



**UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE PUEBLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**NUEVOS MÉTODOS DE MANUFACTURA Y
CONTABLES APLICADOS A LA INDUSTRIA DE
LA CONSTRUCCIÓN**

Trabajo de Investigación
que para obtener el Título de

INGENIERO CIVIL

Presenta:

Alejandro Pérez Villaseñor

Puebla, Pue., México

Octubre de 2002



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Puebla, Pue. a 11 de Octubre de 2002

At'n

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Facultad de Ingeniería Civil

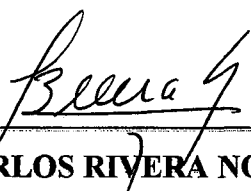
Por medio de la presenta hago de su conocimiento que el alumno **Alejandro Pérez Villaseñor**, estudiante de licenciatura de su institución, con número de estudiante **70290**, ha concluido satisfactoriamente el trabajo escrito requisito para su titulación, mismo que lleva por título **“Nuevos métodos de manufactura y contables aplicados a la industria de la construcción”**.

Este trabajo ha sido asesorado, supervisado y revisado por su servidor, y ha sido entregado con los requisitos que se le han solicitado.

Hago de su conocimiento esta información para los fines que más convengan al interesado.

Sin más por el momento, quedo de ustedes

A T E N T A M E N T E



M.A. CARLOS RIVERA NOVEROLA
DEPARTAMENTO DE CONTADURIA Y FINANZAS
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, PUEBLA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (ABC)	
2.1. INTRODUCCIÓN	3
2.2. VENTAJAS DEL MODELO ABC	5
2.3. IMPLEMENTACIÓN	6
2.3.1. Cómo se debe planear la implementación	6
2.3.2. La información necesaria	8
2.3.3. Cómo se identifican las actividades	10
2.3.4. Cómo se identifican los elementos del costo	10
2.3.5. Qué hacer con la información	11
2.4. APLICACIÓN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	14
3. JUST IN TIME (J.I.T.)	
3.1. INTRODUCCIÓN	16
3.2. NACIMIENTO DEL <i>JUST IN TIME</i>	17
3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL <i>JUST IN TIME</i>	18
3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO	19
3.4.1. Cómo se debe planear la implementación	21
3.4.2. La información necesaria	23
3.4.3. Elementos básicos que intervienen en el <i>Just in Time</i>	24
3.5. APLICACIÓN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	27

4. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

4.1. INTRODUCCIÓN	29
4.2. CONCEPTOS INHERENTES A LA TOC	30
4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TOC	31
4.4. OBJETIVOS QUE PERSIGUE LA TOC	32
4.5. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	33
4.5.1. Primer paso. Identificar las restricciones de nuestro sistema	34
4.5.2. Segundo paso. Explotar las restricciones	36
4.5.3. Tercer paso. Ajustar el resto de la producción a la decisión tomada	37
4.5.4. Cuarto paso. Elevar las restricciones obligatorias	38
4.5.5. Quinto paso. Empezar de nuevo la implementación	39
4.6. APLICACIÓN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	39

5. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALIZADOS

5.1. INTRODUCCIÓN	41
5.2. ESTUDIO DEL MÉTODO ABC	42

6. ESTUDIO DE MÉTODOS *JUST IN TIME* Y TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

6.1. INTRODUCCIÓN	53
6.2. ESTUDIO DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES	54
6.3. ESTUDIO DEL MODELO <i>JUST IN TIME</i>	61

7. CONCLUSIONES GENERALES

64

8. REFERENCIAS

9. ANEXO A

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, como es bien sabido, es un detonante para la economía de un país o una región específica, lo que la convierte en un instrumento de gran importancia para el desarrollo, siendo fuente de empleos, de infraestructura, de vivienda, en fin.

Se podría pensar que la Ingeniería Civil consiste tan solo en la solución adecuada de problemas o requerimientos de construcción; realizando cálculos adecuados para la estructuración, proponiendo soluciones viables, realizando investigación para mejorar las técnicas constructivas o los materiales. Sin embargo la Ingeniería Civil va mucho más allá, dentro de ella existen áreas de estudio que no corresponden directamente a las estructuras o a los materiales, tal como el caso de la Gerencia de la Construcción.

La rama de la construcción posee ciertas particularidades que la hacen diferente de las demás áreas económicas, ya sea la industria, el comercio o la gestión pública, y es por ello que la forma de llevar la contabilidad dentro de la industria de la construcción también presenta algunas diferencias con respecto a lo que se podría considerar como usual.

Prueba de ello es el boletín exhibido por el Colegio de Contadores Públicos, en el cual se define la forma en la que es adecuado considerar los aspectos dentro de la contabilidad de una empresa constructora.

Si bien la contabilidad de una empresa constructora puede diferir con respecto a la contabilidad de la empresa tradicional, existen herramientas contables que pueden ser aplicados directamente a la construcción; nuevos modelos que pueden traer importantes beneficios al ramo. A continuación se presentarán tres modelos de manufactura y contables de gran uso en la actualidad y que pueden ser aplicados directamente a la industria de la construcción.

Es importante hacer notar que estos modelos, o técnicas, no solo se aplican a las industrias netamente constructoras; las empresas que se dedican a proveer materiales utilizados en la construcción también se benefician de estas técnicas, y en muchas ocasiones los modelos se deben implementar tanto en la empresa de construcción como en la empresa de suministro, como en el caso de los concretos.

2. COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (ABC)

INTRODUCCIÓN

Como su nombre lo indica, el ABC es un sistema de costeo, es decir, es un sistema para conocer el costo que se genera por una acción determinada, en este caso, denominado como actividad.

Un proceso es un conjunto de tareas cuyo fin es el de transformar un objeto mediante una actividad, que utiliza recursos, es decir, un proceso es todo hecho que consumirá recursos de la empresa, como materia prima o mano de obra, y que por medio de una actividad será transformado en un producto o subproducto.

Ejemplo de un proceso en la construcción es la manera en la que se utilizan el acero y el concreto para que sean transformados en una columna. En este ejemplo los recursos serán la mano de obra utilizada, así como las diferentes cantidades de acero y de concreto. Las

actividades que intervienen en la transformación hasta un subproducto terminado son los del cimbrado, armado del acero y colado del concreto. Hay que notar que este ejemplo se puede extender aún más al buscar en el proceso de la construcción de una columna varias subactividades, como podría ser el vibrado del concreto al momento de su colocación.

El sistema ABC pretende el poder determinar el costo de un objeto a través de las diferentes actividades que se emplean en su producción. De esta manera se podrá obtener un costo real, lo que hará nuestros productos más competitivos frente a las demás empresas del mismo sector.

El sistema ABC fue desarrollado por dos profesores de la Universidad de Harvard, Robin Cooper y Robert Kaplan, los cuales identificaron diferentes factores que hacían importante la implementación de un sistema como el ABC. Entre los factores que se encontraron destacan los siguientes:

- La estructura de costos ha cambiado notablemente en los últimos años. Alrededor de los años 50's, el 50% de los costos totales de un producto era absorbido por la mano de obra directa, los materiales representaban un 35% y los gastos indirectos generales un 15%. En la actualidad estos costos cambiaron a la siguiente estructura: gastos indirectos generales 60%, materiales 30% y mano de obra directa del 10%. El modelo ABC tiene como principal objetivo la asignación de los gastos indirectos generales.
- La competencia entre empresas se ha incrementado notablemente, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. El conocer el costo real de los productos nos coloca en una posición más favorable frente a la competencia.
- Los datos necesarios para poder implementar este sistema están al alcance de la mano, gracias a los datos estadísticos de las empresas.

VENTAJAS DEL MODELO ABC

El modelo de costeo basado en actividades presenta varias ventajas en relación con los modelos de gestión tradicionalmente utilizados. Entre estas ventajas podemos citar:

- No afecta directamente la estructura funcional organizativa de la empresa, ya que el ABC gestiona las actividades y éstas se ordenan horizontalmente a través de la organización.
- Ayuda a entender el comportamiento de los costos dentro de las actividades de la empresa, del mismo modo, sirve como herramienta para realizar proyecciones del tipo financiero, basta con informar acerca del aumento o disminución de las actividades.
- Nos facilita el conocer el presupuesto de la organización por actividades, multiplicando el volumen de actividad por las tasas horarias anuales.
- El modelo proporciona información sobre los porqués de las actividades y la manera en la que se realizan las tareas. Al conocer el origen de los costos podemos atacar los problemas que se lleguen a presentar desde la raíz.
- Al contar con un esquema horizontal, el cual incluye a todos los departamentos de la empresa, tendremos una visión real de lo que sucede en la empresa.
- Se puede alcanzar una reducción en cierto tipo de costos indirectos de la empresa, como el gasto generado por contratar compañías externas para realizar diagnósticos en los distintos departamentos.
- El modelo ABC es transparente y objetivo, ya que esta basado en las actividades y por consiguiente sus resultados no pueden ser alterados.

- Es de suma importancia el mencionar que el ABC debe identificar todas aquellas actividades que no agregan un valor a la producción, y que consumen recursos.

Modelos Tradicionales	Costeo Basado en Actividades
1.- Sólo calculan costos de productos	1.- Administra el valor de los productos y mejora los procesos
2.- Asignan costos indirectos en base a volúmenes de producción	2.- Los costos indirectos son consumidos por las actividades
3.- Costean solo los procesos de producción	3.- Costea cada una de las áreas de la empresa
4.- Funcionan como herramienta interna de control	4.- Funciona orientado al exterior, capaz de generar valor.

Tabla 2.1. Comparación entre el modelo ABC y los modelos tradicionales

IMPLEMENTACIÓN

Cómo se debe de planear la implementación.

Para poder contar con una buena implementación del sistema, es necesario que todos los niveles de la empresa estén enterados y de acuerdo con el sistema, con el fin de que todos los involucrados puedan proveer la información necesaria y de manera oportuna para su buen funcionamiento.

Ante todo cambio es necesario en primer lugar el formularse que es lo que se espera de un cierto cambio. El sistema ABC no es la excepción. Es necesario que planteemos cuales son los alcances que pretendemos lograr con la implementación del sistema, esto nos ayudará a encontrar los posibles problemas que presenta la organización, y con esto podemos enfocar esfuerzos en solucionarlos.

Al momento de implementar un nuevo programa, por lo general se llevan a cabo programas piloto, los cuales consumen recursos de la compañía. Es necesario tener en cuenta estos costos, presupuestándolos por un periodo específico. El propósito de estos pilotos es el de

poder identificar actividades, inductores de costos y los volúmenes relacionados con los mismos, para así poder definir los puntos en que los costos son insertados en los procesos. A pesar de que estos estudios van a consumir recursos, y por lo mismo van a generar costos, el beneficio que ofrecen al momento de implementar el sistema es importante, ya que aquí se podrá ganar tiempo al momento de ser implementado.

Ahora que se han observado los resultados de los programas piloto es necesario contestar una pregunta de suma importancia: ¿Qué pasos deben seguirse para la asignación de costos?

La forma más usual para poder determinar los costos es la llamada “asignación del costo en dos etapas” la cuál consiste precisamente en dos etapas: inducción de costos e inducción de actividades.

La primera etapa, inducción de costos, consiste en aplicar los costos indirectos a actividades en general, como puede ser el caso del costo de la electricidad, el cuál será distribuido a las actividades como “Kilowatt máquina”. Una vez que se han inducido los costos es necesario inducir las actividades, distribuyendo los costos obtenidos a los productos, retomando el ejemplo anterior se puede inducir el costo obtenido por kilowatt máquina a un producto, como horas máquina.

Una vez que hemos analizado cómo deberán de asignarse los costos, es necesario empezar el proyecto de manera formal. Es de vital importancia en este paso que se cuente con el apoyo de un administrador contable, los cuales cuentan con los antecedentes necesarios para llevar el sistema desde su principio.

Para iniciar con el proyecto, es necesario crear un plan formal del proyecto, un cronograma y un presupuesto. El plan sirve para tener a la mano los resultados que se deben obtener al implantar el sistema, así como las tareas a realizarse y el tiempo que requerirá cada una de ellas.

Dentro del presupuesto se deben considerar los costos internos y externos, para así poder supervisar el comportamiento de los costos.

Otra situación importante para empezar la implementación del sistema es la de la educación. Si bien no es necesario ser expertos para llevar a cabo lo planeado, es necesario que todos aquellos que contribuirán en el proceso de mejora sepan cuales son sus responsabilidades, así como la importancia que tiene su papel. Es conveniente crear un equipo de trabajo que será realmente el encargado del diseño y la implementación del sistema; y a su vez, existen aquellos que “alimentarán” con datos al sistema, comúnmente conocido como “Inputs”. La veracidad de los datos que alimente es de gran importancia; si al momento del diseño del sistema los Inputs dan datos erróneos el diseño en sí se verá afectado, y es probable que no se obtengan los resultados esperados. De igual forma se deberá buscar que la información proporcionada sea clara, para así disminuir al máximo el grado de error.

Ahora, el sistema no será de utilidad alguna si los resultados que se obtienen no son entendidos por los usuarios, para ello es necesario que los usuarios estén enterados desde un principio del sistema, de sus alcances y de sus metas.

La información necesaria.

Existen dos tipos de información que serán de utilidad para el proyecto ABC:

- Conceptual
- Estadística

La información conceptual será de utilidad para elaborar el proyecto del diseño, mientras que la estadística será de suma importancia para poder realizar simulaciones del flujo de los costos en el modelo, así como dato real para darle validez a la información conceptual.

La información que sea recopilada será necesaria para:

- Identificar las actividades de la organización, para así asignar los costos y visualizar los procesos
- Identificar los elementos que conforman los costos y poder medir el desempeño
- Determinar la relación entre las actividades y los costos
- Identificar y medir los inductores del costo que determinan la carga del trabajo y hacen que el costo fluya de actividad en actividad

Existen tres fuentes primarias de la información para el modelo ABC:

- Las personas que desempeñan el trabajo. Proveen datos acerca de las actividades de la empresa, el consumo de los recursos y las mediciones del desempeño utilizado.
- El balance general de la empresa. Provee información sobre los elementos del costo así como de las salidas realizadas.
- El personal administrativo de la empresa. Definirá la relevancia de la información obtenida anteriormente y garantizan que todas las bases estén cubiertas.

En el caso de la información obtenida por el personal, tanto laboral como administrativo, es necesario informar primero a todos acerca del modelo ABC, ya que en su capacidad de entender el modelo radica la posibilidad de que nos proporcionen información necesaria.

Para obtener información del personal puede llegar a ser necesario llevar a cabo ciertas entrevistas, las cuales deben estar bien orientadas a alcanzar su propósito. Si es que se decide elaborar las entrevistas, es necesario que el entrevistador cuente con los conocimientos básicos del modelo, para con esto poder llevar la entrevista a un buen desarrollo, además de que el

equipo de desarrollo del modelo ABC sea razonable con el nivel de detalle que se requiere, para contar con la disponibilidad del personal para contestar la entrevista.

Otra buena fuente de información es el caso de la observación directa, con esto se pueden encontrar diferencias entre la información proporcionada por los distintos departamentos y la información que se observa en el ejercicio real. La observación directa nos puede proporcionar rendimientos reales de material, mano de obra y maquinaria.

Cómo se identifican las actividades.

En cualquier empresa se pueden observar una infinidad de actividades dentro del proceso de producción, aún así, es necesario que las actividades que consideremos en el modelo ABC sean aquellas que nos ayuden a mejorar nuestro objetivo.

Si lo que deseamos es mejorar nuestra política de precios, es necesario que enfoquemos nuestros esfuerzos en la asignación de los costos en todos los objetos de costos. Si por otro lado, nuestro objetivo es el de mejorar nuestra producción, debemos de buscar aquellas actividades que no agregan un valor a nuestro producto, definiendo estrechamente nuestras actividades, sin dejar de observar los objetos del costo.

En todo caso, las actividades pueden identificarse por la descomposición funcional de las áreas que estemos analizando, dentro de sus actividades constitutivas.

Cómo se identifican los elementos del costo

Los elementos del costo son los costos de los recursos de la organización incluyendo la mano de obra directa, capital, maquinaria, edificios, materiales, suministros, equipos y servicios.

Una buena fuente de información sobre los elementos de estos costos, es el balance de la organización, sin embargo, la información que se obtenga de aquí puede llegar a no ser suficiente, sobre todo si consideramos que el balance no detalla dichos elementos a las actividades realizadas.

Es papel del diseñador del sistema ABC asignar la información obtenida en el balance a las actividades, la cuál está determinada por la relación entre las actividades y los elementos del costo.

A las actividades se les puede asignar los elementos del costo cargando estos de una forma mensurable y deben eliminarse, en la medida de lo posible, las asignaciones arbitrarias, ya que esto no lleva a una comprensión de las actividades económicas.

Un ejemplo identificable en la ingeniería civil es el de cómo los constructores asignan costos a las distintas actividades de una obra, asignando a estas actividades ⁶partidas de trabajadores, materia prima y otros elementos, como el uso de cierto equipo especial.

Qué hacer con la información

Una vez que contamos con toda la información necesaria, es decir, el objetivo de implementar el modelo, los componentes de los costos y las actividades de los procesos, podemos proceder a realizar un esquema en el cual interactúen todos los datos.

Debemos empezar el esquema teniendo en mente el objetivo principal, ya sea mejorar la asignación de los precios, mejorar el proceso de producción o cualquier otro objetivo planteado por la directiva de la empresa.

De aquí, en el esquema que hemos empezado a crear, es conveniente ordenar los procesos de forma sucesiva, para así poder considerar todas las actividades posibles y asignar así los costos reales a cada una de ellas.

Los costos se pueden asignar a las actividades de dos formas:

- **Asignación de dinero.** Se realiza esta asignación cuando podemos medir de forma objetiva los costos de los recursos utilizados, como el costo de la materia prima.
- **Asignación proporcional de inductor del recurso.** Esta asignación se realiza cuando no podemos cuantificar de manera objetiva el monto que se destina a un recurso. En este caso se pueden utilizar unidades como tiempo de mano de obra, tiempo de uso de maquinaria, etc.

Ya que hemos asignado los costos a las diferentes actividades es posible empezar a calcular nuestros costos de producción, eliminando las actividades que no le dan valor al producto final y sumando los costos de las diferentes actividades que forman nuestro producto final.

Un buen sistema de costeo basado en actividades debe empezar con un análisis del valor de los procesos, conocido como PVA por sus siglas en inglés.

Este análisis consiste básicamente en observar analíticamente todas las actividades que se requieren para realizar un producto y catalogar cada una de estas actividades en actividades que aportan valor al producto o actividades que no aportan valor.

Existen tres pasos a seguir para llevar a cabo el análisis PVA:

- Se debe realizar una tabla de tiempos en la cual se registren todos los pasos que lleva el terminar un producto. En esta tabla de tiempo se deberán asentar todas las actividades que intervienen, así como el tiempo que consume cada una de ellas.
- Una vez completa la tabla de tiempos, se procede a analizar detalladamente cada una de las actividades que se registraron, y se procede a determinar si es una actividad que aporta valor o no.

- Por último se debe buscar la forma de reducir al mínimo las actividades que no aportan valor a nuestro producto.

Una vez que hemos realizado el análisis PVA, es necesario identificar aquellas actividades que pudieran ser agrupadas en un solo centro de actividad, el cuál puede ser definido como una etapa del proceso de producción de la que se va a entregar un solo análisis de costos.

El realizar esta separación en centros de actividad nos dará la facilidad de manejar una menor cantidad de información, además de que ayudará a reducir nuestros costos.

Podemos hablar de tres tipos de costos diferentes, dependiendo del nivel de actividad al que se aplican:

- **Costos vinculados al nivel unitario.** Estos costos presentan variaciones dependientes directamente de los volúmenes de producción.
- **Costos vinculados a nivel lote.** La variación que presentan depende del número de lotes que se produzcan de los distintos productos, sin importar el tamaño de los mismos.
- **Costos vinculados al nivel sostenimiento del producto.** Estos costos varían dependiendo de las características del producto. En este tipo de costos se pueden incluir las actividades externas, como la subcontratación de ciertas partes del proceso de producción, como costos vinculados a la vida útil del producto (mantenimiento), así como fases anteriores a la producción, como la ingeniería.

Ahora, como es bien sabido, existen otros costos que no están relacionados directamente con el proceso de producción, como los costos generados por diferentes departamentos generadores de costos indirectos. Estos costos deben ser asignados tomando criterios objetivos por parte de la empresa.

Aquellas actividades vinculadas con el sostenimiento de la empresa consumen también recursos, que por lo mismo generan gastos, y deben ser considerados también dentro de esta estructura de asignación de costos. La forma más común de hacerlo es otorgar los costos a un periodo determinado de tiempo, y dividiéndolo entre los productos producidos.

De esta forma habremos asignado a los productos el costo de producción real, partiendo de la división de los procesos en actividades y asignándole costos a cada una de ellas.

El modelo ABC se compone también del ABM, Administración Basada en Actividades. Toda la información obtenida del ABC no cumpliría cabalmente su objetivo si no se aplica a la administración de la organización.

El ABM tiene como objetivo el obtener indicadores del desempeño a partir de los resultados obtenidos en el ABC. Es en la administración Basada en Actividades donde se deben tomar las medidas necesarias, ya sean correctivas o preventivas, para encausar el buen funcionamiento de la empresa.

APLICACIÓN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Como hemos podido ver, este modelo se adapta a cualquier empresa que dentro de su producción presente procesos que consuman recursos. Tal vez las únicas empresas a las que no les convenga implementar este modelo son aquellas empresas que producen un solo producto para un solo cliente. Pero este no es el caso de la Ingeniería Civil.

De hecho, en la Ingeniería Civil, a lo largo de muchos años, se ha utilizado, tal vez de manera empírica, un modelo parecido al ABC, puesto que en la elaboración de los presupuestos para las diferentes obras lo más común es que se tomen en cuenta los procesos y los recursos que emplean, como lo son las partidas.

Aún así, no estaría de más que las empresas constructoras se enfoquen a mejorar estos sistemas, realizando observaciones in situ para conocer los rendimientos reales, diversificando aún más las actividades, para así poder crear una base de datos aún más extensa que la existente que bien podría ser utilizada.

Como hemos podido ver el modelo ABC es una herramienta de mucha utilidad en la industria de la construcción, para un buen manejo de obra. Esta herramienta puede ser utilizada conjuntamente con otros modelos o procesos, como el Just in Time, que será expuestos en el capítulo siguiente.

3. JUST IN TIME (J.I.T.)

INTRODUCCIÓN

El método *Justo a tiempo* (Just in Time, por su expresión en inglés) es un método de producción que en la actualidad es ampliamente utilizado en las industrias.

El objetivo primordial del Just in Time es el eliminar las fuentes de pérdida industrial, consiguiendo la cantidad adecuada de materia prima, en el lugar correcto y en el momento preciso.

En cualquier industria, el principal objetivo de la contabilidad será la reducción de costos directos, con lo que se logrará tener un mayor margen de utilidad. El Just in Time es una herramienta de gran ayuda al momento de perseguir este objetivo.

Las bases del Just in Time son la reducción de los desperdicios, es decir, todo aquello que no aporta valor a nuestro producto; todo lo que no se necesita en un momento preciso, volúmenes altos de inventarios, etc. De igual forma el J. I. T. nos orienta a realizar las actividades en el tiempo que se tenía previsto en la planeación, para así dar fluidez a nuestro proceso de producción.

Es importante mencionar que el Just in Time no puede ser estudiado como un paquete de *software*, sino que debe ser adoptado por las empresas como una filosofía, ya que sus alcances van más allá del proceso productivo, ya que afecta de forma directa al personal, la forma en que se trabaja e incluso a los proveedores.

NACIMIENTO DEL JUST IN TIME

El nacimiento del método Just in Time se remonta a los años que precedieron a la Segunda Guerra Mundial, cuando Japón quedó prácticamente destruido. Esto obligó a los japoneses a aprovechar al máximo los pocos recursos con los que todavía contaban, por lo que comenzaron a preocuparse por realizar diseños industriales eficientes para el buen desarrollo de sus empresas.

Este desarrollo lo lograron basándose en dos principios básicos:

- Creer firmemente en la eliminación de desperdicios
- Practicar un gran respeto por las personas

Toyota Motor Company define desperdicio como “Cualquier cosa que no sea el mínimo de equipo, materiales y trabajadores absolutamente esencial para la producción”.

Se considera a Taiichi Ohno como el padre del método Just in Time, al estudiarlo e implementarlo en Toyota Motor Company en las décadas de los 50's y los 60's. Gracias a esta

implementación del Just in Time muchas empresas logran resolver dos problemas a la vez; la falta de espacio físico y la obtención del máximo beneficio y la reducción de inventarios y la eliminación de prácticas desperdiciadoras.

Pero no es hasta la década de los 70's en que este método se popularizó y es en los 80's que este método es aceptado por los Estados Unidos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL JUST IN TIME

El modelo Just in Time presenta muchas ventajas, todas las cuales llevan a una reducción de los costos al disminuir los volúmenes de inventarios y el tiempo de la fabricación. Entre estas ventajas podemos citar las siguientes:

- Ataca los problemas de flujo de producción para que se realice con la máxima velocidad y al menor costo posible.
- Elimina desperdicios por excedentes de almacenaje y previene problemas por falta de insumos.
- Busca al mismo tiempo la simplicidad y la fluidez del sistema productivo.
- Diseña sistemas para que sea posible identificar problemas concretos a lo largo de todo el proceso.
- Pretende invertir lo mínimo en inventarios
- Reduce los tiempos de entrega de la producción
- Reacciona más rápidamente ante cambios de la demanda

De igual forma el método, debido a agentes externos, puede presentar ciertas desventajas, principalmente debido a las diferencias que existen entre la mentalidad oriental y la occidental.

Algunas de estas desventajas son:

- Los proveedores pueden rechazar el Just in Time porque deberán suministrar lotes más pequeños y con mayor frecuencia.
- Se pueden presentar retrasos en la producción debido al mínimo inventario con el que se cuenta.
- Es difícil implementar el método sin la ayuda de un software que nos ayude con los registros de inventarios, producción y fechas de entrega.
- Se puede llegar a observar el conformismo de algunos directivos, quienes piensan que su empresa es lo suficientemente competitiva y no creen necesario adoptar el método.

IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO

Antes de describir la manera en la que el Just in Time debe ser implementado, es conveniente recalcar cuales son los objetivos que persigue el método.

El objetivo primordial del J. I. T. es el de eliminar toda aquella actividad que no proporcione un valor adicional a nuestro producto. Aquí podemos hablar de dos puntos de suma importancia:

- **Cero defectos.** Una desventaja de muchas de las empresas actuales es la naturalidad con la que ven la merma, ya sea de producto o de insumo, sin embargo, si dejamos a

un lado esta ideología y analizamos las ventajas de reducir nuestros defectos al máximo, podremos reducir considerablemente las actividades que no aportan valor.

- **Cero inventarios.** Otra práctica que para la empresa tradicional puede parecer absurdo. Al reducir a cero nuestro inventario no solo tendremos un mayor control sobre el mismo, sino que reduciremos de manera importante nuestros costos, además de que nuestro capital tendrá una buena rotación.

Otro objetivo es el buscar a toda costa la simplicidad. Si logramos que nuestro proceso de producción sea lo mas sencillo posible, evitando los traslados innecesarios y disponiendo la planta de forma que permita la continuidad en la producción, lograremos no solo reducir nuestros costos, sino también el tiempo que se emplea en la elaboración.

Un objetivo que también es de gran importancia, es el de desarrollar una excelente relación con los proveedores. Con esto conseguiremos que nuestros abastecedores colaboren con los objetivos trazados.

Si los proveedores son enterados de la importancia que tienen en nuestro método, y aceptan el papel que les toca jugar, podremos llegar a acuerdos para que el suministro necesario se haga en cantidades más pequeñas y con una periodicidad mayor. Esto trae beneficios de gran importancia al momento de implementar el método.

Por último podemos decir que otro objetivo de la implementación del Just in Time es el obtener una relación costo – calidad óptima. Este punto no se puede pasar por alto, ya que si bien se ha mencionado el reducir al máximo los costos, debemos tener siempre en cuenta que la calidad nunca se debe ver afectada. De hecho a lo largo del proceso de implementación observaremos la necesidad de buscar la forma de modernizar los procesos de producción y de aumentar la calidad.

Cómo se debe planear la implementación

Como se había mencionado anteriormente, es necesario que todos los niveles de la empresa colaboren para implementar el Just in Time. No basta con que los directivos se propongan la implementación del método; es necesario explicar a los trabajadores encargados de la mano de obra la importancia de su labor y los objetivos esperados, así como proveerles todas las condiciones necesarias para su buen desempeño.

Podemos decir que la implementación del Just in Time se puede dar si se recorren satisfactoriamente cinco etapas.

La primera etapa es la evaluación, tanto de la empresa como de otras similares. Esto tiene como objetivo el analizar aquellos aspectos en los que el J. I. T. nos será útil. Debemos evaluar tanto el aspecto administrativo como el laboral, identificando todos aquellos puntos en la producción que no aportan valor a nuestro producto, así como visualizar la manera de evitarlos, si es posible, completamente.

Una buena forma de realizar este análisis es mediante la observación directa del proceso de fabricación, con el único inconveniente de que esto va a utilizar recursos de la empresa. Aún así, los resultados contarán con un alto grado de confiabilidad, y la implementación del método se realizará sobre bases reales.

La segunda etapa consta en comunicar la implementación a todos los participantes en el proceso, incluyendo a los proveedores de suministros. De ser necesario, en esta etapa se debe considerar la educación de todo nuestro personal.

Dicha educación no solo consta en informar al personal acerca de la implementación del método, sino en comenzar un plan de capacitación continua, con lo que lograremos que el trabajo realizado sea más eficiente y de mejor calidad. No debemos olvidar que un principio fundamental de la filosofía del Just in Time es el aprovechamiento óptimo de los recursos, y en este caso la mano de obra es un recurso invaluable.

La tercera etapa del proceso de implementación, una vez realizada la evaluación, es conseguir mejoras en nuestros procesos productivos.

En toda empresa, si la administración se lo propone, es factible reducir los tiempos que se consumen las actividades, reducir los movimientos que se realizan durante la producción, así como reducir los inventarios, tanto de insumos como de producto terminado.

Como se había mencionado anteriormente, para conseguir mejoras en los procesos, es necesaria la simplificación de los mismos.

La cuarta etapa de nuestro proceso de introducción se refiere a volver más estrecha la relación que se tiene con los proveedores. Es necesario que se informe a los proveedores sobre la implementación del Just in Time e invitarlos a ser partícipes del mismo.

Si logramos que los proveedores entiendan y acepten nuestra nueva filosofía podremos lograr que las entregas de material sean de acuerdo a la planeación realizada y con esto estaremos muy cerca de lograr que nuestros inventarios lleguen al mínimo.

La quinta y última etapa es la concerniente a la calidad. Es necesario que los controles de calidad sean acentuados, para evitar los defectos y evitar costos innecesarios.

La inspección de la calidad se debe dar desde el momento en que se recibe la materia prima por parte de los proveedores, por lo que se requerirá de la estrecha cooperación de los mismos.

Si realizamos inspecciones en todos aquellos pasos de la producción susceptibles a presentar fallas, desde la recepción de los insumos hasta la entrega al cliente del producto terminado, podremos dar oportunamente con los problemas, detectarlos con prontitud y por lo mismo dar una rápida respuesta.

Pero no basta con realizar el control de calidad y solucionar los problemas, es necesario buscar la manera de mejorar día a día los procesos, introduciendo tecnología que permita reducir el margen de falla y así evitar el desperdicio.

La información necesaria

Antes de proceder a implementar el Just in Time en nuestra empresa es necesario recopilar la información que nos permitirá identificar los puntos en nuestro proceso de producción que han de ser mejorados.

El análisis puede empezar por el departamento de ventas, observando los niveles de venta y obteniendo estimaciones diarias, las cuales podrán variar dependiendo de la temporada. Esto nos permitirá saber el volumen que hemos de producir diariamente, información que utilizaremos al momento de calcular los inventarios necesarios.

Cuando nuestra empresa encarga de maquilar, o si se cuenta con una cartera de clientes a los que se les surte de manera periódica, esta información es sencilla de obtener, no es así si nuestro producto se vende directamente al consumidor, y no está regido por consumos de estación. Aún así, con una adecuada observación será posible realizar nuestras estimaciones.

Si por otro lado nuestro producto se realiza bajo pedido, es necesario poner especial atención en las fechas de entrega que se han ofrecido a los clientes, ya que nuestra producción se deberá ajustar a estos tiempos.

Una vez que hemos obtenido nuestra estimación, es necesario analizar cada una de las etapas de nuestra producción, registrando los tiempos que se consumen en cada actividad. En este punto será necesario el recortar mínimo el tiempo que nuestro subproducto tarda en llegar a la siguiente actividad, con lo que lograremos reducir los inventarios intermedios.

Si observamos que el tiempo que se lleva la producción es excesivo, es decir, si no cumple la expectativa del método, será necesario que busquemos soluciones a estos retrasos, ya sea con la introducción de tecnología más avanzada o aumentando el número de trabajadores.

Mientras observamos la línea de producción, es necesario que llevemos a la vez un registro de la materia prima que se consume en cada parte del proceso, así como el desperdicio de la misma. De esta forma podremos dar solución al problema del desperdicio, teniendo en mente que un precepto de la filosofía Just in Time es el reducir los desperdicios a cero.

Después de analizar el tiempo que se lleva la producción, así como la cantidad de materia prima que se ha de utilizar en la misma, ya es posible estimar la cantidad de materia prima que necesitaremos. Con esto podemos llevar a cabo las pláticas que sean pertinentes con los proveedores.

Debemos notar que esta información no solo será útil para implementar el Just in Time, sino que será de suma importancia para las decisiones administrativas que deba tomar la empresa, como posibles inversiones de capital.

Elementos básicos que intervienen en el Just in Time

Existen tres elementos básicos que forman parte del Just in Time. El correcto funcionamiento de estos tres elementos es indispensable para que se cumplan los objetivos planeados.

Personal Involucrado

El primer punto es lograr que las personas se involucren con el método. Al lograr que el personal que labora en la planta colabore con nosotros, no solo vamos a conseguir que la implementación se realice en un menor tiempo, sino que minimizaremos la posibilidad de que se presenten problemas de aplicación en un futuro.

Para lograr esta colaboración podemos contar con cuatro fuentes:

- **Dueños de la empresa y accionistas.** Se debe buscar que la relación que se tiene con los altos puestos de la empresa sea duradera y muy estrecha, sin el apoyo de ellos no podemos pensar en la implementación.
- **La organización obrera.** En el caso de que los trabajadores estén organizados en sindicatos, es necesario contar con el apoyo de los líderes obreros para difundir la información del proyecto, así como para que adopten la nueva filosofía.
- **Apoyo de los directivos.** Es necesario que la mejora continua se extienda a todos los niveles de la empresa, y que los gerentes de sección brinden todo el apoyo posible.
- **Apoyo gubernamental.** En la medida de lo posible es necesario que la empresa lleve a cabo negociaciones con el gobierno, buscando reducciones de impuestos o algún otro tipo de ayuda financiera. Con esto lograremos financiar la implementación del Just in Time.

Debemos tener en mente que no basta con el apoyo de la dirección, debemos de observar que la implementación sea cuidadosa, ya que en ningún momento podremos poner un alto total a la línea de producción, ni realizar cambios de forma radical.

Para lograr que el personal, en especial la organización obrera, coopere con nosotros y que la implementación sea gradual y eficiente, es necesario captar su interés y hacerles ver que su participación es de suma importancia.

Es necesario que el personal ha de disponer de tiempo para poner en marcha el Just in Time. En muchas de las empresas que deciden implementar el método, la capacitación que se debe dar a los empleados pasa a un segundo plano, principalmente por el miedo a que la línea de producción se detenga. Si este es el caso, la implementación del Just in Time será tardada, y es posible que a la larga se decida abandonar.

Para evitar esto existen diferentes soluciones. Una de las más importantes es la de nombrar un “responsable de proyecto”, que se encargará de defender y apoyar la adopción del nuevo modelo. Este “responsable de proyecto” deberá ser aquella persona que haya propuesto la implementación, o en su caso, quien haya mostrado mayor interés.

Su labor principal será la de llevar a cabo los programas de formación y conversión, además de que deberá nombrar grupos de trabajo formados por representantes de los diferentes departamentos y así brindar un aprendizaje común.

Estos grupos de trabajo irán adquiriendo los conocimientos básicos del Just in Time, y serán los responsables de enseñárselos al resto de los compañeros. Esto puede llegar a ser difícil en las empresas comunes, ya que los empleados están acostumbrados a hacer lo que se les dice, sin libertad de proponer posibles mejoras en su trabajo.

Esta es una gran diferencia que guarda el Just in Time en relación a los métodos tradicionales. En el método, los obreros no son vistos como una parte más de la línea de producción, sino que son considerados la parte activa de la misma. Los trabajadores tienen la posibilidad de mejorar sus trabajos partiendo de sus propias ideas, o de aquellas sugeridas por el grupo de trabajo. Este concepto es uno de los que más aceptación tiene entre los trabajadores.

La idea de los grupos de trabajo fomenta las iniciativas para que el trabajador adopte paulatinamente la filosofía Just in Time y la adopte como una forma de pensar, más que como una imposición de trabajo.

Sistema auxiliar

Por la complejidad del método, principalmente por los estrictos tiempos y volúmenes que se deben cubrir en la producción, es necesario que la empresa se apoye de sistemas de cómputo.

Existen dos tipos de uso común:

- **MRP.** Este sistema auxilia a la planeación de requerimiento de materiales, involucrando dos planes; plan de la producción y horario de producción maestro. El primero involucra la dirección y la planeación de recursos, dependiendo de la capacidad disponible, mientras que el segundo define qué productos serán elaborados, y en qué momento.
- **MRP II.** En este sistema están principalmente envueltos la dirección, planeación y administración de los recursos financieros. Auxilia al momento de destinar capital para el funcionamiento de la planta.

Aplicación a la Industria de la Construcción

El método Just in Time puede realizar grandes aportaciones a la Industria de la Construcción debido a la importancia que tiene adoptar esta filosofía en cualquier empresa.

La Industria de la Construcción, como es claramente observado por aquellos que se encuentran relacionados con la misma, depende en gran parte de los tiempos de ejecución de obra. Ya sea obra pública o privada, los atrasos en el tiempo de entrega genera gastos de gran importancia para la empresa constructora, no solo por tener que disponer de trabajadores más allá del tiempo contemplado en la planeación y el presupuesto, también se deben tener en cuenta las sanciones que una entrega fuera de tiempo genera.

En las empresas constructoras, la planeación se debe realizar cada vez que se tiene en puerta un nuevo proyecto, de aquí la importancia de adoptar el Just in Time como una verdadera filosofía, una filosofía que se aplique a cada una de nuestras obras.

El Just in Time puede significar grandes ahorros al momento de ejecutar una obra, desde la planeación de recepción de insumos, como el concreto, hasta la determinación de una fecha de entrega real.

Es importante mencionar que para proveer a nuestros obreros de la debida educación, misma que contempla la filosofía Just in Time, va a ser necesario invertir recursos, en especial capital y tiempo. Esto nos va a arrojar dos resultados muy favorables; en primer lugar vamos a contar con mano de obra más especializada y comprometida con su trabajo, y además vamos a conseguir una menor rotación de personal.

El punto anterior puede parecer poco común, sin embargo deberá llegarse a un acuerdo con los trabajadores, explicándoles la importancia de que reciban esta educación, a cambio de que adquieran un compromiso con la empresa.

Otro punto de suma importancia es que al contar con una herramienta que nos proporciona una visión anticipada del uso de los recursos, podremos llevar a cabo una administración integral, destinando el capital recibido de los anticipos a las tareas que realmente lo ameriten, es decir, al recibir anticipos sabremos qué proporción de los mismos debe ser destinada a pago de salarios, compra de insumos y gastos de administración central.

Para que la Industria de la Construcción goce plenamente de los beneficios que ofrece el Just in Time, es necesario que los diferentes proveedores de suministros colaboren con nosotros, lo que causará que ellos mismos deban adoptar la filosofía propuesta.

Hemos visto que el Just in Time es una filosofía integral, que busca el continuo mejoramiento de todos los elementos que intervienen en la producción, tanto la mano de obra como la tecnología, y si es adoptado adecuadamente por la Industria de la Construcción, se realizarán grandes aportaciones a la sociedad en general.

4. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no es poco común escuchar los términos de *mejora continua* y *calidad total*, prácticas que son cada vez más utilizadas por las empresas que buscan posicionarse como las mejores del mercado.

La Teoría de las Restricciones, propuesta por el Dr. Eliyahu M. Goldratt en el año de 1979, es una herramienta de gran utilidad al momento de adoptar una filosofía de cambio constante, debido a la forma que propone de atacar los problemas relacionados con la producción.

La TOC propone un método en el que la producción, y todo lo que ella conlleva, se ajusta a aquellas actividades que tienen un papel determinante en la línea de producción, lo que permite a las empresas enfocarse a los problemas críticos, para que al final se acerquen a sus objetivos propuestos, mediante un proceso de mejora continua.

La difusión de la filosofía de la Teoría de las Restricciones es responsabilidad del Abraham Y. Goldratt Institute, fundado por el Dr. Goldratt. Esta es una organización internacional con sede en Estados Unidos y representación en varios países como Inglaterra, España, Holanda y México.

CONCEPTOS INHERENTES A LA TOC

Para poder entender lo relacionado con la Teoría de las Restricciones, es necesario que conozcamos algunos términos que son comúnmente utilizados en su aplicación, y que son parte medular de ésta filosofía:

- **Throughput.** Representa la velocidad con la que nuestro producto es vendido, lo que nos indica también la velocidad con la que estaremos generando ingresos a través de las ventas.
- **Inventario.** A diferencia de los otros modelos, la TOC considera como inventario solo el capital que se ha invertido en los insumos, sin considerar los costos que ha generado su transformación entre un proceso y otro.
- **Gastos operativos.** Es todo el capital que debe de ser invertido para que nuestro producto llegue desde el almacén hasta la venta. Estos gastos comprenden tanto los gastos de producción como aquellos gastos de administración, mercadotecnia y ventas, a fin de que se obtenga el Throughput.

Como hemos podido ver, estos conceptos distan de aquellos considerados por la contabilidad de costos, ya que en esta el costo de producción se compone por los elementos que intervienen en su transformación más no en su venta.

De igual forma podemos decir que los métodos tradicionales consideran dentro del inventario aquellos gastos generados por mano de obra y uso de maquinaria entre una estación y otra.

Por último, la TOC considera dentro de los gastos operativos solo aquellos conceptos que intervienen en la transformación del inventario en Throughput; es decir, si el trabajo de un elemento de la administración no se ve reflejado en éste, solo será considerado como un desperdicio de capital.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TOC

Debido a los diferentes aspectos que intenta atacar la Teoría de las Restricciones podemos hablar de diferentes ventajas si se decide su aplicación, las cuales no solo se basan en los beneficios económicos que se pueden tener, también se observan mejoras en la calidad del producto y una reducción de tiempos que propician una entrega a tiempo.

- Al ser parte de un proceso de mejora continua, la Teoría de las Restricciones incita a una constante revisión de los procesos productivos, identificación de problemas en la línea de producción y un mayor control de la calidad.
- Cuando ajustamos nuestra producción a aquellos procesos que rigen la línea, nuestros inventarios se verán inmediatamente reducidos a los mínimos necesarios, lo que representa un ahorro, tanto en el capital invertido en inventarios como en mano de obra, debido al manejo de los mismos.
- La Teoría de las Restricciones nos permite tener una visión anticipada, lo que genera un menor tiempo de respuesta ante posibles contingencias.

Las desventajas con las que cuenta la TOC son muy similares a aquellas que se observan en el modelo Just in Time, entre las que encontramos las siguientes:

- Para poder mantener los niveles óptimos de almacén es necesaria la participación activa de nuestros proveedores.
- El proceso de implementación puede parecer molesto a muchos de los directivos, debido a los cambios en las políticas que se deben realizar dentro de la empresa.
- Al ser una filosofía que se basa en el mejoramiento continuo se deberá estar siempre en la búsqueda de restricciones que retrasen nuestro proceso productivo.

OBJETIVOS QUE PERSIGUE LA TOC

El objetivo principal que pretende cumplir la Teoría de las Restricciones es el de identificar las restricciones que se presentan en nuestra producción para que, basándose en ellas, se puedan realizar los ajustes necesarios a nuestra línea de producción.

La Teoría de las Restricciones nos dice que existen principalmente dos tipos de restricciones:

- **Restricciones Físicas.** Este tipo de restricciones son las más fáciles de identificar, ya que se reflejan directamente en los montos producidos y en los niveles de almacén. Estas restricciones se producen debido a problemas en nuestra línea de producción, ya sea por motivo de la maquinaria, los materiales o la mano de obra.
- **Restricciones Políticas.** Se refieren a problemas concernientes a los departamentos administrativos, contables, de recursos humanos, etc. Si bien la consecuencia de estos problemas se puede llegar a observar directamente en nuestra línea de producción, la manera de afrontarlos es diferente a la solución de las Restricciones Físicas.

Así como existen diferentes tipos de restricciones, la solución a los mismos es igualmente diferente.

Una vez que se identifican las restricciones, es necesario hacer los análisis pertinentes para ajustar el resto de nuestros procesos a las mismas.

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

Como en todo modelo nuevo a implementar, es necesario que nuestra organización cuente con el apoyo de todos los niveles jerárquicos de la misma, solo así podremos asegurar que la decisión de cambiar a un nuevo modelo ha sido acertada.

La TOC nos presenta una serie de puntos que se deben de tener siempre en cuenta al iniciar la implementación del modelo:

- Dentro del proceso es indispensable contar con un líder, que debe ocupar un puesto de alta jerarquía en la organización para eliminar posibles políticas que pudieran resultar ser restricciones.
- Se deberá formar un equipo que incluya a los gerentes de las diferentes áreas de la empresa. Ellos deberán realizar las acciones necesarias para identificar las restricciones y definir la estrategia que se seguirá para encontrar una solución.
- La primera acción tanto del líder del proyecto como del equipo de gerentes es definir cual será la meta que se pretende alcanzar con la adopción del método, así como definir los parámetros en los que se basará la calificación de los avances.

La Teoría de las Restricciones nos presenta un esquema a seguir para lograr su implementación, consistente en cinco pasos. Como podremos observar mas adelante, la estricta supervisión del cumplimiento de estos pasos no solo nos permite adoptar la filosofía

TOC, sino que nos adentrará en las políticas necesarias para experimentar una mejora continua.

Primer paso. Identificar las restricciones de nuestro sistema

El primer paso para poder identificar nuestras restricciones consistirá en observar directamente nuestra línea de producción y de esta forma identificar aquellas actividades que marcan la pauta.

Para identificar los procesos que nos marcarán el ritmo de producción es necesario llevar una adecuada relación de la cantidad de producto que llega a una estación determinada, y la cantidad que sale de la misma.

Podemos entonces hablar de dos tipos de actividades o procesos:

- **Actividad cuello de botella.** Es toda aquella que tiene una capacidad igual o menor a la demanda que le solicitan las actividades precedentes.
- **Actividad no cuello de botella.** Si una actividad tiene una capacidad mayor a la demanda que se le solicita, entonces se considera una actividad no cuello de botella.

Este hecho tiene una lógica inherente; nuestra maquinaria, nuestra mano de obra e incluso los tiempos que consume nuestro proceso serán determinantes en nuestra planeación. Una estación será capaz de realizar un determinado trabajo solo en un determinado número de piezas. De nada nos sirve que la estación anterior mande un número de piezas mayor al que se pueden manejar.

Si la estación precedente envía una cantidad que no se ajusta al proceso en cuestión, los inventarios de ese proceso se incrementarán, lo que nos dará como resultado una cantidad de material inactiva y por consiguiente observaremos un alza en los costos.

El caso de las Restricciones Políticas representa un reto para aquellos que propongan la introducción del modelo TOC, ya que este tipo de restricciones radican más bien en cuestiones financieras.

Un ejemplo de Restricción Política puede ser aquella creada por la falta de capital para renovar el inventario, o la falta de servicio adecuado a nuestra maquinaria, lo que en un momento dado se traducirá en un paro de nuestras actividades.

De igual forma podemos hablar de diferentes tipos de restricciones, dependiendo de cuál sea el factor que las induce. Estas restricciones se pueden agrupar en:

- **Restricciones en el proceso de manufactura.** El principal indicador de que una restricción se da en el proceso de manufactura, es no entregar a tiempo los pedidos elaborados por los clientes, siempre y cuando podamos garantizar que esta restricción no se deba a una falta de materia prima. Debemos tener en cuenta que para solucionarla tenemos que aumentar el Throughput sin realizar una inversión de capital, es decir, debemos revisar nuestros procesos de producción.
- **Restricción en ventas.** Si nuestra producción esta entregando los pedidos a tiempo y aún así nuestro Throughput sigue siendo bajo, probablemente la restricción radique en nuestro departamento de ventas. En este caso será necesario contemplar la posibilidad de incursionar en nuevos nichos de mercado, teniendo en mente que el nicho propuesto no este comunicado con nuestros clientes actuales, para evitar inconformidades. Otra solución viable sería la de desarrollar nuevos productos, o mejorar los ya existentes, siempre y cuando su precio de venta neto sea superior al costo de las materias primas que se requieren.
- **Restricción en materias primas.** Esta restricción se da cuando nuestro departamento de compras tiene una política que bloquea la adquisición de las mismas, o bien, cuando por elementos ajenos a nosotros las materias primas escaseen.

- **Restricción en el flujo de efectivos.** Para que se de esta restricción se deben cumplir cuatro situaciones; el banco no presta capital, los accionistas no están dispuestos, o no pueden, invertir más, los proveedores no otorgan crédito y los clientes no realizan sus pagos por adelantado. En caso de que no se den estas cuatro condiciones no podemos considerar al flujo de efectivo como una restricción

Segundo paso. Explotar las Restricciones

Un vez que hemos identificado nuestras restricciones es necesario que las ponderemos en su importancia y decidamos la manera óptima para aprovecharlas.

La Teoría de las Restricciones establece que existen tres elementos que nos ayudan a definirlo mejor.

En primer lugar tenemos las restricciones que marcan el ritmo de nuestra producción, estas restricciones reciben el nombre de *Restricciones Tambor* haciendo analogía a los tambores que marcaban el ritmo a los remeros en las embarcaciones antiguas.

Estas restricciones son las más importantes, ya que sobre de ellas radicaré la responsabilidad de pautar la producción.

Es necesario que todas las actividades que surten a esta restricción se ajusten al ritmo indicado, de no ser así llegará un momento en el que tendremos inventarios excesivos en la antesala del proceso.

El segundo elemento es el llamado *Amortiguador de Tiempo* y tiene el objeto de mantener ocupado un recurso en tanto que este no sea requerido.

Por último tenemos las *Cuerdas*, que tienen como función principal vigilar que el inventario de producto en proceso nunca exceda las exigencias marcadas por el Amortiguador de Tiempo.

Al identificar las actividades que puedan fungir como cada uno de estos elementos podremos entonces visualizar el esquema que habrá de regir nuestra producción. Es necesario tener siempre en mente la interacción entre estos elementos, ya que ellos por si solos no garantizarán el desempeño adecuado de la TOC.

Tercer paso. Ajustar el resto de la producción a la decisión tomada

Llegado el momento en el que hemos identificado claramente las restricciones con las que contamos y hemos decidido la manera más oportuna de atacarlas, es necesario que el resto de los procesos se subordinen a ellas.

Podemos afirmar que todas las actividades de la producción se deberán ajustar al ritmo trazado por la Restricción Tambor, y es aquí donde se podrán experimentar un mayor número de problemas.

En primer lugar, ajustar los departamentos restantes a la actividad que marca la pauta puede resultar en una aparente disminución de la eficiencia, ya que tanto la mano de obra como la maquinaria no estarán produciendo a su máxima capacidad.

Es aquí donde las gerencias de los departamentos deben asumir su papel al momento de implementar la Teoría de las Restricciones, ya que deben darse cuenta que al mantener la producción al cien por ciento lo único que se conseguirá es aumentar los costos generados por el inventario excedente.

Aquí el Amortiguador de Tiempo jugará un papel de gran importancia ya que se encargará de proporcionar una cierta holgura a la Restricción Tambor, manteniendo ociosos los inventarios por el tiempo establecido previamente.

Otro punto importante cuando nos referimos a subordinar el resto de las actividades al ritmo pautado es no olvidar incluir en este punto a la recepción del material.

Es necesario tener una excelente comunicación con el departamento de adquisiciones para que solicite a los proveedores la entrega de volúmenes más pequeños y con una frecuencia mayor. Con esto pretendemos mantener bajos nuestros volúmenes de almacén y por consiguiente reducir los costos que esto representa.

Cuarto paso. Elevar las restricciones obligatorias

De manera ideal, una vez que hemos puesto en marcha nuestro proceso TOC es necesario que atacemos aquellas restricciones que nos están marcando el paso.

Si hemos logrado que a lo largo de toda la línea de producción se observe un orden en cuanto al suministro de subproducto a las estaciones precedentes dependiendo de la demanda veremos que nuestro sistema avanza de una manera lógica y con un mínimo de inventario a la espera de ser procesado.

Sin embargo llegará un momento en el que debemos aumentar la capacidad de nuestras Restricciones Tambor, para que se observe un crecimiento en nuestra producción, siempre teniendo en mente la Teoría de las Restricciones.

Tomando en cuenta que dentro de nuestro proceso podemos encontrar más de una restricción dominante, el criterio a adoptar para elegir cual de éstas elevar es sencillo; se debe buscar elevar aquella que representará un incremento mayor en nuestro rendimiento.

Algo que no debemos perder de vista al momento de elevar nuestras restricciones es que en algunos casos las restricciones, al menos por un lapso de tiempo determinado, no pueden ser elevadas.

Esto se puede observar cuando la restricción principal de nuestra producción es la demanda de nuestros clientes. Si nuestra empresa solo produce para un determinado cliente y sus requerimientos no se incrementan, de nada sirve realizar una inversión, ya sea de capital o de tiempo, para alcanzar nuevos niveles de producción. Si este fuera el caso será necesario que el departamento de ventas contacte otros posibles clientes e intente posicionar nuestro producto.

Quinto paso. Empezar de nuevo nuestra implementación

Como se mencionó anteriormente, la Teoría de las Restricciones es parte de una filosofía basada en el mejoramiento continuo y la calidad total.

Como su nombre lo indica, la práctica de estas políticas no se puede limitar a una sola corrida del modelo TOC en nuestra empresa, siempre será necesario que estemos en un proceso de constante supervisión y renovación de nuestro sistema.

Esto se debe principalmente a que, al ir atacando diferentes restricciones que se presenten en nuestra producción, siempre se irán presentando restricciones nuevas con cada ajuste que hagamos.

APLICACIÓN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Como hemos podido ver, al practicar la filosofía propuesta por el Dr. Goldratt, la Teoría de las Restricciones, nuestra empresa no solo conseguirá mejorar las cuestiones relacionadas con los costos, los procesos de producción y el control de inventarios, sino que se verá inmersa en un

proceso de mejora continua, lo que hará que día a día nos encontremos en una posición mas favorable con relación a la competencia.

Debemos mencionar que la TOC es un modelo que puede ser trabajado conjuntamente con otros métodos que ayuden a mejorar nuestra producción y en algunos casos, como lo es el método Just in Time, la interacción no solo es factible, sino necesaria.

En la industria de la construcción, el adoptar la filosofía de la Teoría de las Restricciones repercutirá directamente en nuestro tiempo de ejecución. No importa que cada proyecto nuevo represente por si mismo una secuencia de procesos diferentes, siempre existirá la manera de conocer qué procesos se comportarán como las Restricciones Tambor, lo que hará que nuestra planeación sea más adecuada y completa.

De igual forma, el asumir la TOC nos brindará la posibilidad de elaborar nuestros flujos de efectivo de una manera más consolidada con nuestra planeación, ya que sabremos de antemano cuándo será necesaria tal o cual inversión.

No debemos nunca perder de vista la importancia que tiene nuestra fuerza laboral al momento de implementar esta filosofía. Al hablar de una calidad total no solo nos referimos a los esfuerzos de aquellos involucrados en el área administrativa; es necesario que toda nuestra mano de obra se encuentre también en una mejora continua, y para esto es necesario ofrecerles capacitación con bases regulares.

Es de suma importancia que las empresas dedicadas al ramo de la construcción asuman su papel como detonantes de la economía de la región, y este avance nunca podrá ser visto si no se cuenta con las herramientas que nos permitan mejorar día a día. La Teoría de las Restricciones es una de estas herramientas, por lo que hay que reconocer su valor como impulsora de cambios.

5. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALIZADOS

INTRODUCCIÓN

Una vez que se ha presentado la descripción de los métodos contables que se eligieron para esta tesis, se considera necesaria la presentación de un caso en el que se puedan observar, aplicadas a la realidad en la construcción, las formas en las que deben ser empleados dichos modelos, así como las ventajas que estos pueden presentar.

El caso que se presentará a continuación esta basado en el proyecto de tesis denominado “Análisis comparativo entre dos tecnologías de construcción para naves industriales”, realizado por Carlos Tanús Diego y Enrique Barrera Flores, estudiantes de la Universidad de las Américas, Puebla.

Los datos que se han recabado se consideran adecuados para el tema y se ha partido del supuesto de que los estudios previos han sido estudiados y aprobados por los responsables del proyecto.

El proyecto presentado por los alumnos consta de un presupuesto de construcción, del cuál se analizarán diferentes conceptos, como el presupuesto de obra, las tarjetas de precios unitarios y las tablas de ejecución del proyecto.

ESTUDIO DEL MÉTODO ABC

Cómo se mencionó en el primer capítulo de este trabajo de investigación, el Método ABC tiene como principal preocupación identificar con precisión cuáles son aquellos conceptos que forman parte del costo de producción, descartando aquellos costos que no agreguen valor a nuestra producción.

En el caso de la Construcción, los costos que intervienen directamente en la producción son denominados “Costos Directos”, y comprenden los conceptos de Mano de Obra, Materiales y Herramienta, y Equipo. Todos aquellos conceptos adicionales a estos son denominados “Costos Indirectos”, y generalmente son aquellos costos que comprenden el almacén, re-trabajos e imprevistos que se llegan a presentar durante la obra.

Es común en la industria de la construcción que los costos indirectos se expresen como un porcentaje de los costos directos, tal es el caso de este proyecto de estudio.

Ahora bien, debemos recordar que utilizando el modelo ABC, debemos dividir nuestra obra en procesos, los que a su vez estarán divididos en actividades, a las cuales les podremos asignar recursos y así asignar su costo.

En el presupuesto de nuestro caso de estudio podemos observar que la obra ha sido dividida en los siguientes procesos:

- Preliminares
- Cimentación
- Estructura
- Cubierta
- Herrería
- Limpieza
- Prefabricados

Estos procesos a su vez están formados por actividades. Es importante ver cómo al momento de realizar la división por actividades haremos la presentación de aquellos datos que nos ayudarán a conformar el presupuesto.

Si observamos el presupuesto que se ha tomado como ejemplo podemos identificar los importes, tanto de costos directos como de indirectos, que intervienen a lo largo de la obra.

Realizar un análisis de esta índole nos permitirá conocer también cuáles son los procesos cuyo monto de costos indirectos es mayor.

Concepto	Uni.	Cant.	C. directo	C. indirecto	Importe c.d.	Importe c.i.
Preliminares						
Trazo y nivelación	M ²	1700	\$2.95	\$0.57	\$5,015.00	\$974.25
Despalme de terreno	M ³	578.2	\$7.22	\$1.40	\$4,174.60	\$810.99
Carga a maquina	M ³	578.2	\$9.41	\$1.83	\$5,440.86	\$1,056.98
Acarreo	M ³	1734.6	\$2.63	\$0.51	\$4,562.00	\$886.25
Excavación c/maquinaria	M ³	743.4	\$21.83	\$4.24	\$16,228.42	\$3,152.65

Carga a maquina producto de excavación	M ³	966.42	\$9.41	\$1.83	\$9,094.01	\$1,766.67
Preparación y conformación	M ²	1652	\$2.71	\$0.53	\$4,476.92	\$869.72
Terraplen	M ³	743.4	\$108.21	\$21.02	\$80,443.31	\$15,627.48
Total preliminares					\$129,435.13	\$25,144.97
Cimentación						
Trazo, nivelación y control	M ²	1652	\$2.95	\$0.57	\$4,873.40	\$946.74
Excavación por medios mecánicos	M ³	115.2	\$27.29	\$5.30	\$3,143.81	\$610.74
Excavación a mano	M ³	80.64	\$53.22	\$10.34	\$4,291.66	\$833.73
Relleno de cepas	M ³	26.23	\$156.68	\$30.44	\$4,109.72	\$798.38
Plantillas de concreto	M ²	236.8	\$71.86	\$13.96	\$17,016.45	\$3,305.73
Piso de concreto	M ²	1652	\$327.33	\$63.59	\$540,749.16	\$105,049.72
Endurecedor metálico	M ²	1652	\$29.65	\$5.76	\$48,981.80	\$9,515.55
Total cimentación					\$623,165.99	\$121,060.59
Estructura						
Columnas piñón	PZA	9	\$5,114.30	\$993.54	\$46,028.70	\$8,941.86

Pórticos de 23.60	PZA	6	\$35,856.84	\$6,965.80	\$215,141.04	\$41,794.80
Largueros en cubierta	PZA	132	\$784.19	\$152.34	\$103,513.08	\$20,109.18
Barras en celosía	PZA	77	\$49.82	\$9.68	\$3,836.14	\$745.24
Tirantes entre largueros	PZA	224	\$28.09	\$5.46	\$6,292.16	\$1,222.36
Tornapuntas	PZA	48	\$42.33	\$8.22	\$2,031.84	\$394.72
Struts	PZA	6	\$2,500.23	\$485.71	\$15,001.38	\$2,914.27
Contravientos	PZA	24	\$420.09	\$81.61	\$10,082.16	\$1,958.63
Trabe piñón	PZA	4	\$3,788.03	\$735.89	\$15,152.12	\$2,943.56
Largueros en faldón	PZA	8	\$630.00	\$122.39	\$5,040.00	\$979.11
Guías para muro prefabricado	PZA	6	\$2,100.42	\$408.04	\$12,602.52	\$2,448.25
Total estructura					\$434,721.14	\$84,451.97
Cubierta						
Cubierta de lámina pinto	M ²	1652	\$107.00	\$20.79	\$176,764.00	\$34,339.41
Caballeta pinto	ML	70	\$111.89	\$21.74	\$7,832.30	\$1,521.56
Canalón galvanizado	ML	140	\$253.04	\$49.16	\$35,425.60	\$6,882.03
Lámina traslúcida	M ²	165.2	\$152.83	\$29.69	\$25,247.52	\$4,904.76
Lámina lateral pinto	M ²	126.5	\$130.98	\$25.45	\$16,568.97	\$3,218.80
Botaguas pinto	ML	47.2	\$62.06	\$12.06	\$2,929.23	\$569.05

Moldura de remate superior	ML	188.13	\$91.38	\$17.75	\$17,191.32	\$3,339.71
Moldura de remate inferior	ML	47.2	\$72.07	\$14.00	\$3,401.70	\$660.84
Ventiladores atmosféricos	PZA	4	\$1,800.00	\$349.68	\$7,200.00	\$1,398.72
Aislante térmico 2"	M ²	1652	\$62.00	\$12.04	\$102,424.00	\$19,897.60
Bajadas de agua pluvial	ML	60	\$181.02	\$35.17	\$10,861.20	\$2,109.97
Total cubierta					\$405,845.84	\$78,842.45
Herrería						
Suministro y colocación de portón metálico	PZA	2	\$6,915.16	\$1,343.39	\$13,830.32	\$2,686.77
Suministro y colocación de puerta acceso	PZA	1	\$2,498.62	\$485.40	\$2,498.62	\$485.40
Total herrería					\$16,328.94	\$3,172.17
Limpieza						
Limpieza fina de obra para entrega	M ²	1536	\$10.58	\$2.06	\$16,250.88	\$3,157.01
Total limpieza					\$16,250.88	\$3,157.01
Prefabricados						
Zapatitas chicas	PZA	9	\$1,627.00	\$316.07	\$14,643.00	\$2,844.65
Zapatitas grandes	PZA	12	\$3,453.00	\$670.80	\$41,436.00	\$8,049.65

Muros prefabricados	M ²	1034.4	\$210.00	\$40.80	\$217,224.00	\$42,199.45
Total prefabricados					\$273,303.00	\$53,093.75
Total del presupuesto					\$1,899,050.93	\$368,922.93

Tabla 5.1. Presupuesto para nave industrial. Comparación de importe de costos directos e importe de costos indirectos.

Podemos concluir con la información obtenida en la tabla 5.1. que los costos indirectos representan un gasto considerable en nuestro presupuesto, por lo que se debe buscar la manera de reducirlos en tanto sea posible.

Si se siguiera el método ABC, un porcentaje considerable del monto de costos indirectos, y algunos otros conceptos que pudieran no agregar valor a la obra, dejaría de ser considerado dentro del presupuesto, lo que sin duda obligará a los constructores a encontrar formas de reducir los mismos.

A continuación se presenta el desglose del proceso denominado *Cimentación* en actividades. Se ha elegido realizar el análisis de este proceso ya que es aquel cuyo costo representa un mayor porcentaje en el total de la obra.

PROCESO: Cimentación				
Actividad	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
Trazo, nivelación y control topográfico	M ²	1,652.00	3.91	6,459.32
Excavación en cepas por medios mecánicos	M ³	115.20	36.23	4,173.70

Excavación en cepas a mano hasta 2.50 M	M ³	80.64	70.66	5,698.02
Relleno de cepas a mano compactado por M	M ³	26.23	208.05	5,457.15
Plantillas de concreto F'c=100 Kg/cm ²	M ²	236.80	95.43	22,597.82
Piso de concreto de F'c=200 Kg/cm ² de 12	M ²	1,652.00	434.64	718,025.28
Endurecedor metálico para piso Mca. en P	M ²	1,652.00	39.37	65,039.24
Total de costo de cimentación				827,450.53

Tabla 5.2. Análisis de costo del proceso denominado *Cimentación*

Al ir dividiendo nuestro presupuesto en actividades podremos tener un control sobre los costos, siempre que seamos capaces de identificar los recursos que consumirán cada una de ellas. Es aquí donde interviene el modelo ABC.

Tomando como ejemplo la actividad denominada *Piso de concreto F'c=200Kg/cm² de 12 cm. de espesor* podemos analizar todos los recursos que conforman su costo.

Análisis: Piso de concreto de F'cm = 200 Kg/cm ² , de 12 cms de espesor, armado con malla 6 x 6 / 6 – 6 in, pasajuntas de redondo de 3/4'', mangas de poliducto de 1'', capa de plástico, celotex, chaflán y todos los detalles del plano estructural. Unidad: Metros cuadrados (M ²)					
	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Materiales					

	Duela de pino de tercera de ¾" x 3.5 " x 8.25 "	Pza	\$14.70	0.250	\$3.68
	Varilla de 3/8" 9.5 mm	Kg	\$3.48	13.2	\$45.94
	Agua (manejo)	M³	\$12.98	0.010	\$0.13
	Varilla de 1 ½" diam.	Kg	\$6.03	0.660	\$3.98
	Subtotal				\$53.73
Mano de obra					
	Cuadrilla No. 6 (1 fierro+1 ayudante)	JOR	\$597.79	16.5	\$36.23
	Cuadrilla No. 22 (1 albañil+5 peones)	JOR	\$1490.81	18.00	\$82.82
	Subtotal				\$119.05
Equipo y herramienta					
	Herramienta menor	%	\$119.05	0.030	\$3.57
	Subtotal				\$3.57
Básicos					
	Concreto F'c = 200 Kg/cm², hecho en obra, TMA=19mm, resistencia normal	M³	\$718.95	0.21	\$150.98
	Subtotal				\$150.98
	Costo directo				\$327.33
	Costos indirectos	19.4267%			\$63.59
	Subtotal				\$390.92
	Financiamiento	0.2684%			\$1.12

Subtotal				\$392.04
Utilidad	10.3125%			\$40.43
Subtotal				\$432.47
Cargos adicionales	0.005(432.47)			\$2.17
Precio unitario				\$434.64

Tabla 5.3. Análisis de precio unitario para piso de concreto.

Como podemos observar, el precio unitario se ve considerablemente elevado debido a los costos indirectos, un 19.4267% del total de nuestro precio unitario, mientras que la mano de obra representa un 27.39% del mismo. Si se pudiera hacer una reducción en el costo de cualquiera de estos dos conceptos, a todo lo largo de nuestra obra, podríamos suponer un excelente ahorro al ser ésta concluida.

El concepto que más costos genera es el de Básicos, sin embargo este punto será en extremo difícil de atacar, ya que el costo de la materia prima rara vez puede ser disminuido.

Una vez que hemos identificado los puntos en los que creemos posible disminuir los costos, es necesario echar mano a aquellas herramientas que nos permitan alcanzar nuestro objetivo.

Para ayudarnos con esta tarea podemos recurrir a la reingeniería de procesos, la cuál pretende realizar las tareas con una mayor calidad, en un menor tiempo y a un costo menor. Entre los postulados principales de la reingeniería de procesos se menciona que los procesos más comunes que no agregan valor a nuestra producción son:

- Sobreproducción / sobre-almacenamiento
- Tiempo de espera entre actividades
- Transportación, movimientos y pasos
- Procesamiento
- Inventarios y documentación
- Defectos, fallas y rehacer el trabajo

- Duplicación de trabajos
- Inspección, vigilancia y controles

Si bien no todos estos puntos se observan específicamente dentro de la industria de la construcción, podemos decir que un buen número de ellos si lo hacen y se ven reflejados en nuestros costos indirectos.

Podemos decir que en la ingeniería civil los puntos con mayor recurrencia son los de sobre-almacenamiento, transportación y movimientos, rehacer el trabajo a consecuencia de las fallas e inspección.

Se puede alegar que algunos de los puntos anteriores son en realidad necesarios, como el almacenamiento y la inspección. Lo que se pretende es eliminarlos en medida de lo posible, si es necesario apoyándonos en otras herramientas, para que realmente aporten un valor a nuestra obra.

Tomando en cuenta los puntos anteriores y revisando el presupuesto en cuestión, podemos darnos cuenta de que existe un concepto que se menciona dos veces, el de “Excavación por medios mecánicos”. Este concepto es utilizado tanto en el proceso de *Preliminares* como en el de *Cimentación*.

Atendiendo al fin de lograr una reducción en los costos mediante el uso de la reingeniería podemos proponer el que estas dos excavaciones sean realizadas simultáneamente, con lo cuál probablemente observaríamos una reducción en costo de maquinaria y mano de obra.

Es importante notar que no todas las actividades que lleven el mismo nombre podrán ser incluidas en un solo punto, debemos de analizar la etapa de construcción en la que se lleven a cabo, así como el curso de los procesos para poder definir esto.

Es necesario que aquellos que se dediquen a realizar los presupuestos y a llevar el control de la obra tomen medidas que ayuden a abatir los costos indirectos. Ejemplos de estas medidas

correctivas puede ser la reducción de inventarios, llegando a acuerdos con los proveedores para que el suministro sea hecho *justo a tiempo*.

Obviamente existen costos que no se pueden eliminar tan fácilmente, como los gastos de la administración central. Sin embargo se deben realizar estudios para ponderar de manera acertada el impacto que estos costos tienen en las obras, no solamente destinando un porcentaje de los mismos a los precios unitarios.

El estimar los costos reales que tendrá nuestra obra, eliminando todos aquellos costos que no agreguen valor, nos permitirá situarnos en una mejor posición frente a la competencia, con lo que incrementaremos el número de obras en ejecución que tendrá nuestra empresa, y por tanto elevaremos nuestra utilidad.

6. ESTUDIO DE MÉTODOS JUST IN TIME Y TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas a los que comúnmente se enfrenta la industria de la construcción es la ejecución de los proyectos de acuerdo a los tiempos acordados.

Podemos decir que gran parte del fracaso o del éxito de un proyecto estriba en este punto, de igual manera podemos hacer mención de la importancia que tienen las herramientas que nos permitan adecuarnos a dichos tiempos.

Como se mencionó en capítulos anteriores, dos herramientas que nos dan soporte en esta área son los modelos del *Just in Time* y el de la *Teoría de las Restricciones*.

Utilizando el mismo presupuesto que en el modelo ABC trataremos de ejemplificar de manera práctica y sencilla el modo de utilización de estas herramientas.

Cabe aclarar que la intención de realizar el estudio simultáneo de ambas metodologías obedece a que existe una clara complementación por parte de ambas, ya que la función principal que comparten es la de regular el tiempo de ejecución

ESTUDIO DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

Como pudimos ver en el tercer capítulo de este trabajo, el objetivo de la TOC es involucrar a las empresas en una filosofía de mejora continua, la cuál se logra siempre y cuando el principal objetivo que tenga en mente sea el de alcanzar la calidad total.

Podemos pensar que en el caso de la industria de la construcción, dada la naturaleza única de los proyectos que maneja, esto puede ser difícil, principalmente por el alto costo que representaría volver a realizar trabajos dentro de la obra. Sin embargo, si podemos visualizar un proyecto como un “lote” de producción y contamos con el apoyo de la directiva de la organización podemos adecuar esta filosofía a nuestras necesidades.

Para comenzar la implementación de este modelo es necesario realizar una revisión a los proyectos que se hayan ejecutado anteriormente, esto con el fin de identificar las restricciones que tiene nuestro sistema de producción.

Hemos mencionado que existen dos tipos de restricciones, físicas y políticas, en este ejemplo solo consideraremos las restricciones físicas, las cuales se podrían identificar incluso si no se es parte de la empresa.

Para identificar las restricciones de este proyecto en especial deberemos poner especial atención a los procesos que serán realizados, y proponer una tabla de tiempos que vaya de acuerdo a lo establecido en el presupuesto. Al realizar esta propuesta no podemos perder de

vista el tiempo de ejecución que se tiene previsto en el presupuesto, el cual es de aproximadamente tres meses.

Con la ayuda de los métodos descritos, de ser posible se logrará la reducción del tiempo de ejecución, si se logra identificar satisfactoriamente las restricciones de nuestro proceso y si logramos encontrar la manera de reducirlas.

CONCEPTO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Preliminares				
Trazo y nivelación				
Despalme de terreno				
Carga a maquina				
Acarreo				
Excavación c/maquinaria				
Carga a maquina producto de excavación				
Preparación y conformación				
Terraplén				
Cimentación				
Trazo, nivelación y control				
Excavación por medios mecánicos				
Excavación a mano				
Relleno de cepas				
Plantillas de concreto				

Piso de concreto					
Endurecedor metálico					
Estructura					
Columnas piñón					
Pórticos de 23.60					
Largueros en cubierta					
Barras en celosía					
Tirantes entre largueros					
Tornapuntas					
Struts					
Contravientos					
Trabe piñón					
Largueros en faldón					
Guías para muro prefabricado					
Cubierta					
Cubierta de lámina pinto					
Caballeta pinto					
Canalón galvanizado					
Lámina traslucida					
Lámina lateral pinto					
Botaguas pinto					
Moldura de remate superior					
Moldura de remate inferior					

Ventiladores atmosféricos				
Aislante térmico 2"				
Bajadas de agua pluvial				
Herrería				
Suministro y colocación de portón metálico				
Suministro y colocación de puerta acceso				
Limpieza				
Limpieza fina de obra para entrega				
Prefabricados				
Zapatas chicas				
Zapatas grandes				
Muros prefabricados				

Tabla 6.1. Tabla de tiempos de ejecución para construcción de nave industrial.

Como se puede observar en este diagrama, existen conceptos que no restringen el proceso de la construcción, como puede ser la *Limpieza para entrega*, o los conceptos en los que interviene la *Herrería*.

De igual forma podemos ver que existen otros conceptos que condicionan el curso de la misma. En este caso, al existir más de una restricción, debemos tomar en cuenta aquellas que mayor repercusión tengan en nuestro proyecto.

Si observamos detenidamente podemos concluir que la cimentación, junto con la colocación de las zapatas, representan aquellas restricciones que, de no ser cumplidas completamente, no permiten avanzar nuestra obra. Así mismo podemos ver que los muros prefabricados no pueden ser colocados si no se colocan antes las guías, sin embargo, en este caso en específico, la holgura que se tiene es mayor, por lo que su nivel de restricción es menor.

Analizando las restricciones antes mencionadas, se puede pensar que probablemente nuestra “línea” de producción pueda ser modificada para obtener mejores resultados en lo que a tiempos se refiere.

Si se encuentra la manera de que los trabajos referentes a estructura y cubierta puedan irse realizando al mismo tiempo, dejando únicamente los tiempos necesarios para que los trabajos puedan ser realizados, es decir, cuidando que los trabajos precedentes sean entregados a tiempo, lograremos una reducción de nuestro tiempo de ejecución, y con esto seguramente veremos una disminución en nuestros costos.

Para lograr esto se puede empezar la colocación de la cubierta sin que necesariamente se haya terminado la estructura que la soportará. Es necesario que la estructura se vaya construyendo por módulos o secciones y así, una vez terminada una sección, el equipo encargado de la colocación de la cubierta puede entrar a trabajar en la sección que ha sido terminada.

Se debe realizar una cuantificación de las implicaciones de esta decisión, y de ser satisfactoria en relación a la anterior, se puede proceder con el nuevo plan de ejecución.

En caso de que se lleve a cabo este ajuste, nuestra tabla de tiempos puede quedar de la siguiente forma:

CONCEPTO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Preliminares				
Trazo y nivelación				
Despalme de terreno				

Carga a maquina					
Acarreo					
Excavación c/maquinaria					
Carga a maquina producto de excavación					
Preparación y conformación					
Terraplén					
Cimentación					
Trazo, nivelación y control					
Excavación por medios mecánicos					
Excavación a mano					
Relleno de cepas					
Plantillas de concreto					
Piso de concreto					
Endurecedor metálico					
Estructura					
Columnas piñón					
Pórticos de 23.60					
Largueros en cubierta					
Barras en celosía					
Tirantes entre largueros					
Tornapuntas					
Struts					
Contravientos					

Trabe piñón					
Largueros en faldón					
Guías para muro prefabricado					
Cubierta					
Cubierta de lámina pinto					
Caballeta pinto					
Canalón galvanizado					
Lámina traslucida					
Lámina lateral pinto					
Botaguas pinto					
Moldura de remate superior					
Moldura de remate inferior					
Ventiladores atmosféricos					
Aislante térmico 2"					
Bajadas de agua pluvial					
Herrería					
Suministro y colocación de portón metálico					
Suministro y colocación de puerta acceso					

Limpieza					
Limpieza fina de obra para entrega					
Prefabricados					
Zapatas chicas					
Zapatas grandes					
Muros prefabricados					

Tabla 6.2. Nueva propuesta de tiempos de ejecución para la construcción de nave industrial.

Observando detenidamente el esquema anterior nos podemos dar cuenta de que al realizar un cambio en la secuencia de operaciones de nuestra producción podemos aspirar a una reducción de aproximadamente tres semanas en nuestro tiempo de ejecución.

Esta reducción traería consigo una disminución de nuestros costos, con lo que nuestro margen de utilidad podría llegar a verse mejorado.

Para lograr esta reducción en tiempos es indispensable que utilicemos otro de los métodos que hemos estudiado, el *Just in time*. Este modelo nos ayudará a realizar una adecuada planeación de nuestros suministros, tanto internos como externos, para que nuestra línea de producción no se vea afectada por falta de insumos.

ESTUDIO DEL MODELO *JUST IN TIME*

De acuerdo a la tabla anterior podemos identificar en qué momento vamos a requerir que lleguen los equipos especiales y los insumos que constituirán nuestra obra.

En la primera semana será necesario que tengamos a la mano la maquinaria necesaria para la excavación, de acuerdo al proceso de preliminares. Es indispensable que en este momento contemos con todo lo requerido para el uso de dicha maquinaria; consumibles, operarios, accesos, etc.

Si la maquinaria no llegara a estar disponible en la fecha indicada, se sufriría un retraso en nuestra ejecución, atrasando todos los procesos subsecuentes a la excavación. Este retraso también influiría en nuestros costos, por lo que debemos llegar a un acuerdo con quien nos provea de la excavadora para la entrega puntual, y de ser necesario para fijar las sanciones correspondientes, en caso de ser necesarias.

En el caso de la estructura y de la cubierta, es evidente que se necesita tener a tiempo no solo la maquinaria, sino que necesitamos de un buen suministro de los materiales a colocar, sobre todo si decidimos optar por la construcción modular del segundo esquema de tiempo.

Como se mencionó anteriormente, para lograr un buen desempeño de la filosofía *Just in Time* es indispensable que nuestros proveedores se acoplen a nuestros requerimientos. Es importante hacer mención de que los proveedores pueden ser tanto internos como externos.

Un proveedor externo sería aquel que nos abastece de los elementos prefabricados, en caso de que no los construyamos nosotros mismos, en tanto que un proveedor interno sería aquel departamento de la empresa en cuyas manos reside la entrega de procesos anteriores, maquinaria o equipo.

Se hace evidente que el uso de estos métodos en la construcción representa grandes ventajas. Un adecuado control de la obra es indispensable para que la ejecución sea en el plazo fijado y que los costos se ajusten a lo presupuestado.

Una vez más, es conveniente mencionar que en una buena parte de los casos esto no es posible debido a las restricciones que se presentan por los mismos directivos de las empresas. Son

ellos en varias ocasiones quienes tienen miedo de implementar nuevos métodos, ya que esto representa un cambio en la manera de hacer las cosas y el cambio siempre causa temores.

Es indispensable que quienes solicitan una obra tengan un adecuado esquema de pagos, sin importar si son entidades públicas o privadas, ya que un adecuado flujo de efectivo en nuestra obra servirá para que los trabajos puedan ser realizados a tiempo.

7. CONCLUSIONES GENERALES

Resulta evidente el hecho de que no se puede hacer a un lado la visión empresarial de la industria de la construcción, y aún más evidente es que por su carácter distintivo se puede observar cierto retraso en elementos que sirvan como apoyo a los aspectos económicos y contables de la misma.

Los métodos que se presentaron en este trabajo, si bien no fueron concebidos específicamente para este tipo de industria, representan una buena alternativa para ser aplicados dentro de las obras.

Los beneficios, tanto para la empresa como para la sociedad en general, pueden alcanzar grandes dimensiones. Si se tiene un mayor control sobre las obras que se ejecutan y si los costos de las mismas son menores, podremos esperar un incremento en el trabajo, lo que se reflejaría en un mayor número de empleos, así como obras de una mayor calidad y con un costo menor por retrabajos y mantenimientos consecuentes de una mala construcción.

Otro punto que representaría un gran avance en la industria es el de capacitar adecuadamente a aquellos que se desempeñan dentro de la industria, desde los altos directivos de las compañías hasta los técnicos en construcción. Este es un elemento propio de la reingeniería de procesos y es contemplado dentro de la teoría de las restricciones, ya que debemos analizar aquello que frena nuestra producción para que sea corregido de la manera más puntual.

Sería conveniente contar con el apoyo de las instituciones gubernamentales para lograr una normativa en este aspecto, es necesaria una revisión a las leyes y los reglamentos de construcción vigentes para así poder estandarizar la forma en que se llevan a cabo las obras.

Por último, no queda más que hacer una invitación a los empresarios que se desenvuelven en el ramo para que tomen el riesgo de adoptar los métodos propuestos; se requiere de un gran esfuerzo, es verdad, pero los resultados que se pueden obtener hacen que valga la pena el cambio.

8. REFERENCIAS

Chase, R. y Aquilano, N. (1997), *Dirección y Administración de la Producción y de las operaciones*, Mc Graw – Hill, México.

Davidson, W. (1984), *The Amazing Race: Winning the Technorivalry with Japan*, Wiley & Sons, USA.

Goldratt, E. (1984), *The Goal*, North River Press, USA.

Noreen, G. (1997), *Managerial Accounting*, Mc Graw – Hill, USA.

Schonberger, R. (1982), *Japanese Productivity Technique*, Free Press, USA.

Tanus, C. y Barrera, E. (2001), *Análisis comparativo entre dos tecnologías de construcción para naves industriales*, Tesis de Licenciatura, Universidad de las Américas, Puebla, México.

9. ANEXO A

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS PARA NAVES INDUSTRIALES.

NAVE TIPO ACERO

TANUS DIEGO, CARLOS

BARRERA FLORES, ENRIQUE

LISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
S INDUSTRIALES "
TIPO ACERO

PRESUPUESTO DE OBRA

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
NAVE PROPUESTA (ACERO)					
PRELIMINARES					
TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO, PONIENDO	M2	1,700.0000	3.91	6,647.00	0.26%
DESPALME DEL TERRENO, CON MOTOCONFORMADO	M3	578.2000	9.58	5,539.16	0.22%
CARGA A MAQUINA CON CARGADOR FRONTAL, IN	M3	578.2000	12.49	7,221.72	0.29%
ACARREO KILOMETROS SUBSECUENTES AL 1o. E	M3	1,734.6000	3.49	6,053.75	0.24%
EXCAVACION EN MATERIAL I Y II CON MAQUIN	M3	743.4000	28.98	21,543.73	0.85%
CARGA A MAQUINA CON CARGADOR FRONTAL, IN	M3	966.4200	12.49	12,070.59	0.48%
PREPARACION Y CONFORMACION DE LA SUPERFI	M2	1,652.0000	3.61	5,963.72	0.24%
TERRAFLEN DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXC	M3	743.4000	143.69	106,819.15	4.24%
Total PRELIMINARES				171,858.82	6.82%
CIMENTACION					
TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO	M2	1,652.0000	3.91	6,459.32	0.26%
EXCAVACION EN CEPAS POR MEDIOS MECANICOS	M3	115.2000	36.23	4,173.70	0.17%
EXCAVACION EN CEPAS A MANO HASTA 2.50M.	M3	80.6400	70.66	5,698.02	0.23%
RELLENO DE CEPAS A MANO COMPACTADO POR M	M3	26.2300	208.05	5,457.15	0.22%
PLANTILLAS DE CONCRETO F'c = 100 KGS/CM2	M2	236.8000	95.43	22,597.82	0.90%
PISO DE CONCRETO DE F'c=200 KG/CM2 DE 12	M2	1,652.0000	434.64	718,025.28	28.47%
ENDURECEDOR METALICO PARA PISO Mca. EN P	M2	1,652.0000	39.37	65,039.24	2.58%
Total CIMENTACION				827,450.53	32.81%
ESTRUCTURA					
COLUMNAS PIÑON DE MEDIDA VARIABLE	PZA	9.0000	6,790.95	61,118.55	2.42%
PORTICOS DE 23.60	PZA	6.0000	47,612.07	285,672.42	11.33%
LARGUEROS EN CUBIERTA MT14 GALVANIZADOS	PZA	132.0000	1,041.28	137,448.96	5.45%

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
TECHOS INDUSTRIALES "
DE TIPO ACERO

PRESUPUESTO DE OBRA

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BARRAS DE CELOSIA	PZA	77.0000	66.15	5,093.55	0.20%
TIRANTES ENTRE LARGUEROS	PZA	224.0000	37.31	8,357.44	0.33%
TORNAPUNTAS	PZA	48.0000	56.20	2,697.60	0.11%
STRUTS	PZA	6.0000	3,319.90	19,919.40	0.79%
CONTRAVIENTOS	PZA	24.0000	557.82	13,387.68	0.53%
TRABE PIÑON 8" X 4"	PZA	4.0000	5,029.90	20,119.60	0.80%
LARGUEROS EN FALDON MT 14 GALVANIZADO	PZA	8.0000	836.53	6,692.24	0.27%
GUIAS PARA MURO PREFABRICADO	PZA	6.0000	2,789.02	16,734.12	0.66%
Total ESTRUCTURA				577,241.56	22.89%
CUBIERTA					
CUBIERTA DE LAMINA PINTRO RN 100/35 CAL	M2	1,652.0000	142.09	234,732.68	9.31%
CABALLETE PINTRO	ML	70.0000	148.57	10,399.90	0.41%
CANALON GALVANIZADO CAL. 24	ML	140.0000	336.00	47,040.00	1.87%
LAMINA TRASLUCIDA POR DIFERENCIA	M2	165.2000	202.93	33,524.04	1.33%
LAMINA LATERAL PINTRO CAL 26	M2	126.5000	173.93	22,002.15	0.87%
BOTAGUAS PINTRO	ML	47.2000	82.41	3,889.75	0.15%
MOLDURA DE REMATE SUPERIOR PINTRO	ML	188.1300	121.34	22,827.69	0.91%
MOLDURA DE REMATE INFERIOR PINTRO	ML	47.2000	95.70	4,517.04	0.18%
VENTILADORES ATMOSFERICOS DE 3.05M	PZA	4.0000	2,390.11	9,560.44	0.38%
AISLANTE TERMICO DE 2"	M2	1,652.0000	82.32	135,992.64	5.39%
BAJADAS DE AGUA PLUVIAL DE 8" PVC.	ML	60.0000	240.37	14,422.20	0.57%
Total CUBIERTA				538,908.53	21.37%
HERRERIA					

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

PRESUPUESTO DE OBRA

o	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PORTON METALI	PZA	2.0000	9,182.21	18,364.42	0.73%
	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PUERTA DE ACC	PZA	1.0000	3,317.77	3,317.77	0.13%
	Total HERRERIA				21,682.19	0.86%
	LIMPIEZA					
	Limpieza fina de la obra para entrega, i	M2	1,536.0000	14.06	21,596.16	0.86%
	Total LIMPIEZA				21,596.16	0.86%
	PREFABRICADOS					
	ZAPATAS CHICAS	PZA	9.0000	2,160.38	19,443.42	0.77%
	ZAPATAS GRANDES	PZA	12.0000	4,585.02	55,020.24	2.18%
	MUROS PREFABRICADOS	M2	1,034.4000	278.85	288,442.44	11.44%
	Total PREFABRICADOS				362,906.10	14.39%
	Total NAVE PROPUESTA (ACERO)				2,521,643.89	100.00%
	Total del presupuesto				2,521,643.89	

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ja : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN PARA
ES INDUSTRIALES *
E TIPO ACERO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ítem	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Análisis: PRE01 Unidad: M2						
TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO, PONIENDO REFERENCIA CON ESTACAS, Y BANCOS DE NIVEL; INCLUYE, LEVANTAMIENTO DE CURVAS DE NIVEL.						
.ES						
	HILO CAÑAMO	PZA	\$10.82	0.001000	\$0.01	0.34%
	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	\$14.70	0.020000	\$0.29	9.83%
	CALHIDRA	TON	\$800.00	0.000200	\$0.16	5.42%
	VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	\$3.48	0.020000	\$0.07	2.37%
	Subtotal: MATERIALES				\$0.53	17.97%
OBRA						
	TOPOGRAFO	JOR	\$481.39 /	350.000000	\$1.38	46.78%
	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$202.36 /	350.000000	\$0.58	19.66%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$1.96	66.44%
HERRAMIENTA						
	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HOR	\$2.47 /	25.000000	\$0.10	3.39%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$1.96	0.030000	\$0.06	2.03%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.16	5.42%
	CONCRETO DE F'c=100 KG/CM2. HECHO EN M3		\$604.44	0.000500	\$0.30	10.17%
	OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL					
	Subtotal: BASICOS				\$0.30	10.17%
	Costo directo				\$2.95	
	INDIRECTOS	19.4267%			\$0.57	
	SUBTOTAL				\$3.52	
	FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.01	
	SUBTOTAL				\$3.53	
	UTILIDAD	10.3125%			\$0.36	
	SUBTOTAL				\$3.89	
	CARGOS ADICIONALES	0.005 (3.91)			\$0.02	
	PRECIO UNITARIO				\$3.91	
	(* TRES PESOS 91/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1700 Importe: 6647					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
ES INDUSTRIALES "
E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ítem	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE02 Unidad: M3

DESPALME DEL TERRENO, CON MOTOCONFORMADORA, RETIRANDO CAPA VEGETAL CON ESPESOR DE 35 CM.
RETIRO DE RAICES A MANO Y ACAMELLONAMIENTO PARA SER CARGADO

HERRAMIENTA

MOTOCONFORMADORA	HOR	\$361.17	0.020000	\$7.22	100.00%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<u>\$7.22</u>	100.00%
Costo directo				<u>\$7.22</u>	
INDIRECTOS	19.4267%			<u>\$1.40</u>	
SUBTOTAL				<u>\$8.62</u>	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			<u>\$0.02</u>	
SUBTOTAL				<u>\$8.64</u>	
UTILIDAD	10.3125%			<u>\$0.89</u>	
SUBTOTAL				<u>\$9.53</u>	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (9.58)			<u>\$0.05</u>	
PRECIO UNITARIO				<u>\$9.58</u>	

(* NUEVE PESOS 58/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 578.2 Importe: 5539.16

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
TIPO INDUSTRIALES *
TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE03 Unidad: M3

CARGA A MAQUINA CON CARGADOR FRONTAL, INCLUYE 30% DE ABUNDAMIENTO Y ACARREO EN CAMION
1er KILOMETRO

HERRAMIENTA

CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HOR	\$157.73 /	30.000000	\$5.26	55.90%
CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT 920	HOR	\$248.88 /	60.000000	\$4.15	44.10%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$9.41	100.00%
Costo directo				\$9.41	
INDIRECTOS	19.4267%			\$1.83	
SUBTOTAL				\$11.24	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.03	
SUBTOTAL				\$11.27	
UTILIDAD	10.3125%			\$1.16	
SUBTOTAL				\$12.43	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (12.49)			\$0.06	
PRECIO UNITARIO				\$12.49	

(* DOCE PESOS 49/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 578.2 Importe: 7221.72

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cia: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
/ES INDUSTRIALES *
/E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

dlgo	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE04 Unidad: M3

ACARREO KILOMETROS SUBSECUENTES AL 1o. EN TERRACERIA A UNA DISTANCIA DE 5 KM.

HERRAMIENTA

CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HOR	\$157.73 /	60.000000	\$2.63	100.00%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$2.63	100.00%
Costo directo				\$2.63	
INDIRECTOS	19.4267%	75.5		\$0.51	
SUBTOTAL				\$3.14	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.01	
SUBTOTAL				\$3.15	
UTILIDAD	10.3125%			\$0.32	
SUBTOTAL				\$3.47	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (3.49)			\$0.02	
PRECIO UNITARIO				\$3.49	

(* TRES PESOS 49/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1734.6 Importe: 6053.75

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

IALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
/ES INDUSTRIALES *
/E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

codigo	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE05 Unidad: M3

EXCAVACION EN MATERIAL I Y II CON MAQUINA PARA DAR NIVEL DE TERRACERIA

HERRAMIENTA

RETROEXCAVADORA CAT. 235 195 HP.S/ORUGA	HOR	\$436.64 /	20.000000	\$21.83	100.00%
---	-----	------------	-----------	---------	---------

Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA

\$21.83 100.00%

Costo directo

\$21.83

INDIRECTOS

19.4267%

\$4.24

SUBTOTAL

\$26.07

FINANCIAMIENTO

0.2864%

\$0.07

SUBTOTAL

\$26.14

UTILIDAD

10.3125%

\$2.70

SUBTOTAL

\$28.84

CARGOS ADICIONALES

0.005 (28.98)

\$0.14

PRECIO UNITARIO

\$28.98

(* VEINTIOCHO PESOS 98/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 743.4 Importe: 21543.73

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN PARA
/ES INDUSTRIALES *
/E TIPO ACERO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE06 Unidad: M3

CARGA A MAQUINA CON CARGADOR FRONTAL, INCLUYE 30% DE ABUNDAMIENTO Y ACARREO EN CAMION
1er. KILOMETRO

/ HERRAMIENTA

CAMION DE VOLTEO DE 7 M3.	HOR	\$157.73 /	30.000000	\$5.26	55.90%
CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT 920	HOR	\$248.88 /	60.000000	\$4.15	44.10%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$9.41	100.00%
Costo directo				\$9.41	
INDIRECTOS	19.4267%			\$1.83	
SUBTOTAL				\$11.24	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.03	
SUBTOTAL				\$11.27	
UTILIDAD	10.3125%			\$1.16	
SUBTOTAL				\$12.43	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (12.49)			\$0.06	
PRECIO UNITARIO				\$12.49	

(* DOCE PESOS 49/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 966.42 Importe: 12070.59

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cla : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS-PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
PRESAS INDUSTRIALES *
DE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE07 Unidad: M2

PREPARACION Y CONFORMACION DE LA SUPERFICIE PARA RECIBIR RELLENO, INC. COMPACTACION DE
LA SUPERFICIE AL 90% PROCTOR

HERRAMIENTA

VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HOR	\$256.36	0.010000	\$2.56	94.46%
MOTOCONFORMADORA	HOR	\$361.17	0.000418	\$0.15	5.54%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$2.71	100.00%
Costo directo				\$2.71	
INDIRECTOS	19.4267%			\$0.53	
SUBTOTAL				\$3.24	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.01	
SUBTOTAL				\$3.25	
UTILIDAD	10.3125%			\$0.34	
SUBTOTAL				\$3.59	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (3.61)			\$0.02	
PRECIO UNITARIO				\$3.61	

(* TRES PESOS 61/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1652 Importe: 5963.72

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
ES INDUSTRIALES *
E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

lgo	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
-----	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PRE08 Unidad: M3

TERRAPLEN DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION DE PRESTAMO LATERAL INC. EXTRACCION,
ACARREO, TENDIDO, HUMEDECIDO Y CAPAS DE 20 CM. COMPACTANDOLAS AL 95% PROCTOR

.ES

AGUA (MANEJO)	M3	\$12.98	0.100000	\$1.30	1.20%
TETETATE GRAN VOLUMEN	M3	\$60.00	1.300000	\$78.00	72.08%
Subtotal: MATERIALES				\$79.30	73.28%

OBRA

CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)	JOR	\$308.88 /	100.000000	\$3.09	2.86%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$3.09	2.86%

HERRAMIENTA

MOTOCONFORMADORA	HOR	\$361.17 /	24.000000	\$15.05	13.91%
VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HOR	\$256.36 /	24.000000	\$10.68	9.87%
HERRAMIENTA MENOR	%	\$3.09	0.030000	\$0.09	0.08%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$25.82	23.86%

Costo directo

\$108.21

INDIRECTOS

19.4267%

\$21.02

SUBTOTAL

\$129.23

FINANCIAMIENTO

0.2864%

\$0.37

SUBTOTAL

\$129.60

UTILIDAD

10.3125%

\$13.37

SUBTOTAL

\$142.97

CARGOS ADICIONALES

0.005 (143.69)

\$0.72

PRECIO UNITARIO

\$143.69

(* CIENTO CUARENTA Y TRES PESOS 69/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 743.4 Importe: 106819.15

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ja : UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN PARA
ES INDUSTRIALES *
E TIPO ACERO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CIM01 Unidad: M2					
TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO DE NIVELES DE LA CIMENTACION Y COLUMNAS PARA RECIBIR ESTRUCTURA PREFABRICADA					
MATERIALES					
HILO CAÑAMO	PZA	\$10.82	0.001000	\$0.01	0.34%
VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	\$3.48	0.020000	\$0.07	2.37%
CALHIDRA	TON	\$800.00	0.000200	\$0.16	5.42%
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	\$14.70	0.020000	\$0.29	9.83%
Subtotal: MATERIALES				\$0.53	17.97%
OBRA					
AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$202.36 /	350.000000	\$0.58	19.66%
TOPOGRAFO	JOR	\$481.39 /	350.000000	\$1.58	46.78%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1.96	66.44%
HERRAMIENTA					
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HOR	\$2.47 /	25.000000	\$0.10	3.39%
HERRAMIENTA MENOR	%	\$1.96	0.030000	\$0.06	2.03%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.16	5.42%
CONCRETO DE F _c =100 KG/CM ² . HECHO EN M3		\$604.44	0.000500	\$0.30	10.17%
OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL					
Subtotal: BASICOS				\$0.30	10.17%
Costo directo				\$2.95	
INDIRECTOS	19.4267%			\$0.57	
SUBTOTAL				\$3.52	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.01	
SUBTOTAL				\$3.53	
UTILIDAD	10.3125%			\$0.36	
SUBTOTAL				\$3.89	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (3.91)			\$0.02	
PRECIO UNITARIO				\$3.91	

(* TRES PESOS 91/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1652 Importe: 6459.32

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
ES INDUSTRIALES *
E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ítem	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CIM02 Unidad: M3

EXCAVACION EN CEPAS POR MEDIOS MECANICOS INC. TENDIDO LATERAL DEL MATERIAL Y DESHENRAICE
A MANO

HERRAMIENTA

RETRQEXCAVADORA CAT. 235 195 HP.S/ORUGA	HOR	\$436.64 /	16.000000	\$27.29	100.00%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$27.29	100.00%
Costo directo				\$27.29	
INDIRECTOS	19.4267%			\$5.30	
SUBTOTAL				\$32.59	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.09	
SUBTOTAL				\$32.68	
UTILIDAD	10.3125%			\$3.37	
SUBTOTAL				\$36.05	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (36.23)			\$0.18	
PRECIO UNITARIO				\$36.23	

(* TREINTA Y SEIS PESOS 23/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 115.2 Importe: 4173.7

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

Ma : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
ES INDUSTRIALES "
E TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ítem	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CIM03 Unidad: M3						
EXCAVACION EN CEPAS A MANO HASTA 2.50M. DE PROFUNDIDAD INC. TRASPALEO Y AFINE DE LAS PAREDES Y FONDOS DE LA CEPAS						
OBRA						
	CUADRILLA No 1 (1 PEON)	JOR	\$277.94	0.185900	\$51.67	97.09%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$51.67	97.09%
HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$51.67	0.030000	\$1.55	2.91%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.55	2.91%
	Costo directo				\$53.22	
	INDIRECTOS	19.4267%			\$10.34	
	SUBTOTAL				\$63.56	
	FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.18	
	SUBTOTAL				\$63.74	
	UTILIDAD	10.3125%			\$6.57	
	SUBTOTAL				\$70.31	
	CARGOS ADICIONALES	0.005 (70.66)			\$0.35	
	PRECIO UNITARIO				\$70.66	

(* SETENTA PESOS 66/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 80.64 Importe: 5698.02

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

cia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN PARA
/ES INDUSTRIALES *
/E TIPO ACERO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CIM04 Unidad: M3

RELLENO DE CEPAS A MANO COMPACTADO POR MEDIOS MECANICOS EN CEPAS DE 20 CM. INC. CARGA
MANUAL Y ACARREO EN CARRETILLA A 40 M PROMEDIO

LES

TEPETATE	M3	\$67.83	1.300000	\$88.18	56.28%
AGUA (MANEJO)	M3	\$12.98	0.100000	\$1.30	0.83%
Subtotal: MATERIALES				\$89.48	57.11%

OBRA

CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)	JOR	\$308.88 /	6.000000	\$51.48	32.86%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$51.48	32.86%

HERRAMIENTA

RODILLO VIBRATORIO WACKER DE 1/2 TON	HOR	\$85.07 /	6.000000	\$14.18	9.05%
HERRAMIENTA MENOR	%	\$51.48 %	0.030000	\$1.54	0.98%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$15.72	10.03%

Costo directo

\$156.68

INDIRECTOS

19.4267%

\$30.44

SUBTOTAL

\$187.12

FINANCIAMIENTO

0.2864%

\$0.54

SUBTOTAL

\$187.66

UTILIDAD

10.3125%

\$19.35

SUBTOTAL

\$207.01

CARGOS ADICIONALES

0.005 (208.05)

\$1.04

PRECIO UNITARIO

\$208.05

(* DOSCIENTOS OCHO PESOS 05/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 26.23 Importe: 5457.15

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
VES INDUSTRIALES "
VE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CIM05 Unidad: M2

PLANTILLAS DE CONCRETO F'c = 100 KGS/CM2 DE 5 A 6 CM. DE ESPESOR PARA RECIBIR ACERO

MATERIALES

CONCRETO PREM. C-A, F'c=100 KG/CM2, M3	\$861.00	0.051000	\$43.91	61.10%
NORMAL				
Subtotal: MATERIALES			\$43.91	61.10%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)	JOR	\$542.78	0.050000	\$27.14	37.77%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$27.14	37.77%

HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$27.14	0.030000	\$0.81	1.13%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.81	1.13%

Costo directo

INDIRECTOS	19.4267%			\$13.96	
------------	----------	--	--	----------------	--

SUBTOTAL				\$85.82	
----------	--	--	--	----------------	--

FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.25	
----------------	---------	--	--	---------------	--

SUBTOTAL				\$86.07	
----------	--	--	--	----------------	--

UTILIDAD	10.3125%			\$8.88	
----------	----------	--	--	---------------	--

SUBTOTAL				\$94.95	
----------	--	--	--	----------------	--

CARGOS ADICIONALES	0.005 (95.43)			\$0.48	
--------------------	---------------	--	--	---------------	--

PRECIO UNITARIO				\$95.43	
------------------------	--	--	--	----------------	--

(* NOVENTA Y CINCO PESOS 43/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 236.8 Importe: 22597.82

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CUB08 Unidad: ML MOLDURA DE REMATE INFERIOR PINTRO						
ALES						
	LAMINA PINTRO R-101 CAL. 24	M2	\$101.66	0.500000	\$50.83	70.53%
	PIJA	PZA	\$0.32	6.000000	\$1.92	2.66%
	Subtotal: MATERIALES				\$52.75	73.19%
E OBRA						
	CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + AYUDANTE)	JOR	\$1,099.08 /	61.427907	\$17.89	24.82%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$17.89	24.82%
Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$17.89	0.030000	\$0.54	0.75%
	ANDAMIOS	%	\$17.89	0.050000	\$0.89	1.23%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.43	1.98%
	Costo directo				\$72.07	
	INDIRECTOS	19.4267%			\$14.00	
	SUBTOTAL				\$86.07	
	FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.25	
	SUBTOTAL				\$86.32	
	UTILIDAD	10.3125%			\$8.90	
	SUBTOTAL				\$95.22	
	CARGOS ADICIONALES	0.005 (95.7)			\$0.48	
	PRECIO UNITARIO				\$95.70	
	(* NOVENTA Y CINCO PESOS 70/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 47.2 Importe: 4517.04					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

endencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
IAVES INDUSTRIALES *
IAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CUB11 Unidad: PZA
VENTILADORES ATMOSFERICOS DE 3.05M

IALES

VENTILADOR ATMSFERICO	PZA	\$1,800.00	1.000000	\$1,800.00	100.00
Subtotal: MATERIALES				\$1,800.00	100.00
Costo directo				\$1,800.00	
INDIRECTOS	19.4267%			\$349.68	
SUBTOTAL				\$2,149.68	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$6.16	
SUBTOTAL				\$2,155.84	
UTILIDAD	10.3125%			\$222.32	
SUBTOTAL				\$2,378.16	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (2390.11)			\$11.95	
PRECIO UNITARIO				\$2,390.11	

(* DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA PESOS 11/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 4 Importe: 9560.44

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
IAVES INDUSTRIALES *
IAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CUB12 Unidad: M2

ASLANTE TERMICO DE 2" PREFABRICADOS

IALES

ASLANTE TERMICO DE 2" PREFABRICADOS *	PZA	\$62.00	1.000000	\$62.00	100.00
Subtotal: MATERIALES				\$62.00	100.00
Costo directo				\$62.00	
INDIRECTOS	19.4267%			\$12.04	
SUBTOTAL				\$74.04	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.21	
SUBTOTAL				\$74.25	
UTILIDAD	10.3125%			\$7.66	
SUBTOTAL				\$81.91	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (82.32)			\$0.41	
PRECIO UNITARIO				\$82.32	

(* OCHENTA Y DOS PESOS 32/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1652 Importe: 135992.64

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA AVES INDUSTRIALES *

AVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ódigo	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
	Análisis: CUB09 Unidad: ML					
	BAJADAS DE AGUA PLUVIAL DE 8" PVC.					
ALES						
	TUBO PVC E/L 150mm x 1 mto SANIT DU	TRM	\$437.64	0.250000	\$109.41	60.44%
	Subtotal: MATERIALES				\$109.41	60.44%
E OBRA						
	CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO+ 1 AY.ESP.)	JOR	\$575.51 /	8.438563	\$68.20	37.68%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$68.20	37.68%
Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$68.20	0.050000	\$3.41	1.88%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$3.41	1.88%
	Costo directo				\$181.02	
	INDIRECTOS	19.4267%			\$35.17	
	SUBTOTAL				\$216.19	
	FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.62	
	SUBTOTAL				\$216.81	
	UTILIDAD	10.3125%			\$22.36	
	SUBTOTAL				\$239.17	
	CARGOS ADICIONALES	0.005 (240.37)			\$1.20	
	PRECIO UNITARIO				\$240.37	
	(* DOSCIENTOS CUARENTA PESOS 37/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 60					
	Importe: 14422.2					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
AVES INDUSTRIALES "
AVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: HERR01 Unidad: PZA

SUMINISTRO Y COLOCACION DE PORTON METALICO A BASE DE PERFILES TUBULARES Y LAMINA
ACANALADA CAL. 18,DE 4.50 X 2.00 MTS A INCLUYE PINTURA DE ESMALTE Y HERRAJES

MATERIALES

THINNER	LT	\$4.84	3.044349	\$14.73	0.21
TABLERO DE LAMINA DE 3x4" CAL. 20	PZA	\$68.88	9.686564	\$667.21	9.65
SOLERA DE FIERRO	KG	\$5.78	42.759262	\$247.15	3.57
BISAGRA TUBULAR	PZA	\$3.68	12.454154	\$45.83	0.66
PINTURA DE ESMALTE COMEX 100	LT	\$37.54	3.044349	\$114.28	1.65
PIJA	PZA	\$0.32	22.140718	\$7.09	0.10
PERFIL PROLAMSA 103 CAL. 18	PZA	\$75.60	0.622708	\$47.08	0.68
PINTURA PRIMARIO ANTICORROSIVO	LT	\$27.56	1.522174	\$41.95	0.61
CERRADURA DE SOBREPONER	PZA	\$67.20 ^{ta}	2.767590	\$185.98	2.69
PERFIL PROLAMSA 154 CAL. 18	PZA	\$16.80	2.656886	\$44.64	0.65
PERFIL PROLAMSA 100 CAL. 18	PZA	\$70.56	8.302769	\$585.84	8.47
SOLDADURA ELECTRODO 6013 DE 1/8"	KG	\$18.90	1.383795	\$26.15	0.38
PERFIL PROLAMSA M225-18 CAL. 18	PZA	\$64.68	4.151385	\$268.51	3.88
Subtotal: MATERIALES				\$2,296.44	33.21

OBRA

CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + AYUDANTE)	JOR	\$1,099.08	2.767590	\$3,041.80	43.99
CUADRILLA No 8 (1 PINTOR + AYUDANTE)	JOR	\$1,011.18 /	0.722650	\$1,399.27	20.23
Subtotal: MANO DE OBRA				\$4,441.07	64.22

HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$4,441.07	0.030000	\$133.23	1.93
PLANTA DE SOLDAR MILLER	HOR	\$5.35	8.302769	\$44.42	0.64
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$177.65	2.57
Costo directo				\$6,915.16	
INDIRECTOS	19.4267%			\$1,343.39	
SUBTOTAL				\$8,258.55	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$23.65	
SUBTOTAL				\$8,282.20	
UTILIDAD	10.3125%			\$854.10	
SUBTOTAL				\$9,136.30	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (9182.21)			\$45.91	
PRECIO UNITARIO				\$9,182.21	

(* NUEVE MIL CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 21/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 2 Importe: 18364.42

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
AVES INDUSTRIALES "
AVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: HERR02 Unidad: PZA

SUMINISTRO Y COLOCACION DE PUERTA DE ACCESO DE 1.5 X 2.10 M. A BASE DE PERFILES
TUBULARES Y LAMINA ACANALADA CAL. 18, INCLUYE PINTURA Y HERRAJES ESTRUCTURA

ALES

PERFIL PROLAMSA 103 CAL. 18	PZA	\$75.60	0.225000	\$17.01	0.6
THINNER	LT	\$4.84	1.100000	\$5.32	0.2
PINTURA PRIMARIO ANTICORROSIVO	LT	\$27.56	0.550000	\$15.16	0.6
PERFIL PROLAMSA 100 CAL. 18	PZA	\$70.56	3.000000	\$211.68	8.4
SOLDADURA ELECTRODO 6013 DE 1/8"	KG	\$18.90	0.500000	\$9.45	0.3
PINTURA DE ESMALTE COMEX 100	LT	\$37.54	1.100000	\$41.29	1.6
PERFIL PROLAMSA 154 CAL. 18	PZA	\$16.80	0.960000	\$16.13	0.6
PIJA	PZA	\$0.32	8.000000	\$2.56	0.1
SOLERA DE FIERRO	KG	\$5.78	15.450000	\$89.30	3.5
BISAGRA TUBULAR	PZA	\$3.68	4.500000	\$16.56	0.6
PERFIL PROLAMSA M225-18 CAL. 18	PZA	\$64.68	1.500000	\$97.02	3.8
CERRADURA DE SOBREPONER	PZA	\$67.20	1.000000	\$67.20	2.6
TABLERO DE LAMINA DE 3x4" CAL. 20	PZA	\$68.88	3.500000	\$241.08	9.6
Subtotal: MATERIALES				\$829.76	33.2

OBRA

CUADRILLA No 8 (1 PINTOR + AYUDANTE)	JOR	\$1,011.18 /	2.000000	\$505.59	20.2
CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + AYUDANTE)	JOR	\$1,099.08	1.000000	\$1,099.08	43.9
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,604.67	64.2

Y HERRAMIENTA

PLANTA DE SOLDAR MILLER	HOR	\$5.35	3.000000	\$16.05	0.6
HERRAMIENTA MENOR	%	\$1,604.67	0.030000	\$48.14	1.9
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$64.19	2.5
Costo directo				\$2,498.62	
INDIRECTOS	19.4267%			\$485.40	
SUBTOTAL				\$2,984.02	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$8.55	
SUBTOTAL				\$2,992.57	
UTILIDAD	10.3125%			\$308.61	
SUBTOTAL				\$3,301.18	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (3317.77)			\$16.59	
PRECIO UNITARIO				\$3,317.77	

(* TRES MIL TRESCIENTOS DIECISIETE PESOS 77/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1 Importe: 3317.77

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
IAVES INDUSTRIALES "
IAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: LFINA Unidad: M2

Limpieza fina de la obra para entrega, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.

IALES

MATERIALES MENORES	%	\$9.36	0.100000	\$0.94	8.88
Subtotal: MATERIALES				\$0.94	8.88

DE OBRA

CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)	JOR	\$308.88 /	33.000000	\$9.36	88.47
Subtotal: MANO DE OBRA				\$9.36	88.47

Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$9.36	0.030000	\$0.28	2.65
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.28	2.65

Costo directo

INDIRECTOS	19.4267%			\$2.06	
------------	----------	--	--	--------	--

SUBTOTAL				\$12.64	
----------	--	--	--	---------	--

FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.04	
----------------	---------	--	--	--------	--

SUBTOTAL				\$12.68	
----------	--	--	--	---------	--

UTILIDAD	10.3125%			\$1.31	
----------	----------	--	--	--------	--

SUBTOTAL				\$13.99	
----------	--	--	--	---------	--

CARGOS ADICIONALES	0.005 (14.06)			\$0.07	
--------------------	---------------	--	--	--------	--

PRECIO UNITARIO				\$14.06	
------------------------	--	--	--	----------------	--

(* CATORCE PESOS 06/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1536 Importe: 21596.16

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
AVES INDUSTRIALES "
AVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PREF02 Unidad: PZA
ZAPATAS CHICAS

MATERIALES

ZAPATA PREFABRICADA CHICA	PZA	\$1,627.00	1.000000	\$1,627.00	100.00%
Subtotal: MATERIALES				\$1,627.00	100.00%
Costo directo				\$1,627.00	
INDIRECTOS	19.4267%			\$316.07	
SUBTOTAL				\$1,943.07	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$5.56	
SUBTOTAL				\$1,948.63	
UTILIDAD	10.3125%			\$200.95	
SUBTOTAL				\$2,149.58	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (2160.38)			\$10.80	
PRECIO UNITARIO				\$2,160.38	

(* DOS MIL CIENTO SESENTA PESOS 38/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 9 Importe: 19443.42

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
IAVES INDUSTRIALES *
IAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: PREF03 Unidad: PZA

ZAPATAS GRANDES

IALES

ZAPATAS GRANDES	PZA	\$3,453.00	1.000000	\$3,453.00	100.00
Subtotal: MATERIALES				\$3,453.00	100.00
Costo directo				\$3,453.00	
INDIRECTOS	19.4267%			\$670.80	
SUBTOTAL				\$4,123.80	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$11.81	
SUBTOTAL				\$4,135.61	
UTILIDAD	10.3125%			\$426.48	
SUBTOTAL				\$4,562.09	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (4585.02)			\$22.93	
PRECIO UNITARIO				\$4,585.02	

(* CUATRO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS 02/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 12 Importe: 55020.24

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

encia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
MUROS INDUSTRIALES *
MUROS TIPO ACERO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo		cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	--	----------	---------	---

Análisis: PREF04 Unidad: M2

MUROS PREFABRICADOS

MATERIALES

MUROS PREFABRICADOS	M2	\$210.00	1.000000	\$210.00	100.00%
Subtotal: MATERIALES				\$210.00	100.00%
Costo directo				\$210.00	
INDIRECTOS	19.4267%			\$40.80	
SUBTOTAL				\$250.80	
FINANCIAMIENTO	0.2864%			\$0.72	
SUBTOTAL				\$251.52	
UTILIDAD	10.3125%			\$25.94	
SUBTOTAL				\$277.46	
CARGOS ADICIONALES	0.005 (278.85)			\$1.39	
PRECIO UNITARIO				\$278.85	

(* DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO PESOS 85/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto 1034.4 Importe: 288442.44

dencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

99

Código	Concepto	Unidad	Costo		cantidad	Importe	%
Análisis: 100. Unidad: M3							
CONCRETO DE F'c=100 KG/CM2. HECHO EN OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL							
MATERIALES							
	CEMENTO GRIS	TON	\$1,305.00		0.260000	\$339.30	56.13%
	ARENA	M3	\$91.31		0.550000	\$50.22	8.31%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.98		0.250000	\$3.25	0.54%
	GRAVA	M3	\$91.31		0.650000	\$59.35	9.82%
	Subtotal: MATERIALES					\$452.12	74.80%
MANO DE OBRA							
	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR	\$1,490.81		0.083000	\$123.74	20.47%
	Subtotal: MANO DE OBRA					\$123.74	20.47%
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HOR HP		\$49.74		0.500000	\$24.87	4.11%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$123.74		0.030000	\$3.71	0.61%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$28.58	4.73%
	Costo directo					\$604.44	
(* SEISCIENTOS CUATRO PESOS 44/100 M.N. *)							

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

dependencia: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Titulo: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

Fecha: , ,

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1A Unidad: JOR

CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)

O DE OBRA

AYUDANTE GENERAL	JOR	\$212.56	1.000000	\$212.56	68.82%
CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	31.18%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$308.88	100.00%
Costo directo				\$308.88	
(* TRESCIENTOS OCHO PESOS 88/100 M.N. *)					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

dependencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

a: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

3r: . . .

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1A1P Unidad: JOR
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)

IO DE OBRA

OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$264.84	1.000000	\$264.84	48.79%
PEON	JOR	\$181.62	1.000000	\$181.62	33.46%
CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	17.75%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$542.78	100.00%
Costo directo				\$542.78	

(* QUINIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 78/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ndencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1A5P Unidad: JOR
CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)

O DE OBRA

OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$264.84	1.000000	\$264.84	17.76%
PEON	JOR	\$181.62	5.000000	\$908.10	60.91%
CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.330000	\$317.87	21.32%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,490.81	100.00%
Costo directo				\$1,490.81	

(* UN MIL CUATROCIENTOS NOVENTA PESOS 81/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

dencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

" ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1F1A Unidad: JOR

CUADRILLA No 6 (1 FIERRERO + 1 AYUDANTE)

DE OBRA

AYUDANTE GENERAL	JOR	\$212.56	1.000000	\$212.56	35.56%
OFICIAL FIERRERO	JOR	\$288.91	1.000000	\$288.91	48.33%
CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	16.11%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$597.79	100.00%
Costo directo				\$597.79	

(* QUINIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS 79/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

dependencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

I: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

II: , ,

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1H1A Unidad: JOR
CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + AYUDANTE)

IO DE OBRA

OFICIAL HERRERO	JOR	\$790.20	1.000000	\$790.20	71.90%
AYUDANTE GENERAL	JOR	\$212.56	1.000000	\$212.56	19.34%
CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	8.76%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,099.08	100.00%
Costo directo				\$1,099.08	

(* UN MIL NOVENTA Y NUEVE PESOS 08/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

Indencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

F. . .

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1P Unidad: JOR
CUADRILLA No 1 (1 PEON)

O DE OBRA

CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	34.65%
PEON	JOR	\$181.62	1.000000	\$181.62	65.35%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$277.94	100.00%
Costo directo				\$277.94	
(* DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE PESOS 94/100 M.N. *)					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

idencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

* ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES *
NAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1P1A Unidad: JOR
CUADRILLA No 8 (1 PINTOR + AYUDANTE)

MANO DE OBRA

CABO DE OFICIOS	JOR	\$963.24	0.100000	\$96.32	9.53%
AYUDANTE GENERAL	JOR	\$212.56	1.000000	\$212.56	21.02%
OFICIAL PINTOR	JOR	\$702.30	1.000000	\$702.30	69.45%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,011.18	100.00%
Costo directo				\$1,011.18	
(* UN MIL ONCE PESOS 18/100 M.N. *)					

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

Idencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

" ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1P1E Unidad: JOR
CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO+ 1 AY.ESP.)

MANO DE OBRA

SOBRESTANTE	JOR	\$361.10	0.100000	\$36.11	6.27%
OFICIAL PLOMERO	JOR	\$337.04	1.000000	\$337.04	58.56%
AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$202.36	1.000000	\$202.36	35.16%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$575.51	100.00%
Costo directo				\$575.51	

(* QUINIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS 51/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

ndencia: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

" ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
NAVES INDUSTRIALES "
NAVE TIPO ACERO

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1S2E Unidad: JOR
CUADRILLA No 18 (1 SOLDADOR+2 AY.ESP.)

O DE OBRA

SOBRESTANTE	JOR	\$361.10	0.100000	\$36.11	4.50%
AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$202.36	2.000000	\$404.72	50.47%
OFICIAL SOLDADOR	JOR	\$361.10	1.000000	\$361.10	45.03%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$801.93	100.00%
Costo directo				\$801.93	

(* OCHOCIENTOS UN PESOS 93/100 M.N. *)

CARLOS TANUS DIEGO Y ENRIQUE BARRERA FLORES

Dependencia : UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

a: " ANALISIS COMPARATIVO ENTRE DOS TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION PARA
 NAVES INDUSTRIALES "
 NAVE TIPO ACERO

ar: , ,

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 200. Unidad: M3 CONCRETO DE F _c =200 KG/CM ² , HECHO EN OBRA, T.M.A.= 19 MM, RESISTENCIA NORMAL						
MATERIALES						
	CEMENTO GRIS	TON	\$1,305.00	0.350000	\$456.75	63.53%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.98	0.235000	\$3.05	0.42%
	ARENA	M3	\$91.31	0.530000	\$48.39	6.73%
	GRAVA	M3	\$91.31	0.640000	\$58.44	8.13%
	Subtotal: MATERIALES				\$566.63	78.81%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR	\$1,490.81	0.083000	\$123.74	17.21%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$123.74	17.21%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$123.74	0.030000	\$3.71	0.52%
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HOR HP		\$49.74	0.500000	\$24.87	3.46%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$28.58	3.98%
	Costo directo				\$718.95	
	(* SETECIENTOS DIECIOCHO PESOS 95/100 M.N. *)					