



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**“FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA
METÁLICA DE TIPO INDUSTRIAL”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

ARMANDO JAVIER LÓPEZ ÁLVAREZ

DIRECTOR: MI. LUIS CANDELAS RAMIREZ



México, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Querida y Gran Universidad Nacional Autónoma de México, a la Escuela Nacional Preparatoria No. 8 y en especial a la orgullosa Facultad de Ingeniería por haberme permitido realizar mis estudios tanto a nivel bachillerato como profesional respectivamente.

A MIS PADRES

Armando López y María Álvarez.

A MIS HERMANOS

Carmen

Enrique

Norma

Alejandro

A MI ESPOSA

María Elvira Jiménez Ramírez

CON UNA DEDICATORIA MUY PERO MUY ESPECIAL PARA MIS HIJOS KAREN Y FERNANDO LOPEZ JIMENEZ.

TEMA

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA DE TIPO INDUSTRIAL

INDICE

OBJETIVOS	1
INTRODUCCIÓN	2
I. - ELEMENTOS EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA DE TIPO INDUSTRIAL	4
I.1 Elementos que componen una estructura de tipo industrial	4
I.1.1 Placas Base	5
I.1.2 Marco Rígido	6
I.1.3 Vigas de alma cerrada	6
I.1.4 Vigas de alma abierta	7
I.1.5 Largueros	9
I.1.6 Tensores o contra flambeos	9
I.1.7 Contraventeos	10
I.2 Métodos de anclaje en placas base	11
I.3 Tipo de perfiles usados en la construcción de elementos	12
I.4 Tipos de acero	13
I.4.1 Ventajas del acero como material de construcción	14
I.4.2 Desventajas	14

II. - TIPOS Y MÉTODOS DE UNIÓN	15
II.1 Uniones por medio de soldadura	15
II.2 Unión por medio de tornillos	18
II.3 Ventajas	20
II.3.1 Ventajas del uso de la soldadura con respecto al uso de los tornillos	20
II.3.2 Ventajas de uso de tornillos con respecto al uso de la soldadura	21
II.4 Control de calidad	22
II.4.1 Conexiones soldadas	22
II.4.2 Inspección Visual	24
II.4.3 Proceso de certificación de las soldaduras por medio de radiografía	25
II.4.4 Métodos de líquidos penetrantes	27
II.4.5 Métodos de ultrasonido	29
II.4.6 Control de calidad en los tornillos	31
III. - PRESUPUESTO	32
III.1 Presupuesto.	32
III.2 Estructuración de un presupuesto	36
III.3 Conceptualización	37
III.4 Precio unitario	38

III.5 Software para el análisis de precios unitarios	43
III.6 Generadores	43
IV. - FABRICACIÓN	45
IV.1 Planos de taller	45
IV.1.1 Revisión y modificaciones	47
IV.2 Materiales	48
IV.2.1 Compra de materiales	48
IV.2.2 Almacenamiento	49
IV.3 Proceso de fabricación	50
IV.3.1 Marcado o identificación	50
IV.3.2 Enderezado	51
IV.3.3 Corte	51
IV.3.4 Contraflechas, curvado o formación de piezas especiales	52
IV.3.5 Barrenación	53
IV.3.6 Ensamblado previo en el taller	54
IV.3.7 Proceso de soldadura	55
IV.3.8 Preparación de bordes	56
IV.3.9 Pintura	57
IV.3.10 Almacenamiento	59
IV.4 Traslados	59

V.- MONTAJE	60
V.1 Métodos de montaje	60
V.2 Planos de montaje	62
V.3 Traslado de piezas	63
V.4 Plomeo y alineación	65
V.5 Uniones temporales	66
V.6 Ajustes	67
V.7 Control de calidad	68
V.8 Protección de estructuras	72
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	76

PROCESO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA DE TIPO INDUSTRIAL

OBJETIVO

El objetivo y alcance de este trabajo consiste en mostrar el proceso que se lleva para la fabricación y montaje de una estructura de tipo industrial, se mostrara cada uno de los elementos que la componen, así como, el tipo de materiales con que puede ser construida, los métodos de unión o conexión entre estos elementos, se mostrara la estructuración de un presupuesto para la fabricación y montaje (conceptualización, cuantificación, análisis de precios unitarios) para conocer su costo y tiempo de ejecución, se mostrara lo que son los planos de diseño, de taller y de montaje para su construcción, el proceso de fabricación (materiales, almacenamiento, trazo, corte, soldadura y flete) y montaje (equipos), las medidas de seguridad que se toman contra los efectos de las altas temperaturas ocasionadas por el fuego, y finalmente se mostraran las conclusiones y recomendaciones para obtener un proceso eficiente en la elaboración de un presupuesto, fabricación y montaje de este tipo de estructuras.

INTRODUCCIÓN

La fabricación y montaje de una estructura metálica de tipo industrial (nave) nos obliga a contar con los conocimientos básicos de la mayoría de las áreas que abarca la ingeniería civil, por ejemplo desde el momento en que se asigna o se propone la realización de un proyecto de este tipo es importante iniciar con una buena planeación apoyados conjuntamente de una administración. Aunque este trabajo no considera propiamente un estudio de diseño o proyecto estructural, es importante considerar que para la construcción de una estructura de este tipo, se deberá contar con un estudio de mecánica de suelos, conjuntamente con el proyecto estructural, los cuales, sin duda son uno de los puntos más importantes de cualquier tipo de estructura ya que de esto depende el buen comportamiento de la misma ante cualquier evento natural o accidental. Por lo que se considera que es necesario que se tenga conocimiento de los tipos y métodos de unión, de los materiales, capacidades, costo, procesos de fabricación y montaje, y control de calidad.

De esta manera para iniciar con la ejecución de un proyecto de este tipo, se consideró que era importante iniciar con una secuencia lógica, es decir, antes de todo, lo primero que se considero era conocer los elementos que componen una estructura de este tipo, por lo que en el primer capítulo se hace referencia a los elementos componentes de una estructura metálica de tipo industrial desde su base hasta su cumbre, se describe la función que realiza cada uno de estos elementos dentro de la misma estructura, así como el tipo de perfiles del cual puede ser fabricada.

En el segundo capítulo trataremos uno de los temas más importantes dentro de cualquier tipo de estructura; es decir las uniones o conexiones de elementos, las cuales, sin duda son una de las partes más importantes de todos tipos de estructuras, en este caso particular para las metálicas, las uniones se realizan por medio de soldadura o tornillos, en este capítulo haremos mención de los métodos y tipos de unión que actualmente son usados, las características de cada uno de ellos, los materiales que son empleados, sus ventajas y desventajas y finalmente su control de calidad.

En el capítulo tres se realizará la presentación de un presupuesto por concepto de fabricación y montaje de la estructura, en el cual haremos referencia a los conceptos de presupuesto, concepto, unidad, precio unitario, generador y estimación.

En el capítulo cuatro haremos mención del proceso de fabricación, en el que se incluirán la solicitud de los materiales, su almacenamiento, el trazo, el corte, el proceso de soldadura y su entrega.

Para el capítulo cinco se hará referencia al proceso de montaje, en el cual se incluirán los trabajos básicos para iniciar con el montaje, los equipos a utilizar, los métodos o técnicas de montaje, la calidad o certificación de las soldaduras y finalmente los elementos de protección o seguridad que se le puede suministrar a las estructuras metálicas después de su fabricación.

Finalmente en el capítulo seis se proporcionarán una serie de conclusiones y recomendaciones, las cuales se deberán considerar para proyectos similares al descrito en este trabajo.

I.- ELEMENTOS EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA DE TIPO INDUSTRIAL

I.1.- Elementos que componen una estructura metálica de tipo industrial.

Una estructura de tipo industrial está compuesta (Fig. I.1) por marcos (rígidos, semi-rígidos o libremente apoyados) los cuales a su vez están compuestos por columnas, vigas y conexiones entre estos elementos. Pueden existir una serie de combinaciones entre vigas y columnas de diferente configuración y materiales (concreto reforzado y acero estructural); por ejemplo se puede hacer la combinación de columna y viga de alma llena (vigas de acero laminadas comerciales o fabricadas), o bien la combinación de columna de alma llena y armadura como viga (elementos fabricados en taller), también la columna de concreto y la viga de armadura o bien la columna de celosía y la viga de armadura a este tipo de combinaciones se le conoce como marco rígido compuesto. Los marcos generalmente son distribuidos de acuerdo a requisitos del diseño arquitectónico, a aspectos económicos y funcionamiento de la estructura. La función de estos elementos como se observa es soportar las cargas gravitacionales y laterales transmitidas por los elementos que sobre estos descansan, conocidos como largueros, la elección de este tipo de elementos depende de la separación entre marcos, de la separación entre estos mismos y del tipo de cubierta que se empleara, los largueros tienen la función de soportar el material utilizado como techo o cubierta. Finalmente como parte principal de la estructura se colocan los elementos conocidos como contraventeos los cuales son colocados verticalmente entre columna y columna y horizontalmente en el sistema de techo, la función principal de estos elementos es transmitir las cargas producidas por las fuerzas de sismo o de viento al sistema de cimentación, conjuntamente con este tipo de elementos se colocan los SAG ROT o contraflambeos los cuales realizan la función de alinear los montenes así como transmitir la carga horizontal de la cubierta.

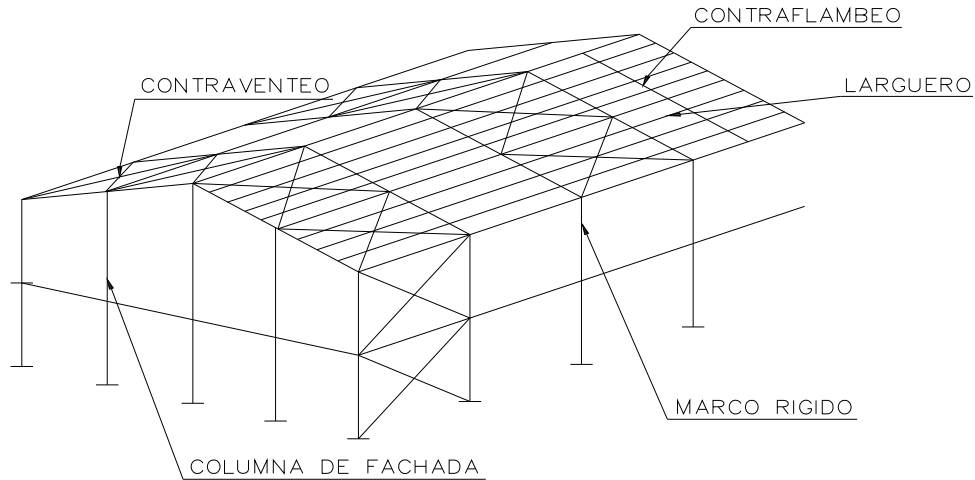


Fig. I.1 Elementos de una estructura de tipo industrial.

I.1.1 Placas Base.

Una placa base (Fig. I.2) es un elemento que sirve para distribuir y transmitir la carga de la columna de acero a la cimentación y que normalmente es más chica que la superficie donde se apoyara y más grande que la columna que recibirá, la placa base puede ser suministrada y colocada en el momento de efectuarse la cimentación o bien puede colocarse directamente en la columna en taller y posteriormente fijarse a la cimentación mediante tornillos.

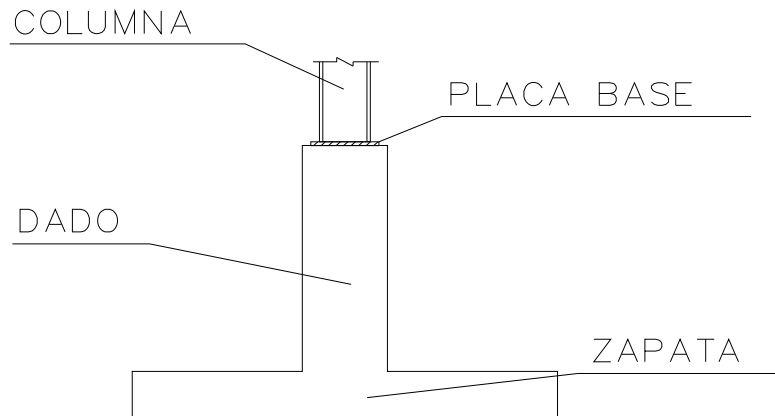


Fig. I.2 Placa base.

I.1.2 Marco Rígido

Como se menciona en el punto anterior uno de los elementos básicos en la fabricación de una cubierta para una nave de tipo industrial son los marcos rígidos su nombre proviene de que los elementos principales que lo componen, son vigas y columnas, las cuales están ligados entre si por medio de conexiones rígidas capaces de transmitir los momentos, fuerzas normales y de cortante sin que exista desplazamientos lineales o angulares relativos. Las columnas como se menciona anteriormente pueden ser fabricadas de concreto, de acero o bien de la combinación de ambos materiales, la elección del tipo de material del cual será fabricada la columna dependerá de los requisitos arquitectónicos de la estructura, de los materiales que serán fabricados los muros perimetrales, del uso de la estructura y finalmente el factor más importante que es el económico. Cuando una columna es fabricada de acero su sección transversal puede ser de tipo comercial conocido como perfil laminado o bien puede fabricarse con placas de acero conocidas como armada y pueden ser de sección continua o variable, en algunas ocasiones las columnas pueden ser fabricadas por medio de celosías (armaduras verticales), la elección del tipo de fabricación de columna puede depender de varios factores entre los cuales se puede mencionar que la sección transversal solicitada no exista comercialmente o bien que económicamente una sea más aceptable que otra. Una columna debe tener la capacidad de soportar las cargas que le transmiten las vigas o elementos adyacentes, así como soportar las fuerzas horizontales cuando los marcos son contra venteados y la totalidad de la carga cuando no tiene contraventeo, llevando estas cargas a la cimentación, así como los momentos producidos por las fuerzas horizontales.

I.1.3 Vigas de alma cerrada

Las vigas son secciones que son colocadas con una pequeña inclinación para el escurrimiento de agua, nieve o granizo. Estos elementos tienen la función de soportar directamente las cargas verticales permanentes, muertas, vivas y accidentales que actúan sobre la estructura, además contribuyen a la rigidez de conjunto. Las vigas a

diferencia de las columnas preferentemente son fabricadas de acero ya que si se llegaran a fabricar de concreto reforzado los peraltes que proporcionaría el diseño debido a los grandes claros que se manejan en este tipo de estructuras serían muy grandes los cuales estaría fuera de la realidad y económicamente estarían muy elevados. Para la fabricación de las vigas generalmente se opta por un perfil comercial, pero si este no se encuentra la solución sería una viga de tipo armada la cual puede ser de sección continua o variable, la elección del tipo de viga como se ha mencionado anteriormente depende de los requisitos arquitectónicos y económicos. En algunos casos cuando los claros libres por requisito arquitectónico son mayores a 12 m. generalmente la solución más sana no es una viga de alma cerrada sino una viga de alma abierta o armadura.

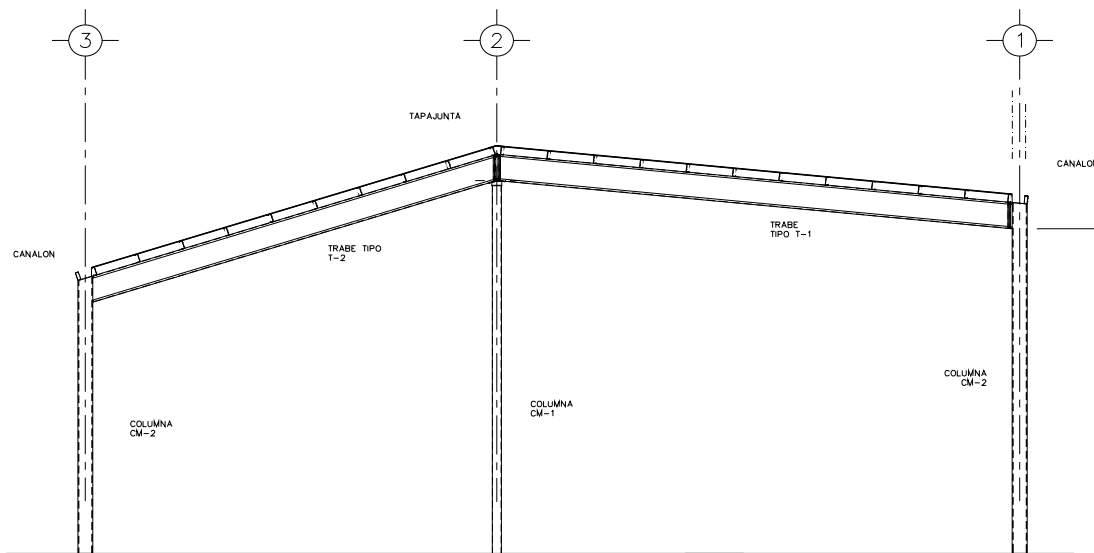


Fig. 1.3 Marco rígido con vigas de alma cerrada.

I.1.4 Vigas de alma abierta

Una armadura es una estructura formada por elementos rectos conectados en sus extremos generando de esta forma uniones conocidas como nudos. Los elementos de una armadura solo pueden ser unidos por sus extremos de manera que formen triángulos arreglados

de tal forma que se tenga una estructura rígida capaz de resistir un sistema de cargas. Las armaduras deben cumplir la condición de que solo deberán ser cargadas en nudos debido a que los elementos de una armadura comúnmente se diseñan para resistir fuerzas axiales ya sea a compresión o a tensión y por lo general son elementos muy delgados con poca capacidad de resistir fuerzas laterales, si ocurriera lo contrario se generarían momentos en los elementos, los cuales se tendrían que rediseñar para resistir flexión y aumentar sus dimensiones. Teóricamente existen alrededor de once tipos de armaduras.

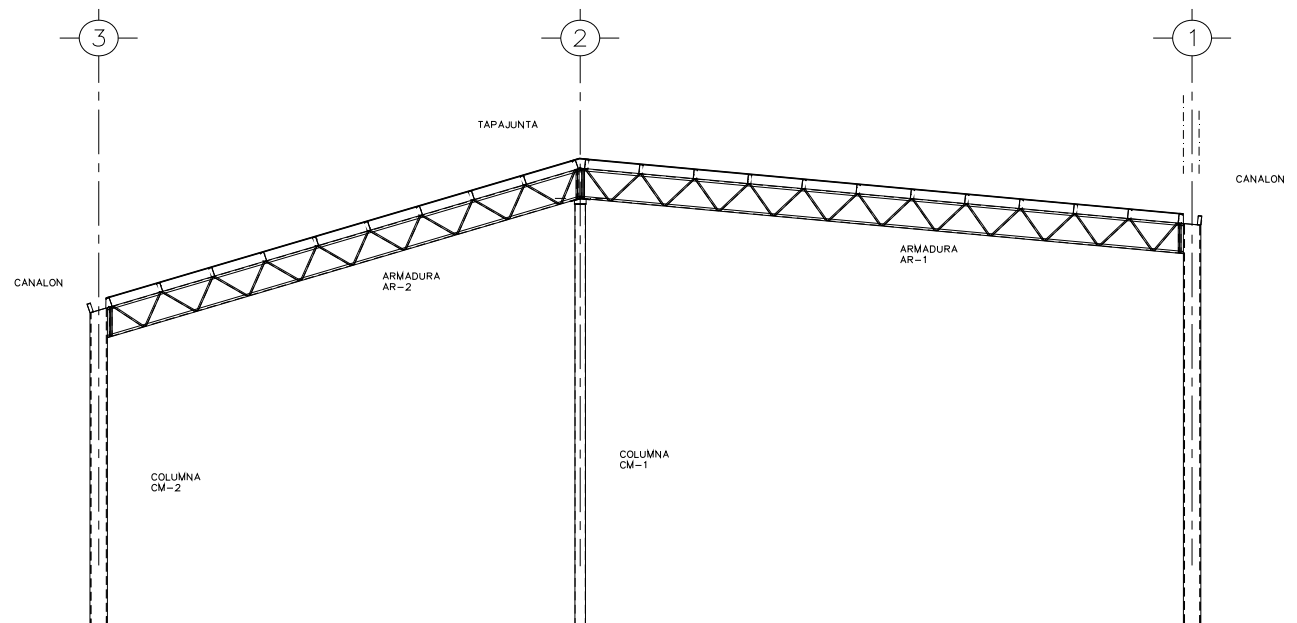


Fig. 1.4 Marco rígido con vigas de alma abierta.

La elección del tipo de armadura como se ha mencionado anteriormente se basa en requisitos arquitectónicos y económicos, en este caso lo estético es un factor importante debido a la impresión que causa la armadura por el tamaño y perfiles que se utilizaron para su fabricación, pero generalmente lo más agradable es lo más caro y es aquí cuando entra el aspecto económico.

I.1.5 Largueros

Los largueros (Fig. I.5) son vigas que cubren el claro existente entre marcos y son quienes van a transmitir las cargas provenientes de el sistema de techo, generalmente se colocan con separaciones entre 1.20 m. a 1.50 m. dependiendo del tipo de material que se utilice para techar, el cual puede ser de láminas metálicas, asbesto u otro material ligero, los perfiles más comunes para claros no mayores de 6.00 m son los perfiles de lámina doblada en frío en forma de "C" conocidos como canal monten reforzados con un ángulo en su espalda para eliminar las excentricidades o bien en "Z" siendo esta última la más ventajosa debido a sus características. En el mercado podemos encontrar este tipo de perfiles en forma comercial con longitudes de hasta 6.00 m por esta razón y para evitar desperdicios y empalmes se recomienda que la separación ideal entre marcos sea de 6.00m como máximo.

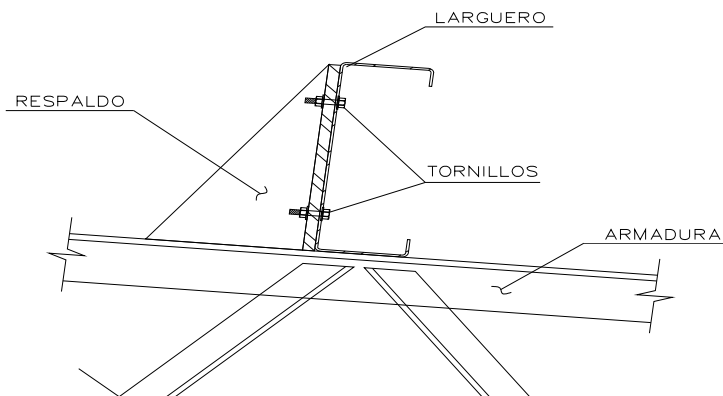


Fig. 1.5 Clásico larguero.

I.1.6 Tensores o Contraflambeos.

Los tensores o contraflambeos (Fig. I.6) son los elementos que van colocados entre monten y monten, comúnmente sirven para transferir las cargas de gravedad paralelas al sistema de techo o bien para disminuir la deflexión en el plano débil del larguero y darle una mayor rigidez, el perfil típico para este tipo de elementos es el redondo de 5/8" a 3/4" de diámetro, para hacer efectiva la capacidad de fuerza de

los tensores o contraflambeos, estos deberán ser llevados desde la cumbrera del techo y debe ser balanceada por un elemento igual del lado opuesto de la cumbrera, generalmente estos elementos son colocados terciados entre claros y su conexión típica es por medio de cuerdas y tuercas en los extremos de las barras o bien en ocasiones es unido mediante soldadura utilizando como respaldo un ángulo.

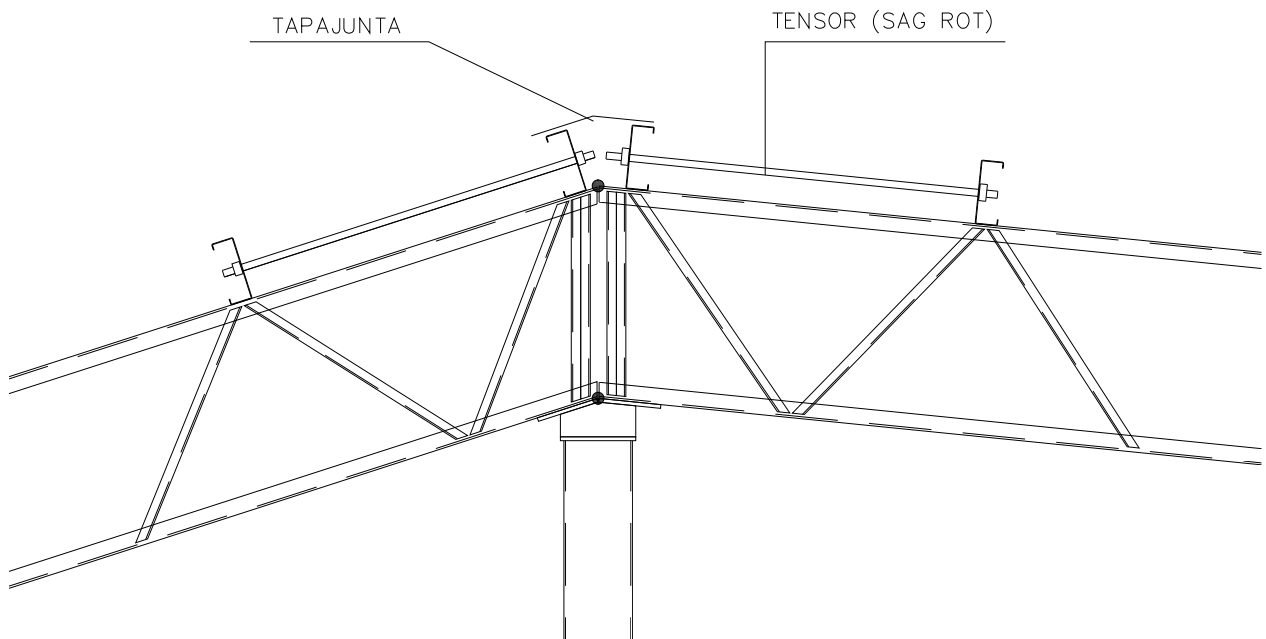


Fig. 1.6 Tensor o contraflambeo en una techumbre.

I.1.7 Contraventeos.

Se conoce como contraventeo (Fig. I.7) a todos los elementos situados en los planos verticales, horizontales e inclinados que no forman parte de estructura principal pero que contribuyen a resistir las fuerzas horizontales que actúan sobre ella, estas fuerzas generalmente son generadas por efectos del sismo o de viento y en ocasiones por impacto debido a la existencia de vigas grúa, evitan el pandeo de conjunto de los elementos de la estructura y principalmente para darle rigidez lateral a las estructuras Longitudinalmente estos elementos

secundarios generalmente solo podrán colocarse en los ejes laterales debido a las restricciones de funcionamiento de la estructura, cuando esto sucede, debe de diseñarse un sistema de contraventeo horizontal en el techo de la estructura, el cual transmitirá las fuerzas de sismo o de viento a los ejes laterales pues el sistema de techo no tiene la rigidez ni la resistencia necesaria para trabajar como diafragma, otra restricción común, es cuando el proyecto arquitectónico o de funcionamiento no nos permite la colocación de contraventeos verticales en los ejes laterales, en este caso las fuerzas horizontales se resisten en ocasiones por medio de marcos rígidos de alma llena o de alma abierta, aunque son más costosos tienen la ventaja de permitir la libre circulación dentro de la estructura.

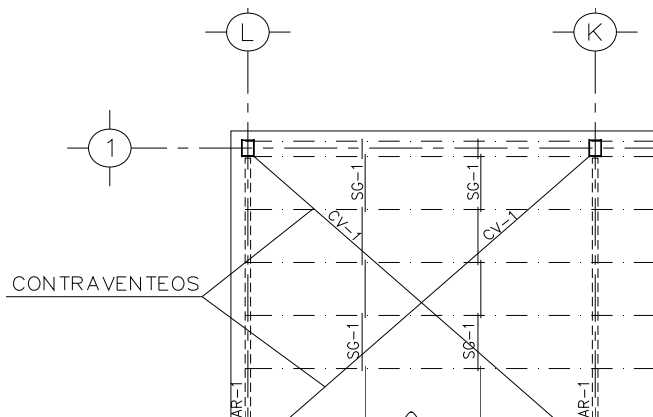


Fig. 1.7 Contraventeo horizontal.

I.2 Métodos de anclaje en placas base.

Los apoyos más comunes que se utilizan son los apoyos articulados (donde las incógnitas son la reacción vertical y la reacción horizontal) y el apoyo empotrado (donde las incógnitas son las reacciones vertical y horizontal y el momento que se genera) o bien se puede seleccionar una combinación de ambos, es decir, articulado en una dirección y empotrado en la otra dirección.

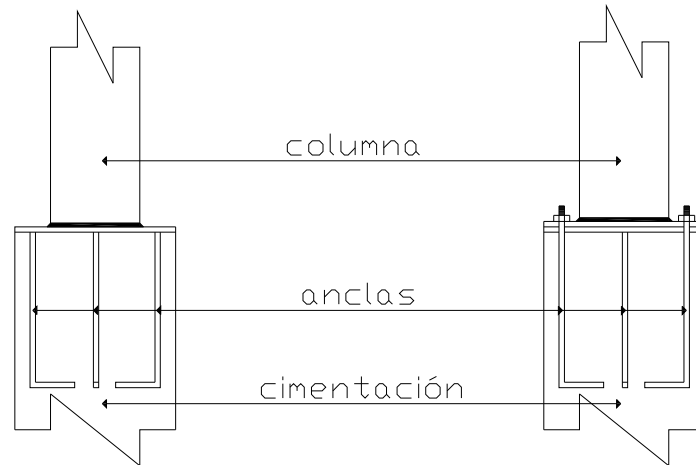


Fig. I.8 Placa base soldada. Placa base atornillada.

I.3 Tipo de perfiles usados en la construcción de elementos.

EL elemento más común en una nave industrial son las armaduras y la sección más común para los elementos de una armadura de techo es la formada por dos ángulos espalda con espalda o bien por perfiles tipo PTR (Perfil Tubular Rectangular). Cuando las cargas son ligeras y el claro es corto, en ocasiones es suficiente la utilización de una sección compuesta por un sólo ángulo, la cual puede usarse pese a su falta de simetría, pero uno de los principales problemas que presentan los ángulos es la presencia de excentricidades en la conexión.

Cuando las armaduras de techo tengan que librar grandes claros pueden requerirse algunas secciones armadas (las secciones armadas son elementos que se fabrican en taller por medio de placas o perfiles con características que no se encuentran en el mercado) o bien si no se quieren utilizar miembros armados, se podrán utilizar miembros laminados que proporcionen la rigidez suficiente, dependiendo de las magnitudes de las cargas, del claro a cubrir por la armadura y principalmente del costo entre uno y otro.

El uso de miembros armados se realiza cuando se requiere una cierta rigidez que un elemento laminado no puede proporcionar o bien cuando se consideran

La inversión de cargas, es decir el miembro diseñado a tensión puede ser sujeto a ciertas compresiones, en la cual los perfiles esbeltos y con poca rigidez no podrán soportar. Es por esta situación que deben de utilizarse perfiles estructurales sencillos ó armados.

Los miembros armados se obtienen conectando 2 o más placas o perfiles entre sí de modo que actúen como un miembro único. Estos miembros pueden ser necesarios debido a requisitos de área, o bien de rigidez ya que para una misma área puede obtenerse un mayor momento de inercia para una sección armada que para un perfil laminado sencillo. Otra razón puede ser la necesidad de una conexión adecuada, cuando el ancho ó el peralte requeridos para la conexión no pueden obtenerse de perfiles laminados Standard.

I.4 Tipos de acero.

El acero estructural es básicamente una aleación o combinación de hierro con carbono, silicio, fósforo, azufre y en algunas ocasiones se combina con otros elementos específicos tales como el cromo o el níquel con propósitos determinados, normalmente es laminado en caliente con fines estructurales.

Los diferentes tipos de aceros estructurales se clasifican de acuerdo a los elementos de aleación que producen distintos efectos en el acero:

- a.- Aceros estructurales al carbono.
- b.- Aceros estructurales aleados tratados y templados.
- c.- Aceros de alta resistencia y de baja aleación.
- d.- Aceros inoxidable.
- e.- Aceros de calibre delgado (laminados en frío).
- f.- Alambres y cables.

I.4.1 Ventajas del acero como material de construcción:

- 1.- El material es homogéneo.
- 2.- Gran capacidad de absorción de energía.
- 3.- Menor peso.
- 4.- Rapidez para construir.
- 5.- Secciones más esbeltas.
- 6.- Los elementos son prefabricados.
- 7.- Recuperación de la estructura.

I.4.2 Desventajas

- 1.- El acero estructural e insumos (soldadura y tornillos) en México es cada vez más caro.
- 2.- Poca resistencia ante altas temperaturas.
- 3.- Débil ante la corrosión.
- 4.- Mejor calidad en mano de obra y supervisión.

II.- MÉTODOS DE UNIÓN O CONEXIÓN

En la fabricación y montaje de estructuras de cualquier material, en este caso en el acero debe de ponerse una particular atención en el diseño y fabricación de conexiones, ya que deben ser capaces de transmitir los elementos mecánicos obtenidos en el análisis estructural de los elementos que se ligan, satisfaciendo al mismo tiempo las condiciones de restricción y continuidad supuestas en el análisis. Las uniones o conexiones generalmente se forman con elementos de unión como son: placas de cortante o de momento y ángulos. Los métodos unión o conexión que son utilizados en la actualidad son:

- a) El método de la soldadura.
- b) El método por tornillos.

Cabe mencionar que antiguamente se utilizaban los remaches como elementos de unión los cuales en la actualidad están en desuso.

Las conexiones pueden ser de dos tipos:

- a) Conexión flexible, la conexión flexible de un elemento permitirá el giro de los extremos del elemento permitiéndose la deformación inelástica de la conexión y siempre se diseñaran para resistir fuerza cortante.
- b) Conexión rígida, este tipo de conexión debe ser capaz de transmitir los momentos, fuerzas normales y cortantes, sin que existan desplazamientos lineales o angulares relativos entre los extremos de los elementos.

De acuerdo al tipo de conexión existen dos tipos de estructuras:

- a) Estructuras tipo 1: Estas son llamadas estructuras continuas o marcos rígidos
- b) Estructuras tipo 2: Son aquellas estructuras en que las conexiones permiten rotaciones relativas que son capaces de transmitir fuerzas cortantes y normales.

II.1 Uniones por medio de soldadura.

La soldadura es un proceso típico en la unión de piezas de metal, este proceso consiste en la unión de dos o más piezas de metal, en la cual simultáneamente se

funde parte de las dos piezas junto con el material de aportación conocido como electrodo, siendo este el tipo de soldadura más común en la fabricación de estructuras de acero, existen otros tipos de soldadura que pueden ser consultados en las referencias bibliográficas.

Dentro del proceso de soldadura es muy importante conocer el tipo y variedad de electrodos que se dispone, para tener conocimiento de sus características técnicas, un electrodo es una varilla cubierta por una pasta la cual en el momento de fundirse produce un gas que evita entre aire al material fundido, evitando de esta manera la formación de burbujas dentro de la soldadura, por esta razón es de gran importancia que el electrodo siempre cuente con este recubrimiento para asegurar parte de la calidad de la soldadura.

En el mercado se dispone de una variedad de electrodos de manera que se puede hacer un ajuste apropiado de la resistencia y características del metal base con el material de la soldadura.

Para aplicaciones estructurales, la ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales), ha establecido un sistema de numeración de electrodos, que los clasifica de la manera siguiente:

Eaaabc

Donde:

E: Electrodo

aaa: Es un número de dos o tres dígitos que establece la resistencia última a tensión del metal de la soldadura o electrodo. En general se dispone de las siguientes resistencias: 60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 Kips/in² que sería igual a 4220, 4920, 5620, 6330, 7030, 7730 y 8440 kg/cm². Siendo los E70 los que más uso tienen en el trabajo estructural ya que son compatibles con todos los grados de acero hasta $F_y=60$ kips/in².

B: Es un dígito que sirven para indicar la posición adecuada para aplicar la soldadura con este tipo de electrodo, las cuales puede ser plana, horizontal, vertical o sobre cabeza, siendo esta última la menos recomendable y si es posible evitarla.

1= Apropriado para soldar en todas las posiciones.

2= Apropriado para filetes horizontales y en posición plana de trabajo.

c: Es un dígito que indica el tipo de fuente de corriente y la técnica de la soldadura o bien para indicar una característica particular del electrodo.

El metal de aportación o soldadura deberá cumplir con las siguientes condiciones para que sea compatible con el metal base:

- a) Tanto el esfuerzo mínimo de fluencia como el esfuerzo mínimo de ruptura en tensión del metal de aportación depositado, sin mezclarse con el metal base deberán ser igual o ligeramente mayores que las correspondientes al metal base.
- b) El acero más común es el A-36, las soldaduras manuales más comunes en el medio utilizan electrodos E60XX o E70XX, los cuales producen un metal de aportación con esfuerzos mínimos de fluencia de 3,500 y 4,000 kg/cm² respectivamente y esfuerzos mínimos de ruptura en tensión de 4,200 y 4,900 kg/cm², los cuales son compatibles con el acero A-36 cuyos esfuerzos mínimos especificados de fluencia y de ruptura son de 2,500 y 4,100 kg/cm² respectivamente.

Existen tres tipos básicos de soldadura:

- a) Soldadura de filete: la cual se obtiene depositando un cordón del metal de aportación en el ángulo formado por los bordes de las dos piezas, cuya sección transversal formara un triángulo.
- b) Soldadura de penetración: se obtiene depositando el metal de aportación entre el borde de dos placas, la soldadura puede ser de penetración completa o de penetración parcial.
- c) Soldadura de tapón.

La sociedad americana de soldadura (AWS) ha especificado un conjunto de símbolos que proporcionan los medios para dar en los planos de fabricación o de taller una información completa en cuanto a la soldadura.

II.2 Unión por medio de tornillos.

Los tornillos son elementos fabricados de diferentes metales y calidades y se usan para unir piezas de metal entre sí, insertándolos a través de agujeros conocidos como barrenos fabricados en dichas piezas metálicas por diferentes métodos ya sea manual o mecánicamente y posteriormente son sujetos en el lado extremo por una tuerca la cual se rosca y se aprieta de forma manual o mecánica.

Los tornillos estructurales pueden clasificarse de acuerdo con las siguientes características:

- 1.- Tipo de vástago.
- 2.- Material y resistencia.
- 3.- Forma de la cabeza y de la tuerca
- 4.- Tipo de cuerda.

Los diámetros de los barrenos deberán cumplir con una cierta holgura dependiendo del método que se utilizo para fabricar el barreno:

- a) Para barrenos punzonados la holgura deberá de ser de 1/8".
- b) Para barrenos taladrados la holgura deberá de ser de 1/16".

Los tornillos estructurales ordinarios o estándar se fabrican de acero dulce (A-307) con una resistencia última a la tensión de 4499 Kg/cm².

Los tornillos estructurales de alta resistencia a la tensión se fabrican de aceros tratados y templados los más utilizados son los **A-325** y los **A-490**, las limitaciones de uso entre tornillos es el control de calidad entre uno y otro,

siendo los primeros los que mayor calidad presentan. En caso que la calidad sea igual se deberá vigilar que la cuerda quede dentro o fuera del plano de corte, debido a que la cuerda de los tornillos A-490 es más larga.

Se debe saber que la capacidad de carga máxima de una junta de conexión dentro de los niveles de seguridad es la que permiten los esfuerzos permisibles proporcionados por las normas de diseño en aplicación.

Generalmente las capacidades de los tornillos en sus diferentes presentaciones se encuentran estandarizadas, estas las podemos encontrar en tablas proporcionadas por los manuales del IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción y el Acero) o AHMSA (Altos Hornos de México).

Continuando con los procedimientos de diseño de una junta atornillada, se debe tener conocimiento de conceptos básicos como:

- a) Área total: que es el área completa de la sección transversal de un miembro.
- b) Área neta: es la que se obtiene al hacer deducciones de las áreas barrenadas según las normas de diseño para miembros sujetos a tensión.
- c) Espaciamiento entre conectores, es decir las separaciones mínimas entre ellos, la distancia mínima al borde, así como las distancias máximas al borde de la parte conectada, y conocer los conceptos de: Gramil, Paso, Distancia mínima al borde, Separación mínima, Separación máxima al borde.

Es muy importante para la supervisión que se tomen en cuenta estas limitaciones que establecen las normas de diseño en cuanto a los espaciamientos entre conectores, por ejemplo si la separación de los conectores es pequeña, el área neta de las placas puede regir la capacidad de la conexión, y si la separación es grande la resistencia de la conexión será gobernada por la suma de las capacidades de los conectores. Por esta razón debe haber separaciones óptimas, las cuales permitan determinar la máxima capacidad de una junta.

Si en la junta existen tres elementos, por ejemplo en una armadura si un montante formado por dos ángulos espalda con espalda llega a un elemento de unión tipo placa, se dice que el conector trabaja a cortante doble, la capacidad a cortante del conector será igual al doble del área de su sección transversal multiplicada por su esfuerzo permisible del acero con que está hecho el tornillo.

II.3 Ventajas.

II.3.1 Ventajas del uso de la soldadura con respecto al uso de los tornillos

Las múltiples ventajas que ofrece la soldadura, hacen que esta sea aplicada en la gran mayoría de los trabajos estructurales, entre las muchas ventajas se pueden mencionar las principales:

1.- La economía es uno de los factores principales dentro de los trabajos realizados con soldadura, ya que su empleo, hace que se eliminen varios elementos de conexión como placas de unión y empalme que generalmente son utilizadas en uniones hechas con tornillos y que además representan un considerado porcentaje en el peso de la estructura, y aunque la soldadura requiere ser hecha por una persona especializada, está sola persona sustituye a toda una cuadrilla para realizar un atornillado.

2.- La amplia aplicación de la soldadura es otra de las ventajas que esta tiene, ya que existen elementos en los que resulta más fácil hacer su conexión por medio de soldadura que con tornillos, resultando en algunos casos casi imposible, por ejemplo en la unión de una trabe a una columna circular, además de tomar en cuenta que en la actualidad el uso de estructuras especiales y caprichosas es cada vez más frecuente.

3.- El silencio que puede requerir la zona de trabajo, es también un factor determinante.

4.- Otra de las ventajas de la soldadura, es que cuando se hacen conexiones a alturas considerables con tornillos, las cabezas de estos pueden caer y resultar peligrosos.

5.- La eliminación de placas de unión y de empalme al usar soldadura hace que el tiempo en detalle, armado y montaje sea menor, además de que le proporciona un aspecto de limpieza y claridad a la obra.

6.- Si se busca que la unión sea rígida, esta tendrá que ser soldada ya que los miembros deben unirse directamente uno a otro, mientras que en una unión atornillada las uniones se hacen con placas y ángulos que se deforman por la transmisión de las cargas.

7.- Cuando se desea que una estructura sea continua, lo más viable es que se utilice soldadura en sus conexiones, ya que esta continuidad es proporcionada por la fusión de las partes unidas y el material de aportación siendo esta última en ocasiones más resistente que el metal base.

II.3.2 Ventajas de uso de tornillos con respecto al uso de la soldadura.

1.- Las uniones con tornillos no requieren de mano de obra tan especializada como en el caso de la soldadura, ya que la instalación de un tornillo se aprende en poco tiempo, mientras que el proceso de soldadura requiere de mucho tiempo y conocimiento de otros factores que pueden afectar su calidad.

2.- No se necesitan de conectores de montaje que se deben retirar después como en la soldadura.

3.- El equipo que se requiere para hacer una conexión atornillada es más sencillo, además de que su funcionamiento no requiere de energía eléctrica, en cambio el equipo de soldadura en ocasiones no se puede transportar a grandes alturas.

4.- Se ha demostrado que la resistencia a la fatiga de una unión atornillada es mayor que la de una unión soldada.

5.- Cuando un elemento se modifica o habrá que repararse por alguna necesidad, los cambios en la unión son más sencillos.

6.- De acuerdo con el tipo de construcción que admiten los reglamentos para el diseño y construcción de estructuras de acero; conexiones rígidas, semi rígidas y simples, las estructuras soldadas rígidas no permiten el desplazamiento entre elementos de unión bajo cargas de sismo, ya que de acuerdo a la definición una unión rígida, esta se usa para transmitir los elementos mecánicos de tal manera que los ángulos originales formados por los elementos conectados no experimenten cambio alguno con el objeto de mantener una estructura continua. Por lo anterior y de acuerdo a estudios realizados, una estructura debe absorber energía durante un sismo mediante un proceso de deformación. Las conexiones atornilladas si pueden considerarse como conexiones simples y semi rígidas.

II.4 Control de calidad.

II.4.1 Conexiones soldadas.

El diseño de una conexión soldada consiste en seleccionar el tipo de soldadura más favorable para las cargas a transmitir por medio del tamaño y distribución particular de los miembros, e implica la determinación del arreglo y tamaño de las soldaduras, sin embargo un buen diseño en el papel no nos puede asegurar una buena conexión soldada sin una buena mano de obra en el taller y en el campo, contar con los conocimientos necesarios sobre el tamaño y composición química de los electrodos, la secuencia y el número de pasos en la soldadura, la velocidad, la corriente y el voltaje adecuados para la soldadura en cuestión, una preparación adecuada de la junta antes de soldar y el uso de la experiencia para la utilización de elementos auxiliares para la aplicación de un cierto tipo de soldadura determinan la calidad de la mano de obra y por lo tanto de la calidad de la soldadura.

Para asegurar una buena calidad en la soldadura es importante que tanto el ingeniero, la supervisión y la mano de obra calificada cuenten con los conocimientos básicos de los efectos de la soldadura sobre los metales, es decir los efectos térmicos sobre el metal base y las

propiedades de los materiales, por ejemplo cuando se fusiona el metal de aporte con el metal base estas dos partes se calientan a temperaturas tan altas que los materiales se funden, después de esta etapa es importante que su enfriamiento sea lento y no acelerado para evitar una soldadura dura y frágil. Por esta razón es importante mencionar que se deben de evitar las soldaduras en fríos extremos, en momentos de lluvia y en ocasiones en horarios nocturnos.

Los defectos más comunes por el uso de una mano de obra no especializada o calificada son la socavación, la falta de fusión y penetración, la inclusión de escoria y la porosidad, sin una buena supervisión la mayoría de estos defectos tienen como resultado la falla de la unión soldada.

Para evitar este tipo de problemas existen centros educativos (CETIS) y laboratorios particulares que se dedican a impartir cursos de certificación de soldadores, los cuales después de sesiones teóricas y prácticas son certificados de acuerdo al tipo de soldadura que desean practicar. Las pruebas consisten en realizar ciertos tipos de soldaduras las cuales deberán cumplir con la resistencia y ductilidad requeridas y de acuerdo a la calidad de la soldadura el soldador recibe una calificación.

Sin embargo no es suficiente confiar solamente en las pruebas de calificación, si no debe tenerse una inspección más confiable que determine que la calidad de la soldadura cumplirá con los requisitos y normas de calidad.

Las pruebas en soldadura, se dividen en dos grandes grupos: Destructivas y No destructivas. Entendiéndose por destructivas, aquellas en las cuales después de realizadas, se destruye o inhabilitan la parte o pieza probada. Estas a su vez se dividen en Físicas, como las

pruebas de tensión, doblez, dureza o impacto. Y pruebas Químicas, como el análisis químico por elementos, las pruebas para determinar la resistencia a la corrosión o las metalografías.

Las pruebas No destructivas, son aquellas en que después de realizadas no se destruye o inhabilita la pieza, parte o soldadura inspeccionada. Las principales y más importantes utilizadas en la industria son la Inspección Visual, con Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, Ultrasonido y la Radiografía Industrial.

II.4.2 Inspección Visual

La Inspección Visual es de los métodos No-Destructivos el más importante y el más usado. Es fácil de realizar, rápido, barato, no se requiere de equipo especial y proporciona información muy importante con respecto a la concordancia general de la soldadura de acuerdo a las normas.

La práctica de la Inspección Visual, se realiza antes, durante y después de soldar. El inspector debe de estar familiarizado con los documentos aplicables al caso, a los estándares de manufactura y a todas las fases de las prácticas de taller.

Por lo general para realizar la Inspección Visual, el inspector se auxilia de una lámpara de mano, una lupa, espejos pequeños y calibradores adecuados.

La Inspección Visual en el pre-soldado empieza con el material a soldarse, en donde cualquier condición superficial dañina deberá

detectarse; las laminaciones serias en placa se pueden detectar sobre las orillas que han sido cortadas, las dimensiones de las partes a soldarse se deberán verificar y en general se debe considerar lo siguiente antes de soldar:

1. La preparación de la junta, dimensiones y acabados.
2. La separación y dimensiones del anillo o placa de respaldo.
3. Alineación y posicionamiento de las piezas a soldarse.
4. Verificación de la limpieza.

La Inspección Visual durante la ejecución de los cordones de soldadura, comprende la verificación de los siguientes puntos:

1. El proceso de soldadura.
2. Limpieza.
3. Precalentamiento y temperatura entre pasos.
4. Preparación de la junta.
5. El metal de aporte.
6. El fundente o gas de protección.
7. Pulido, desbaste, etc.
8. Control de la distorsión.
9. Tratamiento térmico.

II.4.3 Proceso de certificación de las soldaduras por medio de radiografía:

- a) Se realiza la preparación de la soldadura
- b) Antes de proceder a la inspección radiográfica se verificará visualmente que la soldadura esté terminada al 100% y que en

ningún punto exista una irregularidad, y si existiese se debe reparar.

- c) Que la soldadura aplicada sea la que indica el proyecto.
- d) La radiografía o muestra deberá contar con información necesaria para poder relacionarla con el punto correspondiente donde fue tomada.



Fig. II.1 Preparación de la unión para la toma radiográfica.

Los resultados impresos de las radiografías deberán de presentarse libres:

- a) Sin marcas por escurrimiento
- b) Sin rayones
- c) Sin marcas por estática

La radiografía deberá contar con la información necesaria para su correcta identificación.



Fig. II.2 Equipo para la toma de radiografías a soldaduras.

II.4.4 Método de líquidos penetrantes

El método de líquidos penetrantes es un medio seguro para detectar discontinuidades que estén abiertas a la superficie de materiales ferrosos, las discontinuidades físicas por este métodos de inspección no destructiva son roturas, fisuras, traslapes y porosidades.

Igual que el método por radiografía, el método por líquidos penetrantes aplicará después de proceder a la inspección de la junta soldada, es decir se verificará visualmente que la soldadura éste terminada al 100%, así como que esta se encuentre aplicada correctamente y posteriormente procediendo a realizar la limpieza hasta dejar la superficie libre de toda irregularidad.

Los métodos de aplicación se clasifican en:

- a) Penetrantes fluorescentes
- b) No fluorescentes



Fig. II.3 Líquidos en aerosol para la prueba de líquidos penetrantes.

El método de aplicación de este tipo de inspección consiste en cubrir completamente la superficie a inspeccionar por el líquido el cual se aplica con una brocha, aerosol o pistola de rociado. Después de la aplicación deberá dejarse escurrir el exceso de líquido dejando el tiempo conveniente para su óptima penetración que generalmente varía entre 5 y 10 minutos.



Fig. II.3 Unión sujeta a la prueba de líquidos penetrantes.

Transcurrido el tiempo de penetración debe ser removida cualquier cantidad del penetrante que permanezca en la superficie teniendo cuidado de no remover o eliminar la mínima cantidad de penetrantes de las discontinuidades o puntos malos, su remoción se puede hacer de acuerdo al tipo de líquido usado (agua, solventes o arenas).

Los resultados se obtendrán por medio de un examen de luz negra o visual.

II.4.5 Método de ultrasonido

Es un método utilizado con resultados pronto que se detectan en el momento de realizar la prueba.



Fig. II.4 Aplicación del método de ultrasonido.



Fig. II.5 Equipo utilizado en la aplicación del método.

II.4.6 Control de calidad en los tornillos.

Todos los elementos estructurales involucrados en el proyecto se sujetaron a las Especificaciones para el diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero para edificios, Normas Técnicas Complementarias (NTC) y al Reglamento de prácticas generales del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA).

Todos los tornillos estructurales ASTM A325 ó A490 cumplirán con los requisitos de la ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales).

El manejo y almacenamiento de los elementos de unión es una de partes más importantes en el control y calidad, por lo que en la obra deberán protegerse de la humedad y la suciedad y solo retirarse del almacén la cantidad que se estima se utilizara y el restante regresarse al mismo sitio, se deberá poner cuidado en no retirar el lubricante que traen de fabrica, y en caso de utilizar conectores con oxido o sin lubricante deberán lubricarse antes de ser colocados.

La reutilización de tornillos de alta resistencia A-325 ó A-490 está prohibida salvo que el supervisor lo permita para casos muy especiales.

III PRESUPUESTO

III.1 Presupuesto.

Un presupuesto es la presentación por escrito del costo de una obra o proyecto y estará compuesto por una serie de partidas y sub-partidas dentro de las cuales deberán de estar todos los conceptos que comprenden la obra a realizar, en el presupuesto se nos indicara el costo de cada uno de los conceptos mediante un precio previamente analizado, obteniendo el costo total por partida y sub-partida para que finalmente la suma de todas nos dé el costo total por ejecutar dicha obra.

En el medio se conocen básicamente dos tipos de presupuestos: el primero es el que se presenta a una empresa privada o particular y el segundo el que se presenta a una organización pública o gubernamental, en el medio de la construcción un presupuesto se puede presentar por diferentes motivos: por solicitud directa de un particular, por una invitación de un particular o dependencia para concursar o por una licitación pública que generalmente publican las dependencias gubernamentales y en algunas ocasiones las empresas privadas.

La presentación del presupuesto deberá estar compuesta de diferentes documentos y esta documentación depende de los fines para el cual será presentado, es decir si va a ser para concurso o bien directamente para un particular, cuando el presupuesto es presentado para concurso generalmente la invitación o licitación se encuentra acompañada de una serie de documentos conocidas como bases de concurso y como su nombre lo dice, las bases son una serie de requisitos básicos para poder participar y ganar el concurso.

Las bases generalmente son vendidas y se tendrán que consultar antes de ser compradas, el principal objetivo de consultarlas es para analizar los requisitos que contienen las bases, esto quiere decir que tendremos saber si cumplimos con las características solicitadas en ellas, como por ejemplo: si

tenemos la experiencia profesional, capacidad económica y de infraestructura para ejecutar dicha obra.

Cuando el presupuesto se presenta para concurso generalmente se presenta con una serie de documentos, característica común y obligada para los concursos, por ejemplo:

- a) Las propuestas técnica y económica las cuales se deberán presentar encarpetadas y en sobres cerrados y firmados en cada hoja.
- b) Los documentos legales y financieros.

La propuesta técnica está integrada por una serie de documentos entre los que se encuentra: el recibo de pago de las bases hechas por el licitante, una descripción detallada del proceso constructivo y materiales a utilizar, organigrama del personal técnico y profesional que participara en el proyecto, así como el currículum de cada uno de ellos, relación de contratos de obra en los que haya participado, carta compromiso con una empresa especializada en control y calidad de materiales y su currículum.

La propuesta económica no es más que la presentación del presupuesto pero con ciertas características para concurso y estará integrado por un disco que deberá contener el presupuesto en electrónico elaborado con uno de los programas especializado en el análisis de precios unitarios (OPUS, NEODATA, etc), se deberá presentar en documento y en electrónico la relación de conceptos de trabajo perfectamente detallados con sus volúmenes y unidades de obra, también se presentara el análisis detallado del precio unitario de la totalidad de los conceptos, el análisis de los auxiliares y de las cuadrillas de mano de obra, la relación de costos de insumos básicos para la ejecución de la obra. Salarios base de la mano de obra, análisis de los costos horario de la maquinaria a utilizar, análisis, cálculo e integración de los costos indirectos, del costo por financiamiento, cálculo de la utilidad propuesta por el licitante, explosión de insumos, calendarios de obra y de utilización del recurso económico.

La importancia de la elaboración detallada del presupuesto de obra en un proyecto de construcción es muy considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. De los valores conseguidos, saldrán los precios que competirán con otros licitantes y harán, ganar o perder la adjudicación y en el peor de los casos, causar pérdidas económicas en la ejecución de la obra.

Su redacción deberá ser clara, concisa y muy cuidada, con gran exactitud de las mediciones y adaptado a los precios del mercado local y actual. Por la falta de rigurosidad en los conceptos antes mencionados salen la mayor parte de los problemas que aparecen en obra.

Los presupuestos que se presentan para particulares generalmente se componen de los siguientes documentos:

- 1.- Por una carátula como parte inicial de la presentación del presupuesto ante el cliente.
- 2.- El desarrollo por escrito de cada uno de los conceptos de trabajo a realizar, los cuales deberán estar perfectamente claros en cuanto alcances, materiales y en su caso método constructivo.
- 3.- De un resumen, en el cual se presentara el monto total del costo de los trabajos solicitados por el cliente, las condiciones de los trabajos a realizar, alcances administrativos de acuerdo a lo antes convenido junto con el cliente, formas de cobro, tiempo de ejecución de los trabajos, sanciones en caso de retrasos de los trabajos, etc.
- 4.- Análisis del precio unitario de cada uno de los conceptos de trabajos a ejecutar.
- 5.- Explosión de insumos, que es el desglose de cada uno de los materiales a utilizar para el proceso de los trabajos, compuesto por el tipo de material, su unidad de volumen y su costo.
- 6.- Números generadores para respaldar los volúmenes

7.- Programa de obra para definir en tiempos reales las fechas de ejecución de cada uno de los conceptos a realizar, definiendo con precisión la fecha de inicio de las actividades, así como la fecha de finalización de las mismas, los cuales podrán ser dados en días, semanas o meses.

8.- Finalmente cuando para ciertos trabajos se requiere subcontratar el servicio de mano de obra especializada no común, la compra de equipos especiales como elevadores, subestaciones eléctricas etc., materiales no comunes, se presentará al cliente una lista de proveedores, cotizaciones y en su caso facturas cuando ya se haya realizado la compra, para soportar el costo o precio unitario de cada concepto de trabajo.

Para iniciar con el desarrollo o formación de un presupuesto de obra es necesario contar con los planos del proyecto que estarán involucrados en el presupuesto, es decir, los planos de fabricación o de taller y los planos de montaje con sus respectivos planos de detalles, los cuales deberán estar perfectamente definidos, legibles y completos. Para la elaboración del presupuesto es recomendable haber realizado previamente una visita al lugar de la obra para así poder presentar un costo por la fabricación y principalmente para determinar el método de montaje de la estructura, el cual representa un porcentaje considerable en el costo del presupuesto.

Es importante mencionar que en la actualidad, refiriéndonos a presupuestos para particulares, como parte inicial del desarrollo de un proyecto se presenta un presupuesto general o base el cual estará compuesto de todas las etapas necesarias para su terminación para así tener un monto más real en cuanto a costo del proyecto y tiempo de ejecución, esta etapa resulta muy importante ya que de ésta se toman decisiones definitivas para los tiempos de terminación de la obra, así como de su costo, por ejemplo, se pueden hacer el cambio de material propuesto en el presupuesto por otro tipo de material que quizás resulte más económico pero con un proceso constructivo o de fabricación más tardado y por el contrario se utilizan materiales más caros pero que su proceso de fabricación y construcción es más rápido. Todas estas decisiones se toman en función de las necesidades del propietario o cliente. Una vez definido todo lo anterior lo que normalmente se acostumbra es en

dividirse por etapas el presupuesto general o base. Esta costumbre de tipo de trabajo se puede dar por diferentes motivos, como por ejemplo:

- a.- La falta de fluidez económica.
- b.- Indefiniciones de proyecto.
- c.- Por la variación de precios en los materiales.

III.2 Estructuración de un presupuesto.

La estructuración de un presupuesto estará formada por una serie de partidas, las cuales a su vez estarán compuestas por conceptos de trabajo, estos conceptos tendrán una unidad de obra o de medida, seguida de un volumen y finalmente de un precio (P.U. Precio Unitario).

En la tabla III.1 se presenta un índice de los capítulos o partidas que pueden componer un presupuesto que aunque no es una regla general por lo menos contiene a nivel general las partidas más comunes en un presupuesto de obra, se presenta siguiendo generalmente una secuencia lógica del proceso de construcción.

Claves de partidas	
01	Preliminares
02	Demolición
03	Excavación
04	Cimentación
05	Estructura
06	Albañilería
10	Instalaciones eléctricas
11	Instalaciones hidráulicas
12	Instalaciones sanitarias
13	Instalaciones de gas
14	Instalaciones especiales
20	Acabados
21	Carpintería
22	Herrería
23	Aluminio y cristal
24	Cerrajería
25	Limpieza
40	Suministros
70	Trámites y gestiones

Tabla III.1 Partidas de presupuesto.

III.3 Conceptualización.

La conceptualización es la formación y descripción de cada uno de los conceptos que formaran parte del proceso constructivo para la ejecución y terminación de una obra. El concepto del trabajo a ejecutar deberá estar perfectamente descrito y claro de acuerdo a los planos y especificaciones, es decir los requerimientos exigidos por el proyecto para definir con claridad el alcance y límites de cada concepto de trabajo, para cumplir con esto se deberá de tener perfectamente estudiados los planos generales y de detalles. Las especificaciones de un concepto deben de cumplir con las siguientes características:

- a) Descripción clara del concepto.
- b) Materiales que intervienen.
- c) Alcance del concepto.
- d) Unidad de volumen.
- e) Métodos de ejecución.

La determinación del número de conceptos de obra estará en función del análisis y estudio que se le haga a los planos, entre mejor sean estudiados mayor será el número de conceptos. Normalmente y como recomendación los conceptualización de un presupuesto se deberá estructurar de una manera lógica, de acuerdo al proceso constructivo, es decir, se deberá partir desde donde se considere que se inicia el proceso de fabricación del elemento o proceso concebido, y hasta donde se considere que se encuentra en calidad de entrega, considerando desde un principio los alcances y restricciones del proyecto.

III.4 Precio unitario.

El precio unitario es el costo por unidad de obra (m², m³, ml, pieza, kg, etc.) de un concepto o trabajo, que se tendrá que pagar a un contratista, empresa o maestro de obra por haberlo ejecutado de acuerdo a ciertas especificaciones, características y alcances, requeridas y especificadas con anterioridad.

El precio unitario de un concepto de trabajo estará compuesto de la siguiente estructura:

a) **PU = COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO + UTILIDAD.**

b) **PU = COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO + COSTO POR FINANCIAMIENTO + UTILIDAD + CARGO ADICIONAL.**

La estructura que presenta el precio unitario Tipo a) es la forma típica y que generalmente se le presenta a un cliente de tipo privado o particular cuando no requiere de un financiamiento ni se le realiza ningún tipo de cargo adicional.

Para la estructura que presenta el precio unitario tipo b) es el modelo típico que se presenta cuando el presupuesto es presentado a un cliente de tipo gobierno o de una dependencia de gobierno.

El Costo Directo estará compuesto por la suma del costo de todos los insumos o materiales, mano de obra, maquinaria y equipo necesario para la realización de un concepto de trabajo, en donde se deberá de considerar la importancia de integrar hasta el más mínimo elemento necesario para la ejecución del concepto, ya que de un buen análisis depende el éxito de la obra.

El Costo Indirecto estará compuesto por aquellos gastos que no se consideraron y que no pueden estar dentro del Costo Directo pero que son necesarios para la ejecución del proyecto, tales como los gastos por la Administración de Obra, Administración Central, Financiamiento en su caso, Fianzas y Seguros e Imprevistos.

La Utilidad, es la ganancia que debe tener toda empresa, considerada de acuerdo al esfuerzo técnico, administrativo, económico o de complejidad para cumplir con la terminación del proyecto.

El Costo por Financiamiento, es un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponden a los gastos derivados por la inversión de recursos propios de la empresa para dar cumplimiento con el inicio en la ejecución de los trabajos que se deberán cumplir dentro de un calendario de obra. Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento se deberán de considerar varios puntos los cuales se definen con mayor claridad en la Ley de Obras Públicas en los artículos 183 a 187, aunque generalmente es fijado por cada dependencia o entidad.

Los Cargos Adicionales son los gastos que debe realizar el contratista por estar convenidos como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o

derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos, como por ejemplo un impuesto local o federal o por gastos de supervisión de la misma dependencia. Aunque ésta es una referencia de cómo integrar un Precio Unitario, en la realidad existen variaciones en los criterios para la integración de un Precio Unitario, como por ejemplo, el tipo de proyecto, es decir, el proyecto puede ser público o bien de la iniciativa privada.

En la siguiente página se presenta ejemplo el análisis de un precio unitario en dos diferentes formas, el análisis 1 se realiza para un presupuesto que se presentara a una dependencia de gobierno y el análisis 2 se realiza para un presupuesto que se presentara a un particular o empresa privada:

En los análisis presentados nos podemos dar cuenta que para el presupuesto tipo 1 el cual es presentado para una dependencia de gobierno el precio unitario está compuesto por el costo directo, más el indirecto, más un costo por financiamiento, más la utilidad y más los cargos adicionales.. Mientras que el segundo presupuesto el cual es presentado para una empresa privada o particular el precio unitario está compuesto por el Costo directo más la utilidad solicitada por la constructora.

Para la integración del precio unitario es importante conocer las características generales de los materiales, sus costos y comportamiento en el mercado, calidades, existencia, modo de empleo, tipo y tiempo de entrega, tipo de almacenamiento, riesgos, etc.

La mano de obra es quizá uno de los puntos más delicados de un precio unitario, ya que de esta depende la ejecución de los trabajos, se deberá hacer un análisis muy minucioso para determinar los rendimientos reales de cada actividad, para de esta forma no elevar el costo del precio unitario, y contrariamente no castigar la mano de obra.

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: ANALISIS 1

Elaboración de Columna Metálica TIPO CM-1, fabricada según plano estructural E-01, a base de perfil OC de 10" y 41.77 kg/ ml; Incluye: el suministro de materiales, habilitado del acero, desperdicios, soldadura, soldadora, equipo de corte, primer anticorrosivo y pintura de esmalte color blanco, maniobras de izaje, herramientas y mano de obra.

Unidad : ML
 Cantidad : 109.53
 Precio Unitario : \$ 1,845.26
 Total : \$ 202,111.33

C Clave	D R Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales					
TUMO-0139	Tubo OC de 10" de diámetro y 41.77 kg/ml.	ml	1.15000	\$497.31	\$571.91
CORTE-PLACA	Corte en taller en placa de acero estructural A-36	kg	41.77000	\$1.20	\$50.12
TAWE-072	Pintura Anticorrosiva marca ICI de Sherwin Williams litro	lt	0.39270	\$60.00	\$23.56
GARP-231	Soldadura infra 7018 de 5 mm.	Kg	0.75000	\$28.00	\$21.00
Total de Materiales					\$666.59
Mano de Obra					
MOCA-033	X Soldador calificado	jor	0.50000	\$566.66	\$283.33
+ MOCU-016	Cuadrilla No 16 Montaje (1.00 Soldador Calificado + 4.00 Ayudante Montador y Soldador)	jor	0.16667	\$2,074.57	\$345.77
Total de Mano de Obra					\$629.10
Herramienta					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$629.10	\$18.87
Total de Herramienta					\$18.87
Equipo					
H AMAPE-035	Grúa Link Belt RTC-08030 serie II, capacidad 30 ton, longitud de la pluma 4 secciones 27.84 m	hora	0.12500	\$567.80	\$70.98
H AMAIN-010	Soldadora marca Lincoln modelo SAE 300 cap. 300 Amp.	hora	0.25000	\$96.09	\$24.02
Total de Equipo					\$95.00

Costo Directo	\$1,409.56
Indirectos (8.00%)	\$112.76
Indirectos de Campo (0.00%)	\$0.00
Subtotal	\$1,522.32
Financiamiento (5.00%)	\$76.12
Subtotal	\$1,598.44
Utilidad (15.00%)	\$239.77
Cargos Adicionales (0.50%)	\$7.05

Precio Unitario \$1,845.26

**** UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 26/100 M.N. ****

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: ANALISIS 2

Elaboración de Columna Metálica TIPO CM-1, fabricada según plano estructural E-01, a base de perfil OC de 10" y 41.77 kg/ ml; Incluye: el suministro de materiales, habilitado del acero, desperdicios, soldadura, soldadora, equipo de corte, primer anticorrosivo y pintura de esmalte color blanco, maniobras de izaje, herramientas y mano de obra.

Unidad :	ML
Cantidad :	109.53
Precio Unitario :	\$ 1,620.99
Total :	\$ 177,547.03

C Clave	Dz R	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales						
TUMO-0139		Tubo OC de 10" de diámetro y 41.77 kg/ml.	ml	1.15000	\$497.31	\$571.91
CORTE-PLACA		Corte en taller en placa de acero estructural A-36	kg	41.77000	\$1.20	\$50.12
TAWE-072		Pintura Anticorrosiva marca ICI de Sherwin Williams litro	lt	0.39270	\$60.00	\$23.56
GARP-231		Soldadura infra 7018 de 5 mm.	Kg	0.75000	\$28.00	\$21.00
Total de Materiales						\$666.59
Mano de Obra						
MOCA-033	X	Soldador calificado	jor	0.50000	\$566.66	\$283.33
+ MOCU-016		Cuadrilla No 16 Montaje (1.00 Soldador Calificado + 4.00 Ayudante Montador y Soldador)	jor	0.16667	\$2,074.57	\$345.77
Total de Mano de Obra						\$629.10
Herramienta						
FACHEME		Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$629.10	\$18.87
Total de Herramienta						\$18.87
Equipo						
H AMAPE-035		Grúa Link Belt RTC-08030 serie II, capacidad 30 ton, longitud de la pluma 4 secciones 27.84 m	hora	0.12500	\$567.80	\$70.98
H AMAIN-010		Soldadora marca Lincoln modelo SAE 300 cap. 300 Amp.	hora	0.25000	\$96.09	\$24.02
Total de Equipo						\$95.00

Costo Directo	\$1,409.56
Indirectos (15.00%)	\$211.43
Indirectos de Campo (0.00%)	\$0.00
Subtotal	\$1,620.99
Financiamiento (0.00%)	\$0.00
Subtotal	\$1,620.99
Utilidad (0.00%)	\$0.00
Cargos Adicionales (0.00%)	\$0.00

Precio Unitario	\$1,620.99
------------------------	-------------------

** UN MIL SEISCIENTOS VEINTE PESOS 99/100 M.N. **

Finalmente para la composición de un precio unitario se deberá tener el conocimiento del equipo adecuado para realizar los trabajos encomendados en tiempos y calidad especificados.

III.5 Software para el análisis de precios unitarios.

Para la realización de un presupuesto se puede recurrir a la ayuda de algunos programas o paquetes de cómputo (OPUS, NEODATA, Z 100; etc.) quienes cuentan con una base de datos que hacen más fácil la integración de un precio unitario, así como el de administrar y controlar todo el proceso, es decir, nos permite:

- 1.- Estructurar un presupuesto.
- 2.- Integrar el factor de salario real (FSR)
- 3.- Actualizar precios de materiales y mano de obra.
- 4.- Control de materiales (Almacén).
- 5.- Control de mano de obra.
- 6.- Control de estimaciones a clientes.
- 7.- Control de estimaciones a contratistas.
- 8.- Crear un programa y calendario de obra

III.6 Generadores

Una vez finalizada la conceptualización del presupuesto, se dará inicio con la obtención de los volúmenes de cada uno de los conceptos que integra el presupuesto, estos volúmenes se obtienen mediante una tabla u hoja de números Generadores como la que se muestra en la tabla 3.3 y se obtendrán de acuerdo a la unidad que solicite el concepto (kg, ml, m³, m², lote, pieza, etc.), los números generadores deberán estar respaldados por la descripción del concepto, por una clave, un croquis de ubicación o localización donde se indicara claramente los elementos que se están considerando para la cuantificación.

Una vez terminada la cuantificación de todos los conceptos que integran el presupuesto y capturada toda la información en el presupuesto, se recomienda realizar una revisión general, iniciando con el proyecto junto con el presupuesto, para verificar que se halla considerado hasta el más mínimo detalle para la ejecución total del proyecto, verificar los volúmenes y sus unidades que correspondan a las solicitadas, verificar los montos por partidas así como los totales, anticipos, tiempos de estimación, sanciones, fechas de inicio y terminación de obra, especificaciones y en el presupuesto verificar que se hayan propuesto y presupuestado los materiales correctos.

Finalmente tenemos el presupuesto terminado, el cual nos servirá para la conciliación de precios con las contratistas, estimaciones para el cliente y contratistas, mano de obra a emplear, tiempos, etc.

IV FABRICACIÓN

IV.1 Planos de taller

El fabricante de la estructura, basándose en los planos de Proyecto asignados para la fabricación de la estructura, realizará los planos de taller para definir completamente todos los elementos de la estructura metálica, debiendo comprobar en obra las cotas de proyecto y la compatibilidad con el resto de la construcción.

Los planos de taller contendrán en forma completa:

Las dimensiones necesarias para definir claramente todos los elementos de la estructura, las cuales generalmente están dadas en mm (milímetros).

Las contra-flechas de las vigas cuando estén previstas.

La disposición o arreglo de las uniones, incluso las provisionales.

El diámetro de los agujeros de los tornillos, con la clara indicación de la forma o método como deben de realizarse (cizalla, taladro u otro método), se deberá indicar también la clase y diámetro de los tornillos.

La forma y dimensiones de las uniones soldadas, preparación de bordes, procedimientos y posición de la soldadura, las características del material de aportación y orden de ejecución si es este necesario.

Las indicaciones de los métodos o tratamientos especiales que se le deba de dar a un elemento en particular.

Todos los planos de taller deberán de llevar indicados normalmente en forma de tabla como se muestra en la tabla IV.1 los perfiles, tipo de acero, pesos y

marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él, así como un CUADRO DE NOTAS en donde se indicarán las características particulares requeridas para la fabricación de la estructura.

TABLA DE TRABES					
	NPT	T-1	T-2	T-3	T-4
N-3	10.42	IR 460 X 52	IR 460 X 74	IR 410 X 67	2 CF 203 X 12
N-4	14.35	IR 460 X 52	IR 460 X 74	IR 410 X 67	2 CF 203 X 12

Donde:

NPT: Nivel de Piso Terminado dado en metros.

N-3: Número de Nivel.

T-1: Número o Marca de Trabe proporcionado por el fabricante de la estructura para su montaje.

IR 460 x 52: IR (Perfil Tipo I Rectangular), 460 es el Peralte o altura del perfil en milímetros y 52 es el peso en kilogramos por metro lineal.

NOTAS

- 1.- Acotamiento en milímetros.
- 2.- Niveles en metros.
- 3.- Verificar niveles, acotaciones, paños y ejes con planos arquitectónicos definitivos.
- 4.- La designación de los perfiles es de acuerdo con la última edición del manual IMCA (Instituto, Mexicano de la Construcción en acero).
- 5.- Las trabes serán perfiles laminados tipo "IR" (Tipo W según AISC.) de acero A-572 grado 50 con $f_y=3515 \text{ Kg/cm}^2$.
- 6.- Las placas de conexión y atiesadores serán de acero ASTM A-36 con $f_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$.
- 7.- Los tornillos para las conexiones serán de alta resistencia A-325 de tensión controlada y llevarán una arandela plana endurecida.
- 8.- La soldadura para unir placas y perfiles laminados será con electrodos E-70 y cumplirá con las especificaciones A.W.S.
- 9.- La soldadura para unir placas con varilla corrugada será con electrodos E-90 y cumplirá con las especificaciones A.W.S.
- 10.- Los perfiles se protegerán con un recubrimiento que sea anticorrosivo e ignífugo. En caso de dañarse dicho recubrimiento en el transporte o en el montaje deberá de resanarse.

TABLA IV.1 Cuadro de notas:

IV.1.1 Revisión y modificaciones.

El fabricante de la estructura, deberá antes de comenzar con la ejecución o fabricación de la estructura en el taller, realizar la entrega de al menos dos copias de los planos de taller a la Dirección o Gerencia de Obra, quien los revisará y devolverá una copia autorizada firmada en la que, si existen, señalará las correcciones que deben efectuarse. Y cuando suceda este caso, el fabricante entregará nuevas copias de los planos de taller corregidos para su fabricación definitiva.

Si el proyecto se modifica durante el proceso de ejecución de los trabajos, los planos de taller se rectificarán durante el proceso de obra, para que al fin de la obra terminada quede exactamente definida por estos planos.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación de la Gerencia de Obra, y se incluirá en los planos todo lo que se modifique.

IV.2 Materiales

IV.2.1 Compra de Materiales

El proceso de fabricación iniciara desde el momento de la recepción de los materiales pero antes de esto se deberá realizar la compra de los materiales, la cual generalmente y por conveniencia del fabricante estará antecedida de un estudio de mercadeo dentro del cual se deberá considerar su abundancia o escasez, los precios de adquisición, el tipo de suministro, los acarreos, fletes, mano de obra, etc. Para finalmente realizar la compra.

Los materiales a utilizar estará formado principalmente por perfiles laminados y placas de acero y elementos secundarios tales como tornillos, soldaduras, pintura, etc, y serán solicitados de diferentes maneras (por etapas, por contratos o de un solo pedido), y dependerá principalmente de cuestiones económicas o financieras, es decir, en algunas ocasiones la variación de precios es tan inestable que mediante un contrato o convenio con el proveedor se realizara la compra total de los materiales y dependiendo de la capacidad de almacenamiento, estos serán suministrados.

Una vez suministrados los materiales se considerara que en algunas ocasiones presentan desperfectos, los cuales se deberán eliminar mediante métodos apropiados, los cuales en general son defectos superficiales de los productos como rebabas, abolladuras, torceduras, etc. Para evitar este tipo de trabajos, ajustes o reparaciones, se recomienda que en el momento del suministro se realice una revisión exhaustiva de cada uno de los materiales suministrados antes de ingresar al almacén y firmar su recepción. Por este motivo si en el momento de la recepción de los materiales se llegan a observar alteraciones que puedan alterar la calidad de los mismos, tales como torceduras y abolladuras excesivas, las cuales ocasionaran mermas, y medidas fuera de tolerancia, etc. Entonces se procederá a reconsiderar la recepción de dichos materiales.

IV.2.2 Almacenamiento.

En el almacenamiento se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por las condiciones climáticas, por lo cual se recomienda no colocarse a la intemperie, para evitar estar en contacto; como por ejemplo con las acumulaciones de agua en temporadas de lluvias, ni en contacto directo con el terreno por lo que se recomienda que se preparen camas o tarimas de madera para el apile de los materiales y de esa manera se mantendrán las condiciones de durabilidad y calidad de los materiales.

Asimismo se tomarán las precauciones pertinentes para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., para los que se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.



Fig. IV.1 Almacenamiento de material en el taller

IV.3 Proceso de Fabricación.

IV.3.1 Marcado o identificación.

Antes de iniciar con el proceso de fabricación es importante hacer referencia al marcado o identificación de las piezas y elementos componentes de la estructura, ya que este facilitara tanto el proceso de fabricación como el de montaje, en todas las fases de fabricación las piezas deberán ser identificadas con un marcado adecuado, duradero y distinguible, acorde con el sistema de representación ya especificado en los planos de taller.

El marcado deberá ser realizado preferiblemente con pintura de esmalte que resista y sea legible durante el proceso de obra. En ocasiones existirán piezas las cuales estarán sometidas a solicitaciones de fatiga o fuertes tensiones y por tal motivo la marca mediante pintura no será suficiente para su identificación, el fabricante de la estructura solicitara a la Gerencia de Obra la autorización del marcado de las piezas mediante prensa o troquel.



Fig. IV.2 Preparación de borde para la aplicación de soldadura

IV.3.2 Enderezado.

Previamente a la ejecución de otras actividades debe asegurarse que los perfiles o elementos a utilizar no estén torcidos, chuecos o abollados por lo cual cabe la posibilidad de que sea necesario corregir las desviaciones mediante enderezado.

Para ello se utilizarán prensas, máquinas de rodillos para placas y perfiles u otros procesos más rudimentarios pero eficaces para el enderezado. Para perfiles ligeros de gran esbeltez puede también utilizarse el estirado.

Si el enderezado no pudiese ser realizado en frío mediante los procedimientos antes indicados, este se recomienda realizar por medio de aplicación de calor o medianas temperaturas, el cual, deberá realizarse con la precaución de no alterar las propiedades mecánicas del elemento, y generar los mejor conocido como esfuerzos residuales.

IV.3.3 Corte.

El corte debe realizarse por medio, entre otros de sierra, cizalla y oxicorte. Siempre que el acabado quede libre de irregularidades y no

reproduzcan endurecimientos locales que alteren las características mecánicas del material.

Se recomienda que el equipo utilizado en el corte sea revisado periódicamente de modo que se garantice la máxima calidad en los cortes y así evitar los trabajos secundarios en la reparación de las irregularidades.

Para evitar los efectos antes mencionados se recomienda y son preferibles los procedimientos de sierra, plasma y oxicorte automático frente al de cizalla y oxicorte manual, la cizalla puede ser utilizada hasta espesores máximos de 25mm. Y la eliminación de rebabas y partes dañadas es obligatoria a menos que sean fundidas en una operación de aplicación de soldadura posterior.



Fig. IV.3 Corte de placa por medio de un carro automatizado y soplete.

IV.3.4 Contra flechas, curvado o formación de Secciones especiales.

Esta operación puede realizarse por doblado o plegado hasta que se obtenga la forma requerida tanto en frío como en caliente, siempre que

las características físicas y mecánicas del material no sean afectadas de acuerdo a las especificadas del proyecto.

Cuando se realice el doblado o curvado en frío, se deberá especificar, si es posible, un procedimiento específico en el que se indique el tratamiento térmico a aplicar y las medidas de control a considerar, como por ejemplo la duración y velocidad tanto del trabajo mecánico como del enfriamiento, los cuales deben ser los adecuados para evitar la aparición de los esfuerzos residuales, aunque generalmente las correcciones por medio de temperaturas altas se realizan mediante la aplicación controlada de calor por soplete que de acuerdo al IMCA no deberá sobrepasar los 650 grados.

IV.3.5 Barrenación.

Los agujeros para tornillos pueden realizarse mediante taladrado o punzonado. La perforación deberá hacerse 1/8" más grande al diámetro del tornillo especificado cuando esta sea por medio de punzón y de 1/16" mayor cuando se realice por medio de taladro, esto debido a la deformaciones que sufre el material al ser agujerado y a la holgura que requieren los tornillos para no dañar los hilos de la cuerda, y cuando sea posible se recomienda taladrar a la vez los agujeros de las dos piezas de una misma unión para facilitar el proceso de unión en campo. Durante este tipo de proceso se deberá poner particular atención en las indicaciones que dictan los reglamentos (en este caso el IMCA) en cuanto a los diámetros de agujeros, separaciones y distancias de bordes, sistemas de apretado y estado de superficies entre otros datos, y los cuales deben figurar en los Planos de Fabricación.

Es importante que las rebabas sean eliminadas por cualquier método de los agujeros antes de armado, excepto cuando los agujeros están taladrados en una sola operación a través de las piezas unidas firmemente entre que no necesitan separarse después del taladrado.



Fig. IV.4 Barrenación de placa con taladro automatizado.

IV.3.6 Ensamblado previo en taller.

Esta operación consiste en presentar las piezas elaboradas en taller y proceder a su ensamblado previo al montaje en obra. Se deberá obtener una coincidencia de uniones dentro de las tolerancias, sin forzar o dañar las piezas, para así detectar desigualdades de elementos y uniones en el campo, y realizar las reparaciones en el taller.

Se deberá comprobar el ajuste de las superficies de apoyo por contacto en cuanto a dimensiones, ortogonalidad (escuadras) y nivelación.

Los agujeros desalineados o no coincidentes se pueden corregir mediante escariado o rimado sin exceder los límites permitidos, en caso contrario se rechazarán las piezas afectadas las cuales sin duda generarían problemas posteriores. Para evitar estos inconvenientes se recomienda el uso de plantillas o el taladrado conjunto como se especificó anteriormente.

En todas las uniones o piezas provisionales utilizadas en el armado en taller se adoptarán y se aplicarán los mismos criterios como si se tratasen de elementos definitivos a instalar en obra.

Se pondrá particular atención en todos los elementos con características especiales, contra flechas o ajustes, previamente indicados en los planos de taller.



Fig. IV.5 Ensamblado y preparación de armadura para su montaje.

IV.3.7 Proceso de soldadura.

El tipo y aplicación de la soldadura deberá ejecutarse de acuerdo a lo especificado en los planos de fabricación, con uno de los procedimientos o métodos calificados según la AWS (Sociedad Americana de Soldadura).

- a).- Soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido.
- b).- Soldadura por arco con hilo tubular si protección gaseosa.
- c).- Soldadura por arco sumergido con hilo.
- d).- Soldadura por arco sumergido con electrodo desnudo.

Para asegurar la calidad de la soldadura es importante que la mano de obra cuente con una certificación que sea avalada por un organismo oficial que respalde y asegure su legalidad, la cual nos asegura que la persona está capacitada para realizar los diferentes tipos de soldadura especificadas en el proyecto, se deberá tener cuidado en considerar las condiciones climáticas en el momento que se realice la aplicación de la soldadura, es decir tanto las piezas a soldar como el soldador deberán estar protegidos del viento, nieve y lluvia, en general es recomendable que todas las actividades de soldadura se lleven a cabo en taller. Se deberá tener cuidado en la calidad y condiciones del metal de aportación (electrodos) especialmente en los revestidos, así como mediante un laboratorio certificado se presenten pruebas de la calidad de las soldaduras, por cualquiera de los métodos mencionados en el tema número 2.

Se recomienda que cuando se especifique algún método diferente o fuera de lo común, este deberá ser claramente descrito y detallado para su aplicación.

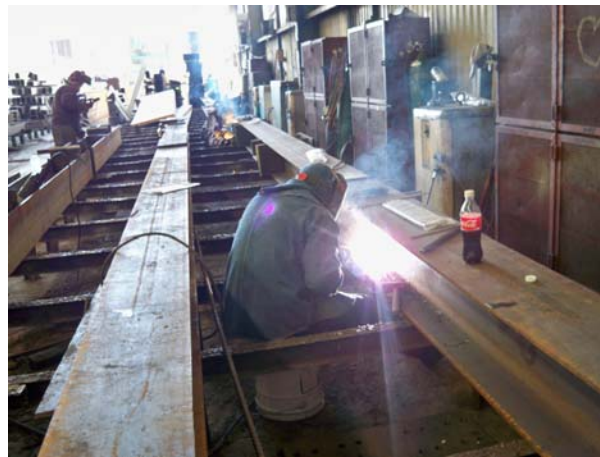


Fig. IV.3.8 Preparación y ejecución de la soldadura

IV.3.8 Preparación de bordes.

La preparación de bordes de las piezas a unir con soldadura a tope tiene por objeto asegurar la penetración completa adaptándose a las

diferentes condiciones de tipo técnico y económico existentes en cada caso concreto. La superficie de las piezas y los bordes propiamente dichos estarán exentos de fisuras y entalladuras visibles.

Las superficies a soldar deberán estar secas y libres de cualquier material que pueda afectar negativamente la calidad de la soldadura (grasas, óxidos, polvos, etc), se deben evitar cualquier corrección de defecto debido a entalladura o error en la geometría de la junta mediante recargue o aportación excesiva de soldadura.



Fig. IV. 6 Típica preparación de borde para la aplicación de soldadura.

IV.3.9 Pintura.

La pintura deberá ser aplicada de acuerdo a las especificaciones solicitadas por el proyectista de la estructura, a las necesidades del propietario y a las condiciones naturales donde se vaya a edificar la construcción, ya que por norma no se puede establecer el tipo de pintura debido a los factores antes mencionados.

La superficie de los elementos a pintar deberá estar limpia y preparada de acuerdo a las especificaciones solicitadas por el fabricante de pinturas, la limpieza y preparación consistirá en eliminarse la suciedad, las rebabas, cascarillas producto de la laminación, escorias de soldadura, de la grasa, óxidos y de la humedad. Y en caso de existir recubrimientos anteriores de pintura igualmente deberán ser removidos.

Es recomendable que la preparación de la superficie de los elementos a pintar se realice en condiciones ambientales libres de humedades y polvos excesivos, así como de una temperatura media, de tal manera que no perjudiquen en el acabado de los elementos.

En caso de solicitar la aplicación de pintura con ciertas características, estas deberán indicar el proceso que se deberá seguir para su aplicación, tales como:

- a) Tipo de preparación de la superficie.
- b) Tipo y espesor de la capa de primario anticorrosivo si lo llevase.
- c) Tipo y espesor de las capas siguientes
- d) Tipo y espesor del acabado si lo llevase.

Se recomienda que para realizar el análisis del precio unitario referente a la pintura se haga constar claramente el tipo de pintura a aplicar como sistema de protección contra la corrosión.

Deberá considerarse que para la aplicación de pintura en taller, de elementos que serán soldados en campo, estos deberán estar libres de pintura en una franja de ancho mínimo de 150 mm para evitar la contaminación del proceso de soldadura.

IV.3.10 Almacenamiento.

El almacenamiento y proceso de maniobras en taller y obra deberán realizarse de manera que se minimicen los riesgos de daños a elementos de unión y piezas terminadas, principalmente durante los procesos de carga, izaje y descarga. En caso de sufrir algún daño durante el proceso de almacenamiento este deberá reportarse para su inmediata reparación si es posible sin alterar sus dimensiones y calidad, y en caso contrario reemplazar el elemento por uno nuevo.

IV.4 Traslados.

El traslado de las piezas deberá de realizarse de una manera y secuencia lógica, es decir iniciaremos con las piezas o elementos que estarán involucrados en los trabajos de cimentación y posteriormente con los elementos que le deben seguir como columnas, vigas o armaduras, elementos secundarios y de apoyo, considerando que en ocasiones habrá elementos que se tendrán que trasladar a la obra con anticipación para su habilitado, generalmente por exceso de dimensiones en su estado real y que no se pueden trasladar en una sola pieza. Es por esto que para hacer el traslado de los elementos prefabricados en taller se deberán considerar varios factores para determinar el equipo, tales como grúas, camiones de carga, peso de cada pieza, longitud máxima permisible para su traslado, mano de obra especializada en maniobras, horarios, capacidad de almacenamiento en la obra, condiciones físicas de la obra y sus alrededores para realizar.

Igual que en el punto anterior se deberán tomar las precauciones necesarias para minimizar los riesgos de daños en las piezas durante su traslado.

V.- MONTAJE

El montaje de una estructura consiste en la colocación de piezas previamente fabricadas en el taller y en el lugar de la obra, las cuales deberán ser colocadas en su posición correcta de acuerdo a un plano de montaje para formar la estructura proyectada.

Se recomienda que el proceso de montaje sea considerado desde el proceso de fabricación en taller, es decir, durante el proceso de fabricación se preverán las posibles necesidades requeridas para cada elemento desde su transporte hasta su fijación definitiva, siguiendo y respetando las medidas y especificaciones dadas en los planos de taller.

Cumpliendo con los lineamientos que requieren de un buen montaje, es decir, se deberá cumplir con el plomeo, alineamiento, fijación provisional, procesos de unión mediante cualquier método, seguridad, equipos, restricciones, complicaciones, mano de obra calificada, etc.

Se considera que las operaciones básicas para llevar a cabo un proceso de montaje de una estructura son las siguientes:

- a.- Traslado de las piezas del taller a la obra.
- b.- Descarga de las piezas y materiales complementarios en la obra.
- c.- Montaje, presentación, plomeo, alineación y fijación provisional de las piezas.
- d.- Fijación definitiva de los elementos.
- e.- Control de calidad.

V.1 Métodos de montaje.

La elección del método dependerá de múltiples factores dentro los cuales se deberá considerar el tamaño de la estructura a montar (cantidad, dimensión

y peso de las piezas a maniobrar) y tipo (industrial, habitacional, etc), de las condiciones de acceso al área donde se realizara el montaje, tanto para los equipos como para la entrega y descarga de elementos fabricados en taller, para la realización de maniobras (calles estrechas), obstrucciones (cables eléctricos, teléfono, iluminación), de la disponibilidad y calidad de la mano de obra, la disponibilidad de equipo adecuado, el costo, la rapidez del montaje, los tiempos de entrega, las condiciones del terreno para determinar el tipo de equipo que se empleará o bien de trabajos complementarios para hacer uso de determinado equipo.

El proceso de montaje de la estructura se realizará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el programa de montaje y a la experiencia del equipo de montadores, dentro de las cuales deberá estar garantizada la resistencia, estabilidad y seguridad de la estructura, por lo que se recomienda iniciar con los elementos rígidos que garanticen la estabilidad de los elementos que se montarán posteriormente.

Se deberá considerar las piezas con pesos y tamaños excesivos para prever el equipo adecuado para el montaje, así como las condiciones del terreno requeridas para el equipo de montaje de estas piezas.

Como se mencionó anteriormente el método de montaje varía según el tipo y tamaño de la estructura, a las condiciones del lugar, a la disposición del equipo, a los tiempos de entrega y en ocasiones a la preferencias del equipo de montadores que en la mayoría de las ocasiones utilizan su ingenio y su experiencia para crear y diseñar su mismo equipo de montaje, aunque los métodos no pueden regularizarse completamente, debido a que cada proyecto tiene sus características especiales, pero por lo general se emplean los siguientes métodos de montaje:

- 1.- Método de montaje con plumas, normalmente utilizado para edificios de varios pisos.

2.- Método de montaje con grúa, normalmente utilizado para nuestro caso, para edificaciones de tipo industrial o de baja altura, como se muestra en la figura V.1.

Por último debe de compararse el tiempo que se requiere el equipo, el costo, la eficiencia y la seguridad del método seleccionado, y en general el que dé el mejor resultado a menor costo.

Durante el proceso de montaje es muy importante que el operador de la grúa tenga comunicación con una persona encargada de señalar al operador la ubicación y posición correcta de cada elemento, para esto el operador deberá de realizar una serie de maniobras, las cuales serán indicadas por la persona ubicada en la posición del elemento.



Fig. V.1 Montaje con grúa.

V.2 Planos de Montaje.

Los planos de montaje de una estructura se elaborarán a partir de los planos de taller o fabricación, dentro de los cuales se tendrán que incluir las plantas

de cada uno de los niveles que estará compuesta la edificación, así como los alzados necesarios para su rápida interpretación y deberán estar referenciados a una escala tal que puedan apreciarse las marcas de identificación para el montaje de cada pieza.

En los planos de montaje se deberá indicar las piezas y sus uniones, así como cualquier tolerancia especial, complementados de los planos de cimentación, los cuales deberán de indicar a detalle la posición y orientación de las placas base, así como cualquier otro elemento que deberá quedar ahogado en el concreto.

Se recomienda que se verifique y se compruebe las cotas de cada eje en cada nivel, así como los niveles y contemplar los rellenos a base de Grout para su correcta nivelación, se deberá verificar el diámetro correcto de los pernos de anclaje que quedaran ahogados en el concreto.

Los planos de montaje deberán contemplar hasta los elementos provisionales como arriostramientos, escaleras de obra o accesos temporales, es importante que se verifique que en los planos de montaje se indique los centros de gravedad de cada uno de los elementos de peso considerable y principalmente los elementos de secciones especiales.

En el siguiente plano se muestra la planta de montaje de las columnas y la planta de montaje de las trabes, así como un alzado de cómo será la sección transversal del edificio.

V.3 Traslado de piezas.

La etapa de traslado de las piezas fabricadas en el taller se puede iniciar dependiendo del tipo de estructuración que se le dio al edificio a fabricar, es decir, si la estructuración del edificio será a base de columnas y vigas de acero o bien si las columnas son de concreto y las vigas de acero. Para el

primer caso el traslado iniciara en el momento en que se inicie con los trabajos de la cimentación y se encuentra lista para recibir los primeros elementos, tales como placas base o bien el tipo de elemento que se halla elegido como elemento de anclaje para la fijación de las columnas de acero. Para el segundo caso el traslado puede iniciar durante el proceso de armado de las columnas para incluir en el colado el elemento de unión entre la columna de concreto y la viga de acero, o bien, si el lugar de la obra cuenta con suficiente espacio para recibir los elementos ya terminados en taller, también sucede con frecuencia que existan elementos que tengan que ser armados en el lugar de la obra debido al exceso de sus dimensiones y que no pueden ser trasladados en una sola pieza desde el taller, por lo que tendrán que ser trasladados a la obra con suficiente tiempo para su armado en campo y principalmente para cumplir con un calendario de entrega, el cual resulta de suma importancia para no generar retrasos en el montaje, para cumplir con todo esto es importante que el superintendente de obra entregue un calendario de entrega al fabricante, considerando que los elementos fabricados en taller no solo son columnas, vigas, armaduras, es decir elementos grandes, si no que también se deberán considerar dentro de los calendarios de entrega los elementos menores, como por ejemplo placas base, placas de unión, cartabones, placas de respaldo etc. elementos que por su tamaño no dejan de ser importantes.

Para mantener todos los elementos y materiales en buen estado como se vio en el capítulo anterior las maniobras y almacenamiento de los elementos en la obra deberá de realizarse de manera que se minimicen los daños a la piezas, principalmente en el momento de la descarga e izado de las piezas, debiendo reparar las piezas dañadas antes de ser fijadas. Para esto se deberá contar con un almacén bien conservado, protegido y organizado, en el que deberá de haber suficiente espacio para los elementos, materiales, herramientas y equipos. Previo al montaje se deberá tener identificados adecuadamente la tornillería, soldadura y elementos auxiliares solicitados por el proyectista a utilizar para la correcta fijación.

Se recomienda que previamente a la fabricación y posteriormente para el traslado de las piezas fabricadas en el taller a la obra se considere el tamaño

máximo de embarque que permiten las autoridades así como la capacidad de los equipos de transporte. Para esto se deberá realizar un estudio o investigación del tipo de transporte que se podrá utilizar, considerando que la investigación deberá incluir el costo, la longitud máxima de embarque, altura máxima, peso máximo, las condiciones del camino y calles para acceder y realizar maniobras al equipo de transporte.

V.4 Plomeo y alineación.

El plomeo no es más que la posición correcta de cada elemento en posición vertical, es decir, la pieza deberá estar a 90 grados con respecto a un plano horizontal y no deberá colocarse ni aplicarse ningún sistema de unión definitivo hasta cumplir con el plomeo y el alineamiento.

El alineamiento es la ubicación y posición correcta de cada elemento localizada en un eje y en el cual deberá de cuidarse de no quedar desfasada o quedar fuera de ese eje y como en el caso del plomeo no deberá de aplicarse ningún método de unión hasta que se verifique su correcta alineación.

El plomeo y alineamiento de una estructura en general se realiza por una cuadrilla especializada y de un equipo de topógrafos auxiliada de equipos eléctricos o mecánicos así como de una cuadrilla de plomeo que se encargara de realizar las maniobras necesarias para dejar los elementos en su posición correcta para la aplicación del sistema de fijación definitiva.

La cuadrilla encargada del plomeo deberá de contar con los materiales y herramientas suficientes para realizar el plomeo, como por ejemplo cables y lazos de diferentes diámetros y longitudes, ganchos, barretas, polipastos, maderas de diferentes medidas y espesores, etc.

Cabe mencionar que en el ambiente común dentro de la obra los equipos de montadores realizan sus propios elementos de plomeo auxiliados de cable de

acero y de un objeto de peso considerable, el cual amarran con el alambre y es colgado desde la parte superior del elemento a una cierta distancia la cual deberá de ser igual que en la parte inferior para cumplir con el plomeo. Como lo muestra la figura V.2

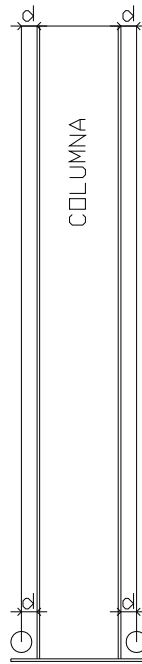


Fig. V.2 Plomeo típico de una columna en obra.

V.5 Uniones temporales

Durante el montaje, los diversos elementos que componen la estructura deberán sostenerse individualmente o ligarse entre si por medio contraventeos, puntales, largueros, etc. fijando estos elementos mediante uniones temporales, estas uniones podrán ser medio tornillos, pernos o soldaduras de punteo, cuidando que estas últimas se sitúen de modo que puedan ser eliminadas posteriormente sin dañar a la pieza definitiva. Las uniones temporales deberán de tener la suficiente capacidad para resistir los esfuerzos debidos a los movimientos del montaje, el viento y sismos. Y deberá considerarse que solo serán de forma temporal, por lo que deberá de aplicarse su método de unión definitivo lo más pronto posible, resulta

importante verificar que las uniones temporales sean removidas en su totalidad y aplicarse el método de unión definitivo, para no ser confundido como tal.

V.6 Ajustes.

En ocasiones las piezas terminadas en el taller se fabrican o más cortas o más largas, cuando suceden estos casos las piezas deberán ser modificadas si afecta a otros elementos y en caso contrario se podrán realizar los ajustes necesarios para no modificar el elemento, como por ejemplo ajustar o mover columnas en caso de que una viga haya quedado más larga o bien aumentar el tamaño de los tornillos en caso de haber quedado más corta, o bien adosar una placa de relleno para el mismo caso, para el caso de columnas estas se podrá calzar en caso de haber quedado corta. Una situación muy común sucede con las columnas que van a ser unidas mediante tornillos en el cual los tornillos de las placas base no coinciden con los barrenos de la placa que contiene la columna debido principalmente al poco cuidado que se le tiene a elemento de unión que se ahoga en el concreto y armado de la cimentación, cabe mencionar que normalmente estos errores se presentan debido a la gran cantidad de acero que se presenta en la cimentación y por consiguiente al poco espacio que queda para poder ajustar o acomodar el elemento de unión y también a la poca importancia que le dan en el taller para enviar un equipo de supervisión en el momento de efectuar la fijación de los elementos de unión. Para poder realizar la colocación lo que normalmente se realiza es hacer el rimado de los barrenos, es decir, los tratan de hacer más grandes para que puedan entrar en su lugar, como se muestra en la figura V.3



Fig. V.3 Rimado de un barreno.

V.7 Control de calidad.

El control de calidad de la estructura a elaborar inicia desde el proceso de fabricación de la misma tanto en taller como en la obra, garantizando el trabajo con gente calificada la cual es respaldada por un documento expedido por La Sociedad Mexicana para la Soldadura (SMS) avalado y calificado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) dicho documento tiene que ser actualizado en periodos máximos de 6 meses, siendo renovado hasta aprobar los exámenes solicitados por el organismo, el documento deberá indicar que el soldador cumple con los siguientes conocimientos:

- a.- Diferentes procesos de aplicación de soldaduras.
- b.- Los parámetros correspondientes a voltaje, tipos de corriente y amperaje.
- c.- Los diferentes tipos de acero.
- d.- Simbología y términos en soldadura.
- e.- Posiciones y tipos de soldaduras.

Finalmente para realizar la entrega de la estructura se deberá realizar las pruebas de laboratorio la cual implica calificar la calidad de la soldadura mediante las diversas pruebas mencionadas en el capítulo 2 de este trabajo.

Las pruebas o tomas generalmente son realizadas a todas las soldaduras aunque en ocasiones la supervisión realiza la selección de las uniones más críticas.

Los resultados son entregados directamente a la constructora dentro de los cuales se indican las condiciones de cada una de ellas, los resultados están basados en rangos que los organismos como la AWS manejan, es decir, se permite la existencia de alteraciones hasta cierto grado, y en caso de que la soldadura no sea aceptada, esta será vaciada dependiendo de las condiciones en las que se encuentre o bien deberá ser sustituida o auxiliada por algún elemento que haga el trabajo que la soldadura tendría que realizar, en ocasiones los laboratorios con su vasta experiencia proponen una solución alternativa para que la unión rechazada cumpla con su función, pero finalmente la solución la tendrá que dar o avalar el estructurista.

A continuación se presenta un informe de resultados hecho por un laboratorio el cual realizó una inspección mediante el método de radiografía en uniones de tipo de penetración completa de una estructura metálica.



TECNOCONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS Y OBRAS S.A. DE C.V.

MEXICO D.F. A 25 DE NOVIEMBRE DE 2008

MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA ASESORIA Y CONSULTORIA
C C. ZULUAGA No. 32-BIS
COL SAN MIGUEL
DELEG. IZTAPALAPA MEXICO, D. F.

AT'N: ING. PABLO CRUZ CUZ

POR MEDIO DE LA PRESENTE SE LE ENVIA EL INFORME DE RESULTADOS DE LA INSPECCION RADIOGRAFICA LLEVADA A CABO EL DIA 24 DE NOVIEMBRE DEL PRESENTE, EN UNIONES A PENETRACION COMPLETA EN ESTRUCTURA METALICA EN CUBIERTA DE ALBERCA Y EL PORTICO DE LA OBRA DENOMINADA "FRACCIONAMIENTO TERRALTA METEPEC" UBICADA EN AV. ESTADO DE MEXICO No. 1801 METEPEC ESTADO DE MEXICO.

SE TOMARON 16 PLACAS, LAS CUALES RESULTARON INACEPTABLES DE ACUERDO A LO QUE INDICA LA NORMA AWS D1.1 QUE CALIFICA LA SOLDADURA EN ESTRUCTURA METALICA PARA EDIFICIOS

SIN MAS POR EL MOMENTO, QUEDO DE USTED PARA CUALQUIER ACLARACION AL RESPECTO.

ATENTAMENTE


ING.-ARQ. OSCAR I. PALACIOS R.
GERENTE TECNICO

C.C. P. ARCHIVO
Ess*

PRIMER RETORNO DE MANUELA MEDINA No. 18-B COL. CTM CULHUACAN, DELEG COYOACAN
MEXICO D.F. C.P. 04309 TELS : 5443 9280 2587 8103 E-mail: tecno.ctroi@hotmail.com



TECNOCONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS Y OBRAS S.A DE C.V.

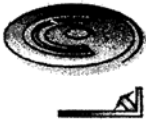
INSPECCION RADIOGRAFICA

CLIENTE:	MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA ASESORIA Y CONSULTORIA	LUGAR:	METEPEC ESTADO DE MEXICO
OBRA:	FRACCIONAMIENTO TERRALTA	METEPEC EDO. DE MEXICO	
REPORTE:	01/08	FECHA:	24-NOVIEMBRE-2008
FUENTE:	IRIDIO 192	TIPO DE PELÍCULA:	HOJA No. 1 DE 2 KODAK CLASE II
ACTIVIDAD:	12CI	PANTALLAS:	PLOMO.
PUNTO FOCAL:	0.110 X 0.100	TÉCNICA PELÍCULA:	SIMPLE
DISTANCIA F. P.	250 mm	TÉCNICA EXPOSICIÓN:	SIMPLE PARED
PROCEDIMIENTO DE INSPECCION			
No:	TEC-001	PENETRIMETRO:	No. 15
NORMA DE	PIEZA A RADIOGRAFIA: UNIONES A PENETRACION COMPLETA		
INTERPRETACIÓN:	AWS D1.1	No. DE PELÍCULAS:	16 PELICULAS DE 70x200 mm

IDENTIFICACIÓN DE LA RADIOGRAFIA	No. DE PELÍCULA	DEFECTOS	RESULTADO		OBSERVACIONES LUGAR DEL DEFECTO
			BUENA	MALA	
PORTICO UNIONES ENTRE PATINES DE VIGAS					
SPOT No. 1					
SECTOR 0-1	P-1	P/E/FF		*	
SPOT No. 2					
SECTOR 0-1	P-2	P/E/FF		*	
SPOT No. 3					
SECTOR 0-1	P-3	P/E/FF		*	
SPOT No. 4					
SECTOR 0-1	P-4	P/E/FF		*	
SPOT No. 5					
SECTOR 0-1	P-5	P/E/FF		*	
SPOT No. 6					
SECTOR 0-1	P-6	P/E/FF		*	

NOMENCLATURA DE DEFECTOS.							
EN SOLDADURA			EN FUNDICIÓN.				
IE	Inclusión de Escoria.	CB	Corona a Baja	R	Rotura (Grieta).	A	Gas y Sopladuras
LE	Línea de Escoria.	CR	Concavidad en la Raiz.	RE	Relleno Extraño.	B	Inclusiones y Manchas de Arena.
P	Porosidad.	DEL	Doble Línea de Escoria.	RLS	Rotura de Longitud en Soldadura.	C	Contracción Interna.
PA	Porosidad Aglomerada	DP	Desalinamiento de las Placas.	RTS	Rotura Transversal en Soldadura.	D	Desgarramiento En Caliente.
PC	Porosidad Cilíndrica. (Tubular)	DS	Desalinamiento de la Soldadura.	RMB	Rotura en Metal Base.	E	Grietas.
PL	Porosidad Alineada.	DT	Desalinamiento de los Tubos.	S	Socavado en Metal Base.	F	Falta de Fusión en Moldura.
PT	Porosidad (cordón Hueco.)	FI	Fendos Irregulares.	SI	Socavado Interior.	P	Pipe (formación Gaseosa Cilíndrica.)
PE	Penetración Excesiva.	FF	Falta de Fusión.	SIR	Soldadura Irregular.	Los números corresponden a la clasificación del defecto por su intensidad.	
Q	Quemadura.	FP	Falta de Penetración.	SS	Socavado Entre Cordones de Soldadura.		

TECNOCONTROL DE CALIDAD, S.A DE C.V. RECIBI DE CONFORMIDAD.
 PRIMER RETORNO DE MANUELA MEDINA No. 18-B COL. CTM CUIHUACAN DELEG COYOACAN
 MEXICO D.F. C.P. 04909 TELS.: 5443 9280 2587 8103 E-mail: tecno.ctrlol@hotmail.com



TECNOCONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS Y OBRAS S.A. DE C.V.

INSPECCION RADIOGRAFICA

CLIENTE:	MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA ASESORIA Y CONSULTORIA	LUGAR:	MEXICO D.F.
OBRA:	FRACCIONAMIENTO TERRALTA METEPEC EDO. DE MEXICO		
REPORTE:	01/08	FECHA:	24-NOVIEMBRE-2008
NORMA DE INTERPRETACIÓN:	AWS D1.1	HOJA No. 2 DE 2	PIEZA A RADIOGRAFIA: UNIONES A PENETRACION COMPLETA
		No. DE PELICULAS:	16 PELICULAS DE 70x200 mm

IDENTIFICACIÓN DE LA RADIOGRAFIA	No. DE PELÍCULA.	DEFECTOS	RESULTADO		OBSERVACIONES LUGAR DEL DEFECTO
			BUENA	MALA	
SPOT No. 7					
SECTOR 0-1	P-7	P/FF		*	
SPOT No. 8					
SECTOR 0-1	P-8	P/FF		*	
CUBIERTA DE ALBERCA EMPATES DE CONTINUIDAD EN VIGAS PRINCIPALES.					
SPOT No. 1					
SECTOR 0-1	P-1	P/E/FF		*	
SPOT No. 2					
SECTOR 0-1	P-2	P/FF		*	
SPOT No. 3					
SECTOR 0-1	P-3	P/FF		*	
SPOT No. 4					
SECTOR 0-1	P-4	P/FF		*	
SPOT No. 5					
SECTOR 0-1	P-5	P/FF		*	
SPOT No. 6					
SECTOR 0-1	P-6	P/FF		*	
SPOT No. 7					
SECTOR 0-1	P-7	P/FF		*	
SPOT No. 8					
SECTOR 0-1	P-8	P/FF		*	

NOMENCLATURA DE DEFECTOS.

EN SOLDADURA				EN FUNDICIÓN.			
IE	Inclusión de Escoria.	CB	Corona a Baja	R	Rotura (Grieta.)	A	Gas y Sopleaduras
LE	Línea de Escoria.	CR	Concavidad en la Raíz.	RE	Reteno Extraño.	B	Inclusiones y Manchas de Arena.
P	Porosidad.	DEL	Doble Línea de Escoria.	RLS	Rotura de Longitud en Soldadura.	C	Contracción Interna.
PA	Porosidad Aglomerada	DP	Desalinamiento de las Placas.	RTS	Rotura Transversal en Soldadura.	D	Desgarramiento En Caliente.
PC	Porosidad Cilíndrica. (Tubular)	DS	Desalinamiento de la Soldadura.	RMB	Rotura en Metal Base.	E	Grietas.
PL	Porosidad Alineada.	DT	Desalinamiento de los Tubos.	S	Socavado en Metal Base.	F	Falta de Fusión en Moldura.
PT	Porosidad (cordón hueco.)	FI	Fondeo Irregular.	SI	Socavado Interior.	P	Pipe (formación Gaseosa Cilíndrica.)
PE	Penetración Excesiva.	FF	Falta de Fusión.	SIR	Soldadura Irregular.	Los números corresponden a la clasificación del defecto por su intensidad.	
Q	Quemadura.	FP	Falta de Penetración.	SS	Socavado Entre Cordones de Soldadura.		

TECNOCONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS Y OBRAS S.A. DE C.V. No. 18-B COL. CERRILLO DE SAN PEDRO COYOACAN MEXICO D.F. C.P. 049809 TELS.: 5443 9280 2587 8103 E-mail: tecno.ctrl@hotmmail.com

RECIBI DE CONFORMIDAD

RECIBI DE CONFORMIDAD

RECIBI DE CONFORMIDAD

RECIBI DE CONFORMIDAD

V.8 Protección de estructuras.

Debido a que las estructuras de acero son especialmente vulnerables a las altas temperaturas, se considera que cuando son mayores a los 450 grados, en la estructura inicia la pérdida de estabilidad, por lo que en algunas ocasiones las estructuras ya sea por reglamento o por necesidades del cliente requieren de algún tratamiento o recubrimiento para protegerla o más bien retardar los efectos de la temperatura a la estructura, existen en el mercado diferentes materiales que realizan esta función, como por ejemplo:

Pinturas Intumescentes.

Es un sistema adecuado para niveles de protección menores recomendado para estructuras aparentes o de proyección estética que se aplica a la estructura en capas de diferentes espesores dependiendo del tiempo de protección requerida para la estructura, retardando su efecto hasta por 4 horas, obviamente entre mayor sea el tiempo de retardo mayor será su costo. Su método de aplicación no requiere de una mano de obra muy especializada, debido a que es una pintura parecida a las existentes en el mercado.

Mortero de proyección flexible.

Es un mortero compuesto de lana de roca y cemento blanco, adosado a la estructura mediante un sistema de aspersion, ofreciendo espesores promedio de 13 mm recomendado para estructuras aparentes o de proyección estética, manteniendo su efecto de protección hasta por 4 horas. El método de aplicación requiere de una mano de obra especializada, así como, de equipos especiales para la preparación y aplicación.

Mortero de proyección rígido.

Es un mortero compuesto de materiales minerales de perlita y vesmiculita, adosado a la estructura mediante un sistema de aspersion, ofreciendo espesores promedio de 25 mm recomendado para estructuras aparentes o de proyección estética, manteniendo su efecto de protección hasta por 4 horas. El método de aplicación requiere de una mano de obra especializada, así como, de equipos especiales para la preparación y aplicación.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente se concluye que para la elaboración de un proyecto de este tipo es necesario contar con los conocimientos básicos que se imparten en la carrera de ingeniería civil, que aunque el proyecto esta dirigido directamente al campo de la construcción resulto también básico e importante contar con los conocimientos que se imparten dentro del área de las estructuras y no precisamente con el diseño de elementos sino con el aprendizaje que se obtuvo en las materias básicas de ésta área, como por ejemplo: recordar los diferentes tipos de armaduras que se pueden utilizar en este tipo de proyectos, los diferentes tipos de estructuración que se pueden dar, tipos de materiales y su combinación, dentro de este trabajo también se presentaron partes importantes en las que habría que realizar la consulta de bibliografía para que no fuesen omitidas ya que eran parte importante en la estructuración de este proyecto como por ejemplo la existencia de los diferentes tipos de perfiles de acero y los diferentes tipos de unión entre estos y muy concretamente con la aplicación de la soldadura, que realmente si se imparte en la carrera y propiamente en la Facultad pero ya como una especialidad , otra área y muy directamente involucrada con este tipo de proyectos y en general con todos los proyectos de construcción es con el área de la mecánica de suelos que bien pudiese haber habido una parte en la cual se hubiera podido investigar el tipo de suelo, la cimentación propuesta y el porque de su propuesta y así se pudo haber ampliado los capítulos para la elaboración del proyecto.

Para la elaboración de un proyecto de este tipo nos podemos dar cuenta que es de suma importancia analizar paso a paso los procesos que nos llevaran a la terminación de dicho proyecto y para esto se requiere planear y ordenar que es lo que requerimos para llevarlo a cabo, considerando siempre como un punto común e infaltable dentro de esta planeación los obstáculos que se nos presentaran, ya que este tipo de situaciones difícilmente no se nos presentarán.

Sin duda uno de los elementos más importantes en la elaboración de este tipo de proyectos es aplicar los conocimientos que con la experiencia se han obtenido al haber participado en proyectos iguales o parecidos a éste, aunque la experiencia obtenida se aplica en cada uno de los capítulos de este trabajo de tesis, sin duda en

una de las etapas en donde se aplica este tipo de experiencias es en la fabricación, traslados y el montaje ya que éstas dependen de la habilidad y creatividad del fabricante y el montador.

Como recomendación se sugiere que en las materias que se imparten en la carrera de ingeniería civil añadir tal vez no como parte del programa de la materia pero si como un anexo la aportación de las experiencias vividas por parte de los profesores y de los mismos alumnos, y las cuales sin duda serán de gran ayuda en la etapa del desarrollo profesional del ingeniero civil.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Construcción en Acero Tomos I y II

Instituto Mexicano de la Construcción en Acero

- Steel Design Guide Tomos 7, 14 y 23

Constructability of Structural Steel Building

American Institute of Steel Construction

- Montaje de Estructuras de Acero en la Construcción de Edificios

William G. Rapp. Editorial Limusa

- Diseño Práctico de Estructuras de Acero

Delfino Rodríguez Peña

- Manual Para Diseño de Estructuras de Acero

Héctor Soto Rodríguez, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural

- Diseño de Estructuras de Acero

Bresler, Lin y Scalzi

- Normas Técnicas Complementarias Para el Diseño de Estructuras de Acero.

Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

- Memorias del VI Simposio sobre Ingeniería Estructural

Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural

- Diseño Simplificado de Armaduras de Techo

Harry Parker

- Manual AHMSA

Altos Hornos de México