herramientas y equipo, preferiblemente debe haber tenido experiencia en el manejo de personal para poder distribuir el equipo de la mejor manera posible.

Mediante el uso de tarjetas de control (cárdex) es posible llevar registros de todas las herramientas, equipo y suministros, de manera que el ingeniero responsable de la obra pueda saber en cualquier momento con qué material cuenta y cuál se necesita; el material que se envía a las obras debe

deducirse del total que se tiene y, según se van devolviendo el equipo y las herramientas, deben tabularse y agregarse al inventario.

2.2 *Lista de herramientas para la obra*

La selección de las herramientas para una obra deberá 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, confirmación de verticalidad y las que ejecutan operaciones de movimiento, así como en 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 de 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. Con una lista de este tipo, la persona encargada de preparar la lista de herramientas, que de preferencia será el ingeniero responsable de la obra, podrá estar al tanto del movimiento de herramientas.

2.2.1 *Registros y reportes*

Al recibir la lista de herramientas para la obra, el jefe 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 que no hayan retrasos en la obra que puedan evitar que el equipo esté listo cuando se necesite, además se deberá revisar 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 herramienta y poder entregarlos cuando sea necesario.

El ingeniero de campo puede usar ventajosamente este informe 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, malacates, máquinas para soldar, herramientas eléctricas o neumáticas. Un reporte de tal naturaleza facilita al ingeniero la revisión del equipo de una manera más inteligente que si no tuviera informe alguno del material dañado, defectuoso, gastado o que requiera cualquier otra atención.

2.2.2 *Listado básico de herramientas para montaje*

Por lo general, habrá un tipo especial de equipo y herramientas para el proyecto que se está estudiando, pero en ocasiones pueden ser diferentes equipos y herramientas que los pueden brindar esa sensación de seguridad, economía y eficiencia que se está buscando.

Una lista completa de revisión del equipo y herramientas que se utilizan en el montaje de estructuras de acero para edificios podría incluir los conceptos que se indicarán a continuación más los que el ingeniero responsable de la obra considere necesarios.

1. **Viga equilibradora o balancín:** es un mecanismo que se utiliza cuando se requiere levantar una pieza del equipo, que debido a su flexibilidad o longitud es inestable cuando se iza por el centro, cuando los estobos de izaje no se pueden utilizar con seguridad.
2. **Canasta:** para tornillos; una canasta de metal que permita mantener el buen orden y manejo de los tornillos, roldanas y herramientas pequeñas, así como también proporcionar seguridad al transportar tales materiales por medio de una cuerda de izaje. Deberán estar hechas con tales dimensiones que no se volteen cuando se levanten por el asa.

3. **Campanas:** es un equipo manual de señalación, se utiliza sobre todo para las maniobras con grúas y cuando el operador del malacate no pueda ver clara o directamente al señalador.
4. **Garruchas:** para cable manila o para cable de acero: de una o varias poleas; para levantar materiales de un peso determinado y en forma manual.
5. **Bolsa para tornillos:** de cinturón ó de hombro su función es la de transportar los tornillos para el montaje con seguridad.
6. **Cepillos:** para pintura, de alambre, de copa, para raspar y circulares. Los cepillos de copa, para raspar, y los cónicos metálicos se utilizan en herramientas accionadas mecánicamente, que al hacer girar el cepillo permiten limpiar la oxidación, la pintura y cualquier otro material extraño al acero.
7. **Soplete:** (para cortar): normalmente se utilizan para realizar labores de corte en los materiales de acuerdo a las dimensiones especificadas para el montaje.
8. **Malacate de cajón:** un mecanismo del tipo de malacate de izaje, para jalar un conjunto de piezas con el mínimo esfuerzo.
9. **Tirador:** un dispositivo que se conecta a un cable de alambre y una vez asegurado permite jalar el cable con un polipastro por otro medio.
10. **Compresor:** de diesel, de gasolina o eléctrico. La lista de herramientas deberá especificar el número y la capacidad que se requiere; además, si es necesario, las salidas del múltiple y el tipo de recipiente de aire.
11. **Grúas:** montadas sobre orugas, sobre camión, torres fijas o levadizas, grúa móvil, todas ellas siguiendo el patrón básico de estar montadas sobre un eje giratorio con un brazo para levantar pesos.
12. **Barrenos:** eléctricos, neumáticos o de trinquete manual. En los taladros con trinquete manual, la broca se hace girar accionando la manivela hacia atrás y hacia delante, lo cual presiona el trinquete contra un engrane, para hacer girar la broca del taladro. El objetivo de los tres tipos es el fabricar agujeros.
13. **Brocas:** para acero y madera; con sección variable, se utilizan para perforar agujeros para posibles conexiones.
14. **Cables eléctricos:** conectores; interruptores, transformadores; alambres, Etc.
15. **Pulidoras:** de motor o de mano; normalmente se utilizan para la eliminación de rebabas producto del corte con soplete.

16. **Andamios:** de tablonés; de triplay. Ambos tipos se cuelgan de la estructura y sirven para que los atornilladores, soldadores, montadores, Etc., trabajen en los lugares que no son accesibles desde la estructura misma.
17. **Gancho para viga:** el gancho para viga se sujeta al patín inferior de la viga, y de él se sostiene un polipastro que casi siempre se utiliza para manejar las cargas ligeras que se presentan cuando las cuadrillas de detalle montan piezas pequeñas que las cuadrillas de montaje han dejado pendientes.
18. **Malacate mecánico:** diesel, eléctrico o de gasolina. Los accesorios y las especificaciones del malacate, como son el número, tipo, caballos de potencia, cantidad de tambores, tipo de mecanismo giratorio, Etc., se deberán definir con base en la potencia de izaje que se requiera.
19. **Crayón:** se utiliza normalmente para marcar los elementos estructurales. La tiza tiene el mismo objetivo que el anterior.
20. **Escaleras:** rectas: de acero, de madera; con extensión; con ganchos. Se colocan en aquellos lugares que son de difícil alcance.
21. **Nivel:** de burbuja. Es una herramienta empleada debido a la necesidad de contar con superficies completamente planas en las estructuras para la ubicación de maquinaria, equipos, Etc.
22. **Gatos:** de puente; hidráulico, accesorios, manómetros, tubería, tipo de tornillo o en forma de botella. Se utilizan en aquellos casos en los cuales se necesita mantener estable una plataforma con un peso considerable levantándola, mientras se realizan los cambios necesarios.
23. **Contrapesos:** el contrapeso o "bola" se utiliza para auxiliar en el movimiento de las líneas principales o auxiliares y ayudan a bajar la carga y el gancho de izaje una vez que se ha izado la carga y se ha liberado el gancho.
24. **Cable de manila.** Se utiliza normalmente para levantar pesos ayudándose de una garrucha, puede ser de varios diámetros según las necesidades del montaje.
25. **Lainas o calzas:** se deberá tener a mano para colocación de emparrillados, placas base, losas y ángulos guía, para embarcarse de inmediato al lugar de la obra cuando se necesiten. En general, las lainas son de 3 x 3 o 4 x 4 plg y de 1/8, 1/4, y 1/2 plg de espesor.
26. **Carretes:** Éstos son diseñados para proteger un tirante de alambre, Etc., en donde se conecta a un pasador o tornillo. Las dimensiones varían según el diámetro del cable de alambre que se utilice.

27. **Cinta métrica:** de acero; de tela. Por lo general, las medidas se toman en pies, y se cierran a octavos o dieciseisavos de pulgada. Muy raras veces se requerirá una cinta con décimas y centésimas de pie.
28. **Lonas impermeables:** se usan para proteger al equipo de los elementos naturales, y del polvo, chispas, escamas, escorias, Etc. Es aconsejable que las lonas sean resistentes al fuego y al óxido.
29. **Cajas de herramientas:** se utilizan con el fin guardar las herramientas en forma ordenada y de acuerdo a las necesidades del montaje.
30. **Máquinas para soldar:** montadas sobre patines; montadas sobre ruedas; diesel, eléctricas, de gasolina; rectificadores; transformadores.

En el equipo para la oficina de campo por lo general se incluyen alguno o todos los conceptos siguientes:

Máquina sumadora

Tablero de avisos

Protectora de cheques

Calculadora

Archiveros

Equipo de primeros auxilios

Nivel: para topografía

Estadal

Caseta para oficina; sillas escritorios, archivero para dibujos y planos

Plomada (de topógrafo)

Estufa para calefacción: grande, pequeña; de carbón; de petróleo, eléctrica, radiador de vapor, de gas propano.

Camilla

Teodolito

Máquina de escribir

Reglamentos de seguridad

2.2.3 *Procesamiento del listado de herramientas de montaje*

Al terminar la obra, después que se han revisado y devuelto las herramientas y el equipo al almacén, el ingeniero responsable de la obra debe

preparar un reporte de las herramientas y equipo que se enviaron originalmente, pero que no fueron devueltas (perdidas, robadas, mal reportadas, o descartadas), así como de las que él mismo ha desechado por estar dañadas, desgastadas o en malas condiciones de seguridad.

Debe darse un valor a estos conceptos, para tener una indicación de lo bien o mal que el ingeniero de campo ha usado y cuidado las herramientas y equipo que se le suministraron.

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 del tipo 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 industrial.

Debe indicarse el tonelaje y la cantidad total de piezas montadas, así como la cantidad promedio de piezas por tonelada, desglosada en cuanto a si fue montada con equipo o a mano; también se indicará la cantidad total de remaches y sus diámetros, así como de tornillos, por tipos (tipo máquina, de alta resistencia y los diámetros promedio); las soldaduras por tamaño, longitud, tipo, peso de los electrodos suministrados y el peso probable de soldadura depositada.

Se deben señalar las fechas de iniciación y de terminación, así como el tiempo perdido a causa del mal tiempo, días festivos, suspensiones del trabajo y otras causas. Es conveniente incluir los nombres del personal de supervisión (ingenieros residentes o de campo, maestros de obra y jefes de cuadrilla) para futuras referencias.

Estos registros pueden ayudar al ingeniero responsable de la obra a administrar con eficiencia su almacén. Para el ingeniero que está preparando obras futuras, para el contador de costos y para todas las demás personas implicadas en la marcha eficiente y económica de las obras; 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.

2.4 Aplicación de los costos

Se debe establecer un sistema de contabilidad con el fin que se pueda hacer un cargo en función de una obra y se tome en cuenta en el presupuesto original como un concepto indirecto. Este cargo se puede aplicar a cuentas para compra de equipo nuevo o a reposición 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 si éste es propio, la amortización y los intereses en caso de que no esté completamente pagado, impuestos, seguros y todos los gastos normales de servicios, tales como electricidad, agua, Etc.

Se deberá decidir si se cargan a la obra las pérdidas por concepto de materiales sobrantes en esa obra en particular, o si se hace cargo en general a todas las obras. Se deberán 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 y 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 y después abonar este cargo directamente a las diferentes cuentas. Pueden utilizarse cuotas similares, en las cuales se incluye además una utilidad, y establecer cargos razonables para el cliente, el propietario u otros contratistas por el uso del equipo.

Esto es ventajoso sobre todo cuando el equipo no está siendo utilizado por el montador, pues produce buenos ingresos, en lugar de tener la maquinaria inactiva.



Fig. 2.1 La renta de equipo y maquinaria provee remuneraciones monetarias que se cargan directamente en los renglones de ganancia del contratista.

Capítulo 3: El plan de montaje

3.1 Generalidades

Si aún es reciente la última visita que se hizo a la obra para preparar la cotización, quizá sea innecesaria una nueva visita, pero hay ocasiones en que ya ha pasado un tiempo considerable, y las condiciones del lugar pueden haber cambiado; tal vez ya se hayan iniciado los trabajos de cimentación, lo que implica excavaciones, y por tanto ya no existe la ruta de acceso que se planeó, el contratista general puede haber montado oficinas o casetas, o puede haber colocado su equipo en sitios que interfieren la entrega del equipo, las herramientas, o los elementos de la estructura.

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 no ser el que se previó cuando se hizo el presupuesto.

Algún tipo de trabajo puede ser más adecuado para efectuarlo mediante operaciones manuales simples. No debe omitirse la posibilidad de combinar dos tipos diferentes de equipo de montaje. 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 o de cable de manila manejado a mano o por medio de un carrete o un malacate movido por algún tipo de fuerza motriz.

Si se usará una instalación eléctrica entonces puede decidirse utilizar compresores, generadores para soldadura, transformadores y rectificadores eléctricos; si no existieran fuentes de electricidad, todas las máquinas de soldar, compresores, malacates, Etc., pueden utilizar diesel o gasolina. Se tiene que tomar en cuenta la capacidad que se requiere para manejar la pieza más pesada de la estructura.

Por último, debe compararse el tiempo que se requiere, el costo, la eficiencia y la seguridad de métodos de montaje en que se utilice un solo tipo o una combinación de varios tipos de equipo de montaje, en general seleccionando el que dé el resultado que

se desea, en el tiempo permitido, por medio de los métodos más seguros y al menor costo.

3.2 Selección de la técnica de montaje

El método seleccionado depende de la rapidez requerida y del equipo disponible ya sea propio, o que se tenga que comprar o rentar. Se deben tomar en cuenta los costos relativos de muchos otros factores; el método depende de las condiciones del lugar, de las áreas disponibles para operar el equipo y de los riesgos de un plan determinado en comparación con otro.

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, se limita la entrega de los camiones a las horas hábiles de trabajo, por lo que es importante contar con equipo de gran capacidad o numeroso personal, para descargar con rapidez grandes partidas de estructura.

Se deben tomar en cuenta el clima, las posibilidades de inundaciones o vientos fuertes; en una excavación profunda, una tormenta repentina o una lluvia constante que pueden inundar la excavación de manera tal que una grúa móvil no pueda operar sobre el terreno, mientras que una pluma o una grúa levadiza puede pasarse a un nivel superior y estar lista para trabajar en cuanto la lluvia se detenga.

Las estructuras construidas alrededor pueden modificar la decisión sobre cómo montar y qué equipo usar. Si el nuevo edificio es angosto y está rodeado por completo de edificios viejos y 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 el aguilón bajo dichos tirantes.

Siempre hay que esforzarse por utilizar el método que implique 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 de montaje que se espera lograr debe estar en relación con la velocidad a la que el fabricante podrá producir y cargar, así como con la velocidad a la cual el transportista podrá entregar el material fabricado y con la velocidad de descarga y de montaje que se tendrá con el equipo del montador.

3.2.1 Montaje con grúa móvil

Las grúas para montaje se pueden seleccionar cuando en el lugar de la obra se espera encontrar un terreno con condiciones adecuado para la operación con grúas móviles, ya sea con o sin pisos de madera, tablones o caminos de troncos a través del área.

En caso de que existan zanjas o aberturas, es necesario asegurarse de que se puedan construir pasos o puentes para soportar la grúa; también, es necesario confirmar si habrá zapata, cimentaciones o muros que puedan interferir con los movimientos de las grúas y si habrán obstáculos elevados. Este equipo se podrá utilizar si la estructura no sobrepasa el alcance de los mástiles de las grúas disponibles, de orugas o montadas sobre camión, y si el peso de las piezas que se izarán a las diferentes alturas está dentro de la capacidad de dichas grúas.

En el comercio existen **grúas montadas sobre camión**, con capacidades máximas para un mástil básico (cerca de 60 pies), o capacidad de más de 140 ton. con un radio mínimo, equipadas con un mástil y un aguilón que alcanzan hasta 330 pies, manejando cargas ligeras. Debe considerarse su peso, ya que las condiciones del terreno pueden no ser adecuadas para que operen con seguridad.

Existen **grúas de orugas** que pueden levantar 165 o 200 ton con un mástil corto, pero pueden usar mástiles y aguilonos con los cuales pueden llegar hasta 300 o 400 pies, con cargas ligeras; este tipo de grúa también es muy pesada y es necesario comparar las condiciones del terreno en que se usarán, ya

que en general la concentración de carga en las ruedas de una grúa montada sobre camión es mayor que la concentración de carga de las orugas.

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, no existe ninguna cubierta protectora debajo del personal que realiza las conexiones.

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. 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 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.

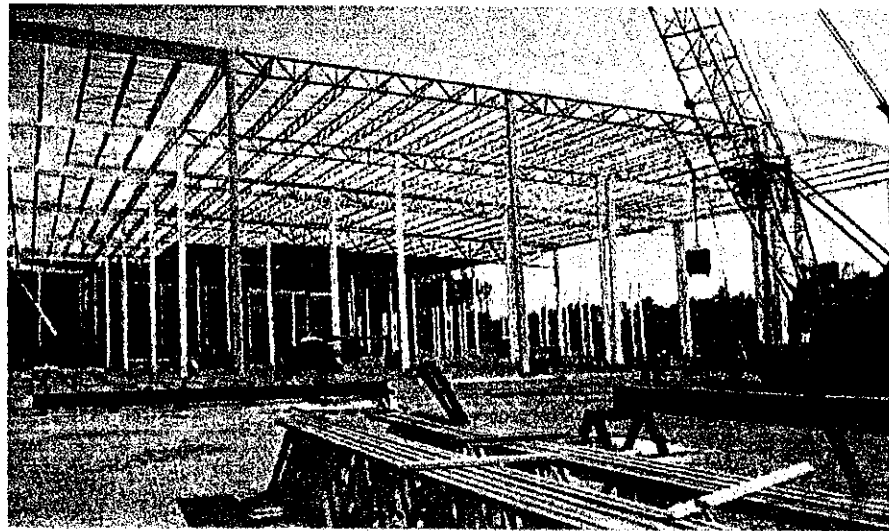


Fig. 3.1 Montaje de estructura metálica en un edificio industrial utilizando grúa móvil sobre orugas. Véase que el material se ordena previamente a ser colocado en su sitio.

3.2.2 Montaje con grúa de tirantes o con grúa torre fija o levadiza

Si las condiciones en el lugar de la obra no son favorables para el montaje con grúas montadas sobre camión, el equipo que se seleccione puede ser una pluma de tirantes, una pluma de patas rígidas, una grúa viajera, o una grúa-torre, fija o levadiza. La selección lógica puede ser una grúa de tirantes si el edificio es muy alto para utilizar las grúas de orugas, sobre camión, o grúas-torre disponibles, o si las cargas están fuera de su capacidad.

Para elegir el tamaño y la localización lógica de una pluma, una grúa levadiza o una grúa torre fija, es necesario dividir la estructura en áreas y niveles y fijar las alturas de los niveles; a continuación, si el edificio no es muy ancho y el equipo puede trabajar de un lado a otro, se estudia la estructuración y se escoge un punto aproximado para localizar la grúa o la pluma.

Este punto debe estar situado aproximadamente a la mitad de la distancia entre el sitio en que se entregarán los materiales cerca de la estructura y la parte posterior del edificio, del lado opuesto al punto de entrega; de esta manera, el mástil puede alcanzar el punto de descarga en la calle y puede montar los elementos de la parte posterior de la estructura. Sin embargo, con esta solución pueden tenerse tirantes de diferentes longitudes si se usa una grúa atirantada, lo cual no es aconsejable, y en este caso deben balancearse todos los factores.

Al usar una pluma, grúa fija, o grúa torre levadiza el equipo debe localizarse de manera que libere la estructura permanente al cambiar de nivel; de otra manera tendrían que omitirse muchas partes hasta que la grúa se haya cambiado de nivel. Si estas piezas no se montan antes de cambiar de nivel la grúa, puede correrse el riesgo que la estructura permanente no tenga el soporte lateral necesario que le dan las vigas que se supuso estarán colocadas cuando se revisó la resistencia que debía tener la estructura para soportar el aparejo.

Si se escoge la pluma de tirantes para el montaje, 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 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.

Si se usan plumas de tirantes, las plataformas de colocación se deben revisar para asegurarse que las plumas pueden continuar operando en la misma colocación, ya sea en el nivel superior o en el inferior. Si el uso de las plataformas de colocación implica la eliminación de la estructura a la cual se fijaron los tirantes, debe tomarse una decisión entre mover lateralmente las plumas dentro del edificio a una posición que permita colocar con seguridad los tirantes, o bien acortar el mástil y el aguilón, dejando las plumas en las mismas posiciones relativas.

En cualquiera de estos casos, si el mástil es ya muy pequeño y no alcanza hasta la calle para descargar materiales, debe usarse un aparejo auxiliar para colocar dichos materiales en la plataforma. También debe tomarse en cuenta el suministro de energía al malacate de esta pluma auxiliar, el cual casi siempre se localiza en el mismo nivel de la plataforma.

Si se tiene disponible, puede usarse una pluma ligera de patas rígidas, ensamblándola en la plataforma con la pluma de montaje antes de que ésta haya colocado la estructura definitiva.

3.2.3 Montaje con pluma viajera y pluma de patas rígidas

Una estructura que se va a montar en una excavación profunda puede montarse usando una grúa móvil según se ha descrito, pero en este caso una pluma viajera puede ser más aconsejable que una grúa. La pluma viajera se

ensambla al nivel de la calle, fuera de la excavación y con contrapesos adecuados, de manera que pueda ir montando una nave por delante desde la excavación hasta el nivel de la calle.

Se puede emplear una grúa para montar la primera nave hasta el nivel de la calle y se ensambla la pluma viajera sobre esta estructura; después, la pluma se fija a la estructura y se continúa montando hasta el nivel de la calle, montando repetidamente nave a nave y moviéndose hacia adelante. Al llegar al extremo lejano del edificio, la pluma viajera monta la estructura del siguiente nivel, retrocediendo según se va completando cada nave, hasta que por último llega de nuevo a la calle, donde se puede desmantelar y sacar de la obra.

Los hangares, los cobertizos para trenes, los salones para convenciones y estructuras similares se prestan para ser montados con pluma viajera en vez de usar grúa.

3.2.4 Montaje con equipos varios

Si se planea usar una sola grúa y se sabe que en la estructura sólo existen una o dos piezas con peso excesivo, una grúa que tenga capacidad para manejar todo el resto de la estructura puede ser la solución más económica, utilizando junto con dicha grúa un poste-grúa para manejar las piezas pesadas.

Cuando la estructura está situada en una localidad demasiado alejada, pueden ser factores decisivos los malos caminos que conducen al lugar de la obra, o los puentes que sean inadecuados para soportar equipo pesado; o bien, la cantidad de estructura no justifica el envío de grúas, plumas o equipo similar. En este caso, el aparejo más adecuado puede ser un poste-grúa.

El uso de poste-grúa se debe limitar a estructuras de poca altura y con materiales ligeros. El diseño del aparejo debe ser tal que todos los miembros puedan ser manejados por uno o dos hombres y que una cuadrilla pequeña pueda mover todo el aparejo ensamblado.

3.3 *Dibujos del plan de montaje*

Después de que se ha analizado la obra y se ha seleccionado el tipo de equipo de montaje, el plan de montaje debe estar ya bien definido; entonces se dibuja el proyecto que se seguirá en el campo.

Al trabajar en el plan de montaje pueden encontrarse dificultades que impidan usar algunos ensambles que ya se solicitaron, o quizá se requieran conexiones más pesadas para soportar el equipo de montaje ya seleccionado, o cualquier otro cambio en los detalles convenidos con el fabricante. Es vital que esta información se transmita con rapidez con el fin de evitar cargos extras en caso que el fabricante tenga que hacer nuevos dibujos o cambiar su programa de fabricación.

Es conveniente que el departamento de diseño esté enterado de la magnitud de las cargas que soportará la estructura en caso de que algún equipo de montaje vaya a funcionar encima de las estructura permanente; esto es necesario para asegurar que las conexiones sean lo bastante fuertes para soportar la grúa, pluma o pluma viajera.

Las copias de un croquis básico, en que sólo se muestren las localizaciones de las columnas, pueden ser muy útiles ya que se pueden usar para mostrar detalles del método de montaje que no se encuentran en los dibujos del plan de montaje, y también serán útiles para la oficina y el campo, para seguir el avance de montaje.

Los planos del plan de montaje deben mostrar en detalle no sólo el plan que se decidió seguir, sino también cualquier condición no usual que pueda presentarse en el campo. Cuando el montaje es normal y no se tendrá ningún caso poco usual, los dibujos del plan de montaje se pueden reemplazar por un simple juego de instrucciones escritas en que se describa el procedimiento a seguir, dando todos los detalles necesarios para que el ingeniero de campo siga el esquema planeado por los ingenieros del montador.

3.4 Control del avance físico de la obra

Debe existir una gran coordinación durante el proyecto. El ingeniero de campo debe asegurarse que el personal de montaje siga todas las instrucciones que vayan a ser giradas con el fin de llevar a buen puerto el montaje que se pretende realizar. En este caso, la eliminación de posibles errores que se puedan cometer debido a malentendidos entre supervisión y equipo de montaje va a lograr un gran ahorro en materia de costo y tiempo.

El control del avance físico de la obra se puede llevar a cabo por medio de los llamados diagramas de montaje. Un diagrama de montaje consiste en un plano lineal de cada piso de la estructura y una elevación o vista lateral cuando sea necesario para localizar largueros, puntales, breizas 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 los antepechos, dinteles suspendidos, Etc., así como las elevaciones de los miembros de piso. Se deben dar las dimensiones de las piezas y referirse a las especificaciones existentes para los fabricantes de estructuras de acero. El concepto más importante en el diagrama de montaje es el número que se asigna a cada pieza individual, tomando en cuenta que el sistema de numeración debe ser una secuencia lógica del diagrama.

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; pero, además, es de hacer notar que si se tiene una pieza marcada con su número con claridad, le será más fácil saber donde colocarla, al localizar pronto ese número en el diagrama.

El montador tiene todo el derecho a que se le entregue un diagrama que sea fácil de usar y no lleno de detalles o información innecesarios, ya que un diagrama confuso obstruye el montaje, un diagrama bien claro y bien dibujado lo facilita.

Por lo general, el número de parte se coloca con crayón o punzonado en el alma o patín superior de los elementos estructurales, aunque esto muchas veces provoque gastos extras u objeciones por parte del fabricante. Además se coloca también el número de contrato, el número de dibujo con que fabricó la pieza y el piso o nivel en donde deberá montarse.

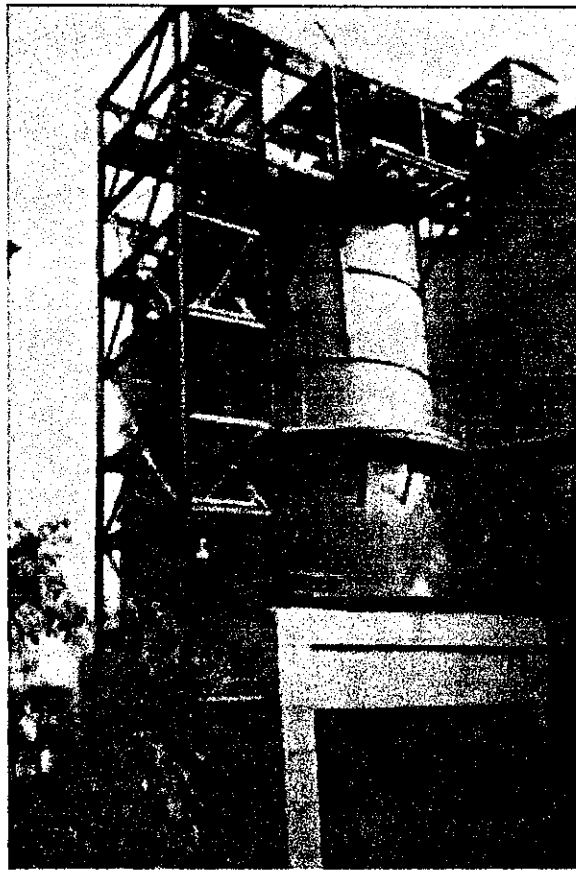


Fig. 3.2 El montaje de la estructura metálica sigue una secuencia lógica para que éste sea económico, eficiente y seguro.

3.4.1 Libro de control de obra (bitácora)

La bitácora en sí, es una memoria de la ejecución de la obra que contiene una reseña cronológica y descriptiva de la marcha progresiva de los trabajos y sus pormenores. El contratista debe anotar que se da por enterado de las instrucciones giradas y podrá hacer uso del mismo libro para anotar las

observaciones y consultas que considere necesarias y de las que se darán por enterados el cliente y equipo de supervisión. La ejecución de lo asentado en la bitácora será obligatorio.

Estas instrucciones girarán en torno a los siguientes aspectos:

1. Calidad de la Obra.
2. Avance físico.
3. Avance financiero.
4. Estipulaciones contractuales.

Capítulo 4: Obras en proceso

4.1 Generalidades

Después que se ha revisado el avance de las obras de cimentación, bases o pilas, para asegurarse que el lugar de la obra estará listo para la fecha programada de iniciación de trabajos, debe ordenarse la estructura para tenerla lista en el momento adecuado. Si se va a usar un patio para la descarga y almacenamiento de los embarques antes de que se necesiten en el lugar de la obra, o para el ensamble de vigas, armaduras, o para ensamblar otros componentes de cierto grupo de miembros antes de llevarlos al lugar de la obra, este patio deberá tenerse listo a tiempo para recibir la primera entrega de estructura.

Si el material llega a un patio, las piezas deben descargarse sobre polines de madera, al igual que las piezas que se cargan en camiones, para permitir la instalación de eslingas o estobos de izaje; descargando así los materiales será más fácil acomodarlos, dejándolos en condiciones seguras y sin peligro de que se volteen, así como para dejar un espacio debajo de ellos para quitar las eslingas usadas para descargarlos y colocar después eslingas para moverlos.

Debe haber una comunicación continua entre la obra y el patio, para que el material necesario se cargue con la suficiente anticipación y llegue a la obra cuando se necesite.

4.2 Lugar de la obra

Suponiendo que ya se han organizado las operaciones del patio o que éste no se utilizará, entonces comenzarán los trabajos en el lugar de la obra. El superintendente encargado debe haber estado al tanto de las condiciones previas del lugar, de modo que pueda asegurar que todo estará listo en la fecha programada.

Por lo común, mientras se hace todo lo anterior, los ingenieros han completado las revisiones topográficas para establecer los centros de las bases, revisando la localización de los pernos de anclaje, las elevaciones de las linternas o calzas, de los

ángulos guía o placas de nivelación para que estén listas para recibir los emparrillados, placas base y losas.

Cuando se usan laines se llevan a su elevación correcta y se rellenan con mortero de cemento (grout), de manera que esté relleno y fragüe lo suficiente para mantenerlos en su sitio. Cuando las losas son muy pesadas, es mejor usar mecanismos de nivelación en vez de paquetes de laines o ángulos guía.

4.3 *Inicio del montaje*

Por lo común, las columnas, si son ligeras, se descargan en grupos; de otra manera se manejan una por una. Las armaduras y las vigas se manejan mejor individualmente y 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 envío, debe hacerse la distribución de la carga, colocando el material en montones separados para cada área.

Si existe un buen control de materiales, se montan las columnas que formen las cuatro esquinas del panel, así como toda la estructura secundaria (del panel) que está situada entre los pisos del panel en cuestión. Con esto se permite comprobar la verticalidad y ajustar con facilidad las columnas y sus conexiones, para tener un área en donde se pueda colocar ya un piso de tablonos y en el que se colocan escaleras (andamios).

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 continuación se iza la pieza hasta el lugar donde 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 alguna 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 ésta no resbale y bastante fuerte para soportar el peso que se maneja.

4.4 Montaje en proceso

4.4.1 Alineamiento y nivelación

Siempre debe tomarse en cuenta que no se llevará a cabo ningún pernado o soldado definitivo en tanto los miembros de la estructura a montar no hayan sido apropiadamente alineados. El proceso de alineamiento se realiza con el propósito de anular desfases en las bases de las columnas, evitando que éstas queden giradas respecto de los ejes.

Cuando el montaje se realiza armando marcos en suelo y el marco satisface las condiciones y medidas estructurales, y luego que se ha procedido a levantarlo y apuntalarlo, se procede a alinearlos. Se debe tener cuidado de ir alineando los marcos uno con respecto a otros, para evitar desajustes en las piezas posteriores y una mala presentación visual.

El alineamiento de los cerramientos dentro de los límites de las tolerancias no pueden garantizarse si los planos del cliente no indican las tolerancias para el ajuste de éstos a la estructura. Cuando se especifican las tolerancias en las conexiones de los cerramientos unidos a la estructura, éstos se consideran perfectamente alineados, si su colocación tanto vertical como horizontal no excede de 10 mm (3/8") respecto a la localización indicada en los planos.

En el montaje de estructuras que no sean puentes o edificios de pisos múltiples, las piezas se consideran niveladas y alineadas si el error no excede de 1:500. En el montaje de edificios de pisos múltiples las piezas individuales se consideran niveladas y alineadas si el desplazamiento de la línea del centro de las columnas exteriores respecto de la línea establecida, no es mayor de 25 mm hacia adentro ni 52 mm hacia afuera de cualquier punto de los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, estos límites pueden aumentar 1.6 mm por cada piso adicional, sin exceder el desplazamiento total de 52 mm hacia adentro ni de 76 mm hacia fuera del alineamiento del edificio.

Normalmente, se esperaría que los cimientos sobre los cuales va a ser colocada una estructura no muestren discrepancias con lo establecido en planos. En la realidad, esto sucede muy pocas veces y es ese el momento en el cual se deben buscar aquellos elementos que faciliten el montaje de la estructura con la mayor economía de tiempo.

El proceso de nivelación presenta un reto que puede afrontarse de las maneras más diversas: tornillos de nivelación, laines, Etc. La importancia de la nivelación radica en la necesidad de contar con una superficie completamente plana para la correcta ubicación de equipos, maquinaria, Etc.; que solamente pueden funcionar adecuadamente en esas condiciones.

Los tornillos de nivelación se utilizan normalmente para facilitar alcanzar el nivel requerido mediante el movimiento de las tuercas que poseen éstos en su extremo superior. Sin embargo, como un elemento adicional para el proceso de nivelación pueden utilizarse laines que proporcionen el nivel deseado.

Muchas veces, los tornillos de nivelación sufren daño de sus roscas debido al descuido del personal encargado de la cimentación de la estructura. Estos tornillos son "prácticamente" inservibles, pues es en la rosca donde radica la capacidad de efectuar el "juego" de las tuercas y lograr el nivel deseado.

El uso de laines es también permitido como parte del proceso de nivelación de las columnas y vigas que forman parte de una estructura que está siendo montada. Éstas varían de acuerdo al "juego" que se presenta para un nivel determinado, siendo normalmente un espaciamiento de 2 pulgadas (50 mm) que será cubierto con grout, el cual le proporcionará un recubrimiento adecuado y un apoyo uniforme de alta resistencia a la compresión.

El uso de "cuñas" es otro factor que ayuda al logro del éxito en proceso de nivelación. Éstas se colocan en los extremos de la placa base de la columna y su grosor dependerá del peso que presente cada columna de la estructura, pero principalmente se utilizan placas metálicas de $\frac{1}{2}$ " a 1", a las

cuales se les recorta la parte sobrante para quedar a un mismo rostro con la placa de base para la posterior aplicación del grout.

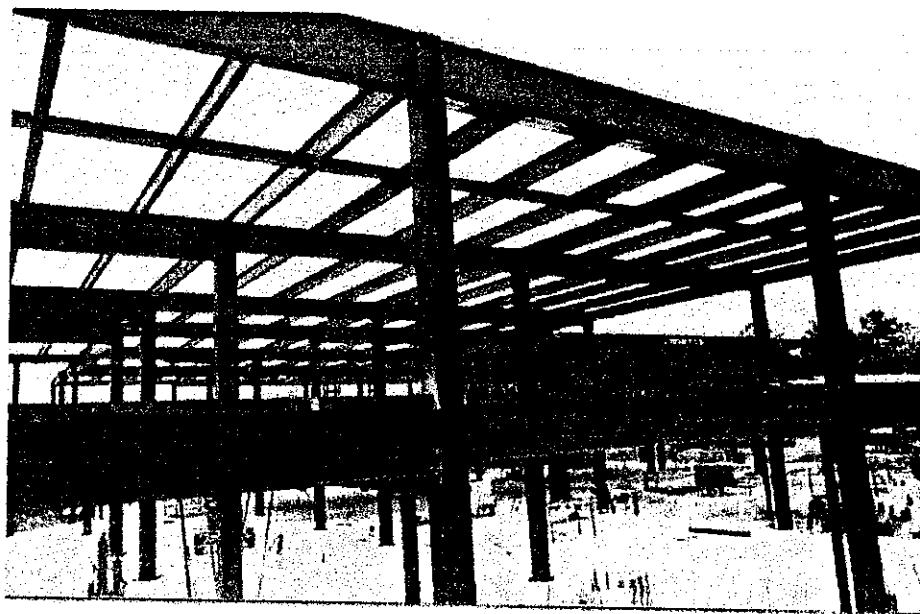


Fig. 4.1 Los procesos de alineamiento y nivelación son indispensables para que el montaje de la estructura metálica sea lo suficientemente preciso.

4.4.2 Verticalidad de columnas

Tan pronto como se monta el primer panel de la estructura, la cuadrilla de confirmación de verticalidad debe encargarse de instalar tirantes, en caso necesario. Para confirmar la verticalidad de las columnas se baja una plomada de nuez 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 las columnas hasta que estén 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. En algunos casos es más fácil colocar un teodolito en la calle y mandar una visual hacia una regla colocada contra la columna.

Si la regla se coloca contra el frente de dicha columna, debe tomarse en cuenta la distancia que hay al centro de ésta y, si la regla se coloca en el alma, debe agregarse una dimensión igual a la mitad de su espesor. La lectura directa del teodolito, en el caso que todas las columnas que se estén verificando verticalmente tengan el mismo peralte, o el alma del mismo espesor, tendrá que ser la misma o tener una variación en la longitud detallada de 1.6 mm como máximo para miembros menores de 10 metros, y de 3 mm para mayores.

Por lo general, 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), el cual permite una desviación en la verticalidad de las columnas y una falta de nivel en las vigas, dependiendo de si las columnas son de la fachada del edificio, de un tiro para elevador, o columnas intermedias.

Las columnas más importantes en cuanto a verticalidad confirmada son las de la fachada del edificio, y las que están alrededor de un tiro para elevador. Cuando se va a instalar una cubierta metálica en la cara o fachada de un edificio, la verticalidad de las columnas de fachada es crítico y el ingeniero de

campo debe asegurarse de la tolerancia que se le permite en la verticalidad de estas columnas.

4.4.3 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 de 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 riman los agujeros de conexión y se fijan en forma permanente las conexiones.

Para completar la fijación permanente, si los agujeros coinciden sin mayor problema, los trabajos de ajuste prosiguen después de la confirmación de verticalidad, o al mismo tiempo. Si los agujeros no coinciden sólo ligeramente, las cuadrillas de ajuste usarán una lima para “agrandarlos”.

Si las conexiones son a tope y si las piezas están cortas pueden necesitarse calzas en vez de limar; si están largas, puede ser necesario quitar y reemplazar algunas conexiones, o recurrir al limado, reemplazando entonces los ángulos de conexión o las placas soldadas.

En los montajes con pluma o grúa levadiza, la confirmación de verticalidad de columnas debe hacerse de inmediato, de manera que se pueda proceder con las fijaciones permanentes antes de cambiar de nivel el aparejo de montaje, ya que los miembros permanentes que lo soportan y los miembros situados entre los extremos inferiores de los tirantes de una pluma y el pie del mástil deben estar perfectamente fijos para transmitir los esfuerzos que produce la pluma o la grúa en condiciones de trabajo.

También en el caso de un montaje con grúa móvil debe procederse de inmediato con la confirmación de verticalidad, para que las fijaciones permanentes se puedan instalar para mantener la estructura en su sitio en forma correcta y segura.

4.4.4 Tornillería

En el caso de estructuras con tornillos de alta resistencia, las cuadrillas de atornillado con frecuencia realizan las labores de ajuste como parte de su trabajo normal. Para que las caras de las diferentes piezas entren en contacto se selecciona una cierta distribución de agujeros, comenzando cerca del centro si se tienen muchos; se trabaja hacia los bordes, apretando suficientes tornillos; a continuación se colocan pasadores en los agujeros abiertos restantes y en ellos se instalan tornillos.

En el caso de tornillos de alta resistencia se debe usar un procedimiento aprobado. Este procedimiento puede consistir en apretar cada tornillo hasta una posición ajustada, es decir, apretando a mano, o con una llave de impacto hasta el momento en que el dado deja de girar; a continuación se le da una media vuelta, tres cuartos de vuelta o una vuelta completa más a la tuerca o a la cabeza del tornillo.

Esto depende del diámetro y la longitud de dicho tornillo, de acuerdo a las especificaciones vigentes del Consejo de Investigación sobre Juntas Estructurales Atornilladas y Romachadas, de la Fundación de Ingeniería (Research Council on Riveted and Bolted Structural Joints of the Engineering Foundation), o según lo requieran las especificaciones del contrato.

Generalmente, una cuadrilla necesita de 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 tornillo 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 los agujeros que

están ligeramente desalineados, su compañero puede apretar el pasador si éste sale muy rápido, evitando así que caigan y ocasionen un accidente.



Fig. 4.2 En el caso de estructuras con tornillo de alta resistencia, las cuadrillas de atornillado con frecuencia realizan las labores de ajuste como parte de su trabajo normal.

Cuando el tornillo queda expuesto a la vista después de terminada la estructura, algunos arquitectos o ingenieros insisten en que sea la cabeza la que quede en el lado aparente; en algunos casos, la tuerca y parte del vástago del tornillo pueden sobresalir del concreto o de algún otro recubrimiento y entonces la cabeza debe quedar del lado de la conexión por donde se colará el concreto, para reducir la altura por ese lado. Esto requiere que se apriete la cabeza por ese lado, si el otro es inaccesible para la operación de la llave.

4.4.5 Soldadura

Por lo común, los soldadores se aprueban para calificarlos en soldaduras de cabeza, verticales, y horizontales; si un soldador no se presenta a trabajar, es muy probable que no se pueda sustituir hasta que se pruebe y contrate 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 de doblez, de ruptura, radiografía, Etc.; según lo requieran las especificaciones del contrato.

Si en el contrato no se indica prueba alguna, es conveniente que el montador establezca por sí mismo ciertos requisitos mínimos, para asegurarse que su personal está calificado para hacer soldaduras adecuadas. Cuando en los trabajos se incluyan soldaduras en acero de alta resistencia o aceros de aleación, debe establecerse por anticipado un procedimiento, quizá haciendo soldaduras de prueba en el almacén del montador; después deberá seguirse el procedimiento que fue satisfactorio para cada junta y cada tipo de acero en particular.

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; se deben colocar sobre tablonés en buen estado y levantar éstos lo suficiente y sobre el nivel del terreno para evitar que los alcancen la lluvia o la nieve derretida, lo cual podría conectarlos peligrosamente a tierra.

Se deberá contar con el suficiente equipo secundario, tal como cepillos de alambre, cinceles, caretas, cascos de soldador y cascos de seguridad; también deben tener anteojos con vidrios oscuros, adecuados para evitar que los asistentes de los soldadores sufran daños en los ojos. Cuando sea posible, la

careta del soldador debe ser del tipo que puede fijarse el casco de seguridad por medio de una bisagra.

Se debe utilizar un recipiente de algún tipo para guardar los cabos de los electrodos, para que los soldadores no los tiren por descuido, en especial donde pueda lastimarse alguien o que puedan pisarlos 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.



Fig. 4.3 Por lo común los soldadores se aprueban en soldaduras de cabeza, verticales y horizontales.

4.5 *Desmantelamiento y demolición*

Cuando se desmantela una estructura, se deben establecer por anticipado un procedimiento y una secuencia seguros. Debe convocarse a todos los hombres que intervienen, para instruirlos acerca del procedimiento y de las precauciones de seguridad que deben seguirse. Si se eliminan tornillos o soldaduras de miembros viejos todavía colocados, debe aclararse cuántos tornillos de montaje hay que colocar temporalmente en la conexión, cuántos tornillos o remaches viejos deben dejarse colocados, o cuánta soldadura debe dejarse hasta que la pieza se pueda quitar.

Cuando una pieza se va a cortar con oxiacetileno para quitarla, debe especificarse con claridad la dimensión que se dejará sin cortar hasta que la pieza esté lista para quitarla de su sitio; de preferencia, esto debe marcarse sobre la misma pieza para asegurarse de que podrá soportar su propio peso y el del personal, equipo o materiales que se coloquen sobre ella hasta que se haga el corte final.

No se debe hacer el corte final ni deben quitarse los tornillos o soldadura sino hasta que se coloque una eslinga alrededor del miembro y se note un pequeño esfuerzo en el cable de carga; si se aplica mucha tensión a dicho cable, la pieza puede girar o saltar al soltarse y producir un accidente. Todo el material suelto debe quitarse de la pieza antes de cortarla, para evitar que este material caiga sobre los hombres que trabajan debajo.

Se deben revisar las condiciones de seguridad de las partes restantes de la estructura, así como el efecto de eliminar las piezas individuales; si no es conveniente usar obra falsa, puede ser necesario colgar los materiales de los niveles superiores hasta que sea tiempo de quitarlos.

4.6 Inspección y entrega de obra

4.6.1 Prueba de Materiales

El cliente puede exigir por escrito del montador los reportes de las pruebas de los materiales hechos en la laminadora; y el contratista no hará ningún cargo por este servicio. Otras pruebas de materiales, si las exige el cliente, se harán por su cuenta de acuerdo con los métodos usuales.

4.6.2 Pintura de campo

De no haberse convenido de antemano no se incluirá como un renglón de la inspección ni requisito para la entrega de la obra (retoques en las raspaduras ni desperfectos que haya sufrido la pintura de taller).

4.6.3 Limpieza final

Al terminar el montaje y antes de la aprobación final, el montador quitará todas las obras falsas, limpiará la obra de sus desperdicios y desmontará y quitará casetas provisionales que haya hecho, dejando la estructura perfectamente limpia.

4.6.4 Entrega de obra

Ya con la aprobación final por parte del cliente, el contratista presentará una hoja de recepción, en la cual, se indicarán la fecha de entrega, el lugar donde ésta se realizó y la plena satisfacción por parte del cliente para con los trabajos realizados por el contratista (firma y sello de ambos).



Fig. 4.4 Luego de la limpiar la estructura de desperdicios y obras falsas se procede a la entrega final de la misma.

4.7 Trabajos fuera de contrato

Los cargos por trabajos adicionales, es decir, trabajos fuera de contrato, se harán sobre la base de un entendimiento previo entre el comprador y el fabricante en el momento en que la necesidad de esas erogaciones adicionales se haga evidente. En

ausencia de cualquier convenio entre el cliente y el contratista lo siguiente puede servir como guía.

4.7.1 *Material*

Todo material adicional requerido se facturará a los precios corrientes del mercado más gastos administrativos. La suma de estos cargos se considerará como el costo a lo que se agregará un 10% de utilidad.

4.7.2 *Diseños*

Todo trabajo adicional en material de dibujos deberá cobrarse al costo, más gastos generales y un 10% de utilidad.

4.7.3 *Trabajos en el Taller*

Todo trabajo adicional de taller se cargará al costo actual de acuerdo con el tiempo invertido agregándole los gastos generales usuales. La suma de estos cargos se considerará como el costo actual de taller a lo que se adicionará un 10% de utilidad.

4.7.4 *Trabajos de Campo*

Todo trabajo adicional que se requiera en el montaje del acero estructural se cargará como el costo efectivo de la mano de obra según el tiempo invertido, sumándole el costo efectivo del seguro, el costo de transportes si éstos fueran necesarios y un margen adicional para gastos generales. La suma de éstos deberá considerarse como el costo efectivo, a los cuales se sumará un 10% de utilidad.

En caso de que el cliente usara el equipo del contratista para trabajos no incluidos en el contrato, éste será debidamente compensado de acuerdo con las cuotas apropiadas.

4.8 *Responsabilidades por demoras en la ejecución del trabajo de montaje*

4.8.1 *Por el contratista*

Será libre de responsabilidad el contratista por demoras parciales o totales en la ejecución de su trabajo cuando se trate de causas que estén fuera de su dominio como incendios, inundaciones o huracanes; huelgas, paros u otras dificultades con obreros o empleados, falta de transportes, combustible o materiales. En cualquiera de los casos mencionados se proporcionará una extensión razonable de los plazos de entrega de la obra.

4.8.2 *Por el cliente*

Si en el tiempo estipulado el cliente no entregara los planos u otros detalles, o si demora u obstruye en cualquier forma el trabajo del contratista, tendrá que reembolsar cualquier pérdida que éste haya sufrido, incluyendo el valor de los dibujos y detalles preparados, materiales comprados o fabricados, almacenados, entregados, montados, junto con el valor del trabajo ya hecho y las pérdidas de ganancias que hubiera tenido el contratista. Si la demora sobrepasa los 30 días, se dará por concluido el contrato y podrá vender el material que esté en su poder.

Conclusiones

1. Además del costo, el ritmo de avance y la producción según el tipo de estructura y equipo de montaje, se debe contar con registros de trabajo de campo reales para realizar las comparaciones con el montaje de futuras obras en cuanto a costos y resultados finales.
2. Las entregas de materiales para la obra se deben realizar de tal modo que se cubran las áreas más urgentes en su momento. Esto dependerá en alto grado de la buena relación existente entre taller-campo con los consecuentes mejores resultados en el montaje final.
3. La adecuada inspección y supervisión del trabajo realizado, conforme a las etapas planificadas, evitará el "arrastrar" errores en la etapas posteriores que ocasionan solamente pérdidas de tiempo y dinero.
4. Las mejores reglas del montaje son dictadas por el sentido común, que las siguen en forma rutinaria todos los trabajadores experimentados, porque además de evitar accidentes son la mejor manera de hacer un buen trabajo.
5. La seguridad para los trabajadores, así como para otros que intervengan en la misma operación, depende del juicio adecuado del supervisor y también de cada individuo.

Recomendaciones

1. Hay que tomar en cuenta que la máxima economía se obtiene cuando los materiales son utilizados en su capacidad completa y es por ello que debe tenerse un control adecuado de los mismos.
2. Es recomendable que se presten las condiciones necesarias al personal que labora en la obra para evitar cualquier tipo de riesgo antes, durante y después de la ejecución de la misma.
3. Se debe procurar hacer las evaluaciones necesarias a los obreros, para comprobar sus capacidades y habilidades para una adecuada clasificación de acuerdo a ellas.
4. Es recomendable hacer conciencia en los obreros para que comprendan la importancia del trabajo que están realizando y que éste se desarrolle de la manera más precisa que se pueda.
5. Tomar en cuenta que el uso de equipo moderno se hace con el fin de facilitar el trabajo. Nunca olvidar que el factor humano es uno de los más importantes para el buen desarrollo de una obra.

Bibliografía

1. American Institute of Steel Construction Inc. **Manual of steel construction**. Estados Unidos de Norteamérica. Primera Edición, 1986.
2. De León Argueta, José Luis. **Supervisión y control de calidad en la fabricación y montaje de las estructuras de acero de uso industrial**. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1993, páginas 42-66.
3. Handley, William. **Manual de seguridad industrial**. Trad. de José C. López. México, Editorial Mc GraHill, 1980.
4. Horwitz, Henry. **Soldadura, aplicaciones y práctica**. Dutchess Community College. Universidad del Estado de Nueva York, 1993. Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V
5. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero. **Manual de construcción en acero**. Talleres de Programas Educativos, S.A. de C.V. Editorial Limusa, 1987.
6. Rapp, William. **Montaje de estructuras de acero**. Editorial Limusa, México, 1978.
7. Vides Tobar, Amado. **Análisis y control de costos de ingeniería**. Editorial Piedra Santa, 1981. Tomo I.

Anexo 1: Normas de seguridad para el montaje

1.1 Generalidades

La seguridad para el trabajador, así como para otros que intervengan en la operación de montaje, no sólo depende del buen juicio de su supervisor, sino también de cada individuo. Pueden usarse equipos de seguridad y las precauciones adecuadas, pero los accidentes no se evitarán, no importa lo buenas que sean las herramientas con que se cuente, o el tipo de equipo o de los métodos de seguridad, a menos que el personal que los use siga las prácticas de seguridad establecidas.

La prevención de accidentes debe hacerse sobre la base de cooperación. Todos los empleados deben reportar de inmediato cualquier condición insegura a la persona encargada de sus trabajos. Los empleados deben reportar al supervisor las sugerencias y recomendaciones para mejorar la seguridad de una obra. Todos los supervisores deben cooperar sin restricciones y poniendo en practica todas las recomendaciones o sugerencias que ayuden a reducir al mínimo los riesgos de la obra; aquellas que el supervisor encargado no pueda poner en marcha deben reportarse a la oficina principal, donde se tomarán las medidas necesarias.

El logro de la producción a base de seguridad es un principio básico del programa; la seguridad y bienestar del personal son de vital interés para sus compañeros de trabajo y para la gerencia. Es necesario hacer de la obra un lugar seguro de trabajo.

1.2 Reglas Generales:

1. No bromear en el trabajo. Esto es peligroso y está prohibido.
2. Usar siempre un casco de seguridad, aun cuando se piense que no hay riesgo de objetos o de que haya cables o ganchos en movimiento, Etc.
3. Usar siempre zapatos de seguridad, de preferencia con suelas antiderrapantes y sin clavos.
4. Si la ropa usada se moja con aceite o pintura, mantenerse alejado del fuego o de operaciones en que puedan volar chispas calientes.
5. Usar siempre guantes en buenas condiciones.
6. No usar anillos en los dedos durante el trabajo.
7. No colocarse bajo ninguna carga y mantenerse alejado de cargas en movimiento.

8. Está terminantemente prohibido que los empleados tomen bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.
9. Mantener la estructura libre de herramientas y otros materiales sueltos.
10. No subirse en las piezas que se están cargando.
11. Si al montar una viga es necesario usar sólo un tornillo en cada extremo, asegúrese de que éstos queden bien apretados con una llave y que se coloquen de manera que la viga no gire al caminar sobre ella.
12. Nunca se camine encima de una viga que pueda girar o vibrar excesivamente.
13. Nunca se toque un cable en movimiento.
14. Nunca se apriete un grillete hasta el límite en que pueda cortar o distorsionar el cable.
15. No pararse nunca dentro de una de las vueltas de un cable ni enfrente de una polea o garrucha.
16. Usar solamente escaleras en buenas condiciones. Siempre fijarlas o amarrarlas en un sitio. Asegurarse de que la base esté fija y segura.
17. Al subir o bajar de una escalera, hacerlo siempre de frente a ésta.
18. Evitar el cargar objetos en las manos al utilizar una escalera. Usar un cable para subir y bajar de las herramientas o los materiales.
19. Inspeccionar siempre los andamios antes de usarlos y asegurarse que todas las líneas estén amarradas adecuadamente.
20. Examinar todas las herramientas antes de usarlas.
21. Deben usarse siempre gafas de seguridad cuando se esté puliendo, cortando, rebabeando, taladrando, cortando concreto, o realizando cualquier operación en donde puedan saltar chispas, rebabas, Etc., a los ojos.
22. Al almacenar una viga en posición vertical, apuntarla siempre de modo que los puntales no puedan zafarse o golpearse por accidente.
23. Contraventear siempre las columnas o armaduras que puedan ser inestables cuando están libres, antes de soltarlas.
24. Almacenar los materiales dejando suficiente espacio libre para circular alrededor de ellos.
25. Nunca se trabaje sobre una viga carrilera, a menos que exista un buen tope entre la grúa y el montajero.
26. Usar siempre un respirador adecuado al trabajar en una atmósfera polvosa. Reemplazar la mascarilla periódicamente.

27. Cuando dos o más personas cargan materiales largos, todos deben de usar el hombro del mismo lado para hacerlo.
28. Reportar al jefe de grupo o maestro de obra cualquier sugerencia para una operación más segura.
29. Nunca debe excederse la altura de seguridad de una pila de materiales. Colocar éstos de modo que no puedan rodar.
30. Nunca conectar la electricidad, el vapor, el aire o el agua, ni echar a andar ninguna máquina sin confirmar primero, con todo cuidado, que nadie vaya a resultar herido o se ponga en peligro a consecuencia de ello.
31. Nunca saltar a un andamio.
32. Evitar el uso excesivo de cables inclinados.
33. Nunca se use cable de alambre en una garrucha diseñada para cables de manila.
34. En las poleas y garruchas debe usarse solamente cable del diámetro para el que están ranuradas.
35. Confirmar que las garruchas están en buenas condiciones. No se deben sobrecargar ni utilizarse dañadas.
36. Antes de usar un grillete para manejar una carga asegúrese de que el pasador o el perno del grillete estén fijos.

1.3 Reglas para en relación al ajuste (atornillado-gatos):

1. Tener el máximo cuidado al cargar los andamios. Colocarse siempre del lado de donde viene el viento, para que éste no haga que el andamio lo golpee.
2. Pararse bien al taladrar, sobre todo cuando se trabaja en un andamio sobre una viga. Nunca se deben de usar tablones sobre un andamio o a través de dos vigas, si los tablones no son seguros para la carga que se colocará encima de ellos en este claro en particular.
3. Nunca debe guiarse una broca a su lugar utilizando las manos.
4. Pararse siempre en una posición tal que si una herramienta neumática falla, el operador no sufra daños.
5. Si alguna herramienta neumática que se esté utilizando no funciona en la forma adecuada, devolverla al almacén.
6. Usar un gato del tamaño adecuado al levantar o bajar una carga.
7. Asegurarse de que el gato esté bien apoyado sobre bloques, para que no se deslice ni se salga de posición.

8. Al levantar algo con un gato, usar calzas o bloques entre éste y la carga.
9. Nunca dejar una carga encima de un gato si no se han colocado bloques de una manera segura.
10. Quitar la manija o barra del gato cuando no se está usando.

1.4 Reglas a seguir para las señales:

1. Asegurarse que el operador de la guía o del malacate entiende las señales que se le dan.
2. Antes de dar la señal para levantar una carga, asegurarse que las líneas de carga están a plomo.
3. El capataz o el encargado de las señales debe notificar por anticipado al operador si se va a manejar una carga extra larga o pesada.
4. Cuando sea necesario, el capataz o el encargado de las señales deben caminar delante de una carga en movimiento y prevenir a los trabajadores y a otras personas para que se mantengan alejados. También debe cerciorarse que la carga se lleve a la altura suficiente para librar las obstrucciones o que se gire para librar algunas de ellas.
5. No deben darse señales al operador, a menos que se tenga autorización para ello.
6. Las señales debe darlas sólo una persona al mismo tiempo.

1.5 Reglas a seguir para el uso de grúas, plumas y equipos viajeros:

1. Ningún empleado debe viajar sobre cualquier carga que se maneje con una pluma, grúa u otro equipo de izaje o descenso.
2. Hay que asegurarse que el material está adecuadamente balanceado y seguro antes de levantarlo.
3. Evitar mover cargas por encima de cualquier persona.
4. Al girar una grúa, asegurarse que no hay obstrucciones y que ningún hombre pueda quedar atrapado entre la grúa y un muro o un montón de materiales.
5. Al trabajar en lo alto, no se tiren materiales ni herramientas, a menos que sea absolutamente necesario.
6. Las grúas y malacates deben ser manejadas sólo por operadores con experiencia.
7. Nunca se trate de izar una carga que esté fuera de la capacidad de trabajo del equipo.

8. Debe mantenerse el aguilón bajo cuando se hagan movimientos sin carga.
9. Las anclas de la pluma deben estar colocadas de manera adecuada y segura.
10. Los motores de los malacates deben fijarse, apuntalarse, o anclarse de alguna otra manera.
11. Todas las partes movibles de una grúa, malacate, pluma, o motor, se deben inspeccionar y lubricar con regularidad.

1.6 Reglas en cuanto a trabajos de soldadura:

1. Al estar utilizando soldadura eléctrica, usar siempre una careta o un casco con vidrio del color adecuado, así como anteojos de seguridad para evitar que la escoria entre a los ojos al limpiar las soldaduras.
2. No mirar nunca directamente hacia el arco eléctrico.
3. Al estar soldando, deben usarse guantes de cuero, así como mangas de cuero cuando se hagan soldaduras de cabeza.
4. No dejar electrodos ni alambres de soldar en el piso; pueden hacer que alguien caiga al pisarlos.
5. No dejar los portaelectrodos ni los cables en el piso. Al terminar de soldar, enrollar el cable en la soldadora o almacenarse de manera segura donde no estorbe.
6. No dejar el portaelectrodo de manera que pueda hacer corto circuito o contacto con alguna pieza metálica.
7. El cambio de fusibles, la conexión de interruptores, Etc., en las salidas de energía eléctrica debe hacerlas sólo una persona responsable.
8. Antes de hacer algún corte, los encargados de ello deben estar familiarizados con las instrucciones para el manejo seguro y adecuado del oxígeno y el acetileno, o de otros gases que se utilicen, así como con el uso correcto del soplete. Dichas instrucciones las indica el fabricante del oxígeno, acetileno y otros gases, y los fabricantes de los sopletes.
9. Usar siempre gafas adecuadas al hacer cortes o soldaduras con gas.
10. Los guantes que se usen deben estar en buenas condiciones, para evitar quemaduras.
11. No usar ropa rota ni mojada con aceite.

12. Referirse siempre al oxígeno y al acetileno por su nombre completo, no llamándolos "aire" y "gas".
13. Al quemar algún material, asegurarse que se está parado en donde no puedan caer algunas piezas durante la operación; además es necesario prevenir al resto del personal para que se mantenga alejado de las piezas que puedan caer.
14. Mantener los cilindros de oxígeno y acetileno tan lejos como sea posible del punto donde se esté cortando; nunca cortar directamente encima de ellos.
15. Los cilindros se deben utilizar y almacenar en posición vertical y deben asegurarse de alguna manera para evitar que caigan.
16. Cuando sea absolutamente necesario acostar los cilindros, como en el piso de trabajo de una pluma, deben bloquearse para evitar que rueden. El extremo en que está la válvula del cilindro debe quedar cuando menos seis pulgadas más alto que el fondo.
17. No usar reguladores, sopletes o mangueras defectuosos o con fugas. Protéjase la carátula de vidrio del regulador para que no se rompa.
18. No tratar de hacer reparaciones en manómetros, sopletes o reguladores defectuosos; es preferible proceder a su devolución al almacén.
19. El soplete siempre se debe encender con un encendedor de chispa, nunca con un cigarrillo o un cerillo.
20. Los cilindros, válvulas, reguladores, mangueras, accesorios, ropa y guantes se deben mantener libres de grasa y aceite. El equipo de corte no requiere lubricación.
21. Nunca se intercambien los reguladores, mangueras u otras piezas de equipo para el oxígeno y el acetileno, ni se usen nunca con otro gas. La manguera para el oxígeno y sus reguladores tendrán cuerdas derechas; la manguera será negra o verde; la manguera para el acetileno y sus reguladores tendrán cuerdas izquierdas y la manguera será roja. Cerciorarse que todas las conexiones estén bien apretadas.

Anexo 2: Factores adicionales en la seguridad para el montaje

Un factor decisivo en la prevención de accidentes en una obra es tener el conocimiento necesario en cuanto a las instalaciones eléctricas de la obra. Cabe hacer notar que este elemento para el montaje debe ser manejado por personal capacitado para el efecto. Se presentan las recomendaciones para su adecuado manejo.

<i>Voltaje</i>			<i>Distancia libre mínima (pies)</i>
440	a	8,700	6
8,700	a	15,000	8
15,000	a	35,000	10
35,000	a	50,000	12
50,000	a	100,000	15
100,000	a	132,000	17

2.1 Señales estándar

Generalmente, durante el montaje de estructuras de acero que se encuentran compuestas de elementos estructurales no necesariamente de gran tonelaje, se hace uso de grúas o equipos varios cuyos operarios utilizan una serie de señales estandarizadas y que deben ser parte del conocimiento general para todas aquellas personas que participan en el proceso y que se presentan a continuación:

1. **LEVANTAR.** Con el antebrazo vertical y los dedos extendidos, se mueve la mano repetidas veces hacia atrás y hacia delante, con un pequeño movimiento circular.
2. **BAJAR.** Con el brazo extendido, la mano abierta se mueve repetidas veces, hacia abajo y hacia arriba.
3. **ALTO.** Con el brazo extendido y la mano abierta colocado al nivel de la cadera, se mantiene firme esta posición.
4. **GIRAR.** Con el brazo extendido y apuntando con el índice en la dirección del balanceo.
5. **LEVANTAR EL AGUILÓN.** Con el brazo extendido y los dedos doblados, pero el pulgar apuntando hacia arriba, moviendo la mano repetidas veces hacia arriba y hacia abajo una distancia corta.

6. **BAJAR EL AGUILÓN.** Con el brazo extendido y los dedos doblados, pero el pulgar apuntando hacia arriba y hacia abajo una distancia corta.
7. **AVANZAR.** Con el brazo extendido y la mano abierta, moviéndola en el sentido en que se debe avanzar.
8. **MOVERSE LENTAMENTE.** Con una de las manos, hacer la señal para la operación deseada, manteniendo la otra mano abierta y cerca de ella.
9. **ALTO DE EMERGENCIA.** Con el brazo extendido, la mano abierta y la palma hacia abajo, mover la mano rápida y repetidamente con un movimiento tajante.
10. **LEVANTAR EL AGUILÓN Y BAJAR LA CARGA.** (Manteniendo la carga a la misma elevación). Dar la señal de levantar el aguilón, abriendo y cerrando los dedos repetidas veces.
11. **BAJAR EL AGUILÓN Y SUBIR LA CARGA.** (Manteniendo la carga a la misma elevación). Dar la señal de bajar el aguilón, abriendo y cerrando los dedos repetidas veces.
12. **ASEGURAR TODO.** Enganchando los dedos de una mano con los de la otra, con las palmas encontradas.