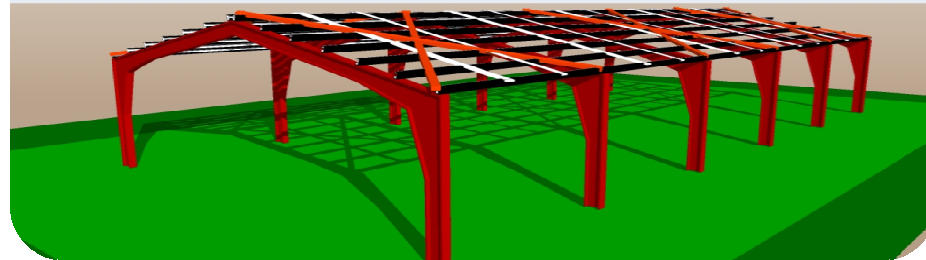




**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**CUANTIFICACIÓN Y COSTO DE LAS ESTRUCTURAS
DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN**



**LUIS NAPOLEÓN
PONCE SANTA CRUZ**

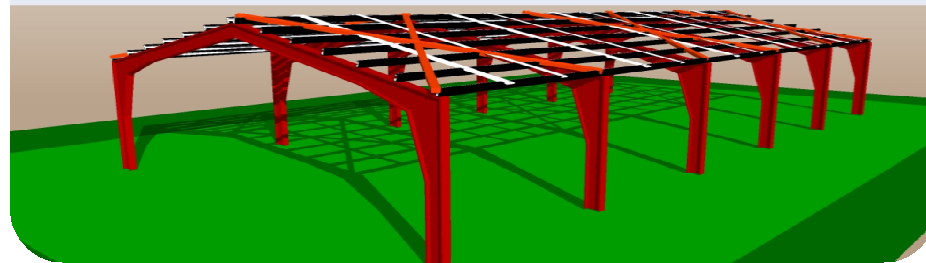


GUATEMALA, ABRIL DE 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA

CUANTIFICACIÓN Y COSTO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN



TESIS DE GRADO PRESENTADA A JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE ARQUITECTURA POR:

LUIS NAPOLEÓN
PONCE SANTA CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:
ARQUITECTO

GUATEMALA, ABRIL DE 2009



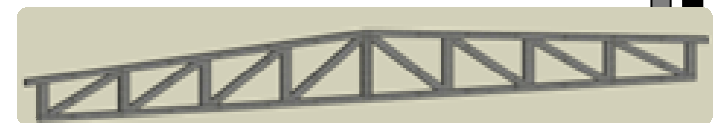
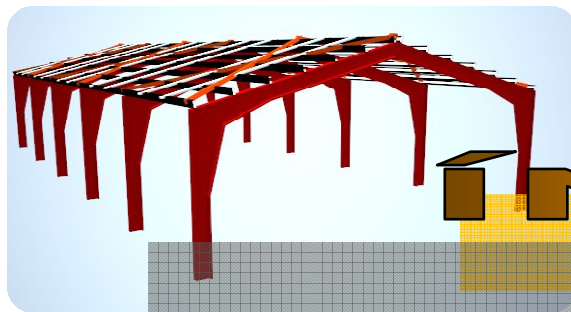


**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO:	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I:	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Vocal II:	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
Vocal III:	Arq. Carlos Enrique Martín Herrera
Vocal IV:	Br. Carlos Alberto Mancilla Estrada
Vocal V:	Secretaria Liliam Rosana Santizo Alva
SECRETARIO:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO:	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR:	Msc. Arq. Roberto Vásquez Pineda
EXAMINADOR:	Msc. Arq. Roberto López Medina
EXAMINADOR (Asesor):	Msc. Arq. Víctor Hugo Jáuregui García



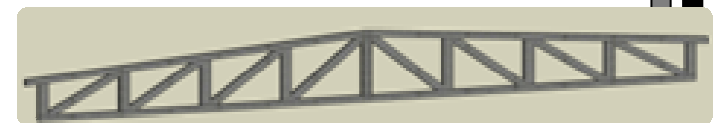
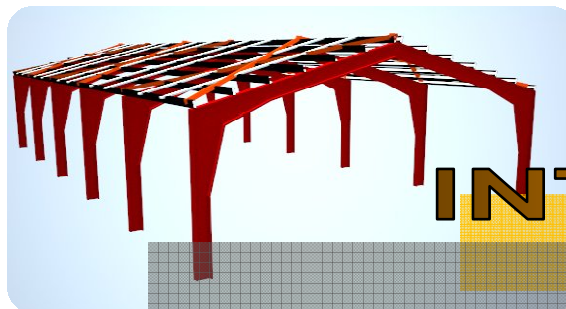
INDICE



**CUANTIFICACIÓN Y COSTO DE LAS
ESTRUCTURAS DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	ii
JUSTIFICACIÓN	iii
ALCANCES	iv
	PÁGINA
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	
1.1 LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN	1
1.2 TIPOS DE COSTOS	2
1.2.1 LOS COSTOS INDIRECTOS	2
1.2.2 LOS COSTOS DIRECTOS	4
1.3 EL PRECIO	7
CAPÍTULO 2. MÉTODOS PARA INTEGRAR COSTOS	
2.1 MÉTODO POR METRO CUADRADO	9
2.2 MÉTODO DE INTEGRACIÓN POR RENGLONES	11
CAPÍTULO 3. EL COSTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	13
3.2 PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES	
a.DETERMINADO	17
b.CUADROS	18
CAPÍTULO 4. EJEMPLO DEL CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA	
4.1 LOS COMPONENTES	20
4.2 PROCEDIMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DEL PESO	23
CAPÍTULO 5. INTEGRACIÓN DEL COSTO UNITARIO	
5.1 COMPONENTES Y DESCRIPCIÓN	25
5.2 INTEGRACIÓN DEL PRECIO	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	33



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

La construcción en general es un proceso productivo y como tal, conlleva una serie de variables dentro de las cuales se enmarca, entre otros, el costo, el programa de inversión y el programa de ejecución de los materiales y sistemas constructivos de la edificación a realizarse.

Este trabajo pretende plantear un esquema general de costos de construcción, pero principalmente presentar una guía para analizar los costos de construcciones cubiertas de grandes luces, como bodegas, hangares, edificaciones deportivas y otras que cubran grandes luces que tengan como común material constructivo el acero.

Dentro del pensum de estudio para la obtención del grado Académico de Licenciado en Arquitectura se adquieren conocimientos para la integración de presupuestos y así poder estimar el valor económico que pueda presentar un diseño o solución arquitectónica que se quiera realizar.

El análisis de los costos para cualquier tipo de construcción es un balance entre diseño, planos, especificaciones y cuantificaciones de la obra y el resultado es un presupuesto, el cual como su nombre lo indica, presupone una cantidad estimada en dinero que se necesita invertir, es importante que todos los elementos de balance mencionados anteriormente sean expresados lo más claro posible, para que al momento de analizarlos se tenga el mayor número de elementos de juicio para lograr una mayor exactitud en la estimación de los mismos.

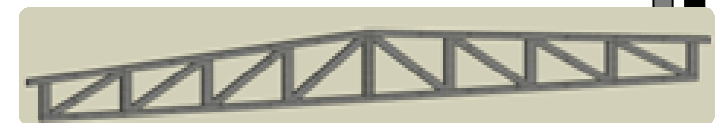
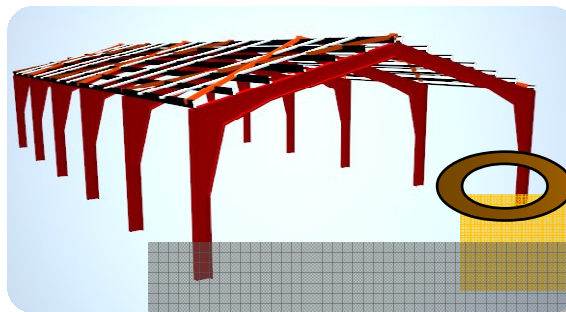
Al tener toda la información en planos y especificaciones se inicia el proceso de análisis, para la integración de un presupuesto y en esta etapa entran otros elementos como son: las técnicas constructivas, el tiempo de ejecución, el equipo a utilizarse, la infraestructura, los materiales, la mano de obra y otros.



Como se puede apreciar en el análisis de costos y presupuestos intervienen una serie de factores, como en cualquier proceso productivo, pero saber identificarlos y ordenarlos es lo que puede ser determinante para que el resultado final sea el más acertado.

Como se expresó al inicio, este trabajo pretende identificar estos factores para integrar el costo de una obra y en especial los factores que intervienen para llegar a determinar el costo de una estructura metálica.

No se pretende mostrar un costo con un valor determinado (Quetzales por metros cuadrados o metros lineales), ya que el valor puede variar con el tiempo, dependiendo de los precios de los factores que intervienen, sino el método para determinar el precio.



OBJETIVOS



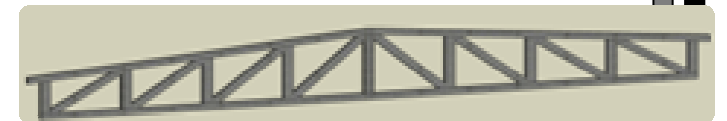
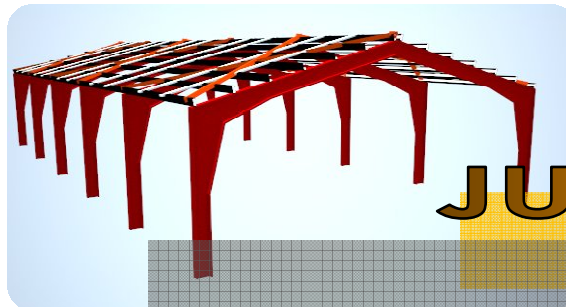
OBJETIVOS:

GENERAL:

- Identificar las variables determinantes del cálculo y presupuesto de una estructura de acero como cerramiento horizontal y vertical de una edificación

ESPECÍFICOS:

- Presentar una guía para el cálculo de costos de estructuras de acero que sirvan de referencia práctica para estudiantes y profesionales de la Arquitectura.
- Cuantificar y enumerar los diferentes elementos necesarios para una estructura de acero tomando en cuenta sus elementos de conformación, cimentación y unión.
- Diferenciar los elementos empleados en la construcción de una estructura de acero y los diferentes materiales que se pueden utilizar.



JUSTIFICACIÓN

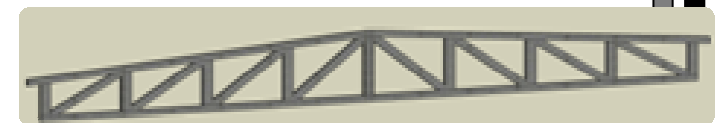
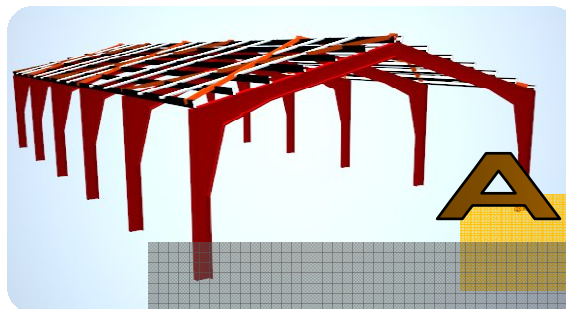


JUSTIFICACIÓN:

Tanto los estudiantes de Arquitectura, como los profesionales mismos, carecen de una guía para poder estimar y calcular los costos de una estructura de acero, razón por la cual se depende de las cotizaciones directas de los proveedores, con lo cual el costo es resultado de la oferta de los fabricantes y no del cálculo real de parte del planificador.

Asimismo, el cálculo de costos, tanto a nivel de la integración en detalle, como a nivel de la estimación de costos preliminares, servirá de base para replantear soluciones arquitectónicas, permitiendo estimar la factibilidad financiera de una propuesta determinada y no esperar hasta que la planificación esté concluida.

Existe una marcada tendencia por utilizar sistemas constructivos utilizando el acero, razón por la que éste estudio podría contribuir en gran forma para realizar cálculo y cuantificación de este tipo de construcciones.

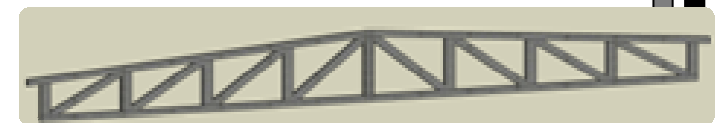
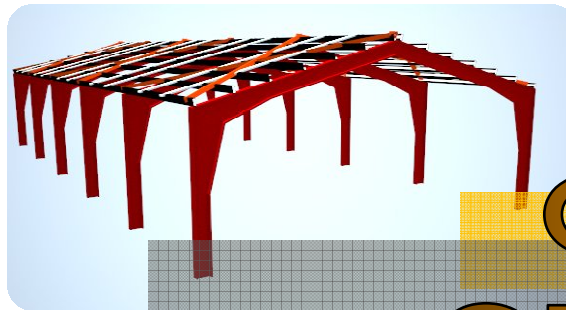


ALCANCES



ALCANCES:

El presente documento muestra la información básica para el cálculo y costo de estructuras de acero, no pretende ser una guía para el cálculo estructural. Se circunscribe al presupuesto de los materiales y mano de obra, los cuales determinan los costos directos e indirectos de los diferentes renglones de una estructura metálica. También permite calcular costos por áreas y volúmenes para lograr un costo estimativo.



CAPÍTULO 1. GENERALIDADES



1.1 LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

El costo es un término que se utiliza para darle un valor a determinado proceso productivo y se compone de una serie de recursos, dependiendo de la manera en que se ejecuta la obra, que sumados da como resultado el valor económico con que hay que contar para la ejecución de la obra.

Entre más información se tenga para integrar un costo, éste se acercará más a la realidad, por lo que la información debe ser relacionada directamente con el costo que se está integrando, ya que por ejemplo, no interesa el precio del cemento, para la integración de costo de una puerta de madera.

Cuando se refiere a la palabra costo, es también importante definir que es la suma de todas las variables que intervienen directamente en el proceso productivo y hay que hacer la diferencia entre el costo directo y costo indirecto, ya que la suma de los dos conforman el precio que en realidad es el valor final que se refleja en una oferta.

En este trabajo de tesis, se presentarán y definirán estos términos más adelante, para que

quede claro el proceso de integración del valor final de la obra.

Cualquier renglón a trabajar en construcción se puede costear siempre y cuando se tenga el criterio de escoger las variables que se utilizarán para la integración del mismo. Estas variables son diferentes, según el método constructivo y la forma de administrar el proyecto en construcción y es por esto que varias empresas pueden ofrecer precios diferentes para la construcción de una misma obra.

Pero estos costos deben estar dentro de un rango razonable y si no es así, existen varias razones que los pueden alterar significativamente.

Entre estas razones, las más comunes son:

- Planos poco detallados
- Especificaciones deficientes o ambiguas
- Errores aritméticos
- Interpretación equivocada en planos y especificaciones
- Los métodos constructivos a utilizar

Por eso, es necesario que tanto los planos como las especificaciones de construcción sean lo más detallado y claro posible, esto evita que la persona que está integrando el costo, baje considerablemente su variable de imprevistos.



Esta variable de imprevistos, es importante, ya que entre más dudas se tengan al interpretar un plano o una especificación, su valor aumenta por el temor que al momento de estar ejecutando la obra se encuentren diferencias por no tomar en cuenta materiales o procedimientos que no estaban claramente especificados.

Por regla general, cuando se están desglosando las cantidades de trabajo para la integración de un presupuesto, las cantidades que se estiman casi nunca son mayores de las que realmente se ejecutan, por lo que siempre es necesario dejar un porcentaje de imprevistos.

1.2 TIPOS DE COSTOS

Existen dos tipos de costos para la integración de un presupuesto; los costos directos y los costos indirectos, la suma de éstos dos, forman el precio unitario, el cual multiplicado por una cantidad de trabajo estimada para ejecutar, da un valor total de un renglón de trabajo.

La suma de los valores de los diferentes renglones de trabajo lleva al precio total de la obra a ejecutar. Esto quiere decir, que la base para la integración de un presupuesto está en los costos iniciales.

1.2.1 LOS COSTOS INDIRECTOS

Como costos indirectos podemos señalar aquellos gastos que no están directamente aplicados a la producción de un objeto determinado.

Esto significa que no se toman en cuenta dentro de los gastos administrativos de la organización de una empresa constructora, gastos de supervisión, comisiones de venta, gastos de capacitación, publicidad, impuestos, financiamiento, utilidades, transportes, construcciones provisionales, comunicaciones, seguros, fianzas, contratos y todos los costos que no estén ligados directamente al proceso constructivo.

Estos costos indirectos pueden agruparse en dos grandes rubros, según la organización de la empresa:

- A. Costos indirectos de operación
- B. Costos indirectos de obra

A. COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN:

En estos se incluyen los gastos que se realicen para el adecuado funcionamiento de las oficinas Central-Administrativas, y se dividen así:



- **PERSONAL ADMINISTRATIVO:**
Incluye al personal que labora en oficinas centrales, en los diferentes departamentos en que esté dividida la empresa, incluyendo sus prestaciones laborales.
 - **ALQUILERES Y EQUIPO:**
Incluye los gastos necesarios para el funcionamiento de las Oficinas Centrales tales como: local, compra de equipo, depreciación de equipo de comunicaciones, energía eléctrica, gastos de mantenimiento de local, vehículos asignados a las oficinas centrales y servicios.
 - **INSUMOS:**
En este rubro se incluyen todos los artículos de consumo que el personal necesite para cumplir con sus funciones, tales como: papelería, copias, combustibles, lubricantes, artículos de limpieza, pasajes, atención a clientes y empleados.
 - **IMPUESTOS Y SEGUROS:**
Son aquellos gastos que tiene que realizar la empresa para cumplir con todas sus obligaciones, ante el fisco, el seguro social, pagos a asociaciones o cámaras en que esté inscrita, IRTRA, INTECAP, así como algún seguro con que se cuente en caso de siniestro.
 - **CAPACITACIÓN Y PUBLICIDAD:**
En estos gastos se incluyen todos los relacionados con la capacitación del personal tanto administrativo como técnico con el objetivo de mejorar el funcionamiento de la empresa, así como los gastos para publicidad y promoción de la imagen de la misma.
- B. COSTOS INDIRECTOS DE OBRA:**
Dentro de estos costos se incluyen los que son específicos de una obra y se agrupan así:
- **GASTOS ADMINISTRATIVOS:**
Son los gastos que se realizan para el funcionamiento administrativo de cada obra en particular e incluyen gastos de contratación, fianzas, seguros, pago de rentas, personal administrativo, vehículos asignados a la obra, pago de supervisores, encargados, contadores, bodegueros, guardianes, secretarías, vehículos y mantenimiento.
 - **INSUMOS:**
Se incluyen todos los artículos consumibles que el personal de la obra necesite para cumplir con todas sus funciones, tales como: papelería, combustibles, lubricantes, pasajes, atención a clientes, etc.



- **CONSTRUCCIONES PROVISIONALES:**
En estos gastos se incluyen las construcciones de bodega de materiales o campamento de obra, comedores, servicios sanitarios, accesos a mano de obra, muros perimetrales e instalaciones eléctricas.
- **COMUNICACIONES Y EQUIPO:**
Incluye gastos de comunicación que se generen directamente en la obra, así como viajes y fletes que se realicen para el funcionamiento de la misma, ya sea para comunicación con oficinas centrales, como para compras varias y mantenimiento.

En síntesis la suma de los costos indirectos de operación y los costos indirectos de obra, forman los costos indirectos del proyecto.

Para el caso de los costos indirectos de operación se designará un porcentaje de acuerdo al tiempo y al monto del contrato para que determinada obra, no cargue con todos los gastos si fuera el caso que se tuvieran varias obras en construcción al mismo tiempo.

Los costos de obra, serán cargados en su totalidad a la obra que los genere.

Por lo que puedo deducir que el costo puede ser de la siguiente forma formulado:

$$\begin{array}{l}
 \text{COSTO} \\
 \text{INDIRECTO} = \% \text{ "X" de gastos} \\
 \text{totales de operación} \\
 \text{de la empresa} \\
 \\
 \text{+} \\
 \\
 \text{gastos indirectos de obra}
 \end{array}$$

El costo indirecto es un valor que si la empresa está bien organizada, es fácil de obtener y representa parte importante del valor total de la obra.

1.2.2 LOS COSTOS DIRECTOS

El costo Directo, es el resultado de la suma de los materiales, equipo y la mano de obra con sus prestaciones, que están involucradas en cada renglón de trabajo a ejecutarse durante el desarrollo de la obra.

Entre las variables en estos costos, se tiene el valor de los materiales, el valor del equipo y el valor de la mano de obra, dado a las cantidades de tiempo en el caso del equipo y la mano de obra, pero también de volumen y cantidad en el caso de



los materiales, se pueden considerar como constante.

Tomando como ejemplo una fundición de concreto, el costo directo es la suma de los materiales (cemento, arena, pedrín, madera para formaleta, aditivos, etc.) y la mano de obra a utilizarse con sus respectivas prestaciones (albañiles y ayudantes).

Como se observa para cada renglón que se ejecute se tienen que usar por lo menos dos de los tres elementos enumerados y si se logra tener un control estadístico dentro de la empresa de todos los trabajos ejecutados, se puede contar con un banco de datos que facilite la integración de un presupuesto, ya que los rendimientos de mano de obras son los más difíciles de valorizar.

Para llegar a integrar un presupuesto que sea lo más confiable posible es necesario contar con un juego de planos con especificaciones claras y precisas para la adecuada ejecución de los trabajos.

Esto es necesario, tanto en la integración del presupuesto, como durante la realización de los trabajos en obra, ya que entre más información se tenga, se tendrán menos dudas respecto a medidas, cantidades y forma de ejecutarlos, con lo que se obtendrá una mayor aproximación al costo

en cuestión. Las mejores especificaciones son aquellas que indican el proceso constructivo para obtener la totalidad requerida.

Otro dato importante para la integración de un presupuesto es la cuantificación de las cantidades de trabajo y éstas deben ser obtenidas de los planos de construcción, es también importante asignarles una unidad de medida que sea acorde a lo que se va a ejecutar ya sea, por ejemplo, si vamos a cuantificar acero de refuerzo no es posible que le asignemos una unidad de medida como el metro cúbico, sino una unidad de medida que podamos fácilmente identificar para este material, como puede ser el peso o las longitudes.

En algunos casos aparecen en las cantidades a presupuestar, la palabra "global", pero para llegar a un costo unitario para esa unidad de medida, es necesario conocer las cantidades de los diferentes componentes que la integran, lo correcto es desglosar ese "global" en cada componente y asignarle un precio unitario a cada una, esto ayudará también a poder revisar las cantidades de trabajo realmente ejecutadas.

Las cuantificaciones deben tener también un orden para integrar el presupuesto y ese orden debe ser acorde al proceso constructivo de la edificación, no es lógico que un presupuesto se



empiece a integrar por los últimos trabajos a ejecutarse y dejar de último lo primero que se ejecute, por ejemplo, empezar por acabados o instalaciones especiales y finalizarlo con excavaciones.

Un esquema general de rubros de trabajo para la ejecución de obra es:

- TRABAJOS PRELIMINARES:
 - LIMPIEZA Y CHAPEO
 - TRAZO
 - NIVELACIÓN
- CIMENTACIÓN:
 - EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS
 - TRAZO DEL DRENAJE
 - CONSTRUCCIÓN DEL DRENAJE
 - CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS
 - CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS
- CERRAMIENTO VERTICAL (MUROS):
 - LEVANTADO DE MURO
 - CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES (COLUMNAS, MOCHETAS Y SOLERAS)
 - CERRAMIENTOS
- CERRAMIENTO HORIZONTAL (LOSAS):
 - VIGAS DE AMARRE
 - ESTRUCTURA DE LA LOSA
 - FUNDICIÓN DE LA LOSA
 - GRADAS Y RAMPAS
- PUERTAS Y VENTANAS:

- INSTALACIONES:
 - INST. HIDRÁULICA
 - INST. ELÉCTRICA
- ACABADO Y PINTURA
- INSTALACIONES ESPECIALES
- OBRA EXTERIOR

Por lo anterior, se sugiere que el presupuesto esté efectuado en partidas congruentes para poder llevar un mejor control de las mismas.

Es necesario, pero esto se adquiere con la experiencia, realizar revisiones paramétricas por lo menos en los renglones que más pesan en un presupuesto, esto significa que existen parámetros que se pueden manejar como lo son relaciones entre cantidad de acero por metro cúbico de concreto, cantidad de madera para formaleta por metro cuadrado de muros o precio aproximado por metro cuadrado de construcción.

Realizado este tipo de revisiones, se pueden detectar errores que pueden influir de forma significativa en la presentación de un presupuesto.

Es importante también, realizar cuadros de desglose de materiales, mano de obra y equipo, por cada renglón de trabajo, esto servirá para llevar un control de consumos y variaciones en los precios de los materiales además de poder realizar



una revisión de fórmula de sobre costos si fuera necesario.

Como se expresó en un principio este trabajo no está enfocado al análisis de costos de obra civil, por lo que no se entrará en detalle para el cálculo de precios unitarios, ni fórmulas con proporciones para la integración de los mismos.

Por consiguiente, teniendo el concepto general de lo que son los costos indirectos y los costos directos se pasa a lo que es integrar el precio.



1.3 EL PRECIO

Se llama precio en un presupuesto a la suma del costo indirecto, más el costo directo de cada uno de los renglones.

Esto significa que el costo directo es casi igual, para todas las empresas que integren un presupuesto con los precios de materiales de mercado y los rendimientos de mano de obra y equipo que se maneje en el lugar.

Lo que en realidad hace la diferencia en el precio es:

- El ingenio o tecnología que tenga la empresa constructora en el diseño de los sistemas constructivos, secuencias lógicas de trabajo y uso racional de sus recursos.
- El tiempo de ejecución de la obra.
- La integración de los costos indirectos, ya que estos deben significar un porcentaje que influya considerablemente en el precio final.

La forma más simple para integrar el precio es la siguiente:

$\frac{\text{Suma de todos los costos indirectos}}{\text{Suma de todos los costos directos}} = \%$
--



Cada uno de los costos indirectos $\times (1+\%) =$ Precio de cada renglón del presupuesto.

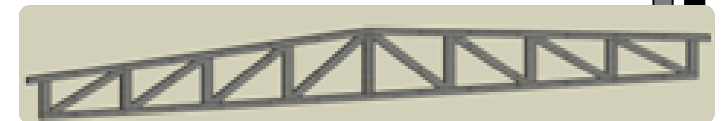
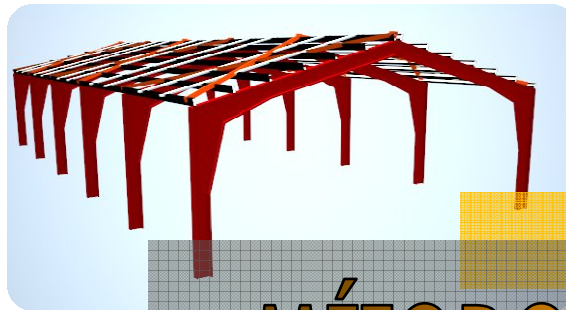
Ejemplo:

$\begin{array}{l} \text{Suma de Costos Indirectos} = \text{Q. } 50,000.00 \\ \text{Suma de Costos Directos} = \text{Q. } 185,000.00 \end{array} = 0.27$

Así, si el costo unitario de cemento es 40 Q/ml, el precio unitario será $40.00 \text{ Q/ml} \times 1.27 = 50.80 \text{ Q/ml}$, este precio unitario multiplicado por cantidad de trabajo a ejecutar, nos dará el precio total del renglón ofertado.

Es conveniente, para que no se vaya a olvidar o repetir, aplicar el valor del IVA al final y trabajar todos los precios de los materiales y equipo sin este impuesto para aplicarlo cuando ya se integre el precio.

Si la utilidad está considerada dentro de los costos indirectos, ésta solo estará afectando a los costos directos, entonces será política de la empresa definir donde se va a aplicar, si en los costos indirectos o en el precio final.



CAPÍTULO 2. MÉTODOS PARA INTEGRAR COSTOS



Existen varios métodos para poder integrar el precio de una edificación, desde el más sencillo como integrar por volúmenes o metros cuadrados, hasta los que se adapten, esto no importa, siempre y cuando se llegue a un valor lo más apegado a la realidad.

2.1 MÉTODO POR METRO CUADRADO

Como se expresó anteriormente, aparentemente, es éste el método más sencillo para integrar un presupuesto y por ser de integración rápida, está de más, afirmar que es el menos exacto, pero no es tan sencillo como aparenta, ya que sus valores se basan en datos estadísticos, mucha experiencia y observación de quien interpreta datos.

Se oyen expresiones como: *“El costo del metro cuadrado de esa construcción puede ser de tantos quetzales”*, pero, ese metro cuadrado conlleva una serie de variables, desde las áreas de los diferentes ambientes, pasando por el tipo de materiales utilizados en sus muros y cubiertas, hasta el tipo de acabados empleados, ya que azulejos, pisos, closets, grifería, influyen en los valores finales de la construcción.

La integración de este tipo de presupuesto se realiza descomponiéndolo en renglones gruesos

de trabajo como puede ser: cimentaciones, levantado de muro, losas, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, entre otras, sin entrar a descomponer cada uno de ellos.

Por ejemplo: Para integrar el renglón de muros, se debe descomponer en columnas, mochetas, soleras, levantados, tallados, etc. y la suma de todos estos elementos, integran el precio por metro cuadrado de un muro, pero una persona con mucha experiencia puede tener estadísticas para ese tipo de muros, la suma de estos componentes la puede expresar con una aproximación bastante cercana a la realidad.

Pero la suma de todos esos renglones, con precios aproximados dará como resultado un total también aproximado que para fines prácticos, en donde se tenga que dar un dato del costo de una construcción, en un tiempo que no permita analizar cada uno de sus componentes, es bastante confiable, siempre y cuando estos datos sean dados por una persona que tenga mucha experiencia en integración de presupuestos y también los datos que maneje, sean actualizados.

Algo importante al integrar un costo de esta manera, es saber escoger los renglones que más coinciden con el costo total y afinar el precio unitario en estos renglones, ya que un error en este precio unitario multiplicado por un volumen



grande, puede arrojar un error que pesa mucho en el presupuesto global.

Así por ejemplo, en un presupuesto de vivienda la cantidad de levantados es bastante alta, contra la cantidad de puertas, si nos equivocamos en el precio unitario de una puerta, el error final será menor contra un error en el precio unitario del levantado.

Cantidad de levantado	=	800.00 M2
Cantidad de puertas	=	6.00 ud
Precio real levantado	=	250.00 Q./M2
Precio real puertas	=	975.00 Q./ud

Si por error presupuestamos:

Precio levantado	=	215.00 Q/M2
Precio puerta	=	830.00 Q/ud

El presupuesto real:

800.00 M2 x 250.00 Q./M2	=	Q.200,000.00
6.00 ud x 830.00 Q./ud	=	Q. 4,980.00
TOTAL	=	Q. 204,980.00

La diferencia en el primer caso es de - Q.28,000.00 (13.6%) y en el segundo caso es de - Q.879.99 (0.4%) el error en cada precio unitario es de aproximadamente - 15%.

Esto significa que hay que poner mucha atención en los costos de los renglones que sean más representativos en un presupuesto.

Los valores de los renglones globales siempre tenemos que desglosarlos y analizarlos para no tener al final sorpresas desagradables y también para poder saber que materiales o cantidades de trabajo lo forman para la compra de materiales y el pago de la mano de obra de ejecución.

Este tipo de presupuesto al no tener desglose no se puede presentar para integrar una fórmula de revisión de precios (que se utiliza en obras a largo plazo), ya que para la integración de estas fórmulas es necesario el desglose de cada precio unitario en materiales, equipo, combustibles, mano de obra, herramientas, etc.

Este tipo de presupuesto se puede denominar preliminar y nos sirve para tener un valor aproximado, pero confiable de una construcción, se tiene, sin emplear mucho tiempo en realizarlo un buen parámetro para poder vender la idea a un cliente o inversionista.

En resumen se puede concluir lo siguiente:

- Es un presupuesto aproximado
- Se puede realizar en un tiempo muy corto



- Debe ser analizado por una persona con experiencia y que maneje precios actualizados de construcción.
- Se debe tener mucho cuidado con los precios unitarios de los renglones que se soliciten como globales.
- No es recomendable para un presupuesto final para la ejecución de una obra.

2.2 MÉTODO DE INTEGRACIÓN POR RENGLONES

Éste es un método muy confiable para la integración de un presupuesto, consiste en desglosar en renglones de trabajo la ejecución de la construcción y aplicarle un precio unitario.

Así por ejemplo, para poder presupuestar en renglón de cimentación, se puede subdividir en: zanjeo, zapatas, cimiento corrido, troncos de columnas, levantado hasta solera de humedad y relleno de zanjas.

Para poder expresar un precio para cada uno de estos renglones se debe tomar en cuenta los materiales, la mano de obra y el equipo que interviene en la ejecución.

Para poder desglosar los renglones para un presupuesto, es necesario conocer el pliego de especificaciones y el juego de planos, los cuales

definen las características y calidades que se necesitan tanto para cuantificar y dar una unidad de medida al renglón como para tomar en cuenta los elementos que van a integrar el precio unitario.

Para cada unidad de trabajo es necesario aplicarle una unidad de medida base, que se pueda utilizar muy fácilmente en obra, así por ejemplo, el zanjeo es más fácil cuantificarlo por metro cúbico, ya que si lo cuantificamos por metro lineal no sabremos como pagarle a la persona que lo está ejecutando si la zanja tiene más o menos anchos y profundidad.

Es por eso, importante tomar criterio para poder integrar los renglones de este presupuesto, porque se puede desglosar desde renglones globales, hasta renglones de materiales específicos, lo más práctico es desglosarlo en unidades de trabajo que se puedan cuantificar fácilmente en obra, cuando el trabajo esté terminado se representan en el programa de trabajo para darles seguimiento.

El integrar todos los renglones de trabajo a un programa de trabajo conlleva muchas ventajas, como llevar el control tanto de avance de obra como de gastos que son necesarios realizar durante un tiempo específico, así como en cada etapa de la obra, detectando a tiempo cualquier desfase



con nuestro presupuesto original y poder hacer las correcciones a tiempo.

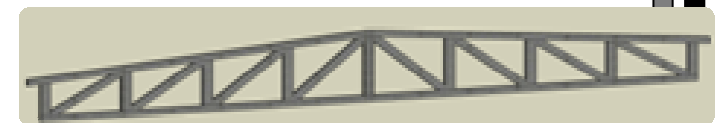
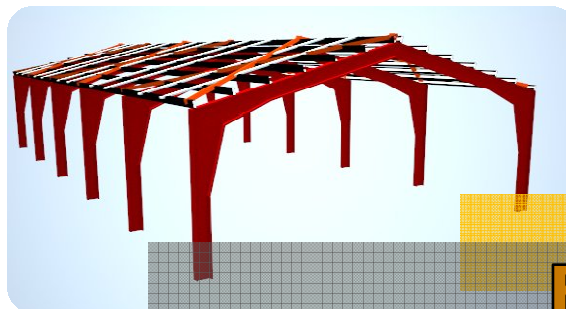
En la mayoría de los casos, cuando no se lleva este tipo de verificación, no se tiene control de los gastos y es hasta el final de la obra cuando se puede evaluar, si se ganó o perdió en la misma.

Muchas veces se empieza a comprar materiales que no son necesarios en la etapa que se encuentra la obra, descapitalizándola, lo cual es un grave error, dado a que se empieza a tener tiempos muertos por falta de materiales o pago de más a personal para el adecuado avance de la misma.

Otra de las grandes ventajas de llevar un programa de trabajo a la par de un presupuesto por renglones es el demostrar a la persona o institución para la que se está realizando la obra, es que el dinero que ha invertido ha sido utilizado en cada uno de los renglones de trabajo que se han ejecutado, pudiendo con plena confianza aprobar nuevos desembolsos.

En resumen, se enumeró las principales ventajas en el presupuesto por renglones de trabajo, como las siguientes:

- Desglose de renglones de trabajo de los que se puede cuantificar fácilmente el material, mano de obra y equipo que se utiliza en el renglón.
- Control de variaciones de precio por renglón en base a la variación de precios de cada uno de los componentes.
- Llevar la integración de los costos de cada renglón con el programa de trabajo, lo cual es básico para la requisición de pagos durante el desarrollo de la obra.
- Control de pérdidas y ganancias en cada uno de los renglones de trabajo.
- Control de uso de materiales en cada renglón de trabajo.
- Programa de desembolsos en cada etapa o renglón de trabajo.
- Y al final, establecer en qué renglones del proceso se presentaron variaciones que incidieron en el resultado final de pérdidas o ganancias.



CAPÍTULO 3. EL COSTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA



En los anteriores capítulos se indicó la existencia de diferentes métodos para la integración del presupuesto para la construcción de una obra arquitectónica con materiales tradicionales.

De la misma manera existen varios métodos para la integración del precio para la construcción de una obra utilizando la estructura metálica, los cuales se analizarán más adelante, antes se describen los materiales, los tipos de estructura y los diferentes componentes que están involucrados en las estructuras metálicas.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

ACERO:

Éste material es una combinación de hierro y carbono, con pequeñas cantidades de otros elementos como manganeso, fósforo, azufre, silicio, etc.

La proporción de carbono determina la dureza y resistencia del acero. Los aceros dulces contienen menos del 0.10% de carbono y los aceros con más de 0.40% de carbono, se pueden templar, no se sueldan bien y son mucho más resistentes.



El manganeso interviene en el afino durante el proceso de fabricación y aumenta la facilidad de la forja en el acero.

El fósforo y el azufre son perjudiciales, el primero hace que el acero sea quebradizo bajo una carga repentina y el azufre le hace poca resistencia o frágil cuando se calienta.

Las especificaciones de los materiales que son utilizados para la construcción en metal son establecidas en los Estados Unidos de América, por la Sociedad Americana para Ensayo de Materiales A.S.T.M. por su nombre en inglés, American Society for Testin Materials.



El acero más usado en Guatemala para la fabricación de estructuras es el denominado A.S.T.M. A36 laminado en caliente cuya composición es 0.25% de carbón y 0.80 % de



manganeso, con un límite de fluencia de 36,000 lb/pie y un esfuerzo permisible de 22,000 PSI

Existen otros aceros en el mercado los cuales son de alta resistencia y baja aleación con límites de fluencia de 50,000 PSI y esfuerzo permisible de 30,000 PSI como lo es el acero A.S.T.M. A50.

Estos aceros se adecúan perfectamente para fabricar estructuras de acero en general (edificios, puentes, bodegas, etc.) por medio de las uniones soldadas o atornilladas.

Los reportes de las pruebas de laminación en conformidad con éstas especificaciones constituirán un testimonio aceptable.

ACEROS NO IDENTIFICADOS:

Si están libres de imperfecciones superficiales pueden usarse para piezas de menor importancia o para pequeños detalles donde las propiedades físicas y soldabilidad del material no afectan la resistencia de la estructura.

Los materiales de acero se presentan en diferentes formas, desde la varilla redonda que es la más conocida, hasta secciones especiales como canales y compuertas.

Para dar una idea de las diferentes secciones se presentan algunas para familiarizarse:

• LÁMINA PLANA

Estas láminas son lienzos de acero que vienen en diferentes dimensiones y espesores, en Guatemala se acostumbra a manejar dimensiones en pies y pulgadas ya que los molinos fundidores que los producen trabajan en sistema inglés.



Existen varios tipos de láminas que van desde los 3x8 pies, hasta los 8x20 pies y espesores (estructurales) desde 1/8" hasta 4".

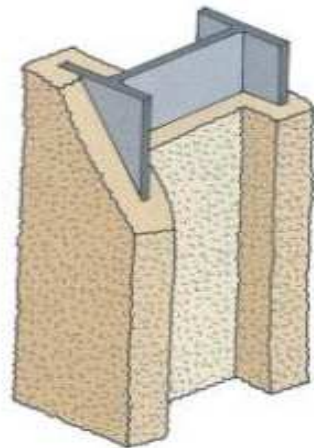
• SECCIÓN I

Son las que se forman a partir de unir 3 planchas planas (hembras) y éstas según sus características estructurales pueden denominarse secciones I, W, HP, IPE ó S.

Son las más utilizadas para construcción de bodegas, puentes y entresijos en edificios.

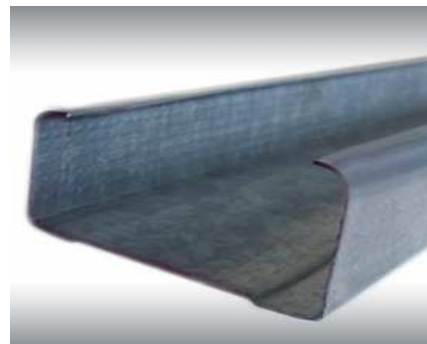


Estas secciones son producidas en las fundidoras con las características estructurales especificadas por el AISC (American Institute of Steel Construction) pero si no se encuentran en el mercado, pueden ser fabricadas en el taller o en la obra siguiendo las especificaciones de soldadura requerida por el ingeniero estructural o diseñador.



• **SECCIÓN C**

Estas secciones pueden ser laminadas en frío (costaneras); canales estructurales, fundidas en molinos o soldadas en taller u obra.



• **TUBOS REDONDOS**

Son secciones en forma de tubo redondo que son fabricados en molinos de fundición siguiendo especificaciones de la AISC, sirven para la construcción de columnas, vigas tipo joist o estereoestructuras, es importante que este material cumpla con espesores de pared y especificaciones de material, ya que existen en el mercado variedad de tubos que no son estructurales.



• **TUBOS CUADRADOS**

Son secciones en forma de tubo cuadrado o rectangular fabricados en molinos de fundición siguiendo especificaciones de la AISC, también pueden ser fabricados en taller u obra a partir de la



unión de dos secciones C ó dos angulares.

- **ANGULARES**

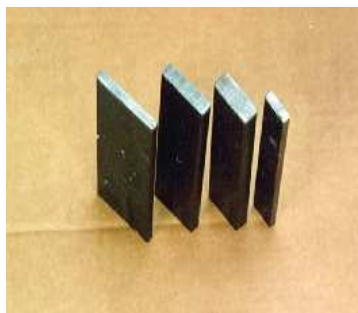
Son secciones en forma de "L" con los dos lados iguales, son fabricados en diferentes medidas y espesores, pero bajo ciertas normas ya que si el espesor es de 1/8" los lados no son superiores a 2", si el espesor es 3/16" los lados son superiores a 3" y así hasta espesores de 1".



Es posible también fabricarlos soldados a partir de dos placas o doblarlos con dobladoras hidráulicas. Existen también angulares con lados desiguales, pero es bastante difícil obtenerlos en el mercado local.

- **HIERRO PLANO**

En nuestro medio reciben la denominación de hembra y son fajas de lámina negra de diferentes anchos y espesores, generalmente su largo es de 20 pies.



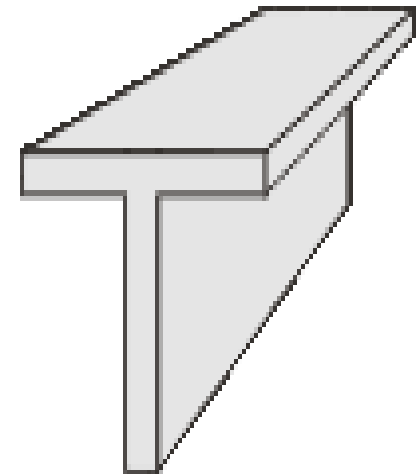
- **HIERRO REDONDO**



Es similar al usado en las construcciones de obra civil, pero es liso y puede ser hasta de 1½" de diámetro; es utilizado para alinear costaneras de cubierta o forro (templetes) o para darle rigidez a los marcos de la estructura (tirantes de contraviento).

- **HIERRO Tee**

Generalmente son usados en herrería para la elaboración de balcones y ventanas, ya que las medidas en que son fabricadas en molino son pequeñas, si es necesario formar una pieza estructural con esa forma, puede obtenerse a partir de la unión de dos angulares de lados iguales o desiguales.





3.2 PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES

a. DETERMINADO

El peso específico de una sustancia se define como su PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN, En el sistema métrico decimal se mide en kilogramos, fuerza por metro cúbico. Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que ésta ocupa.

Los métodos de medida del peso específico se basan en el principio de Arquímedes y consisten en medir el peso en aire del material P y posteriormente el peso de dicho material, sumergido en agua.

Para nuestro caso el peso específico del acero utilizado en construcción de estructuras metálicas, es de 7,850.00 kg/m³, ésta cifra es importante porque nos permite calcular cualquier sección de acero.

En el que hacer diario, se acostumbra decir: El quintal de hierro de construcción tiene 13.3 varillas de diámetro 3/8".

Ahora que sabemos el peso específico del acero, podemos deducirlo así:

Diámetro = 3/8" = 0.00953 mts.

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \pi r^2 = 3.1416 * (0.00953/2)^2 \\ &= 0.0000713 \text{ mt}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} \\ \text{de una varilla} \\ \text{de 20 pies} &= 0.0000713 \text{ mts}^2 * 6.09 \text{ mts.} \\ &= 0.000434 \text{ mt}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso} &= \text{volumen} * \text{peso específico} \\ &= 0.000434 \text{ mt}^2 * 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.41 \text{ kg / varilla} * 2.205 \text{ lbs/kg} &= \mathbf{7.519 \text{ lbs / var.}} \\ 100.00 \text{ lbs / } 7.519 &= \mathbf{13.30 \text{ varillas / quintal}} \end{aligned}$$

Con esta fácil operación podemos saber cuantas varillas de cualquier diámetro tiene un quintal.



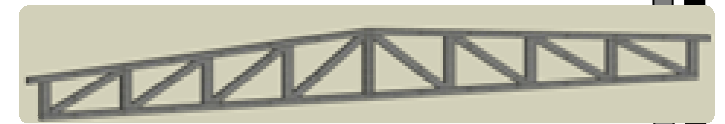
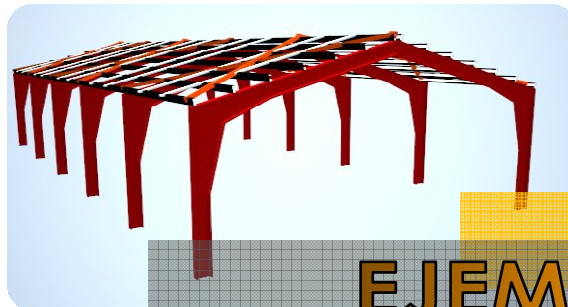
b. Cuadros:
TABLA DE REFERENCIA CON ALGUNOS PESOS
ESPECÍFICOS RELACIONADOS CON LA
CONSTRUCCIÓN
 (Relacionados con la construcción *)

NOMBRE	PESO EN Kg/m ³
ABEDUL	650.00
ABETO	420.00
ACEITE DE LINAZA	935.00
ACERO *	7850.00
ADOBE	1400.00
AGUA PURA	1000.00
ÁLAMO	471.00
ALQUITRÁN	380.00
ALUMINIO, LÁMINA *	2670.00
ALUMINIO, PURO *	2600.00
ASBESTO (AMIANTO)	2810.00
ARCILLA PARA ALFAREROS	1900.00
ARCILLA SECA EN TERRÓN	1010.00
ARENA DE CUARZO (SUELTA)	1870.00
ARENA PÓMEZ	100.00
ARENA Y GRAVA SUELTA Y SECA	1600.00
ASFALTO PARA PAVIMENTO	1600.00
AZUFRE	2070.00
AZULEJO O LOSETA	1800.00
BAMBÚ (SECO)	360.00
BRONCE ACUÑADO *	8660.00
BRONCE DE ALUMINIO *	7700.00
BRONCE DE CAMPANAS *	8810.00
BRONCE ORDINARIO *	8400.00
CAL VIVA EN TERRÓN	1100.00
CAOBA	810.00
CARBÓN VEGETAL	360.00
CAUCHO	940.00
CEMENTO (SUELTO)	1200.00

NOMBRE	PESO EN Kg/m ³
CEMENTO PORTLAND (MACIZO)	3150.00
CEMENTO PORTLAND (SUELTO)	1350.00
CINC O PELTRE *	7000.00
COBALTO *	8420.00
COBRE EN LÁMINA *	8720.00
COLA	1270.00
CONCRETO	2200.00
CONCRETO ARMADO	2950.00
ESTAÑO FUNDIDO *	7020.00
GRANITO	2480.00
GRAVA SECA	1790.00
HIERRO FORJADO	7700.00
HIERRO PURO	7880.00
LADRILLO COMÚN	1920.00
LADRILLO REFRACTARIO	2403.00
LATÓN (COBRE Y CINC)	8450.00
MARMOL DE CARRARA	2720.00
MORTERO DE CEMENTO	2100.00
NOGAL AMERICANO	770.00
PIZARRA	2760.00
PLOMO COMERCIAL EN LÁMINA	11400.00
TECA SECA	900.00
TEJAS Y BALDOSAS	2200.00
TIERRA COMPACTADA HÚMEDA	1600.00
TIERRA COMPACTADA SECA	1400.00
TUNGSTENO	19129.00
VIDRIO DE VENTANAS	2500.00
YESO COCIDO	1810.00

FUENTE:

www.arahys.com/pesoesspecificodelosmaterialesdeconstruccion.



CAPÍTULO 4. EJEMPLO DEL CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA



Conociendo éste método de cálculo se puede deducir el peso de cualquier pieza, sabiendo el peso específico del mismo.

En la construcción, se tiene variedad de materiales que van desde muy pesados, como el plomo con un peso específico de $11,400 \text{ kg/m}^3$ pasando por los granitos con un peso alrededor de los $3,800 \text{ kg/m}^3$, las baldosas cerámicas con $1,800 \text{ kg/m}^3$ hasta las maderas duras y suaves con un rango entre 800 y 600 kg/m^3 sin dejar a un lado el peso del concreto sin armadura muy utilizado en nuestro medio y cuyo peso específico es de $2,400 \text{ kg/m}^3$.

Para el cálculo del peso de una estructura metálica es necesario tener planos generales y planos con detalles de las piezas que la forman.

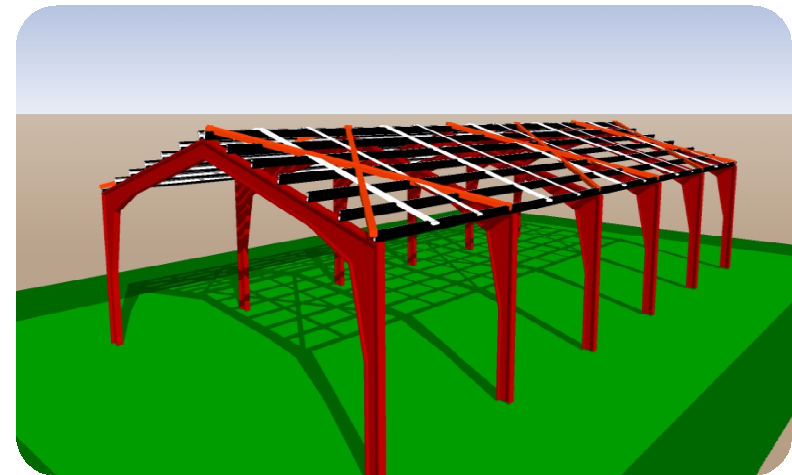
Los planos generales son necesarios para ver las dimensiones de las piezas que conforman la estructura y los planos de detalle las dimensiones de las secciones y calibre de las piezas.

Sin ésta información es imposible determinar el peso, ya que como vimos con anterioridad es necesario conocer los volúmenes del material para poder determinar el peso al multiplicarlo por su peso específico.

La mejor manera de poder determinar con claridad el peso de una estructura, es con un ejemplo real.

Para esto, se calculará una estructura de 15.00 mts. de ancho por 30.00 mts. de largo con columnas de altura de 5.00 mts.

Los marcos (06) serán en alma llena, sección invariable y las costaneras para sostener la cubierta, sección C.



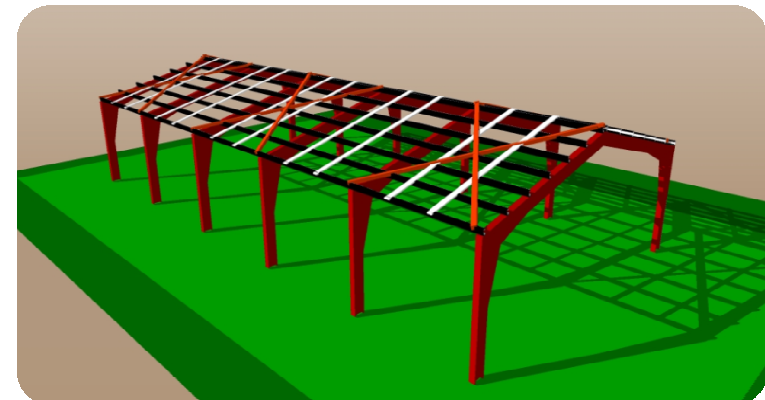
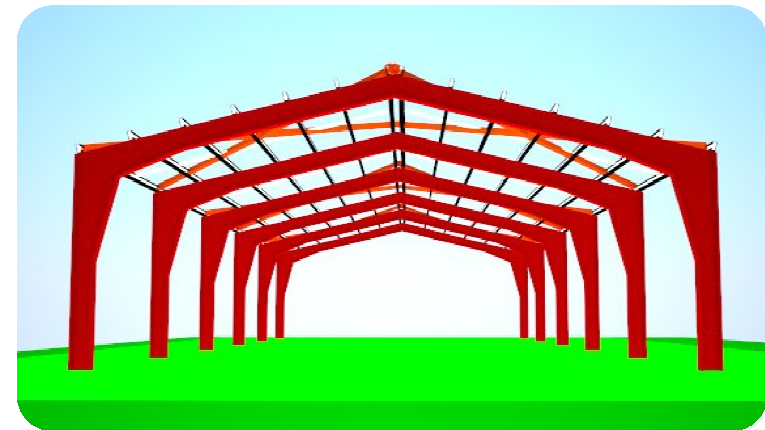


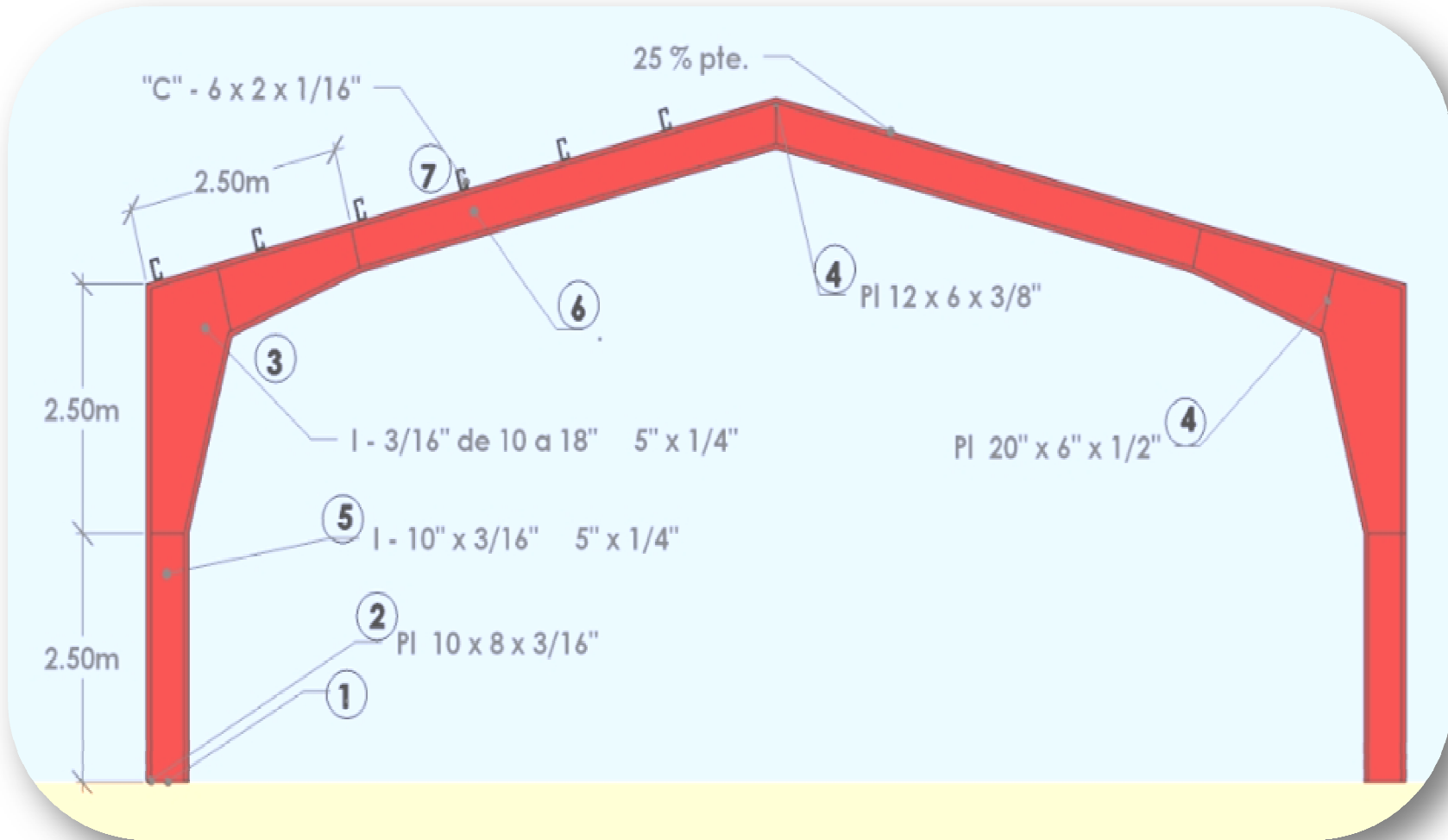
4.1 LOS COMPONENTES:

Las piezas que componen el marco son las siguientes:

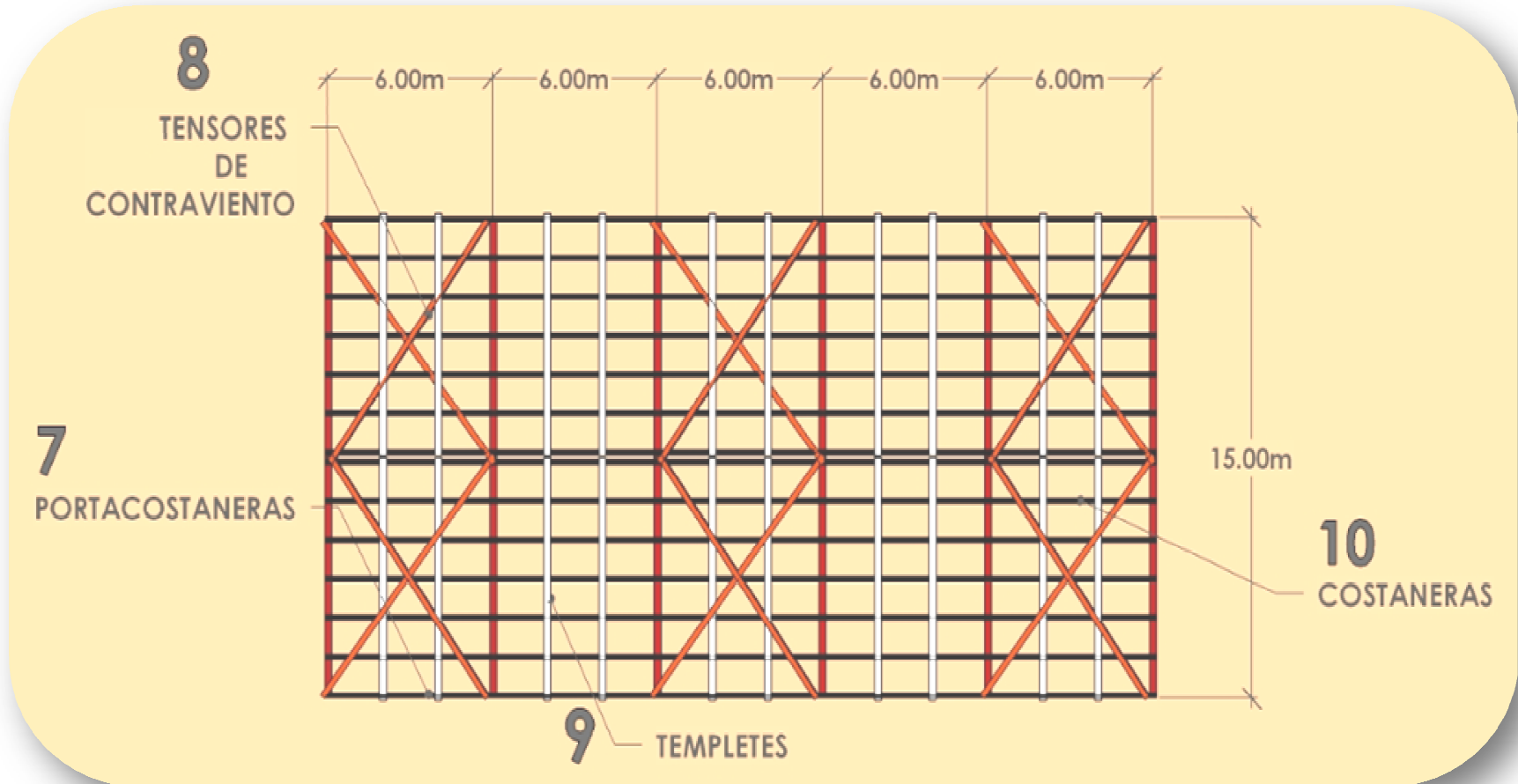
1. Pernos de anclaje diámetro 5/8" x 0.50 mts. de largo, cantidad por marco: 04, (dos por base)
2. Dos platinas base de 10" x 8" x 5/16"
3. Dos platinas de unión de columna viga de 19" x 5" x 1/2"
4. Dos platinas de unión viga-viga de 11" x 5" x 3/8"
5. Dos columnas en alma llena sección "I", con una parte variable
6. Dos vigas en alma llena sección "I", con una parte variable
7. 14 planchas de 4" x 5" x 3/16" para sostener costaneras (portacostaneras)
8. 12 tensores de contraviento diámetro 1/2"
9. 20 templetes (hembras) de 1" x 3/16" para alinear costaneras (7.70 ml c/u)

10. Costanera sección "C" de 6"x2"x1/16" (423.00ml)





Gráfica 1. Sección del Marco



Gráfica 2. Planta acotada



4.2 PROCEDIMIENTO

Según sección del marco (gráfica 1) y planta acotada de la estructura (gráfica 2), podemos sacar el volumen de cada pieza y a partir de ahí sacar el peso total.

Para eso, debemos procesar pieza por pieza de la siguiente forma:

1. PERNOS DE ANCLAJE DIÁMETRO 5/8" X 0.50 MTS.

$$\begin{aligned} \text{Diámetro} &= 5/8'' = 0.01588 \text{ mts.} \\ \text{Área} &= \pi r^2 = 3.1416 (0.01588)^2 \\ &= 0.00079 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= 0.00079 \times 0.50 \\ &= 0.000396 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso} &= 0.000396 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \mathbf{3.11 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\text{No. de piezas} = 4$$

$$\text{Peso de pernos} = 4 \times 3.11 \text{ kg} = \mathbf{12.44 \text{ kg}}$$

2. PLATINAS BASE DE 10" X 8" X 5/16" (2 ud.)

$$\begin{aligned} 10'' &= 0.254 \text{ m} \\ 8'' &= 0.203 \text{ m} \\ 5/16'' &= 0.00794 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen} = 0.254 \times 0.203 \times 0.00794 = 0.000409 \text{ m}^3$$

$$0.000409 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 3.21 \text{ kg} \times 2 = \mathbf{6.42 \text{ kg}}$$

3. PLATINAS DE UNIÓN DE COLUMNA VIGA DE 19" X 5" X 1/2" (2 ud.)

$$\begin{aligned} 19'' &= 0.4826 \text{ m} \\ 5'' &= 0.127 \text{ m} \\ 1/2'' &= 0.0127 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen} = 0.4826 \times 0.127 \times 0.0127 \text{ m} = 0.000778 \text{ m}^3$$

$$0.000778 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 6.11 \text{ kg} \times 2 = \mathbf{12.22 \text{ kg}}$$

4. PLATINAS DE UNIÓN VIGA-VIGA DE 11" X 5" X 3/8" (2 ud.)

$$\begin{aligned} 11'' &= 0.2794 \text{ m} \\ 5'' &= 0.127 \text{ m} \\ 3/8'' &= 0.0127 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= 0.2794 \times 0.127 \times 0.0127 = 0.000337 \text{ m}^3 \\ 0.000337 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 &= 2.65 \text{ kg} \times 2 = \mathbf{5.30 \text{ kg}} \end{aligned}$$

5. COLUMNAS EN ALMA LLENA SECCIÓN "I", CON UNA PARTE VARIABLE (2 ud.)

Sección recta:

Platina 5 x 1/4 - 5mts.

$$\begin{aligned} 5'' &= 0.127 \text{ m} \\ 1/4'' &= 0.00635 \text{ m} \\ \text{Largo} &= 5.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen} = 0.127 \times 0.00635 \times 5.00 = 0.00403 \text{ m}^3$$



Sección acartelada :

- Platina 5 x 1/4 = 5.05 m
- 5" = 0.127 m
- 1/4" = 0.00635 m
- Largo = 5.05 m

Volumen = 0.127 x 0.00635 x 5.05 = 0.00407 m³

Alma:

Platina de 9 1/2" a 17 1/2" en 5.05 m, espesor 3/16"

- 13 1/2" = 0.3429 m
- 3/16 = 0.0048 m
- Largo = 2.55 m

Volumen = 0.3429 x 0.0048 x 2.55 = 0.00042 m³

Total Columna: = 0.0152 m³

0.0152 m³ x 7850 kg/m³ = 119.32 kg x 2 = **238.64 kg**

Siguiendo el mismo procedimiento para las piezas **6, 7, 8, 9 y 10**, tendremos los siguientes pesos:

- 6 = 432.66 kg**
- 7 = 6.75 kg**
- 8 = 114.47 kg**
- 9 = 146.24 kg**
- 10 = 1338.92 kg**

Si sumamos todos los componentes

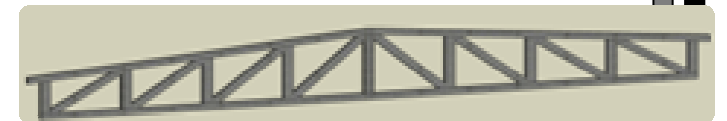
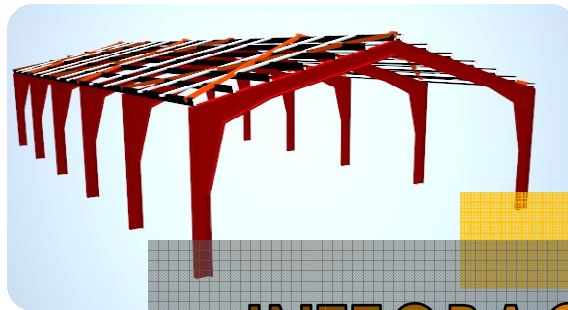
- 6 marcos (incluye pernos de anclaje, platinas base, columnas, vigas, platinas de unión y porta costaneras) = **4366.08 kg**
- 12 tensiones contraviento = **114.47 kg**
- 20 hembras para alinear costanera = **146.24 kg**
- 423.00 ml de costanera de 6x2x1/16 = **1338.92 kg**

TOTAL= 5935.71 kg

Si en los planos aparecen otras piezas como: vigas rigidizantes, monitores cartelas y vigas para puente, grúa, etc. Se debe utilizar el mismo procedimiento para determinar el peso de los mismos.

Este procedimiento es válido para determinar el peso de cualquier tipo de estructura metálica de acero al carbono, ya sea tanques elevados, puentes, hangares, entrepisos, torres, etc.





CAPÍTULO 5. INTEGRACIÓN DEL COSTO UNITARIO



5.1 COMPONENTES Y DESCRIPCIÓN:

Como en cualquier integración de costos unitarios, ya sea; obra civil, movimiento de tierras, instalaciones, instrumentación y otros, el costo está integrado por una serie de componentes que forman parte en el proceso. Pero al final, el costo debe ser expresado por "peso" (kg. ó libra) sea para el costo de las estructuras metálicas. Los elementos básicos que lo componen son los siguientes:

A. COMPONENTES DIRECTOS:

1. Materiales
2. Insumos
3. Tornillería
4. Pintura
5. Mano de obra en la fabricación
6. Transporte
7. Montaje

B. COMPONENTES INDIRECTOS:

1. Equipo y maquinaria
2. Uso de taller

C. COMPONENTES ADMINISTRATIVOS:

1. Administración
2. Planos y desarrollo
3. Margen de ganancia

A. COMPONENTES DIRECTOS:

A.1 LOS MATERIALES:

El material a utilizar es básicamente el acero, en perfiles, láminas, tubería y otras formas que se moldean para la ejecución de la obra.

Como se ha insistido en capítulos anteriores, para iniciar cualquier cálculo de costo, es necesario contar con planos generales, especificaciones y planos de detalle, para poder cuantificar la forma y cantidad de piezas que conforman la estructura metálica a realizar.

Cuando se tienen todos los elementos, se procede a pesarlos como se indicó en el capítulo anterior, ya que este elemento de la integración de costo *los materiales deben estar expresados en peso*, ya sea kg o libras. En el mercado el precio del material está dado en peso.

A.2 LOS INSUMOS:

Este componente de la integración del costo es la suma de una serie de elementos que sirven para ir dando forma a los materiales.

Entre los elementos que conforman este renglón, se encuentran:



- Oxígeno
- Acetileno
- Gases inertes para soldadura
- Electrodo para soldar (o alambre)
- Discos de corte
- Discos de pulido
- Carbón para fraguado
- Piedras para chispero
- Algún elemento especial necesario para casos específicos.

La suma de todos estos elementos, nos da una cantidad en dinero que se gastará en la ejecución de la obra.

A.3 TORNILLERÍA:

En algunos casos la obra no cuenta con este renglón, ya que está diseñada para que todas las uniones de sus elementos sean unidos por soldadura.

Pero en la mayoría de estructuras las uniones están realizadas con platinas atornilladas, por lo que es necesario cuantificarlos y valorarlos para sacar un precio total, y luego dividirlo por el peso de la estructura para poder obtener un valor por kilogramo. Es importante aquí hacer notar que la tornillería que se utiliza en estructuras metálicas tiene varias resistencias, las cuales deben estar identificadas en los planos.

Las más utilizadas son:

Grados 8 y 5 para uniones principales y grado 2 para elementos secundarios.

A.4 PINTURA:

Este componente está integrado por todos los elementos, que conlleva pintar una estructura metálica.

Tal vez sea el elemento que más variables pueda tener dentro del costo, ya que según las necesidades de la obra el tipo de limpieza, aplicado en las piezas, y el tipo de pintura a utilizar varía mucho.

Así, por ejemplo, el tipo normal de limpieza de las piezas, es el que no contenga óxidos y grasas, para que la adherencia y la duración de la pintura anticorrosiva sea la especificada por el fabricante de pinturas.

Pero en algunos casos, como en el caso de la parte interna de los tanques que almacenan agua para consumo humano, se debe aplicar una pintura especial, sin contenido de plomo, pues es dañino para nuestro organismo.

En otros casos como en el caso de las Industrias que manejan químicos, vapor o gases, la pintura por aplicar debe reunir características que



generalmente son de mayor precio que la pintura anticorrosiva convencional.

Al final, como en todos los elementos que integran el costo, debe darse un valor monetario de todos sus componentes.

A.5 MANO DE OBRA EN LA FABRICACIÓN:

Este es un elemento que requiere mayor atención, pues para obtener el precio por kilogramo es necesario que cada taller lleve estadísticas de rendimiento para poder llegar a una cifra confiable.

El rendimiento es para cada tipo de taller, ya que cada taller tienen diferente infraestructura y equipo que van haciendo el trabajo con más o menos eficiencia.

Así, por ejemplo los talleres que cuentan con puentes, grúa o equipos automáticos de soldadura, utilizan menos mano de obra para poder ejecutar el mismo trabajo que un taller que tenga que mover piezas y realizar todas las soldaduras con operarios y ayudantes.

A.6 TRANSPORTE:

El transporte, tanto del proveedor hacia el taller de fabricación, como el envío de las piezas ya

fabricadas del taller a la obra se puede sacar con base en lo que cobre el transportista (si se subcontrata) o los costos de combustibles, mantenimiento y depreciación del vehículo si el transporte es propio.

A.7 MONTAJE:

Al igual que la mano de obra de fabricación, es necesario sacar estadísticas para cada taller y así, llegar a un valor por kilogramo.

En Guatemala es práctica generalizada que se subcontrate el montaje, y las empresas que se dedican a brindar ese servicio cobran por kilogramo o por metro cuadrado de montaje.

En el caso que el precio lo den por metro cuadrado, ya se tiene el peso de la estructura por lo que se multiplica el precio por metro cuadrado por los metros cuadrados a montar y se divide este valor por el peso para obtener siempre un precio por kilogramo.

Como puede observarse, todos los valores se relacionan al peso por lo que la integración total del precio de los componentes directos es la suma de estos componentes.

Ejemplo de integración de precios de componentes directos:



1. Materiales	9.50 Q./kg. =	62%
2. Insumos	0.75 Q./kg. =	5%
3. Tornillería	0.25 Q./kg. =	2%
4. Pintura	0.70 Q./kg. =	5%
5. M. de Fabricación	2.10 Q./kg.*=	13%
6. Transporte	0.40 Q./kg. =	3%
7. Montaje	1.50 Q./kg.*=	10%
TOTAL	15.20 Q./kg.=	100%

*Ya se incluyen prestaciones.

Todos estos valores son expresados sin el impuesto de valor agregado (IVA) el cual se aplicará al final de la integración.

Los valores fueron sacados de un presupuesto real, por lo que los porcentajes, aunque los precios vayan cambiando con el tiempo, se pueden mantener para tener una idea del precio, se toma como base el precio de los materiales.

B. COMPONENTES INDIRECTOS:

B.1 EQUIPO Y MAQUINARIA:

Como se menciona en el subtema A.5, mano de obra de fabricación, la cantidad y calidad de maquinaria y equipo que posee un taller de

fabricación influye en el valor de la mano de obra a utilizar y viceversa.

Entre más equipo se tenga el valor de la mano de obra tiende a ser menor, pero el valor del equipo y su depreciación tiende a ser mayor en el conjunto del precio.

Luego se insiste, las estadísticas de gastos que se lleven dentro del taller son básicamente para aportar un valor lo más cercano a la realidad.

B.2 USO DEL TALLER:

En este renglón, está considerado el gasto fijo de las instalaciones: como el alquiler, el gasto de energía eléctrica, agua, mantenimiento y los elementos que sean necesarios para el adecuado funcionamiento del mismo.

C. COMPONENTES ADMINISTRATIVOS:

C.1 ADMINISTRACIÓN:

Este componente es particular para cada empresa, debe ser acorde a la producción, esto quiere decir que si el gasto administrativo es muy grande, la producción debe ser igual para que el valor por kilogramo pueda ser competitivo.



Estos valores deben manejarse a nivel de Gerencias o Juntas Directivas, ya que de allí salen las políticas a seguir para mantener calidad en el trabajo y competitividad en el mercado.

Por eso, es importante que la información de gastos que maneje cada obra sea lo más ajustada a la realidad para así poder llevar estadísticas y aplicarlas a proyectos en el futuro.

C.2 PLANOS Y DESARROLLO:

Antes de iniciar la fabricación de cualquier estructura metálica, es necesario contar con una serie de planos generales y de detalle.

De esto depende que el proyecto sea llevado a cabo exitosamente, pues una vez hayan salido las piezas del taller realizar cualquier reparación en obra puede generar costos mayores.

Por eso hay que invertir en el pago de un buen cálculo estructural y en la elaboración de los planos.

C.3 MARGEN DE GANANCIA:

Este renglón es también particular para cada empresa con base en su política interna, pero es importante hacer notar que los márgenes de ganancia en estructura metálica son menores que en la obra civil. Esto se debe a que se manejan

menos imprevistos y el tiempo de ejecución de los proyectos es mucho más corto que en otros renglones de la construcción.

Así, por ejemplo, en la ejecución de un edificio de concreto o una carretera los tiempos de ejecución son mayores por lo que no es lo mismo ejecutar una obra por cantidad de dinero en un año, que en 4 ó 5 meses, la inversión regresa más rápido por lo que según las políticas de la empresa, si se piensa en ganar por ejemplo 100 en un año y la obra sólo se ejecuta en 6 meses, la ganancia puede ser menor.

5.2 INTEGRACIÓN DEL PRECIO:

En el capítulo 4 inciso 1 Sección 7, se realizó un ejercicio con la integración de los componentes directos de la ejecución de los trabajos, con porcentajes de cada uno de sus componentes.

Estos porcentajes son particulares para cada empresa, con base en su tamaño, equipo instalado, gastos de administración y políticas de ganancias.

Pero en resumen y utilizando porcentajes aproximados, podemos seguir integrando el precio así:



• COMPONENTES DIRECTOS	80.00%
• EQUIPO Y MAQUINARIA	2.50%
• USO DEL TALLER	2.00%
• ADMINISTRACIÓN	4.00%
• PLANOS Y DESARROLLO	1.50%
• MARGEN DE GANANCIA	10.00%
<hr/>	
TOTAL	100.00%

La suma de los seis componentes anteriores integran un precio bastante aproximado del kilogramo de estructura metálica. Pero éste precio es sólo del material estructural (acero), faltando aún sumarle otros componentes para cada tipo de estructura metálica, estos son:

- Tipo de cubierta de la estructura
- Canales y bajadas de agua
- Formaleta muerta (lámina, madera, etc.) para el caso de los entrepisos
- Productos especiales para aislamiento térmico
- Cerramientos laterales
- Acabados especiales

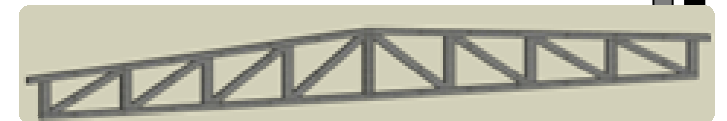
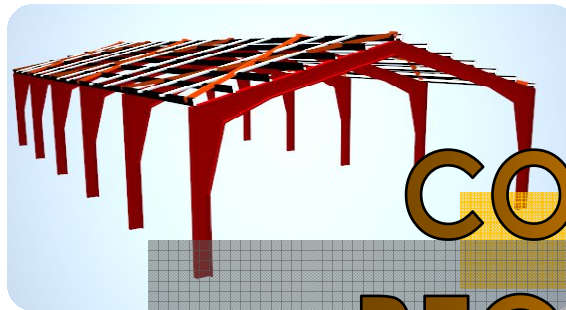
Para la integración de estos otros componentes, se puede emplear el mismo sistema utilizado para la integración del precio unitario de la estructura metálica o sea:

- Determinar los componentes directos
- Sumar los componentes indirectos
- Obtener un precio unitario o global, según sea el caso.

El objetivo de éste trabajo, no es determinar el precio unitario de cada renglón de trabajo que compone un presupuesto de construcción, sino específicamente lo que se refiere a las estructuras metálicas.

Para el caso de la herrería como: puertas, balcones, verjas, trabajos artesanales, etc. no aplica los porcentajes determinados en éste trabajo, ya que este tipo de trabajos la variante de mano de obra, es mucho más alta que en la fabricación de estructura debido a que muchas veces los diseños son complicados.

En general el precio por kilogramo de herrería es más alto que el de la estructura metálica, por lo que se recomienda no utilizar estos porcentajes para la determinación de éste precio.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

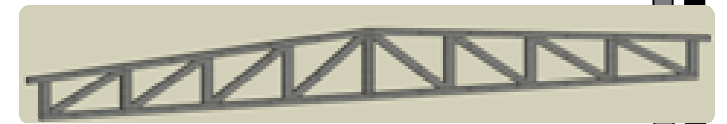
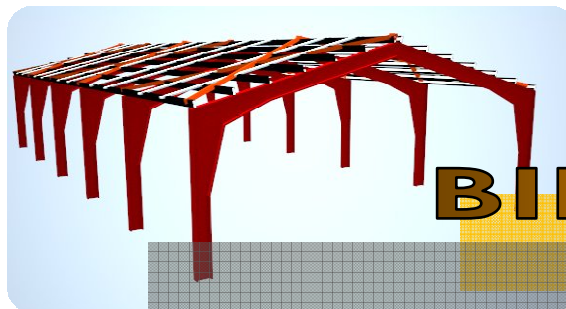


CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Los costos en la construcción forman parte importante; por ello es esencial conocer la forma de integrar cada uno de los renglones que compone un presupuesto. Este trabajo de tesis plantea una forma sencilla de integrar el costo de una estructura metálica con base en el peso de la misma, éste es un procedimiento que se ha ido generalizando cada vez más en nuestro medio.
- Los métodos constructivos en concreto armado son los más generalizados en nuestro medio, es por eso, que en el pensum de estudios de la Facultad de Arquitectura se hace énfasis en el cálculo de costos de columnas, vigas, losas y otros, a un lado el cálculo de estructuras de acero, que por desconocimiento no se diseña con este material que es resistente, moldeable, versátil y con tiempo para su ejecución más corto.
- Como se ha observado en el desarrollo de éste trabajo, el poder determinar un precio para estructura metálica no es complicado, siempre y cuando se cumpla con todos los pasos descritos y se tenga la suficiente concentración y orden para evitar errores numéricos durante el proceso.
- La mejor forma de sacar a licitación una estructura metálica es por peso como cantidad a cotizar, para que la persona que va a preparar el presupuesto sólo tenga que calcular el precio unitario (como se hace en la mayor parte de renglones) y así durante el proceso de construcción poder precisar un avance para determinar el pago.
- Para llegar a determinar el peso exacto de la estructura es indispensable tener un adecuado juego de planos, tanto en medidas generales como en detalle de las piezas que la componen.
- Para tener un adecuado juego de planos y especificaciones, se recomienda la contratación de un profesional especializado en estructuras, para que la persona que vaya a calcular el presupuesto cuente con toda la información necesaria para poder determinar el primer paso del presupuesto: EL PESO.



- Además de poder calcular el peso de una estructura metálica se ha incluido en este trabajo un listado de materiales relacionados con la construcción con su respectivo peso específico; esto con la idea de que en cualquier momento se pueda determinar el peso de algún material, ya sea para transportarlo, diseñar una base para su colocación, y hacerlo más fácil y rápido.
- El trabajo del cálculo del precio de una estructura metálica requiere básicamente dos pasos:
 1. El cálculo del peso de la estructura es la parte más entretenida del trabajo, ya que es necesaria mucha concentración y orden para que no falte ninguna pieza por pesar, el resultado de este paso es la cantidad de trabajo por ejecutar.
 2. La determinación del precio unitario para aplicar a la cantidad de trabajo por ejecutar. Para llegar a este resultado se debe tener mucho cuidado para establecer el valor de cada uno de sus componentes y estar al día con los precios del mercado y llevar estadísticas de trabajos anteriores para poder determinar las variaciones correspondientes.
- Los porcentajes que se expresan en el último capítulo de este trabajo son básicamente aproximados y según experiencia se han mantenido por varios años, pero no significa que esto no pueda cambiar en determinado momento, por ejemplo: con un cambio drástico en los precios del material o en un cambio significativo en la política de salarios.
- En Guatemala no tenemos la costumbre de adquirir bienes como unidad de medida, pero poco a poco se va haciendo más común en algunos objetos de consumo, las viviendas tienen un precio por metro cuadrado, las bebidas por volumen y algo muy cercano a la construcción y que muchas veces el constructor no se da cuenta es que el concreto premezclado es despachado por peso, no por volumen, así también la arena y el pedrín estamos acostumbrados a solicitarlo por metro cúbico, pero en realidad en las plantas productoras lo venden por peso, es por eso que en invierno, milagrosamente el metro cúbico tiene menos volumen que en verano.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS:

- Ing. Suárez Salazar, Carlos. *Costo y tiempo en edificación*. LIMUSA S.A. de C.V. México.
- Ing. Plazola Cisneros, Alfredo. *Normas y costos en la construcción*. LIMUSA WILEY S.A. México.
- Ing. Salazar, Carlos S. *El factor de sobre costo*. Cámara Nacional de la Industria Construcción. México.
- Keyser, Carl A. *Ciencia de materiales para ingeniería*. Centro regional de ayuda técnica (AID). México/Buenos Aires.
- Parker, Harry. *Manual del Arquitecto y del Constructor*. UTHEA.



IMPRÍMASE

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
DECANO

Msc. Arq. Víctor Hugo Jáuregui García
ASESOR

Luis Napoleón Ponce Santa Cruz
SUSTENTANTE

LUIS NAPOLEÓN PONCE SANTA CRUZ



CUANTIFICACIÓN Y COSTO DE LAS
ESTRUCTURAS DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN

