

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN EN
INMOBILIARIAS UTILIZANDO INGENIERÍA DE VALOR**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

POR:

GLORIA LIZZETE CARRILLO CÁRDENAS

MONTERREY N.L.

DICIEMBRE 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por la Ing. Gloria Lizzete Carrillo Cárdenas sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
(Administración de Proyectos)**

Comité de Tesis

Salvador García Rodríguez, Ph.D.

Asesor

Francisco Carlos Matienzo Cruz, M.C.

Sinodal

Kevin Luna Villareal, M.C.

Sinodal

Aprobado

Federico Viramontes Brown, Ph.D.

Director del Programa de Graduados en Ingeniería y Arquitectura

*Nuestra mayor gloria no está en
no haber caído nunca, sino en
levantarnos cada vez que
caemos.*

Oliver Goldsmith

DEDICATORIA

A **D**ios, por permitirme estar aquí, por el cada día, por darme la dicha de tener el apoyo de mis papás, hermanos y las personas que más aprecio a mi lado.

A mis **P**apás **G**loria y **A**rmando porque soy y estoy por ustedes, porque siempre me han apoyado, me han motivado a seguir adelante en los momentos más difíciles, me han enseñado a ser perseverante y esforzarme por lograr mis metas, por ser las personas que son y la pareja feliz y amorosa que siempre he visto, estoy orgullosa y feliz de ser su hija, los quiero mucho.

A mis **h**ermanos **A**rmando, **A**ugusto, **J**onathan y **J**osué porque hemos crecido juntos, y siempre he contado con su apoyo, son luz en mi vida.

A mis sobrinitas **I**tzel, **M**onserrat y **F**rida, por sus sonrisas y por todas las alegrías que me han brindado.

A ti **Arturo**, por el amor que te tengo, porque se cumple ese sueño que iniciamos juntos, por la amistad y cariño que siempre me has brindado, has sido mi principal apoyo fuera de mi hogar, gracias por tu paciencia y todos tus consejos, eres lo mejor que tengo, Te Quiero mucho Mi Amor!.

Agradecimientos

A mis maestros por todos los conocimientos brindados y por su colaboración en mi formación profesional.

A mi asesor el Dr. Salvador García por el apoyo brindado y por guiarme en el desarrollo de este proyecto.

A mis sinodales M.C. Carlos Matienzo Cruz y M.C. Kevin Luna Villareal por su asesoría y sus comentarios.

Un especial agradecimiento al Ing. Javier Treviño, Director de construcción de CONPROCASA, S.A. DE C.V. por su disposición y colaboración en la realización de esta tesis.

A Tania, Maricruz, Perla, Quetzi y Norma por brindarme su amistad y por ser mi familia en mi estancia en Monterrey, las quiero y valoro mucho.

A Iván, Rodolfo, Lily, Angélica y Charly por todos los momentos agradables que pasamos juntos, gracias por su amistad, son grandes personas.

A Mario y María por ser mis grandes amigos, a Carmen y Lupita mis amigas de toda la vida. No cabe duda que los amigos siempre están cuando los necesitas, muchas gracias por su apoyo.

Al ITESM, Campus Monterrey, a través del sistema enlace ITESM-CONACyT, por el apoyo asignado para la realización mis estudios de posgrado.

CONTENIDO

FRASE CÉLEBRE	i
DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x

PRIMERA PARTE: EL PROYECTO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVO	4
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	5

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO 1

INGENIERÍA DE VALOR

1.1	HISTORIA	6
1.2	DEFINICIÓN	7
1.3	TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA DE VALOR	8

1.3.1	Ciclo de Vida del Costo	9
1.3.2.	Diagrama Fast	9
1.4	ETAPAS DEL PROCESO DE INGENIERÍA DE VALOR	10
1.5	BUENAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA DE VALOR	13
1.6	MALAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA DE VALOR	13
1.7	INGENIERÍA DE VALOR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	14
1.7.1	Historia	14
1.7.2	Aplicación de la Ingeniería de valor en las etapas del proyecto	16

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN

2.1	INTRODUCCIÓN	21
2.2	EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN	22
2.2.1	Primera generación de desarrollo de tecnologías de edificación	22
2.2.2	Segunda generación de desarrollo de tecnologías de edificación	22
2.2.3	Tercera generación de desarrollo de tecnologías de edificación	23
2.2.4	Tendencias a futuro	23
2.3	ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALES.	24
2.3.1	Según el modo de empleo de los materiales	25
2.3.2	Según su instalación	25
2.3.3	Según el grado de elementos producidos respecto al total	26
2.3.4	Según la procedencia de los elementos	26
2.4	INFLUENCIA DE LA PREFABRICACIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN	27
2.4.1	Principios de la construcción prefabricada	27
2.4.2	Categorías de prefabricación	29

2.4.3	La prefabricación en la industrialización de la Construcción	30
2.5	DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN EN MÉXICO	31
2.6	TECNOLOGIAS DE PREFABRICACIÓN LIGERAS	33
2.6.1	Introducción	33
2.6.2	Tipos de tecnologías de prefabricación ligeras	34
2.6.3	Utilización de sistemas de prefabricación ligera en México	34

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE INGENIERIA DE VALOR

3.1	INTRODUCCIÓN	35
3.2	ESTUDIO DE IV	36
3.2.1	Etapa I. Preparación	38
3.2.2	Etapa II. Información	40
3.2.3	Etapa III. Análisis	43
3.2.4	Etapa IV. Creación	44
3.2.4	Etapa V. Evaluación	46
3.2.5	Etapa VI. Desarrollo	52
3.2.6	Presentación	55
3.2.7	Implementación	55

CAPITULO 4.

CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN

4.1	INTRODUCCIÓN	56
4.2	OBJETIVO	56
4.3	CASO DE APLICACIÓN	57
4.3.1	Generalidades	57
4.3.2	Aplicación de la metodología	57



4.4	ESTUDIO DE IV EN MUROS	58
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
	RESUMEN	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	APÉNDICES	75

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Proceso de Análisis de Valor 10

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Análisis y Clasificación de sistemas constructivos industriales 24

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Metodología para realizar el Estudio de Valor 37

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Conformación del equipo de trabajo	38
Tabla 4.2 Fuentes de información para realizar el estudio de valor	39
Tabla 4.3 Objetivos del estudio	40
Tabla 4.4 Requerimientos especiales de cada criterio de evaluación	41
Tabla 4.5 Línea base de comparación, correspondiente a la tecnología utilizada actualmente	42
Tabla 4.6 Condiciones actuales y condiciones esperadas	43
Tabla 4.7 Alternativas que satisfacen las condiciones esperadas	44
Tabla 4.8 Tabla para el análisis de costos directos	45
Tabla 4.9 Tabla de justificación de escalas de calificación	47
Tabla 4.10 Matriz de ponderación de los criterios de evaluación.	49
Tabla 4.11 Matriz de evaluación de criterios	51
Tabla 4.12 Desempeño de cada una de las actividades	53
Tabla 4.13 Medida de desempeño de la alternativa ganadora	54

INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías de edificación innovadoras en nuestro país no es el común denominador de los proyectos que se ejecutan, esto debido a factores culturales, económicos y muchas veces por falta de conocimiento de los mismos.

La mayoría de los proyectos se ejecutan con procesos constructivos y materiales tradicionales, y los proyectos inmobiliarios no son la excepción. En la mayoría de los proyectos inmobiliarios se emplean tecnologías de edificación tradicionales las cuales no proporcionan ventajas adicionales al constructor cuando se aplican.

Existen en el mercado un sin fin de alternativas para la solución de los proyectos inmobiliarios los cuales proporcionan distintas ventajas al constructor y al proyecto mismo, lo cual se puede convertir en un valor agregado al producto terminado.

El contar con una metodología bien definida para la evaluación de distintas alternativas constructivas, considerando los requisitos esperados por el constructor, constituye una herramienta útil para la mejora de los procesos.

Al utilizar tecnologías de edificación prefabricadas y nuevos materiales se promueve la innovación tecnológica de los procesos y de esta manera se contribuye en una cultura de mejora continua dentro de la organización.

ANTECEDENTES

En los últimos años la práctica común en el desarrollo de proyectos de construcción inmobiliarios, ha sido a base de tecnologías tradicionales, las cuales consumen una mayor cantidad de tiempo y esfuerzo en su aplicación, constituyendo así, procesos constructivos más lentos y costosos.

Nuestro país no ha sido la excepción, en México la mayoría de los proyectos que se realizan se desarrollan con procesos constructivos tradicionales, los cuales implican la utilización de materiales y tecnologías convencionales, algunos de ellos producidos artesanalmente, estas prácticas, se han mantenido debido a la utilización de métodos y tecnologías de trabajo conservadoras y una industria que se resiste al cambio.

Con el objetivo de eliminar estos problemas las tecnologías de edificación han ido evolucionando, pasando de elaborar todos los productos en obra y contar con procesos constructivos artesanales, a utilizar tecnologías de edificación novedosas las cuales se componen de elementos prefabricados y algunas de ellas emplean nuevos materiales, muchos de ellos nunca imaginados de utilizarse en la industria.

En un ambiente continuo de mejora, se han desarrollado nuevas tecnologías de edificación con las cuales se busca innovar los procesos, haciéndolos más eficientes, incrementando los niveles de productividad, reduciendo pérdidas y proporcionando un sinnúmero de beneficios los cuáles se reflejan en el costo, tiempo y calidad de los proyectos.

La utilización de estas tecnologías innovadoras se ha expandido enormemente, existen ejemplos de construcciones industrializadas a lo largo y ancho de todo el mundo. Desde Estados Unidos de Norteamérica, hasta Australia o Japón, pasando por regiones europeas como Reino Unido, Francia o Alemania.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país se cuenta con una gran variedad de opciones en tecnologías de edificación prefabricadas las cuales en muchos de los proyectos no son empleadas debido a la falta de conocimiento sobre los beneficios que se pueden obtener y debido también a la incertidumbre que se tiene al implementar una tecnología de edificación prefabricada y sustituir a la tecnología tradicional.

Las empresas inmobiliarias se enfrentan a distintos problemas al momento de evaluar distintas alternativas en tecnologías de edificación para innovar sus procedimientos constructivos, esto debido a que no se cuenta con una metodología definida la cual permita llevar a cabo evaluaciones a distintas tecnologías de edificación las cuales proporcionen los beneficios esperados y que se ajusten a las necesidades de la organización.

JUSTIFICACIÓN

Proporcionará una gran ventaja para la empresa inmobiliaria el contar con una metodología que permita proponer alternativas para la mejora de los procesos constructivos, mediante la innovación de los mismos, evaluando alternativas de tecnologías de edificación prefabricadas, y de esta manera obtener soluciones que se ajusten a las características de cada proyecto, a los requerimientos establecidos y que resulten factibles para su implementación en cuanto a la capacidad técnica y económica de la empresa.

Se benefician cada una de las partes involucradas en el proyecto, como son el dueño, el constructor, el cliente y también el medio ambiente, al hacer un uso eficiente y conciente de los recursos, creando una relación ganar-ganar entre cada una de los participantes en el proyecto.

OBJETIVO

Desarrollar una metodología útil para la evaluación de alternativas en tecnologías de edificación, con el fin de innovar los sistemas constructivos utilizados por las empresas inmobiliarias, por medio de la cual se podrá determinar cuál es la opción más factible de aplicar, según las características de cada proyecto en particular y brindar una alternativa que cubra todos los aspectos del proyecto, desde la opción de tecnología a utilizar, herramienta y equipo necesario para su aplicación, el tipo de mano de obra, costo máximo que se este dispuesto a invertir, y cada aspecto que se considere relevante para cada proyecto en particular.

Dicha metodología fomentará una cultura de mejora continua en los procesos constructivos que desarrolla la empresa y brindará la ventaja de mantenerse a la vanguardia del mercado y responder a las necesidades de sus clientes.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La Metodología que se utilizará para realizar el presente trabajo de investigación será:

1. Recabar información acerca de la Ingeniería de valor, conocer sus características y herramientas para aplicarla.
2. Recabar información sobre las tecnologías de edificación, características y utilización.
3. Documentar diferentes tipos de tecnologías de edificación prefabricadas, sus características, aplicabilidad, ventajas y desventajas.
4. Desarrollar una metodología para evaluar tecnologías de edificación, basado en la ingeniería de valor.
5. Se aplicará la metodología para la evaluación de tecnologías de edificación prefabricadas propuestas para la innovación de los procesos constructivos desarrollados en empresas inmobiliarias.
6. Como resultado final se tendrá una metodología a seguir para evaluar diferentes tipos de tecnologías de edificación y obtener la mejor opción de acuerdo a las características del proyecto, necesidades del cliente y capacidad técnica y económica de la empresa y así innovar el proceso constructivo actual utilizado por la empresa inmobiliaria.



INGENIERÍA DE VALOR

1.1 HISTORIA

El fin de la segunda guerra mundial marco los inicios de la metodología de valor, fue en Estados Unidos, en la industria manufacturera, específicamente la empresa General Electric (G.E.), donde nació este concepto. Esta metodología surgió debido a la poca disponibilidad de ciertos materiales o a la necesidad de buscar materiales sustitutos que mantuvieran la funcionalidad y fiabilidad de los materiales anteriores, pero que tuvieran un menor costo.

Esto llevo en 1947 a Lawrence D. Miles, gerente de los servicios de valor de G.E., a desarrollar una metodología de trabajo en equipo orientada principalmente a la reducción de costos mediante un análisis sistemático de los productos, basado en conseguir lo que denominó “función” del producto, al menor costo posible. Dicha metodología fue bautizada por Miles como “Análisis de valor”, y debido a esta aportación Miles es considerado el padre del Análisis, Ingeniería o metodología del valor.

El término valor quedaba por tanto definido como una relación entre las funciones del proceso o prestaciones del producto y su costo.

Cabe mencionar que al igual que muchas compañías el personal de G.E. se mostraba renuente a la aplicación de dichos conceptos, ya que prefería seguir

haciendo sus actividades de manera usual, actitud enfrentada por Miles y superada después de demostrar los resultados obtenidos.

La metodología del “Análisis de Valor” se expandió rápidamente desde su aplicación en el departamento de compras de la compañía, hacia las etapas de ingeniería y producción; donde recibió el nombre de “Ingeniería de valor”. Rápidamente fue tomando auge la aplicación de dichos conceptos y se fueron expandiendo alrededor de otras industrias, otras ciudades e incluso otros países.

1.2 DEFINICIÓN

La Ingeniería de Valor es una técnica para lograr mejoras en la productividad, además de que brinda los medios para el control de los costos durante el ciclo de vida del producto/servicio, sin sacrificar la calidad o confiabilidad del mismo. (Elías, S. 1998) ^[1]

La Ingeniería de Valor busca obtener un balance funcional entre los costos, calidad y la funcionalidad del producto, busca mejorar la administración de las capacidades del personal y promover cambios continuos mediante la identificación y remoción de costos innecesarios.

Es vista como un proceso de evaluación del valor de los materiales o métodos utilizados contra su costo, con el objetivo de satisfacer algunas funciones predeterminadas. El cociente que resulta entre el valor y el costo es conocido como Índice de Valor. De tal manera que el objetivo de la IV es maximizar el índice de valor para una función dada (Jergeas George, 1997) ^[2]

El valor puede ser definido como aquel que se provee a una función mediante la satisfacción de requerimientos predefinidos al mínimo costo. Estos requerimientos pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos o una combinación de ambos.

Para fines de la industria de la construcción se tiene la siguiente definición “La Ingeniería de Valor, es básicamente la Ciencia que compara costos de diferentes alternativas constructivas, es un proceso organizado de mejoramiento del valor y calidad, busca identificar oportunidades para eliminar costos innecesarios, mientras se asegura de alcanzar o exceder requerimientos de calidad, seguridad y desempeño.” (CMD GROUP)^[3]

“Es un esfuerzo sistemático para mejorar el valor y optimizar el costo del ciclo de vida de una instalación, construcciones o complejo”

1.3 TÉCNICAS DE LA INGENIERIA DE VALOR

La ingeniería de valor tiene varias técnicas las cuales sirven como herramientas efectivas para llevar a cabo el Análisis del valor. Estas técnicas son las siguientes:

Herramientas de la Ingeniería de Valor

Análisis de Funciones
Pensamiento creativo
Plan de Trabajo (Job Plan)
Modelos de costos
Ciclo de vida del costo
Matriz de Evaluación
Técnicas de Análisis funcional de sistemas
Costo y Valor
Hábitos, obstrucciones y Aptitudes
Relación entre el dueño/diseñador/consultor de valor

1.3.1 Ciclo de vida del Costo

El ciclo de vida del costo es una técnica utilizada para determinar el costo total de un proyecto. Esta herramienta nos permite tener una visión total de los costos del proyecto desde la etapa de concepción, incluso antes de que este se realice.

Un análisis del ciclo de vida es muy útil para el administrador de proyectos ya que este lo auxilia en el proceso de toma de decisiones, en donde se cuenta con una infinidad de opciones.

Principales beneficios de aplicar el ciclo de vida del costo.

- Evaluación de las opciones de compra
- Mejora de costos totales
- Pronósticos confiables del comportamiento de los costos
- Desarrollo de análisis de costos.

Principios del ciclo de vida del costo

El costo del ciclo de vida de un proyecto (CCV) un proyecto abarca todas las etapas del proyecto, no solo ocurre en las etapas de planeación y construcción sino que este abarca las etapas de operación y mantenimiento hasta las etapas finales de vida del proyecto.

CCV = Costo Inicial + Costos Subsecuentes

El CCV incluye: Planeación, factibilidad, proyectos, licencias, construcción, instalaciones, mobiliario, equipamiento, consumos, mantenimiento, operación, reemplazo, modificaciones, demolición y el valor del dinero en el tiempo.

1.3.2 Diagrama Fast

Es una herramienta utilizada para analizar las funciones del equipo bajo estudio. El diagrama FAST establece la liga entre los atributos de valor que el cliente busca y las funciones del producto y proceso, así como los recursos requeridos para alcanzarlos. El FAST es una herramienta para comunicar y describir el “qué hace” una parte específica.

1.4 ETAPAS DEL PROCESO DE INGENIERIA DE VALOR

Las etapas del proceso de ingeniería de valor conforman lo que se conoce como Plan de Trabajo (Job Plan). El Plan de trabajo es la guía con la cual se definen las actividades requeridas para llevar a cabo un proyecto y se determinan la combinación más económica de funciones para llevarlo a cabo.

Las etapas del proceso (Miles, 1967) ^[4] son las siguientes, se recomienda que estas se realicen en el orden establecido para obtener resultados óptimos:

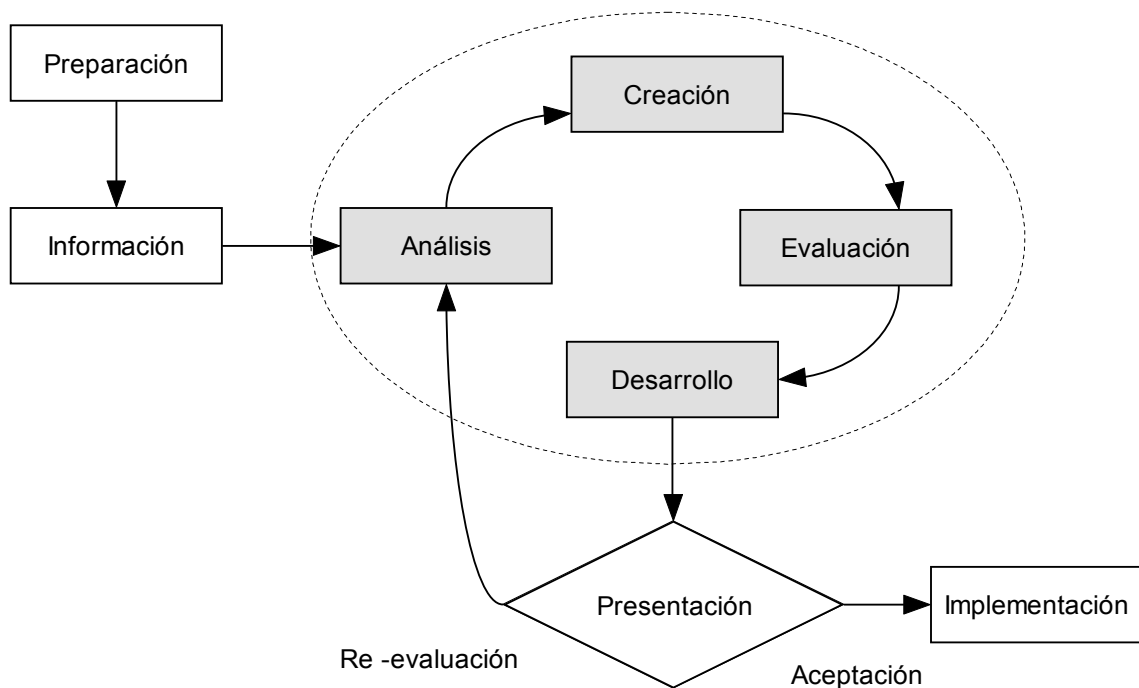


Fig. 1.1 Proceso de Análisis de valor ^[5]

1. Preparación.

Planear y preparar el proceso de Ingeniería de Valor, en base a:

- a) Definición del panorama del proyecto.
- b) Integración de equipos para llevar a cabo el estudio.
- c) Identificación de fuentes de información.
- d) Definición de los criterios de valor.

2. Información.

Obtener la información completa y exacta relacionada con el producto. Para esto es necesario:

- a) Revisar la información obtenida en la fase de preparación.
- b) Identificar y localizar cualquier dato faltante.
- c) Asegurar que la información está organizada de la forma más útil.

3. Análisis.

Lograr un completo entendimiento de las funciones del producto, identificando áreas de mejora. Para lograr lo anterior se realiza el diagrama FAST (Function Analysis System Technique), ^[6], así como la matriz de funciones/costos.

4. Creación.

Generar soluciones para las áreas de oportunidad detectadas basadas en la función, se pueden seguir estos pasos:

- a) Establecer una atmósfera creativa.
- b) Generar ideas relevantes para los problemas identificados.
- c) Combinar y refinar las ideas.

5. Evaluación.

Seleccionar las ideas más prometedoras para un desarrollo futuro. Para esto es necesario:

- a) Desarrollar las ideas generadas para cada función.
- b) Identificar y seleccionar la mejor solución.
- c) Nominar a un ganador, para desarrollar cada solución conceptual.

6. Desarrollo.

Realizar el diseño de las propuestas de mejora:

- a) Realizar análisis y diseño de ingeniería basados en cada concepto seleccionado.
- b) Definir y cuantificar los costos y beneficios asociados con los cambios.

7. Presentación.

Obtener la aceptación para los cambios propuestos, por parte de los directivos de la compañía.

- a) Presentar las ideas a los directivos de la compañía resaltando los beneficios.

8. Implementación.

Implementar los cambios aceptados durante la etapa de presentación:

- a) realizar desarrollo detallado
- b) implementar los cambios en las operaciones de la compañía
- c) realizar seguimiento e identificar áreas que requieran trabajo adicional

1.5 BUENAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA DE VALOR

La ingeniería de valor es: (Zimmerman, Hart)^[7]

1. Sistemas Orientados.

Un plan de trabajo formal para identificar y remover costos innecesarios.

2. Equipo Multidisciplinario.

Contar con un equipo de trabajo experimentado y apto según el tipo de proyecto.

3. Análisis del Ciclo de Vida.

Examinar el costo total del proyecto desde las etapas de planeación y diseño hasta las fases de operación y mantenimiento.

4. Una técnica de Administración comprobada.

5. Orientado a la Función.

Relaciona la función requerida con el valor recibido.

1.6 MALAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERIA DE VALOR

La Ingeniería de valor “no” es: (Zimmerman, Hart)^[7]

1. Revisión del Diseño

El objetivo no es revisar los errores que ocurrieron en el diseño.

2. Un proceso de Abaratamiento.

No busca la reducción de costo sacrificando la funcionalidad.

3. Un requerimiento hecho en todos los diseños.

No es parte de cada programa de revisión del diseñador, pero es un análisis formal de costos y funciones.

4. Control de Calidad.

Es más que una revisión de la calidad y fiabilidad de un producto o proyecto.

1.7 LA INGENIERIA DE VALOR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

1.7.1 Historia

La Ingeniería de Valor en la Industria de la Construcción ha tenido múltiples aplicaciones, los usuarios de estas técnicas han encontrado en ésta, una herramienta multidisciplinaria y sistemática, la cual es muy útil para la identificación, análisis y solución de problemas.

En los Estados Unidos, la incursión de estas prácticas ha sido muy notoria y ha traído un sinnúmero de beneficios; en muchas organizaciones gubernamentales ha demostrado las ventajas de su aplicación en cuanto a la reducción de costos, mejoramiento de la calidad y la productividad, uso de técnicas innovadoras y eliminación de costos innecesarios.

La ingeniería de valor aplicada a la industria de la construcción ha sido utilizada desde finales de los 60's y principios de los 70's, en Estados Unidos específicamente entre 1963 y 1965.

La construcción fue una de las primeras industrias donde se aplicaron los conceptos en el aspecto de ingeniería, dichas aplicaciones se llevaron a cabo en el sector público, donde su principal difundidor fue el Ing. Alphonse Dell Isola.

Dos de las organizaciones pioneras de la Ingeniería de valor en la industria de la construcción son la Armada Militar (Army) y la Fuerza Naval (Navy), las cuales implementaron programas de capacitación para sus empleados, sobre la aplicación de la Ingeniería de Valor teniendo significativos ahorros en costos. Seguida por organizaciones como el Senado, Departamento de transportación y servicios generales de administración y la Nasa.

La aplicación del Análisis de valor en los Departamentos de Transportación (Department of Transportation, DOT), de los Estados Unidos ha sido muy amplia y le ha permitido construir caminos seguros y a un costo adecuado, y completarlos dentro de lo programado.

En 1969 El DOT de California se convirtió el primer Departamento en demostrar los beneficios de la aplicación del análisis de valor en sus proyectos.

La Administración Federal de Carreteras (Federal Highway Administration, FHWA), inicia la aplicación de la Ingeniería de Valor (IV) en 1970, cuando se hizo necesario la utilización de IV o de algún análisis de reducción de costos en cualquier proyecto federal de carreteras.

En 1973, la FHWA asignó a su sede un coordinador de tiempo completo el cual tenía la responsabilidad de administrar los programas de IV que se desarrollaban en la institución.

Por más de 20 años, el objetivo de las políticas de la FHWA era fomentar la aplicación de las técnicas de IV en los proyectos, más que exigir que los DOT los implementaran, esto se llevó a cabo mediante la promoción y enseñanza de la metodología de valor y proporcionando asistencia técnica para la utilización de las mismas.

La FHWA también trabajo en conjunto con la American Association of State Highway and Transportation (AASHTO) para fomentar el uso de la IV, fue en 1985 cuando la ASSHTO, reconoció formalmente la IV como un proceso de revisión aceptable en el desarrollo de proyectos de carreteras, y dos años más tarde en 1987 la ASSHTO publica sus normas sobre utilización de metodologías de IV.

En 1997 en la conferencia de IV de la ASSHTO se premiaron a los DOT que realizaron proyectos de carreteras obteniendo logros excepcionales en la aplicación y promoción de la IV. En ese año los premios fueron otorgados a Missouri, New Jersey y Virginia. Ya en la conferencia de 1999 los galardonados fueron los DOTs pertenecientes a California, Florida y Washington.

Los logros obtenidos al aplicar las técnicas de IV han demostrado sus beneficios mediante la eliminación de etapas de revisión como son revisión del diseño, reducción de costos, alternativas de diseño y análisis costo-beneficio. Todo esto complementado con la reducción en costos que se puede lograr y los múltiples beneficios que trae consigo, tanto para las organizaciones que realizan los proyectos como para los beneficiarios; lo cual sirve como motivación a otras organizaciones a implementar estas prácticas y disfrutar de sus beneficios.

1.7.2 Aplicación de la Ingeniería de valor en las etapas del proyecto

La ingeniería de valor (IV) en los proyectos de construcción puede presentarse en las diferentes etapas del mismo, entre las cuales podemos mencionar las fases de diseño, concurso y ejecución.

El dueño del proyecto, es un importante actor en la toma de decisiones sobre la aplicación efectiva de las técnicas de IV, esto lo puede lograr mediante la motivación de los equipos de trabajo y la cooperación entre todas las partes del proyecto, de tal manera que todos disfruten de los beneficios obtenidos.

La IV busca lograr un balance entre los servicios que proporcionará el proyecto y el costo del ciclo de vida del mismo. Para los propósitos de la IV los costos de operación y mantenimiento del proyecto son tan importantes como los costos de construcción, desde la perspectiva de que los costos de operación ocurren durante toda la vida útil del proyecto (Jergeas, George, 1997) ^[2].

El valor de una función dentro de un proyecto de construcción puede ser visto como la suma de los costos de sus componentes. Cuando en las obras se están aplicando metodologías de valor, esto se observa de manera que se maximiza el valor, minimizan los costos o se lleva a cabo una combinación de ambos, esto con el objetivo de incrementar el índice de valor.

El obtener el máximo valor, no es sinónimo de reducción de costos, sino que se obtiene el mejor aprovechamiento de las funciones durante el ciclo de vida del proyecto.

A lo largo de la realización de los proyectos se analizan varias etapas, en las cuales las metodologías de valor tienen diferentes enfoques, dependiendo de la persona que las esté aplicando, pudiendo ser éste el dueño, diseñador o constructor.

a) Etapa de Diseño

En la etapa de Diseño, se incluyen algunas formas de IV las cuales son realizadas por el equipo de diseño, en el momento en que se realiza un diseño que satisfaga o exceda razonablemente las especificaciones.

Desde la perspectiva del dueño, la etapa del diseño constituye el tiempo oportuno en el cual se pueden realizar cambios o ajustes, sin que esto incremente el costo en los proyectos.

Metodologías utilizadas en el Diseño

Las metodologías utilizadas inician con la evaluación de las diferentes alternativas de métodos y materiales, con el objetivo de maximizar el índice valor del proyecto.

Una de las técnicas utilizadas es la “Lluvia de Ideas”, en la cual se involucra un equipo de trabajo conformado por personas experimentadas, las cuales generan ideas y alternativas de solución para el proyecto, las cuales serán evaluadas en etapas posteriores.

Como parte del procedimiento de evaluación de cada alternativa, será utilizado el ciclo de vida del costo, este método de medición del costo, es una importante herramienta para decidir cual es la opción más conveniente según las necesidades del proyecto y las necesidades del usuario final.

Obstáculos

Uno de los principales obstáculos que se presentan es el acordar el diseño final entre el diseñador principal y los miembros del equipo de ingeniería de valor, lo cual crea una atmósfera de controversias. Esto debido a que el diseñador defiende su idea, contra los ajustes propuestos por los integrantes del equipo, una de las alternativas que se tienen para evitar esta situación, es capacitar al diseñador sobre los conceptos de valor y que al momento de desarrollar sus diseños considere estos principios.

b) Etapa de Concurso

En esta etapa se generan los documentos de contrato, entre ellos las especificaciones de contrato, dichas especificaciones pueden diferir entre las producidas por el equipo de diseño y las producidas por el contratista.

Al ejecutarse las actividades de proyecto, los constructores obtienen reducciones en costos debido a la experiencia que tienen. En este sentido, el dueño debe tener especial cuidado, en incluir en los paquetes de contrato, cláusulas que especifiquen claramente que él se vera beneficiado por las practicas de reducción de costos que emplee el constructor.

Metodologías de Concurso

En la mayoría de los casos, el constructor cuenta con una amplia experiencia en la realización de proyectos, así como el manejo de materiales y técnicas de construcción, lo cual trae como consecuencia una reducción de costos.

Una vez que se haya elaborado el contrato, el constructor no tiene la obligación de compartir los beneficios recibidos por la reducción de costos con el dueño, es por ello que el dueño debe tener especial cuidado en incluir todos estos aspectos en las cláusulas de contrato, de tal manera que cada una de las partes involucradas en el proyecto resulte beneficiada.

Una vez que el contrato ha sido asignado, el único medio para llevar a cabo algún cambio es mediante una orden de cambio. Dicha orden debe ser explícita, describir exactamente el trabajo, quienes estarán involucrados en el cambio, el tiempo y la metodología de compensación utilizada.

Obstáculos

Algunos de los problemas que comúnmente se producen en esta etapa, se originan en cuanto a la gratificación que recibirán las empresas que están prestando sus servicios para realizar el diseño y las especificaciones de proyecto.

Estas empresas se quejan de no resultar beneficiadas al incluir actividades de ingeniería de valor en sus proyectos, debido a que realizan mucho más trabajo, y al aplicarlas se reducen costos, lo cual pone en peligro sus ganancias, ya que estas laboran mediante contratos de precio fijo o por un porcentaje del costo total del proyecto.

Una manera de evitar este tipo de problemas es llegar a acuerdos entre el dueño y la empresa contratada para el diseño, de tal manera que estas realicen su propuesta aplicando la metodología de valor y que a su vez reciban el pago justo, de acuerdo al trabajo desempeñado.

c) Ejecución

Para que el dueño se vea beneficiado en esta etapa, este debe incluir en el contrato los mecanismos de ingeniería de valor dentro del contrato de construcción.

Es muy importante que en el contrato de construcción se hayan incluido todos los procedimientos constructivos a realizarse, así como los materiales y equipo que se utilizará para ejecutar el proyecto, ya que en esta etapa el contratista actúa en base a lo especificado en el contrato y tiene libertad para tomar decisiones siempre y cuando no contradiga nada de lo especificado en el contrato.

TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Han sido varias las causas por las cuales los pueblos y sociedades se han visto en la necesidad de mejorar los métodos para construir un lugar donde vivir, trabajar o esparcirse.

Estas causas van desde ciudades devastadas como resultado de las guerras, crisis energéticas, deseo en la reducción de costos y aumento en los rendimientos, aparición de nuevos materiales, por mencionar algunos.

Toda esta serie de factores han propiciado cambios en los sistemas utilizados para construir, todo esto dentro de un deseo de mejora de los procesos y obtención de resultados óptimos tanto para quien construye como para el beneficiario final.

En el presente capítulo se abordara la evolución de las tecnologías de edificación en el mundo, así como se mencionaran diferentes factores que han tenido influencia en su evolución, tales como industrialización y prefabricación, las cuales pueden ser consideradas como un detonante en el desarrollo de dichas tecnologías.

2.2 EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN

2.2.1 Primera generación de desarrollo de tecnologías de edificación

La primera gran evolución de la tecnología de la edificación se llevó a cabo en Europa Occidental durante y después de la segunda guerra mundial, donde se tuvo la necesidad de desarrollar planes emergentes de vivienda debido a la devastación de las ciudades. Para ello se requería de sistemas constructivos alternos que requirieran un menor tiempo para su ejecución y además que tuvieran un menor costo, debido a la situación económica que se vivía.

Es así como se cambia de los sistemas de construcción tradicionales a los Sistemas de Prefabricación Cerrada, cuya función era reconstruir grandes espacios lo más económicamente posible; aunque se sacrificaba la buena arquitectura, dichos sistemas consistían de grandes paneles de concreto armado, producidos en fábricas o en sitio, transportados y montados en obra utilizando medios potentes, además de que no había compatibilidad entre los sistemas ya que cada productor tenía sus propios estándares de fabricación.

2.2.2 Segunda generación de desarrollo de tecnologías de edificación

La utilización de estos sistemas de construcción cayó en decadencia en la Europa de la posguerra al inicio de la crisis energética, siendo sustituidos por tecnologías alternas, es decir ahora las necesidades apuntaban hacia la utilización de tecnologías y procedimientos menos rígidos y más universales, la alternativa tecnológica que respondía a estas necesidades eran los sistemas de Prefabricación Abierta.

La Prefabricación Abierta se caracterizó por ser la versión inversa de la Prefabricación Cerrada, este tipo de tecnología reducía la componente peso

hasta en un 90%, era flexible ya que permitía la compatibilidad entre sistemas, y permitía tener una solución híbrida al combinarlo con una tecnología tradicional.

Dentro de esta evolución destacan temas tales como: la coordinación dimensional, la preocupación por las tolerancias, el uso de catálogos, respuesta a las necesidades de flexibilidad de la edificación en el tiempo, la entrada en juego de los componentes constructivos.

2.2.3 Tercera generación de desarrollo de tecnologías de edificación

La época de los 90's se caracteriza por sistemas abiertos flexibles que proporcionan una gran compatibilidad. Actualmente la tendencia en la evolución de la tecnología esta encaminada hacia la utilización de sistemas de construcción que toman el carácter de componente (elementos industrializados compatibles), el empleo de nuevos materiales, la presencia de la informática y la robótica en los proyectos de construcción y lo más nuevo la realización de proyectos considerando conceptos de construcción sostenible.

2.2.4 Tendencias a futuro

La tendencia a futuro se encamina hacia los conceptos de calidad y certificación, lo cual incluye componentes cada vez más reemplazables, con lo cual se busca la racionalización de la mano de obra, con temas como la concepción por ensamble y coordinación dimensional.

Sobresalen también temas como normalización de productos, calidad de construcciones, calidad de productos, entre otros, con lo cual se busca alcanzar una armonía entre los sistemas constructivos que existen y así, aunar esfuerzos con el objetivo básico de obtener edificaciones mejores y más baratas.

2.3 ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALES

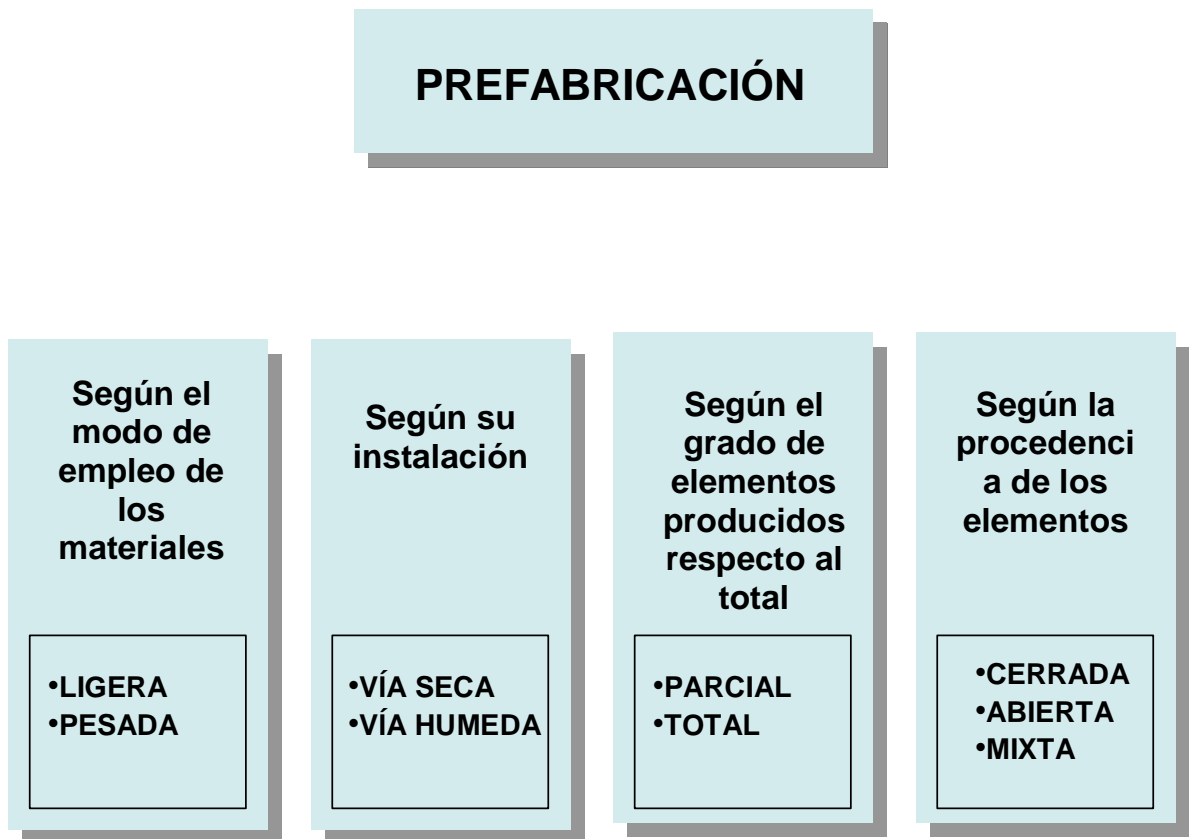


Figura 3.1 Análisis y Clasificación de sistemas constructivos industriales

2.3.1 Según el modo de empleo de los materiales

La componente peso es un elemento muy importante a considerar cuando se requiere disminuir el tiempo en ejecución de proyectos, además de que en ocasiones el peso es también sinónimo de mayor costo en los proyectos.

a) Prefabricación Ligera

Un sistema se considera ligero cuando los componentes que lo integran pueden ser dispuestos manualmente por uno o varios operarios. Cada uno de los elementos no debe sobrepasar un límite aproximado de 100 kg.

b) Prefabricación Pesada

Son aquellos en los que se requieren medios mecánicos para el izamiento y montaje de las partes.

2.3.2 Según su instalación.

a) Prefabricación por Vía Seca

En este tipo de prefabricación las juntas de unión de los diferentes elementos se realizan con obra seca (selladores elásticos de diferente origen, barreras contra viento, conectores metálicos, cantoneras y tapajuntas rígidos, etc.).

b) Prefabricación por Vía Húmeda

Son aquellos cuyas juntas y uniones de los componentes se realizan con obra húmeda (morteros, hormigones, hormigones ciclópeos, etc.).

2.3.3 Según el grado de elementos producidos respecto al total

a) Prefabricación Parcial

Está integrada por un conjunto de elementos prefabricados, insertados dentro de una matriz ejecutada in situ, como por ejemplo muros mampostería.

b) Prefabricación Total

Está integrada por la yuxtaposición y ensamblado de una serie de elementos, cada uno de los cuales es prefabricado y que solo requiere tareas de montaje y sellado de juntas.

2.3.4 Según la procedencia de los elementos

a) Sistema de Prefabricación Cerrada

Son aquellos sistemas que se caracterizan por la utilización de grandes elementos de concreto, producidos en fábrica y en ocasiones en el sitio de la obra. El montaje, las juntas y los acabados finales se llevan a cabo in situ; para la realización del montaje se auxilia de medios mecánicos potentes.

Todos los elementos y componentes se fabrican para cada proyecto en particular, pueden coordinarse todos los elementos dentro del plan y por consecuencia no hay desperdicios, lo cual constituye una de sus ventajas, pero a su vez lo convierte en un sistema rígido ya que se debe organizar todo un plan de producción ya que no admite improvisaciones ni modificaciones sobre la marcha.

b) Sistema de Prefabricación Abierta

Es el sistema basado en la utilización de elementos constructivos de distintas procedencias. Estos sistemas ofrecen una característica primordial que es la

intercambialidad de sus elementos, lo que lo convierte en un sistema flexible; para que esto ocurra es necesario que exista una coordinación dimensional y modular entre los elementos, así como que exista compatibilidad de las juntas.

2.4 INFLUENCIA DE LA PREFABRICACIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN

La evolución de las tecnologías se dio en el momento que se empezaron a crear nuevas formas de solucionar proyectos, y estas nuevas formas incluían nuevos materiales y nuevos procedimientos para hacer las cosas. Al margen de esta situación, surge la prefabricación de algunos elementos de proyecto, esto con el objetivo de optimizar los tiempos de ejecución de los trabajos, así como reducir costos al eliminar desperdicios, utilizando procesos estandarizados para su realización.

Como se mencionaba, la prefabricación consistente en elaborar distintos elementos del proyecto fuera del sitio de la obra, y esta ha sido la pauta en el desarrollo de las tecnologías, es por eso que se considerará a la prefabricación de elementos y partes de la obra, como uno de los principales detonantes en la evolución de las tecnologías de la edificación.

2.4.1 Principios de la construcción prefabricada [8]

Respecto a las formas y disposiciones constructivas rigen los principios básicos siguientes:

1. La obra debe hacerse con el menor número de tipos de elementos. Se entiende por elemento-tipo aquella pieza constructiva que desempeña en la obra una determinada función: por ejemplo, pilares, paneles de pared, etc.

2. Estos elementos deben en todo caso, poder ser fabricados con los mismos moldes (producción en serie).

3. Deben necesitarse pocas y fáciles combinaciones y que estas sean iguales entre sí para la misma obra, con lo cual su formación podrá hacerse por métodos iguales y con los mismos aparatos.

4. Los elementos deben en lo posible estar previstos para realizar varias funciones (por ejemplo, soportar cargas y cerrar locales). Siempre resulta más económico que para una nueva función no se requieran nuevos elementos, sino que dicha función quede solucionada con los elementos existentes.

5. Los elementos deben ser fabricados mecánicamente o, por lo menos, a base de un alto grado de mecanización.

6. Los elementos deben corresponder a una misma categoría de pesos, con lo cual pueden montarse económicamente con una misma grúa. Desde un punto de vista general hay direcciones distintas en que conducir la construcción:

a) Elementos de sencilla fabricación y transporte, que puedan realizarse en un taller y que en su mayoría sean piezas lineales hasta de 30 m de longitud y elementos pequeños de cerramiento de locales.

b) Elementos de grandes dimensiones de tipo superficial, fabricados mecánicamente, que desempeñen simultáneamente las funciones de soportar cargas y cerrar espacios, que necesiten poco trabajo de montaje en la obra y que, eventualmente, puedan ser fabricados al pie de la misma.

c) Elementos pequeños fabricados en serie que mediante postensado pueden unirse en estructuras portantes unitarias

2.4.2 Categorías de prefabricación

Basados en la proporción de unidades prefabricadas en relación con la edificación total, se reconocen 4 niveles de prefabricación:

1. Edificación total

Este nivel se refiere a la construcción completamente realizada con elementos prefabricados. A veces también incluye las instalaciones mecánicas, eléctricas e hidráulicas y acabados, que vienen incluidos como parte de los elementos prefabricados. Ejemplos son: paneles de concreto con las instalaciones eléctricas o hidráulicas incorporadas. No se tiene conocimiento que este nivel de prefabricación este siendo utilizado en México.

2. Sistema de Construcción

Se refiere a un sistema de edificación, tal como la estructura o el acabado exterior. Una edificación del nivel I: Edificación total, esta formada por varios sistemas, unidos por juntas. Ejemplos son: sistemas de piso, estructuras de acero, muros cortina. Este nivel es usado con mayor frecuencia en México.

3. Componentes de construcción

Este nivel se refiere a las partes que componen un Sistema de Construcción (nivel II). Ejemplo: piezas de mampostería.

4. Mementos de construcción

Se refieren a las piezas mas pequeñas de una edificación, que pueden considerarse prefabricadas, como ventanas, puertas, etc.

2.4.3 La prefabricación en la industrialización de la construcción ^[9]

Las cuatro formas generales de industrialización de la construcción de edificaciones son:

1. Racionalización de la edificación

Esta propuesta promueve la aplicación de los métodos industriales de producción y las técnicas para construcción. Incluye la organización, administración y procesos de construcción para buscar mayor eficiencia en la manera de hacer algunas tareas. Esto puede involucrar técnicas de producción en línea dentro o fuera del lugar de la obra.

2. Estandarización

Es la más antigua forma de industrialización. La coordinación modular y estandarización, proporciona velocidad en la producción, bajos costos y ensamblajes más eficientes de materiales, debido a las dimensiones uniformes que eliminan aplicaciones caras por el tiempo consumido o por la falta de experiencia.

3. Nueva Tecnología

La introducción de nueva tecnología y equipo también es una forma de industrialización. Se hacen más necesarias cada vez, máquinas o herramientas que aceleren los procesos de construcción.

4. Prefabricación

Esta forma de industrialización transfiere algunas etapas de los proyectos de construcción del campo a una producción fuera de obra. El medioambiente de una fábrica permite la aplicación de procesos racionalizados, la estandarización y nuevas tecnologías.

2.5 DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN EN MÉXICO

A pesar de que en el marco global de la evolución de las tecnologías de la edificación nos encontramos en la aplicación de nuevos conceptos y utilización de materiales y sistemas innovadores, en nuestro país no se ha tenido una gran experiencia en la utilización de estas tecnologías.

Esto debido al aspecto cultural y socioeconómico en el que se encuentra el país y al arraigo a relacionar una tecnología prefabricada y más aún ligera, con una construcción de poca calidad y no duradera.

A pesar de que la construcción industrializada supera en varios aspectos a los sistemas tradicionales, no se ha podido desarrollar en nuestro país, debido a la cultura de los constructores mexicanos que se resisten al cambio. La construcción industrializada esta estrechamente ligada a la prefabricación debido a que la mecanización de los procesos, principio de la construcción industrializada, nos lleva a realizar producciones en serie de los elementos constructivos.

El uso de elementos prefabricados en la construcción, nos lleva a realizar procesos más racionalizados y ofrece muchas ventajas como: construcciones mas rápidas, económicas y con mayor calidad, en comparación con los sistemas tradicionales; sin embargo, esto no ha servido de mucho en la consolidación de la aplicación de tecnologías innovadoras de construcción en México.

La evolución tecnológica es un factor de gran peso en el desarrollo de los procedimientos de construcción, aunado a ello, existen otros factores socioeconómicos, científicos y culturales, como la inestabilidad económica del país, el alto índice de desempleo, la gran inversión de capital que se requiere, la dependencia económica y técnica hacia el exterior, que han frenado el desarrollo de esta industria en el país.

Es necesario que no se vea a la construcción Industrializada como un sustituto de los métodos tradicionales, sino como un complemento para lograr un incremento en la productividad y ofrecer soluciones alternativas de acuerdo a las necesidades de los proyectos.

Podemos darnos cuenta de que la falta de difusión de la diversidad de tecnologías de edificación y el desconocimiento por parte de Ingenieros y Arquitectos representan una grave problema, ya que solo dos por ciento de lo que se construye en México se realiza con prefabricados, en comparación con el cincuenta por ciento al que se puede llegar en Europa.

Otro aspecto que ha frenado el desarrollo y la implementación de estas tecnologías de construcción en México, es el costo de la mano de obra. Los países Europeos han visto la necesidad de mecanizar sus procesos para reducir costos, pues el costo de mano de obra es muy elevado, en comparación con el exceso de mano de obra con que se cuenta en México, que en consecuencia es muy barata.

2.6 TECNOLOGÍAS DE PREFABRICACIÓN LIGERAS

2.6.1 Introducción

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, las tecnologías de prefabricación ligeras, son tecnologías livianas y flexibles que permiten la combinación entre elementos constructivos de distintas procedencias, presentan una gran gama de alternativas de solución para distintos proyectos y pueden llegar a ser un indicador de que los proyectos que se están realizando, tendrán la calidad esperada, bajo costo, bajo costo de mantenimiento y una mayor rapidez de construcción, esto debido a que la mayoría de los elementos son producidos previamente en fábricas y por lo tanto tienen una menor probabilidad de presentar errores en su elaboración.

Características:

- Puesta en obra especializada que permite montajes rápidos, eficientes, adaptables, y muy autónomos, como pueden ser tableros, plafones, paneles o muros; de fibra, yeso, cartón.
- Resistencia al fuego
- Versatilidad
- Confort
- Calidad
- Fácil de utilizar

El conjunto de las características que presentan estas tecnologías nos ayudan a mejorar los niveles de calidad, tiempo y costo que exigen cada uno de los proyectos que se estén realizando, y así obtener beneficios para cada una de las partes involucradas en el proyecto

2.6.2 Tipos de tecnologías de prefabricación ligeras

Existen una gran variedad de tipos de tecnologías ligeras en nuestro país, las cuales contienen diferentes propiedades que se adaptan a las necesidades del constructor. Algunas de ellas se presentan en el Apéndice C.

2.6.3 Utilización de sistemas de prefabricación ligera en México

En México no tenemos una gran participación en la utilización de sistemas de construcción prefabricada y solo una parte de esta pequeña proporción, le corresponde a la utilización de sistemas de construcción ligera.

Se entiende por sistema ligero aquel que puede ser manipulado y ensamblado manualmente por uno o dos operarios, de ahí las grandes ventajas que presenta utilizar materiales de este tipo.

Algunas de las ventajas que presenta utilizar sistemas constructivos ligeros son:

- Menor tiempo de ejecución
- Limpieza en la construcción
- Menor costo de mano de obra
- Menores desperdicios
- Ahorros en estructura, cimentación y transporte de los materiales
- Se reduce el uso de cimbra
- Adaptables a todas las formas y estilos arquitectónicos
- Versatilidad y sencillez en remodelaciones
- Facilidad para colocar instalaciones eléctricas e hidrosanitarias
- Excelente comportamiento en casos de sismos.
- El espacio interior de los muros y superior en plafones también se aprovecha para colocar instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de gas, de comunicaciones y ventilación de forma sencilla, rápida y sencilla.

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE INGENIERIA DE VALOR

3.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de los capítulos anteriores se describieron detalladamente cada una de las etapas del plan de trabajo de la metodología de valor, la cual también es conocida como Estudio de valor, Ingeniería de Valor y para propósitos de este proyecto de investigación le llamaremos Estudio de Ingeniería Valor.

De la misma manera, se desarrolló el tema de evolución de tecnologías de edificación, dentro del cual se describieron distintos factores que han propiciado dicha evolución en conjunto con características y tipos de tecnologías de prefabricación ligeras.

En este capítulo se presenta una propuesta para la aplicación de estas herramientas de valor en la industria de la construcción, con el objetivo de contar con una metodología claramente definida, la cual nos permita realizar evaluaciones de distintas alternativas tecnológicas, con el propósito de innovar los procesos, siempre y cuando se cumplan ciertos criterios de valor previamente establecidos por el equipo de trabajo conformado por miembros de la organización los cuales estarán encargados de llevar a cabo el estudio.

Cabe mencionar que la metodología propuesta no limita su aplicación solo a la evaluación de alternativas de tecnologías de edificación, sino que también resulta factible aplicarla a otros aspectos de interés del proyecto, incluso al proyecto como tal.

3.2 ESTUDIO DE IV

El Estudio de Ingeniería de valor (Estudio IV), se define como un “método cualitativo y cuantitativo que se ocupa del análisis de las características de un producto, auxiliándose de una metodología de valor previamente establecida.” (Carrillo 2005.) [10]

El objetivo de la aplicación de dicho estudio es que sirva como herramienta para la generación de propuestas innovadoras que sirvan como apoyo en la gestión de innovación de tecnologías de edificación para su aplicación en los procedimientos constructivos desarrollados por inmobiliarias. Para realizar el Estudio de IV se propone la metodología de la Fig. 4.1

Al llevar a cabo este estudio, se cuenta con un método estructurado y ordenado para realizar evaluaciones cuando se tienen distintas alternativas para la toma de decisiones.

Se entenderá por valor aquellas características o beneficios que el constructor espere de cada tecnología de edificación propuesta para innovar el sistema constructivo actual.

Cabe aclarar que este estudio puede aplicarse no solo para la evaluación de tecnologías de edificación, que es el objetivo para el que se propone en el presente trabajo de investigación, sino que también resulta útil para la evaluación de diferentes alternativas en productos, incluso para la evaluación y presentación de propuestas de mejora para el proyecto mismo. Estudio consta de 6 etapas bien definidas y debidamente estructuradas, cada una conteniendo un conjunto de actividades.

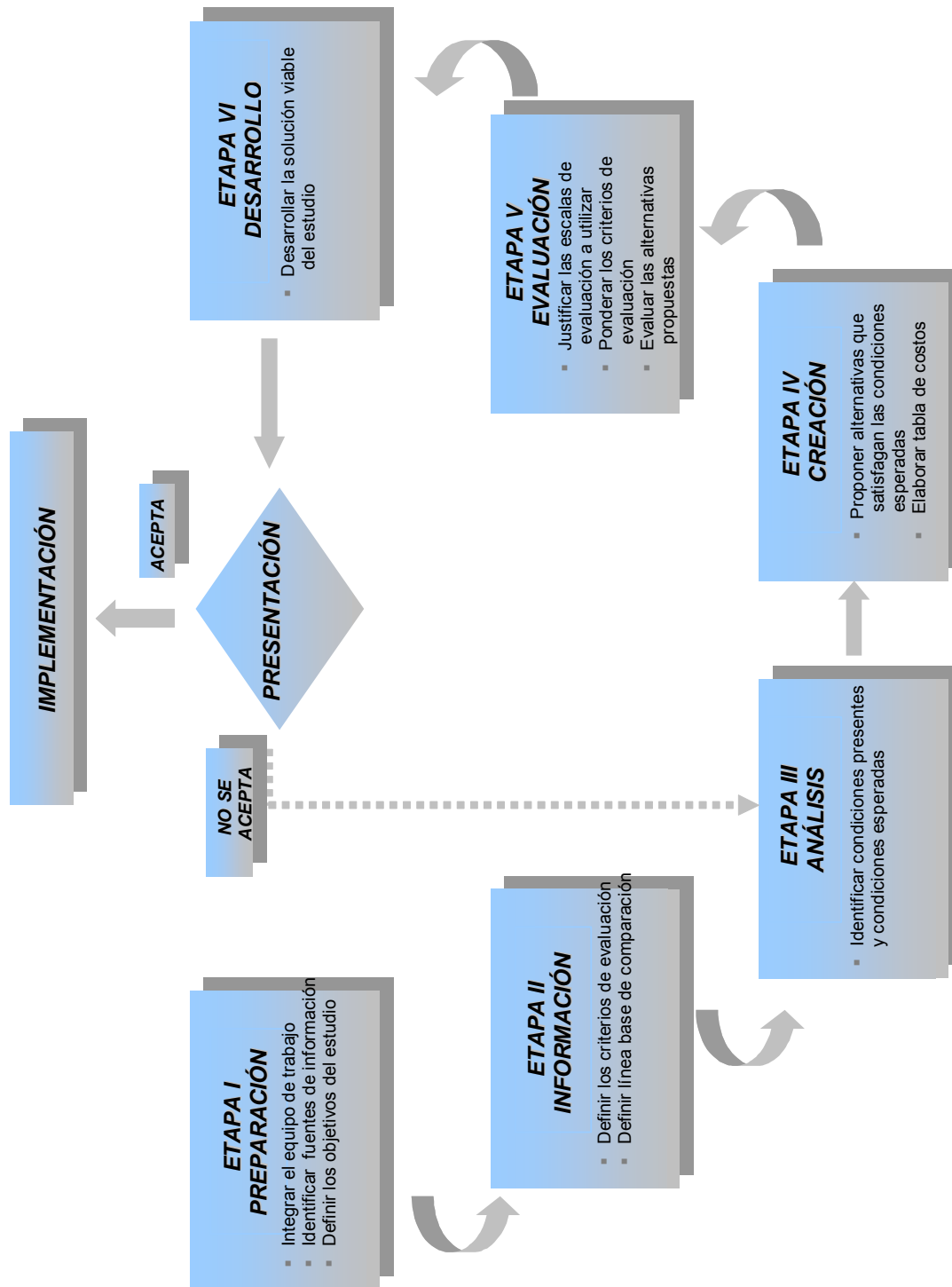


Fig. 3.1 Metodología para realizar el estudio de valor

3.2.1 ETAPA I. PREPARACIÓN

Integrar el equipo de trabajo

Consiste en conformar el equipo de trabajo, el cual estará encargado de sumar esfuerzos para desarrollar cada una de las etapas del Estudio de IV. (Fig. 4.1)

El equipo deberá estar compuesto por aquellos integrantes de la organización que tengan conocimientos sobre el proyecto y sobre las características de los elementos que serán evaluados, dentro del equipo de trabajo se debe contar con un líder el cual será la persona que tenga conocimientos sobre la aplicación de la metodología de Ingeniería de Valor.

PROYETO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:	ESTUDIO DE IV ETAPA I. PREPARACIÓN
--	---------------------------------------

EQUIPO DE TRABAJO			
Nombre	Puesto	Teléfono	e-mail

Tabla 4.1 Conformación del equipo de trabajo

Identificar las fuentes de información

Esta etapa abarca la identificación de las fuentes de información necesarias para realizar el Estudio de IV, el cual constituye uno de los puntos clave en la aplicación de la metodología; es de suma importancia contar con el mayor número de información posible, para así tener elementos para la justificación de la toma de decisiones a lo largo del Estudio de IV.

Dichas fuentes de información pueden ser: Descripción general del proyecto, Presupuesto del proyecto, Planos, Especificaciones, entre otros datos que se consideren importantes para la evaluación.

La tabla 4.2 se propone para el concentrado de las diferentes fuentes de información del proyecto.

PROYETO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:		ESTUDIO DE IV ETAPA I. PREPARACIÓN
FUENTES DE INFORMACIÓN		
Tipo de información	Fuente	

Tabla 4.2 Fuentes de información para realizar el estudio de IV

Definir los objetivos del estudio

El objetivo de esta etapa es establecer claramente las metas y beneficios que se esperan obtener como resultado de la realización del Estudio de IV.

Como parte de la definición de los objetivos del estudio se realiza una lluvia de ideas entre los integrantes del equipo de trabajo, para definir qué es lo que se pretende obtener al realizar el estudio, así como las áreas en las cuales se espera obtener mejoras.

En la tabla 4.4 se realiza un concentrado de los objetivos del estudio, es muy importante llevarlo a cabo ya que este permite marcar un camino a seguir en la aplicación de la metodología.

PROYETO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:		ESTUDIO DE IV ETAPA I. PREPARACIÓN
OBJETIVOS DEL ESTUDIO		
Elemento o sistema que se quiere innovar		
¿Para qué se quiere innovar?		
Beneficios que se espera tener:		

Tabla 4.3 Objetivos del estudio

3.2.2 ETAPA II. INFORMACIÓN

Definir los criterios de Evaluación

Esta etapa consiste en definir los criterios en base a los cuales se realizará el análisis, es importante aclarar que estos criterios estan en función de los beneficios que se quieren alcanzar al realizar el Estudio de IV, y que varían para cada caso particular de la aplicación de la metodología.

Dichos criterios se definen mediante una lluvia de ideas entre los integrantes del equipo de trabajo, se puede contar con n criterios según lo decidan quienes realizan el estudio.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
CRITERIO 1
CRITERIO 2
CRITERIO 3
.....
.....
CRITERIO n

Para cada uno de los criterios se determinan los requerimientos que se espera cumpla la propuesta elegida, así como se pueden incluir observaciones o características importantes que sea necesario considerar. La tabla 4.4 se utiliza para concentrar los requerimientos que se tenga por parte de los realizadores del estudio.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:		ESTUDIO DE IV ETAPA II. INFORMACIÓN
REQUERIMIENTOS ESPECIALES		
CRITERIO DE EVALUACIÓN	REQUERIMIENTO	OBSERVACIONES
CRITERIO 1	Característica esperada por el criterio n	Alguna característica importante que haya que resaltar
CRITERIO 2		
CRITERIO 3		
.....		
.....		
CRITERIO n		

Tabla 4.4 Requerimientos especiales de cada criterio de evaluación

Definir línea base de comparación

En ésta etapa se debe definir cual será la línea base de comparación para el Estudio de IV, dicha línea base de comparación es referente a la situación actual del elemento o elementos sobre los cuales se está realizando el estudio.

Se deben definir las características del sistema actual referentes a los criterios de evaluación que se establecieron anteriormente. Estas características servirán como referencia para la definición de las mejoras que presenta cada una de las propuestas.

La tabla 4.5 se utiliza para el concentrado de las características del elemento definido como línea base de comparación.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:		ESTUDIO DE IV ETAPA II. INFORMACIÓN
BASE DE COMPARACIÓN		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CARACTERÍSTICAS	
critério 1		
critério 2		
.....		
.....		
.....		
critério n		

Tabla 4.5 Línea Base de comparación, correspondiente a la tecnología utilizada actualmente

3.2.3 ETAPA III. ANÁLISIS

Identificar condiciones presentes y condiciones esperadas

La identificación de las condiciones presentes y las condiciones esperadas, consiste en definir claramente las funciones realizadas por la tecnología de edificación utilizada actualmente (línea base de comparación), así como establecer claramente cuales son las condiciones y beneficios con que debe contar la alternativa que será elegida, producto de la evaluación.

Es importante definir las condiciones en verbo y sustantivo, ya que así resulta más sencilla su identificación, para simplificar esta tarea se presenta la tabla 4.6 para la identificación de las condiciones presentes y las condiciones esperadas.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A A EVALUAR:	ESTUDIO DE IV ETAPA III. ANÁLISIS
Condiciones Actuales	
Condiciones Esperadas	

Tabla 4.6 Condiciones actuales y condiciones esperadas

3.2.4 ETAPA IV. CREACIÓN

Proponer alternativas que satisfagan las condiciones esperadas

Como parte de esta etapa se realiza una lluvia de ideas entre el equipo de trabajo, para determinar las alternativas que serán sometidas a evaluación, este será un primer filtro, ya que es de vital importancia para el estudio, que se evalúen aquellas propuestas que cumplan con la mayoría de los criterios de evaluación esperados por el constructor.

En esta etapa se intenta que los realizadores del estudio de IV propongan alternativas que satisfagan las condiciones requeridas. Habrá ocasiones en que se tengan alternativas que hayan funcionado en el pasado y que resulten como una buena propuesta para la mejora.

El formato de la tabla 4.7 se propone para el concentrado de las propuestas que serán evaluadas en la siguiente etapa del estudio.

PROYETO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:	ESTUDIO DE IV
	ETAPA IV. CREACIÓN
GENERACIÓN DE IDEAS	

Tabla 4.7 Alternativas que satisfacen las condiciones esperadas

Elaborar tabla de costos

Se realizará una tabla de costos, la cual debe contener los costos y rendimientos de la línea base de comparación, la cual corresponde a la tecnología de edificación utilizada actualmente, así como los costos y rendimientos de las alternativas contra las cuales se realizará la evaluación.

Para elaborar la tabla de costos nos auxiliaremos del formato presentado en la tabla 4.8, para la determinación de los costos directos.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:						ESTUDIO DE IV ETAPA IV. CREACIÓN		
TABLA DE ANÁLISIS DE COSTOS								
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.D.	IMPORTE	IMP/1000	REND/DIA	DIAS
	El primer concepto corresponde a la tecnología de edificación utilizada actualmente							
	El resto de los conceptos corresponde a las alternativas que serán evaluadas							
* El Costo Directo incluye Material, Mano de obra, Herramienta y equipo.								

Tabla 4.8 Tabla para el análisis de Costos Directos

3.2.5 ETAPA V. EVALUACIÓN

Esta etapa trata de la aplicación de una cuidadosa evaluación y juicio creativo para las alternativas propuestas, se propone llevar a cabo la evaluación realizando las siguientes actividades:

Justificar las escalas de calificación a utilizar

Consiste en asignar una escala de calificación particular para cada uno de los criterios de evaluación, los cuales fueron previamente definidos en la etapa de información. Dichas calificaciones quedan definidas por el equipo de trabajo y se basan en el desempeño de la tecnología actual y los resultados esperados de la alternativa que resulte ganadora.

El formato de la tabla 4.9, se utiliza para la justificación de las escalas correspondientes a cada uno de los criterios de evaluación.

Se utilizará una escala de 1-4, se definirán las características que debe cumplir cada uno de los criterios para recibir determinada calificación, recibirá 1 la calificación mínima aceptable y 4 será la calificación máxima que podrá recibir cada uno de los criterios.

Se eligió una escala de 1-4 para evitar asignación de calificaciones con tendencia central, ya que la práctica y en estudios anteriores en la asignación de escalas, se ha demostrado que las personas que realizan la evaluación tienden a calificar en un llamado “término medio de desempeño”, lo cual no resulta de mucha utilidad para la evaluación, o los resultados obtenidos no reflejan el comportamiento real del sistema bajo estudio.

PROYECTO:
 EMPRESA:
 SISTEMA A EVALUAR:

ESTUDIO DE IV
 ETAPA V. EVALUACIÓN

TABLA DE JUSTIFICACIÓN DE ESCALAS			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	ESCALA	UNIDAD DE MEDIDA/CUANTIFICACIÓN
CRITERIO 1	Definición del atributo que se evaluará	4	4 será la máxima calificación obtenida por cada criterio
		3	
		2	
		1	
CRITERIO 2		4	
		3	
		2	
		1	
CRITERIO 3		4	
		3	
		2	
		1	
.....		4	
		3	
		2	
		1	
.....		4	
		3	
		2	
		1	
CRITERIO n		4	
		3	
		2	
		1	

Tabla 4.9 Tabla de justificación de escalas de calificación

Ponderar los criterios de evaluación

El nivel de importancia que tiene cada uno de los criterios de evaluación queda definido mediante la asignación de un porcentaje. La determinación del porcentaje resulta una de las etapas básicas de la realización del estudio de valor, ya que se busca justificar el porqué de la asignación del mismo.

Para la determinación del porcentaje se presenta una herramienta para la solución a este problema, se trata de la matriz para la ponderación de cada uno de los criterios de evaluación. (Tabla 4.10). La asignación del porcentaje se llevará a cabo entre los miembros del equipo de trabajo.

Se trata de comparar entre sí cada uno de los criterios evaluación, pudiendo ser a criterio de los evaluadores (integrantes del equipo de trabajo) de mayor o menor importancia, o igual importancia. Auxiliándose de la matriz de ponderación de criterios se determina el porcentaje de cada uno.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:			ESTUDIO DE IV ETAPA V. EVALUACIÓN			
Criterios de Evaluación						
ID	Descripción			Comentarios		
A	Criterio 1			Criterios de evaluación definidos en la etapa I de este estudio.		
B	Criterio 2					
C	Criterio 3					
D					
E					
F	criterio n					
Matriz de ponderación						
				Total	% del Total	
A						
	B					
		C				
			D			
				E		
					F	
					Total	
					Total	
Comentarios						

Tabla 4.10 Matriz de ponderación de los criterios de evaluación

Evaluar cada una de las alternativas

Una vez determinado el nivel de importancia de cada uno de los criterios de evaluación, el siguiente paso, es evaluar tanto la base de comparación que corresponde a la tecnología de edificación utilizada actualmente, como las alternativas que se hayan propuesto.

Cada uno de los criterios podrá recibir una calificación de 1-4, la calificación obtenida dependerá de las características que presente y esta se asignará en base a lo propuesto en la tabla 4.9 de justificación de escalas a utilizar. (Ver tabla de justificación de escalas).

La calificación total recibida para cada alternativa será la suma de los totales parciales obtenidos por cada una de las alternativas. El total parcial se obtiene como el producto de multiplicar el porcentaje asignado a cada uno de los criterios, y la calificación recibida.

La evaluación de cada alternativa se llevará a cabo en el formato de la tabla propuesta (tabla 4.11).

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:	ESTUDIO IV ETAPA V EVALUACIÓN
---	----------------------------------

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS							
CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	CONCEPTO	CALIFICACIÓN				TOTAL
			1	2	3	4	
CRITERIO 1		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					
CRITERIO 2		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					
CRITERIO 3		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					
.....		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					
.....		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					
CRITERIO n		Sistema actual					
		alternativa 1					
		alternativa 2					
		alternativa 3					
		alternativa 4					

Tabla 4.11 Matriz de evaluación de criterios

3.2.6 ETAPA VI. DESARROLLO

Desarrollar la solución viable del estudio.

Una de las actividades siguientes, una vez que se han evaluado cada una de las alternativas y que se tiene la calificación total recibida por cada una de ellas, es realizar una comparación entre las alternativas propuestas y el sistema actual, para ello se empleará la tabla (4.12 Desempeño de cada una de las alternativas.).

La información contenida en la tabla reflejará el puntaje obtenido por cada alternativa y lo comparará contra el actual, de esta manera se proporcionará información referente al porcentaje de mejora de cada alternativa, el cual se determina tomando como 100% la tecnología de edificación actual y se compara contra las alternativas propuestas.

De la misma manera se hace una comparativa en cuanto al costo y se proporciona el índice de valor definido como el cociente de la calificación total recibida por cada alternativa entre su costo. Se determina así un porcentaje de mejora en costo.

La columna (1) de la tabla 4.12 indica la tecnología de edificación utilizada actualmente, y las alternativas que serán evaluadas; la columna (2) total indica la calificación obtenida por cada una las alternativas producto de la suma de cada una de las calificaciones asignadas a cada uno de los criterios,: la columna (3) porcentaje de mejora se refiere al porcentaje de mejora obtenido por cada alternativa respecto a la calificación obtenida por la tecnología actual, la columna (4) costo total, se refiere al costo de cada una de las alternativas en estudio, el índice de valor columna(5) se determina mediante una relación entre la calificación obtenida por cada alternativa la cual se obtuvo de acuerdo a los requerimientos cumplidos, respecto al costo de cada alternativa y finalmente la columna (6), % de mejora del índice del valor se define como la relación entre el índice de valor de cada alternativa con respecto al índice de valor de la tecnología actual.

La decisión final sobre la alternativa ganadora la dará el equipo de trabajo, esto a criterio y según la calificación obtenida en la evaluación.

Alternativa	Total	% de Mejora	Costo Total (miles)	Indice de valor (P/C)	% de Mejora del indice de valor
Sistema actual					
alternativa 1					
alternativa 2					
alternativa 3					
alternativa 4					

4.12 Desempeño de cada una de las alternativas

Enseguida se desarrolla una tabla en la cual se demuestra la medida de desempeño de la alternativa elegida y se compara con la alternativa actual, esta información se concentra el formato de tabla 4.13 propuesto en esta metodología.

PROYECTO: EMPRESA: SISTEMA A EVALUAR:		ESTUDIO IV ETAPA VI. DESARROLLO	
MEDIDA DE DESEMPEÑO			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	DESEMPEÑO	TECNOLOGÍA ACTUAL	ALTERNATIVA PROPUESTA
CRITERIO 1	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
CRITERIO 2	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
CRITERIO 3	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
.....	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
.....	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
CRITERIO n	Calificación		
	Peso		
	Calificación parcial	0	0
Calificación total			
% mejora			

4.13 Medida de desempeño de la alternativa ganadora

3.2.7 PRESENTACIÓN

Por último se hace una presentación de los resultados del estudio a los interesados, en términos de los beneficios que le traerá al usuario.

Dicha presentación se puede resumir como “vender la idea”, ya que es aquí donde se presenta a los directivos de la empresa la mejor solución de propuesta de innovación para el elemento que se está realizando el estudio, según el criterio de los integrantes del equipo y en base al resultado arrojado por la evaluación.

Si la propuesta se acepta entonces se continúa con la implementación y si no es así, se reevalúa la opción propuesta para detectar posibles fallas, y definir la mejor solución de acuerdo a los criterios solicitados por los interesados en el estudio.

Para ilustrar mejor la aplicación de la metodología se desarrolló un formato de reporte del estudio de ingeniería de valor, como propuesta para la gestión en la innovación de los procesos constructivos o de elementos en empresas inmobiliarias, el cual está contenido en el anexo 2 y cuya aplicación se describe en el capítulo 5, de este trabajo de investigación.

3.2.8 IMPLEMENTACIÓN

Una vez aprobada la propuesta para la innovación de la tecnología, esta se implementa para observar su desempeño y a la par hacer revisiones periódicas para determinar si realmente se están obteniendo los resultados esperados.

El hacer revisiones periódicas del desempeño del sistema implementado, es muy importante para colaborar con la filosofía de mejora continua dentro de la inmobiliaria, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos del estudio y en consecuencia de la inmobiliaria en su totalidad.

CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se presenta la aplicación de la Metodología propuesta en el capítulo 4 para llevar a cabo el Estudio de Ingeniería de Valor. Se presenta la información recabada y los análisis de la información correspondientes a cada una de las etapas, así como se puede observar claramente el proceso seguido para llevar a cabo un estudio completo, apoyándose de las herramientas de la Ingeniería de Valor.

La aplicación de la metodología se llevo a cabo en CONPROCASA, S.A. de C.V., empresa inmobiliaria ubicada en la ciudad de Monterrey N.L., dicha evaluación se llevó a cabo en base a los requerimientos de la empresa y empleando la metodología propuesta. El caso de aplicación es referente a la evaluación de opciones para sustituir el sistema de muros de block que actualmente se emplea.

4.2 OBJETIVO

El objetivo principal es ejemplificar la aplicación de la metodología, demostrar su utilidad en la gestión de innovación de tecnologías de edificación en empresas inmobiliarias, así como sus ventajas para el respaldo y justificación en la toma de decisiones.

4.3 CASO DE APLICACIÓN

“PROPUESTA DE INNOVACIÓN DEL SISTEMA MUROS”

4.3.1 Generalidades

CONPROCASA, es una empresa dedicada a la construcción y promoción de viviendas desde el 2002. Para la aplicación de la Metodología se eligió como objeto de estudio el fraccionamiento de casas de Nivel medio “Arboledas de Santa Rosa” ubicado a las afueras del municipio de Apodaca, Nuevo León, (Apéndice D, ubicación Fraccionamiento) desarrollado actualmente, dicho fraccionamiento contará con 138 viviendas de las cuales 101 son de 55 m², 20 de 98 m² y 17 de 121 m² de superficie construida.

Para la aplicación de la metodología se eligieron como objeto de estudio las viviendas de 55 m² ya que en conjunto estas constituyen aproximadamente el 74% del total de las viviendas del fraccionamiento, de esta manera se busca obtener un impacto considerable de beneficios como resultado de la realización del estudio.

4.3.2 Aplicación de la metodología

El objeto de estudio se refiere al muro terminado de block (muro más acabados); a lo largo del estudio se presentan las etapas seguidas, así como las alternativas que fueron evaluadas para determinar la alternativa de mayor valor según lo solicitado por la empresa inmobiliaria. El desarrollo de las etapas del estudio se presenta a continuación.

4.4 ESTUDIO DE IV EN MUROS

ETAPA I. PREPARACIÓN

Integrar el equipo de trabajo

Como parte de la primera etapa de la metodología se integró el equipo de trabajo encargado de realizar el estudio, en entrevista con el director de construcción de CONPROCASA S. A. de C. V., se definieron las personas que integrarían el equipo de trabajo, como criterio de selección se eligió a aquellas que cuentan con conocimientos del proceso que se evaluará y con la experiencia necesaria para tener aportaciones valiosas en la realización del estudio de Ingeniería de Valor, así como con una persona que conozca a detalle la aplicación de dicha metodología.

Las personas que participarán en la realización del estudio serán el Director de Construcción, el Residente de Obra, el encargado de Presupuestación de obra, así como una persona que conoce la metodología para llevar a cabo el estudio. (Tabla 4.1 Reporte del estudio de IV en muros).

Identificación de las fuentes de Información

Para este proyecto las fuentes de información que se utilizaron se concentraron en la (Tabla 4.2 Reporte del estudio de IV, en muros), esta actividad constituyo una de las fundamentales ya que se debe contar con la mayor información posible, de esta manera se cuenta con un medio para justificar las decisiones tomadas a lo largo de la realización del estudio.

Objetivos del estudio

Enseguida se definieron los objetivos que se pretende alcanzar al aplicar la Metodología de valor, para ello se recomienda la realización de una lluvia de ideas entre los integrantes del equipo. (Tabla 4.3 Reporte del estudio de IV, en muros),

Cabe aclarar que por limitaciones de tiempo por parte de los integrantes del equipo de trabajo, se tuvo que entrevistar a cada uno de ellos por separado, y fue de esta manera como se definieron los objetivos del estudio, los cuales se pretende alcanzar como resultado de la aplicación de la metodología. (Anexo A Entrevistas).

ETAPA II. INFORMACIÓN

Criterios de Evaluación

Una vez realizadas las actividades referentes a la etapa de preparación, se prosiguió con las relacionadas con la etapa de información, de inicio se definieron los criterios de evaluación, dichos criterios se basan en los beneficios obtenidos por el sistema de muros de block que es utilizado actualmente y los esperados del sistema elegido para reemplazarlo.

En base a los criterios de evaluación se definen cada uno de los requerimientos por parte de los integrantes del equipo, los cuales fueron clasificados en seis categorías, referentes al costo, tiempo, calidad, mano de obra, requerimientos especiales y proveedor, las cuales a su vez tienen algunos requerimientos específicos tal como se muestra en la (Tabla 4.4 Reporte del estudio de IV, en muros)

Para este caso en particular se entenderá por costo lo referente a costo directo de la propuesta y el costo por mantenimiento necesario para su buen funcionamiento, el tiempo se refiere al rendimiento que se tenga en instalación, calidad se definió en

función de la termicidad, apariencia y limpieza en obra, la mano de obra se refiere al tipo de mano de obra necesario para su instalación, entre los requerimientos especiales se esperan características especiales referentes a herramienta y equipo especial necesario para la instalación, transporte necesario de fábrica a obra, los medios mecánicos necesarios para el montaje y por último para definir al proveedor se consideró su ubicación, asesoría técnica y forma de entrega de sus productos.

Línea Base de comparación

Se definieron las características de la línea base de comparación, (Tabla 4.5 Reporte del estudio de IV en muros) que en este caso corresponde al sistema de muros utilizado actualmente que es “muros de block“, cabe aclarar que se evaluarán los muros de block ya terminados, incluyendo zarpeo y pintura.

Es muy importante definir estas características ya que servirán como referencia para determinar las características esperadas del nuevo sistema.

ETAPA III. ANÁLISIS

Definición de las condiciones presentes y las condiciones esperadas

El equipo definió las condiciones (funciones, características ventajas) brindadas por el sistema de muros de block; al mismo tiempo definió las condiciones que espera proporcione el sistema que lo remplace, estas condiciones se indicaron en verbo y sustantivo como recomendación de la metodología y para su mejor comprensión. La información recabada se concentra en la (Tabla 4.6 Reporte del estudio de IV en muros).

ETAPA IV. CREACIÓN

Alternativas que satisfacen las condiciones esperadas

El equipo propuso una serie de alternativas para reemplazar el sistema de muros de block, las cuales serán evaluadas en las etapas posteriores de aplicación de la metodología, (Tabla 4.7 Reporte del estudio de IV en muros).

Las alternativas elegidas por interés de los integrantes del equipo y directivos de la empresa inmobiliaria fueron el Sistema de Muros Contec y el sistema de muros canadiense Royal Building System.

Para recabar información útil se tomó como base de estudio el muro terminado, refiriéndose a terminado a la combinación de muro, zarpeo interior y exterior y pintura; esto con la finalidad de llevar a cabo la evaluación bajo las mismas condiciones.

Se obtuvo información de cada una de estas propuestas las cuales se concentraron en un formato de ficha técnica (Tabla 4.7.1 Fichas técnicas, reporte del estudio de IV en muros), la cual incluye características importantes de cada una de las alternativas como son costo, rendimiento, vida útil, mantenimiento, transporte, montaje, características del proveedor, características especiales del producto entre otras.

Elaborar tabla de costos

Se elaboró una tabla de costos (Tabla 4.8 Reporte del estudio de IV, en muros), en la cual se concentraron los costos referentes al sistema de muro terminado de block, así como los costos de muros terminados con tecnología contec y muro terminado RBS; también en esta tabla se incluyen los rendimientos de cada una de las tecnologías. El rendimiento se consideró para una cuadrilla de 1 oficial + 1 ayudante.

Los costos y rendimientos del muro terminado de block fueron proporcionados por el departamento de presupuestación de conprocasa, de la misma forma los costos y rendimientos de contec y RBS fueron obtenidos mediante consulta con los proveedores, los datos deben verse únicamente a manera de ejemplificación, ya que su costo esta considerado a precio actual y el rendimiento varía según las condiciones bajo as cuales se ejecuten los trabajos.

ETAPA V. EVALUACIÓN

Justificación de la escala de evaluación.

Se elaboró una tabla para la justificación de la escala de calificaciones que recibirán cada uno de los criterios correspondientes a cada una de las alternativas. (Tabla 4.9 Reporte del estudio de IV, en muros).

Cada criterio debe cumplir con ciertos requerimientos los cuales fueron determinados por el equipo de trabajo en la etapa de preparación.

La calificación mínima corresponde al desempeño del sistema de muros utilizado actualmente, y las calificaciones siguientes se asignarán a medida que se cumplan más de los requisitos definidos previamente. A medida que se cumplen estos requisitos, adquiere más valor la propuesta elegida, ya que el máximo valor lo obtendrá aquella que cumpla con la mayor parte de los requisitos esperados por la empresa inmobiliaria.

Ponderación de los criterios de evaluación

Para determinar el nivel de importancia de cada criterio se utilizó la matriz de ponderación, propuesta en la metodología de valor. (Tabla 4.10 Reporte del estudio de IV en muros).

Quedando de la siguiente manera, Costo con 33.3%, Tiempo con 26.7%, Calidad con 6.7%, Mano de Obra con 20%, Requerimientos especiales con 10% y Proveedor con 3.3% respectivamente.

La ponderación de los criterios utilizando esta herramienta resulta muy útil y sencilla además de que constituye un medio para la justificación de la asignación de cada porcentaje, de esta manera la asignación del porcentaje de cada criterio puede ser justificado al momento de presentar el resultado del estudio de valor, con el objetivo de implementar de la propuesta de mayor valor.

Evaluación de alternativas

Una vez teniendo ya definidos el porcentaje para la ponderación de cada uno de los criterios de evaluación, así como la justificación de escalas, se prosiguió con la evaluación de cada una de las alternativas de innovación para el sistema de muros, así como la evaluación del sistema utilizado actualmente.

La matriz de evaluación de criterios (Tabla 4.11 Reporte del estudio de IV en muros), muestra las calificaciones obtenidas por cada una de las alternativas en cada uno de los criterios.

La suma total de calificaciones de cada una de las etapas se utilizará para elaborar la tabla de desempeño de cada una de las alternativas en la siguiente etapa del estudio.

ETAPA VI. DESARROLLO

Desarrollar la solución viable del estudio

Como resultado de la evaluación de las alternativas se realizó un concentrado de las calificaciones obtenidas por cada una de las alternativas (Tabla 4.12 Reporte del estudio de IV en muros), el cual servirá de mucha ayuda para determinar la acción a seguir una vez conocido el resultado de la evaluación.

En este caso en particular las calificaciones obtenidas muestran que el Muro de block obtuvo una calificación de 256, mientras que CONTEC y RBS obtuvieron 290 y 220 respectivamente, con esta información se calculó el porcentaje de mejora, el cual indica que el elegir alguna de estas alternativas nos acarrea un 13% de mejora empleando el sistema contec y del -14% utilizando RBS. De la misma forma se calculó el índice de valor de cada una de las alternativas, obteniéndose un 21.12 para los muros de block, un 22.38 para contec y un 3.80 para RBS, el objetivo es maximizar el índice de valor.

De acuerdo a los resultados arrojados por la evaluación se elige como alternativa para innovación del sistema muros de la inmobiliaria, la tecnología CONTEC, debido que es la que mejor se ajusta a los requerimientos establecidos en las etapas iniciales del estudio y en consecuencia proporciona el mayor valor.

PRESENTACIÓN

Una vez realizado el estudio se llevó a cabo la presentación de los resultados obtenidos a los directivos de la inmobiliaria.

Para la presentación de los resultados del estudio, se realizó un reporte del estudio de ingeniería de valor, en muros (Apéndice B, Reporte del Estudio de IV) el cual muestra de manera detallada y sencilla, las actividades desarrolladas para la evaluación de las

tecnologías de edificación propuestas; dicho reporte resulta de mucha utilidad como ya que sirve de respaldo para la justificación en la toma de decisiones al querer implementar una nueva tecnología de edificación.

IMPLEMENTACIÓN

Debido a las limitaciones de tiempo en la realización de este trabajo de investigación no fue posible llevar a cabo la implementación de la alternativa elegida, la cual queda únicamente como propuesta de innovación para la inmobiliaria.

Los resultados arrojados por el estudio son muy útiles ya que proporcionan una base fundamentada para la toma de decisiones al querer innovar algún proceso constructivo mediante la mejora de alguna tecnología de edificación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el trabajo de investigación presentado se encontró que muchas de las empresas inmobiliarias en nuestro país, desarrollan sus procesos auxiliándose de procedimientos constructivos tradicionales y la utilización de tecnologías de prefabricación alternas no es el común denominador de la mayoría de los proyectos de construcción.

Se tiene la cultura de que todos los trabajos deben ser fabricados, montados y ensamblados en obra, ya que esto lo relacionan con una mayor calidad de trabajo terminado, cuando no necesariamente es así; lo mismo con el factor costo, el realizar los trabajos en el sitio les brinda una sensación de control del proceso y por ende del costo de los mismos.

En buena parte se debe a que México es un país rico en recursos naturales y humanos, se cuenta con los insumos necesarios para realizar productos en obra; y con un mano de obra barata, comparada con el costo de mano de obra en otros países; incluso se relaciona la utilización de tecnologías tradicionales con la vida útil que tendrá la construcción.

Al ejecutar los proyectos con tecnologías de edificación tradicionales se presentan muchos problemas entre los cuales se pueden mencionar tiempos de ejecución de

los trabajos mayores, la calidad del trabajo terminado esta en función de la persona que realiza el proyecto, los niveles de productividad alcanzados son bajos.

En países europeos, asiáticos y Estados Unidos, diversos factores como la falta de recursos, situaciones sociales, guerras, situaciones de desastre, entre otras; han propiciado el uso de otras alternativas en materiales, procedimientos constructivos tecnologías de edificación innovadoras.

Al aplicar la metodología propuesta en una empresa inmobiliaria en Monterrey, se demostró su utilidad para la realización de evaluaciones de distintas alternativas en tecnologías.

Para la aplicación de la metodología se tomó como objeto de estudio el sistema muros, se estudiaron las tecnologías en muros Contec y RBS, encontrándose como propuesta de mayor valor para innovar el sistema de muros de block utilizado actualmente, la correspondiente al sistema Contec. Se puede concluir que esta propuesta es la que mejor se ajusta a los requerimientos de la empresa en cuanto a costo, calidad, tiempo de ejecución, tipo de mano de obra utilizada, requerimientos especiales y características del proveedor.

Durante la aplicación de la metodología se encontró muy útil el realizar el estudio por un equipo de trabajo, ya que de esta manera se tiene la participación de los diferentes involucrados en el proyecto.

De la misma forma se demuestra la utilidad de la Matriz para la ponderación de los distintos criterios de evaluación, con la cual se determinan los porcentajes a cada uno de los criterios de acuerdo a la importancia que le asignen los integrantes del equipo.

El estudio de Ingeniería de Valor demuestra así, ser una herramienta efectiva para realizar la evaluación de distintas alternativas tecnológicas, proporcionando como resultado un reporte técnico de dicha evaluación el cual justifica la toma de

decisiones, al elegir alguna de las alternativas e innovar los procesos constructivos actuales que desarrolla la inmobiliaria.

De la misma forma se recomienda que no se vea a la construcción industrializada como un sustituto de los métodos tradicionales, sino como un complemento para lograr un incremento en la productividad y ofrecer soluciones alternativas de acuerdo a las necesidades de los proyectos.

Al innovar los procedimientos constructivos dentro de la empresa, se contribuye con una cultura de mejora continua; lo cual sitúa a las organizaciones en la nueva era de innovación tecnológica.

RESUMEN

La industria de la construcción en México se caracteriza por la utilización de técnicas y procedimientos artesanales para ejecutar los proyectos de construcción. Uno de los giros de la industria de la construcción que se ha iniciado en la aplicación de alternativas en tecnologías de edificación innovadoras para resolver sus proyectos, es la industria inmobiliaria.

El elegir que alternativa de edificación utilizar para sustituir las tecnologías tradicionales, constituye un gran esfuerzo por parte del responsable de la toma de decisiones, ya que al decidir sustituir alguna de las tecnologías actuales por una prefabricada se comprometen diversos factores como son costo, tiempo y calidad de los trabajos.

La metodología desarrollada en este trabajo de investigación, llamada Estudio de Ingeniería de Valor constituye una herramienta útil para los directivos o encargados de la evaluación de las alternativas y la toma de decisiones, al elegir cual de las tecnologías de edificación existentes en el mercado se ajusta mejor a los requerimientos y recursos con que se cuenta. Este estudio se basa principalmente en los conceptos de valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Elías S. Value Engineering, a Powerful Productivity Tool. Computers Industrial Engineering, 1998, Vol. 35, Nos. 3-4, 381-393.

- [2] Jergeas George F., Cooke Vernon G. Value engineering during the project execution phase. AACE International Transactions. Morgantown: 1997. pg. 322,6p

- [3] CMD GROUP, BIMSA CMDG S.A. DE C.V.

- [4] Miles Lawrence D., Techniques of Value Analysis and Engineering, 2nd, Editorial Mac-Graw Hill, 1972.

- [5] Kermode, G., Sivaloganathan, S., Shahin, T. Value analysis, the technique: state of the art and future directions. Proc. Instn. Mech. Engrs., 2000, Vol. 214, Part B, 301-312

- [6] Ahuett, H. (2001). El diagrama FAST orientado al Cliente o a la Tarea.

- [7] Larry W. Zimmerman, P.E., Glen D. Hart, Value Engineering, a practical approach for owners, designers and contractors, Van Nostrand Reinhold, New York, 1-31. 1982

- [8] J. Fernández Ordóñez, Prefabricación, teoría y crítica.

- [9] T. Koncz (1973) "Manual de la construcción prefabricada". Hermann Blume.

- [10] Carrillo C. Gloria L, et al 2005. Definición del Estudio de Ingeniería de Valor.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO Value Engineering Technical Committee. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.wsdot.wa.gov/eesc/design/aashtove/>
- Adams G., Hays T: The value of time, Save International Conference Proceedings, 1999.
- California Department of Transportation. Value Analysis Team Guide, Third Edition, 2003.
- Casas prefabricadas. Obtenido en Noviembre 2004 en la World Wide Web: <http://www.galeon.com/casasprefabricadas/reportage.htm>
- Correa Barraza Lorena. Ingeniería de valor: Un nuevo método de Análisis que permite ahorrar dinero sin afectar la calidad de la obra, el caso de la torre del BankBoston, de Cesar Pelli. Maestría en productividad. Universidad Autónoma del Noroeste, CD. Acuña Coahuila, Enero 2001.
- Del. L. Younker Value Engineering, Analysis and Methodology.
- Douglas N. Mitten: Benefits of value engineering criteria studies. ACCE International Transactions. Morgantown 1997. pg. 331, 2 pgs.
- Farid Fam Manssur: Perceptions and reality of value engineering. AACE International Transactions; 1999.

-
- García Rodríguez, Salvador. Apuntes de la clase de Tecnologías de la Edificación. Clase de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Nuevo León. México. 2004.
 - Guajardo Meléndez, Tomas de Jesús. Análisis comparativo de las metodologías de Análisis de Valor y Value Improvement, como Apoyo para la Reducción de Costos de la Rastra 225 de Industrias John Deere. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Nuevo León. México. 2003
 - Hunter George and Stewart Robert: Moving Beyond the Cost Savings Paradigm – The Evaluation and Measurement of Project Performance, AASHTO Value Engineering Conference Proceedings, 2001.
 - Is there value in value engineering? Obtenido en Febrero 2005 en la World Wide Web: <http://www.denvercsi.com/articles/valuengineerart.html>
 - Jergeas George F., Vernon G Cooke: Value engineering during the project execution phase. AACE International Transactions. Morgantown: 1997. pg. 322, 6 pgs.
 - Kardos G. Carleton University, Ottawa Canadá (1993). FAST FOR SYSTEMATIC DESIGN. Obtenido en Enero 2005 en la World Wide Web: <http://www.carleton.ca/~gkardos/88403/FAST/FAST5.html>.
 - Keith Borkenhagen: Value engineering. Public Roads. Washington: Sept/Oct 1999. Vol. 63, Iss. 2; pg. 39, 5 pgs.
 - Kumaran, Reginald and Nee: Environmental life cycle cost analysis of products. Environmental Management and Health, Vol. 12 No.3 2001, pp 260-276. MCB University Press.

-
- Miles Lawrence D. Techniques of Value Analysis and Engineering 2nd Edition, McGraw Hill, New York, 1972.
 - Miles L. D. How to cut costs with Value Analysis, American Machinist, Julio, 1949.
 - Morales Pérez, María del Carmen Guadalupe. ¿Qué es la ingeniería del valor? Obtenido en Enero 2005 en la World Wide Web: <http://www.imt.mx/cgi-bin/pubs/pubs?nt=1>
 - Sadi Assaf, Osama Jannadi y Ahmed Al-Tamimi. Computerized System for Application of Value Engineering Methodology. 1998.
 - Sistemas de Prefabricación. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.tallera.com.ar/C2/BloquesTematicos/Introduccion/#grado>
 - Sistema de Prefabricación BI-STEEL. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.bi-steel.com/s/bisteel/index.asp>
 - Sistema de Prefabricación CGSA. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: http://www.cgsa.com.ar/swiss_fotos.htm
 - Sistema de Prefabricación COLOMBIT. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.colombit.com.co>
 - Sistema de Prefabricación DRYWALL, DUROCK. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: http://www.adieladelombana.com.co/drywall_durock.htm
 - Sistema de Prefabricación LOSARYD. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.losaryd.com/default.html>

-
- Sistema de Prefabricación PANEL MG. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.panelmg.com.mx/caracteristicas.htm>

 - Sistema de Prefabricación ROYAL BUILDING SYSTEM. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.royalgroupmexico.com.mx/rbs.htm>

 - Sistema de Prefabricación SWISSPEARL. Obtenido en Septiembre 2005 en la World Wide Web: <http://www.swisspearl-architecture.com/>

 - Sperling, Roger B. (1993). The PDQs of FAST: SIMPLIFYING FUNCTIONAL ANALISIS FOR CONSTRUCTION VALUE STUDIES. Obtenido en Junio 2005 en la World Wide Web: <http://www.value-eng.or/pdf-docs/confernce-proceedings/1993/9307.pdf>

 - Stewart, Robert B: The integration of the performance measures process into value studies. Portland Oregon. 2001.

 - Taylor, Keith. ALE. How to improve performance and reduce costs through value engineering. Obtenido en Junio Octubre 2004 en la World Wide Web: <http://www.ale.com/Pages/valpap1.htm>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **CONFORTABILIDAD**

Proporciona aislamiento térmico y comportamiento acústico.

- **CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA**

Es el proceso de edificación que usa un alto grado de prefabricación en la confección de unidades o componentes para acelerar el montaje y la ejecución de un edificio.

- **CONTROL DE OBRA**

Se refiere a conocer previamente la cantidad de piezas que serán utilizadas en obra.

- **DURACIÓN**

Vida útil de los elementos constructivos y del sistema como tal.

- **ECONOMÍA**

Reducción de los costos de mano de obra, al tener rendimientos de ejecución altos.

- **ESTUDIO DE VALOR**

Método cualitativo y cuantitativo que se ocupa del análisis de las características de un producto, auxiliándose de una metodología de valor previamente establecida.

- **FACILIDAD DE EJECUCIÓN**

puede ser instalado por personal que haya tenido una ligera capacitación previa, la cual puede ser impartida directamente en la obra.

- **FLEXIBILIDAD**

Sus elementos se ajustan a cualquier necesidad del cliente y del proyecto

- **INDUSTRIALIZACIÓN**

Es un aspecto de los procesos de manufactura que por el uso de técnicas de producción en masa, resulta en un incremento en la eficiencia de la productividad y la calidad del producto. Estos resultados dan la creación de productos nuevos y diferentes o nuevos medios de producción de productos similares al original.

- **LIGERO**

Se refiere al peso muerto de la construcción el cual es provocado, por el peso de cada uno de los elementos. Y a las ventajas que se tienen en la reducción de maniobras de acarreo y fácil transportación.

- **MODULACIÓN**

Capacidad de integración de los elementos a cualquier proyecto. Una correcta modulación ayuda enormemente en la eliminación de desperdicios.

- **PREFABRICACIÓN**

Es la acción de producir en una fábrica o en el sitio, elementos capaces de constituir partes de una obra.

- **PREHABILITACIÓN**

Se refiere a la posibilidad de habilitar algunas partes de la obra cuando se trata de construcciones de gran tamaño.

- **RAPIDEZ**

Se refiere a la velocidad de ejecución alcanzada en obra.

- **RENTABILIDAD**

Se obtiene por la cantidad de metros cuadrados útiles por área construida, esto debido al espesor de los elementos con que se trabaje.

- **SEGURIDAD**

Comportamiento óptimo ante cargas muertas, vivas y accidentales.

- **SISTEMA**

Un sistema es una combinación de medios (como personas, materiales, equipos, software, instalaciones, datos...), integrados de forma tal que puedan desarrollar una determinada función en respuesta a una necesidad concreta.

- **SISTEMA CONSTRUCTIVO.**

Es un conjunto de actividades realizadas en orden cronológico por medio del cual se llevan a cabo las diferentes etapas que forman parte de un proyecto.

- **VERSATILIDAD**

Se adapta a los requerimientos de la obra y puede instalarse tanto con un procedimiento totalmente manual o mecanizado.

APÉNDICE A

ENTREVISTAS



CAMPUS MONTERREY

Fecha:

Se está desarrollando una tesis de la maestría en ciencias con especialidad en Ingeniería y Administración de la Construcción, la cual busca demostrar la utilidad en la aplicación de una metodología desarrollada para la evaluación de tecnologías de edificación, como herramienta para la gestión de innovación en empresas inmobiliarias. Esta entrevista está dirigida a aquellas personas que participarán activamente en la aplicación de dicha metodología. Gracias por su cooperación.

Datos del Entrevistado:

Nombre: _____
Departamento: _____
Puesto: _____
Teléfono: _____
e-mail: _____

Datos del proyecto en que se aplicará la metodología:

Nombre: _____
Tipo: _____
Ubicación: _____

La información requerida se divide en dos partes, la primera relacionada con las características de la tecnología de edificación que se utiliza actualmente en determinado proyecto, y la segunda en la que se indican las características o beneficios que se espera traiga consigo la aplicación de alguna tecnología en particular.

**PARTE I.
ESTADO ACTUAL**

1. ¿Por qué está interesado en innovar sus procesos utilizando algún tipo tecnología de edificación?

2. ¿Cuál de los sistemas constructivos que utiliza actualmente le gustaría cambiar?

3. ¿Qué sistema utiliza actualmente?

4. ¿Algún sistema que haya en el mercado y que le interese que se evalúe?

5. Alguna norma o especificación que haya que cumplir:

6. ¿Qué beneficios o que funciones realiza la tecnología de edificación utilizada **actualmente?** (indicarlas en **verbo y sustantivo**). Ejemplo: Resistir las cargas.

_____	_____
_____	_____
_____	_____

7. ¿Qué beneficios espera que le brinde el utilizar esta nueva tecnología de edificación? (indicarlas en **verbo y sustantivo**). Ejemplo: mejorar, proveer, minimizar.

_____	_____
_____	_____
_____	_____

**PARTE II.
REQUERIMIENTOS DEL CONSTRUCTOR.**

Entiéndase por requerimientos las características, cualidades o ventajas que espera le proporcione la implementación de la nueva tecnología de edificación.

8. Costo Directo máximo que está dispuesto a invertir, (costo directo: incluye material, mano de obra, herramienta y equipo).

9. Costo de mantenimiento máximo que está dispuesto a invertir.

10. Rendimiento diario esperado en la utilización de la nueva tecnología de edificación. Indicar tipo de cuadrilla.

11. Durabilidad esperada de la nueva tecnología (años, meses, usos, según tecnología de que se trate).

12. Tipo de mano de obra necesaria para su instalación (indicar especializada, o no especializada).

13. Tiene alguna preferencia por la ubicación del proveedor. En caso afirmativo Indicar ubicación.

14. ¿Le interesa que el proveedor le brinde asesoría técnica para la aplicación de la nueva tecnología de edificación?

15. ¿Requiere alguna forma de entrega especial del producto?

16. ¿Alguna requerimiento especial que quisiera agregar?

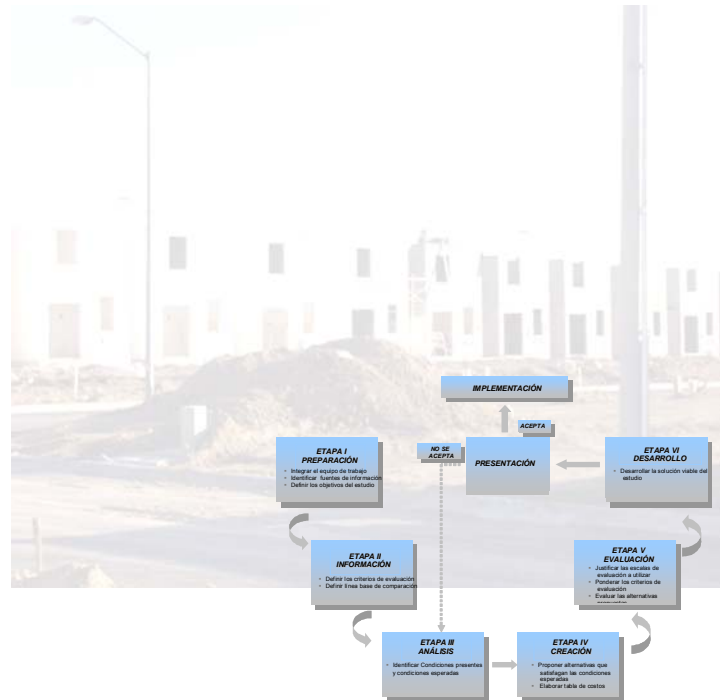
Algún comentario que quisiera agregar:

Gracias por su colaboración.

APÉNDICE B

REPORTE DEL ESTUDIO DE INGENIERIA DE VALOR

REPORTE DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA DE VALOR COMO PROPUESTA DE INNOVACIÓN EN EL SISTEMA MUROS



CONTENIDO

DESCRIPCIÓN GENERAL

OBJETIVO

JUSTIFICACIÓN

REPORTE FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL

1. ETAPA I. PREPARACIÓN

1.1 Equipo de trabajo

1.2 Fuentes de información

1.3 Objetivos del Estudio

2. ETAPA II. INFORMACIÓN

2.1 Criterios de Evaluación y requerimientos especiales

2.2 Línea base de comparación

3. ETAPA III. ANÁLISIS

3.1 Identificación de las condiciones presentes y condiciones esperadas

4. ETAPA IV. CREACIÓN

4.1 Alternativas que satisfagan las condiciones esperadas

4.1.1 Fichas técnicas de alternativas

4.3 Tablas de costos

5. ETAPA V. EVALUACIÓN

5.1 Justificación de la Escala de calificación

5.2 Ponderación de los criterios de evaluación

5.3 Evaluación de alternativas

6. ETAPA VI. DESARROLLO

6.1 Desempeño de cada una de las alternativas

a) Ventajas y desventajas de las alternativas

RESULTADO DEL ESTUDIO

CONCLUSIONES



DESCRIPCIÓN GENERAL.

Nombre del proyecto: Fraccionamiento Arboledas de Santa Rosa
Empresa: Conprocasa, S.A. de C.V.
Sistema a evaluar: Muro terminado (incluye muro, zarpeo y pintura)

Sistema utilizado actualmente:

Muros de block

OBJETIVO:

Innovar el sistema de muros de block aplicando la metodología propuesta para realizar el Estudio de Ingeniería de valor.

JUSTIFICACIÓN:

Se pretende evaluar distintas opciones de tecnologías de edificación para la mejora del sistema muros.

Se tomará como base del estudio los muros terminados para evaluar las alternativas bajo las mismas condiciones.



REPORTE FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL.



Construcción de Muros de block en vivienda (planta baja)



Construcción de muros de block en vivienda (planta alta)



Apariencia de la vivienda aplicado el zarpeo exterior en muros.



ETAPA I. PREPARACIÓN

1.1 EQUIPO DE TRABAJO

A continuación se muestra la conformación del equipo de trabajo que se encargó de realizar el Estudio de Valor

EQUIPO DE TRABAJO			ESTUDIO DE IV
Nombre	Puesto	Teléfono	e-mail
Ing. Javier Treviño Garza	Director de Construcción	(81) -- -- -- --	abcdefg@conprocasa.com
Ing. Edgar Mendoza	Residente de Obra y presupuestación	(81) -- -- -- --	abcdefg@conprocasa.com
Ing. Gloria Carrillo	Guía para la aplicación de la metodología	(81) -- -- -- --	abcdefg@itesm.mx

Tabla 4.1 Conformación del equipo de trabajo

1.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes de información utilizadas para llevar a cabo el estudio y necesarias para la justificación de la toma de decisiones:

FUENTES DE INFORMACIÓN		ESTUDIO DE IV
Tipo de información	Fuente	ETAPA I. PREPARACIÓN
Datos del proyecto	Departamento de Construcción	
Costos y rendimientos del sistema actual	Encargado de presupuestación	
Alternativas en tecnologías de edif. en muros	Proveedores	
Criterios de Evaluación	Lluvia de ideas entre el equipo de trabajo	
Planos del Proyecto	Departamento de Proyectos	

Tabla 4.2 Fuentes de información para realizar el estudio de IV



1.3 Objetivos del Estudio.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO	
Elemento o sistema que se quiere innovar	Sistema muros en vivienda de 55 m2
¿Para qué se quiere innovar?	Para la mejora del proceso constructivo
Beneficios que se espera tener:	Incrementar el rendimiento en instalación. Reducir Costos. Mejorar la limpieza en la obra. Aumentar la producción de vivienda Mejorar la termicidad en la vivienda

Tabla 4.3 Objetivos del estudio.



ETAPA II. INFORMACIÓN

2.1 Criterios de Evaluación

Criterios de evaluación y requerimientos para cada uno de los criterios, bajo los cuales se llevó a cabo el estudio.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	REQUERIMIENTOS ESPECIALES		
CRITERIO DE EVALUACIÓN	REQUERIMIENTO	OBSERVACIONES	
COSTO			
Costo Máximo (C.D. \$/m2)	500/m2	Costo Directo de muro terminado (muro, zarpeo y pintura) incluye: Material, Mano de Obra, Herramienta y Equipo.	
Costo de Mantenimiento	que no requiera mantenimiento	Costo adicional por mantenimiento	
TIEMPO			
Rendimiento en instalación	18 m2/jor	Rendimiento para una cuadrilla de 1 oficial + 1 ayudante	
CALIDAD			
Termicidad, apariencia y limpieza en obra	Que sea térmico, apariencia y limpieza en obra	La termicidad se medirá en función de la necesidad de aislamiento adicional, la apariencia en función de la necesidad de aplicar acabados y la limpieza en función de los desperdicios generados	
MANO DE OBRA			
M.O. Especializada	Que no requiera de M.O. especializada para su instalación	Tipo de mano de obra necesaria para el uso de la tecnología de edificación propuesta	
REQUERIMIENTOS ESPECIALES			
Herramienta y equipo especial	Herramienta y equipo común	Herramienta y equipo necesario para el manejo del sistema	
Transporte	Puesto en obra y tiempo de entrega no mayor a 3 días después de la orden de compra	Transporte de fábrica a obra	
Montaje	Sin utilización de medios mecánicos		
PROVEEDOR			
Ubicación	En el área metropolitana de Monterrey		
Asesoría Técnica	Que brinde el servicio de asesoría en campo		
Formas de entrega	Paquete de material por vivienda	Forma de entrega del producto	

Tabla 4.4 Requerimientos especiales de cada criterio de evaluación



ETAPA II. INFORMACIÓN

2.2 Línea Base de Comparación

La línea base de comparación corresponde a muro terminado (incluye zarpeo y pintura)

PROYECTO: Fraccionamiento arboledas de Santa Rosa EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V. SISTEMA A EVALUAR: Muros	ESTUDIO DE IV ETAPA II. INFORMACIÓN
--	--

BASE DE COMPARACIÓN	
TECNOLOGÍA DE EDIFICACIÓN ACTUAL: Muros de Block	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Costo	C.D. =\$220.56, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario para su instalación.
Tiempo	Rendimiento = 11.45 m ² /jor, para una cuadrilla de 1 oficial + 1 ayudante
Calidad	Posee algunas características de termicidad, Requiere aplicar acabados para mejorar la apariencia, la limpieza en obra es baja ya que se producen muchos desperdicios
Mano de Obra	No requiere mano de obra especializada para su manejo e instalación.
Requerimientos especiales	No requiere herramienta y equipo especial para su instalación, el transporte es con vehículos comunes y para el montaje no se utilizan medios mecánicos
Proveedor	Blokasa Prefabricados

Fuente: Departamento de presupuestación CONPROCASA, S.A. de C.V.

Tabla 4.5 Línea base de comparación, correspondiente a la tecnología utilizada actualmente



3.1 Definición de las condiciones presentes y las condiciones esperadas.

PROYECTO: Fracc. Arboledas de sta. Rosa EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V. SISTEMA A EVALUAR: Muros		ESTUDIO DE IV ETAPA III. ANÁLISIS
Condiciones Actuales		
Formar	estructura de la vivienda	
Dividir	espacios	
Condiciones Esperadas		
Reducir	Costos	
Reducir	desperdicios	
Incrementar	rendimiento en instalación	
Mejorar	apariencia	
Brindar	Termicidad	

Tabla 4.6 Condiciones actuales y Condiciones esperadas



ETAPA IV. CREACIÓN

4.1 Alternativas que satisfacen las condiciones esperadas.

PROYETO: Fraccionamiento Arboledas de Santa Rosa EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V. SISTEMA A EVALUAR: Muros	ESTUDIO DE IV ETAPA IV. CREACIÓN
GENERACIÓN DE IDEAS	
Muros CONTEC	
Sistema RBS	

Tabla 4.7 Alternativas que satisfacen las funciones esperadas

4.1.1 Fichas Técnicas de las alternativas

Nota: La ficha técnica se desarrolló tomando como elemento de estudio el **muro terminado**.

Tomando como *muro terminado* a aquél que incluye muro de block, zarpeo interior y exterior y pintura.

Se tomó así para poder hacer la evaluación entre las alternativas bajo las mismas condiciones.



ETAPA IV. CREACIÓN

SISTEMA PROPUESTO: Royal Building System (RBS) para muros

PROVEEDOR : Royal Group México, S.A. de C.V.

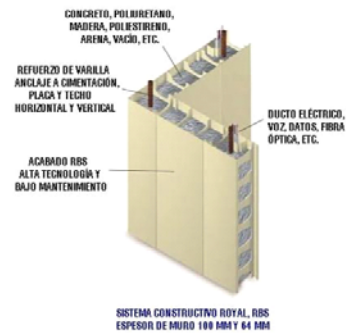
DESCRIPCIÓN

Piezas especiales de PVC (Polímero reforzado) que se ensamblan entre sí (sistema machiembreado) y que se rellena de concreto lo cual le confiere óptimas características en términos de fortaleza, apariencia, durabilidad, limpieza, alto coeficiente de aislamiento térmico y acústico.

FACTIBILIDAD

PESO (perfil de 64 mm)	8 kg/m ² + peso concreto
COSTO	\$1052.96/m ²
RENDIMIENTO	19 m ² /jor*
VIDA ÚTIL	50 años
MANTENIMIENTO	Mantenimiento despreciable
MANO DE OBRA	La Mano de Obra requiere ser capacitada para la utilización del sistema
TRANSPORTE	Vehículos motorizados dependiendo de la cantidad, camiones o trailers
MONTAJE	No requiere medios mecánicos especiales para su manejo y disposición

INFORMACION VISUAL



INSTALACIONES ESPECIALES:

No requiere de instalaciones especiales para su instalación

HERRAMIENTA Y EQUIPO ESPECIAL:

Se emplea la herramienta y equipo común

DATOS DEL PROVEEDOR

UBICACIÓN	Calle Adair L-6 M-4 Parque de la pequeña y mediana industria Altamira, Tamaulipas C.P. 89609, Tel. (833)260-20-10
ASESORÍA TÉCNICA	Proporciona entrenamiento y asesoría en campo para la recepción, el almacenamiento y la construcción.
FORMA DE ENTREGA	Se entrega en obra, y el flete va por cuenta del cliente.

OBSERVACIONES

* Para una cuadrilla 1 oficial + 1 ayudante Se proporciona capacitación para la mano de obra sin costo adicional



ETAPA IV. CREACIÓN

SISTEMA PROPUESTO: Sistema de muros CONTEC	
PROVEEDOR : Contec Mexicana, S.A. de C.V.	
DESCRIPCION Sistema integral de construcción compuesto por blocks de concreto celular (ACC) fabricados con alta tecnología lo cual le provee importantes características y propiedades que se traducen en grandes beneficios.	
FACTIBILIDAD	INFORMACION VISUAL
PESO (block estándar 15 cm espesor + mortero adhesivo)	
COSTO (costo directo)	
RENDIMIENTO	
VIDA ÚTIL	
MANTENIMIENTO	
MANO DE OBRA	
TRANSPORTE	
MONTAJE	
INSTALACIONES ESPECIALES: No requiere de instalaciones especiales para su instalación	
HERRAMIENTA Y EQUIPO ESPECIAL: El kit de herramienta incluye una cuchara Contec del mismo ancho del block a instalar, un martillo de goma y nivel de mano	
DATOS DEL PROVEEDOR	
UBICACIÓN	
ASESORÍA TÉCNICA	
FORMA DE ENTREGA	
OBSERVACIONES * Colocación de muro de 0 a 3 mts y para una cuadrilla de 1 oficial + 1 ayudante	
	



4.2 Tablas de Costos

PROYECTO: Fraccionamiento arboledas de Santa Rosa
 EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V.
 SISTEMA A EVALUAR: Muros

ESTUDIO IV
 ETAPA IV
 CREACIÓN

TABLA DE ANÁLISIS DE COSTOS

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.D.	IMPORTE	REND/DIA	DIAS
C1	Muro de block de concreto de 15 cm asentado con mortero cem-arena, acabado a mezcla cortada.	m2	115	\$220.56	\$ 25,364	11.45	10.04
C2	Muro contec de 15x20x62 cm asentado con adhesivo contec.	m2	115	\$406.99	\$ 46,804	6.2	18.55
C3	Sistema RBS	m2	115	\$1,052.96	\$ 121,090	19	6.087

* El Costo Directo incluye Material, Mano de obra, Herramienta y equipo.
 El rendimiento se tomó para una cuadrilla de 1 oficial + 1 ayudante

Tabla 4.8 Tabla para el análisis de costos



ETAPA V. EVALUACIÓN

5.1 Justificación de la Escala de calificación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	ESCALA	UNIDAD DE MEDIDA/CUANTIFICACIÓN
Costo	Se refiere al costo directo por m2 de muro (incluye: Material, M.O., Herramienta y equipo)	4	$c \leq \$500/m^2$
		3	$\$501/m^2 \leq c \leq \$600/m^2$
		2	$\$601/m^2 \leq c \leq \$700/m^2$
		1	$c \geq \$701/m^2$
Tiempo	Se refiere al Rendimiento que se obtiene en la instalación de la tecnología de edificación de muros propuesta	4	$rend \geq 18 \text{ m}^2/\text{jor}$
		3	$16 \text{ m}^2/\text{jor} < rend \leq 14 \text{ m}^2/\text{jor}$
		2	$13 \text{ m}^2/\text{jor} \leq rend \leq 11.46 \text{ m}^2/\text{jor}$
		1	$rend \leq 11.45 \text{ m}^2/\text{jor}$
Calidad	Se refiere a las características de térmicidad, apariencia y limpieza en obra	4	Es térmico, no requiere acabados para mejorar apariencia y no produce desperdicios.
		3	Es térmico y cumple otro de los requerimientos
		2	No quiere acabados para mejorar apariencia y cumple otro de los requerimientos
		1	cumple con uno de los 3 requerimientos
Mano de Obra	Se refiere al tipo de M.O. que se requiere para instalar la nueva tecnología, ya sea especializada o no.	4	No requiere capacitación el personal existente
		3	Curso de 5 hrs o menos a personal existente.
		2	Curso de mas de 5 hrs a personal existente.
		1	Se necesita contratar M.O. especializada.
Requerimientos especiales	Se refiere a la herramienta y equipo especial, al transporte y el montaje necesario para el manejo e instalación de las propuestas de nueva tecnología	4	Herramienta y equipo común, sin utilización de medios mecánicos y puesto en obra en un lapso no mayor a 3 días después de la orden de compra
		3	Herramienta y equipo común, sin utilización de medios mecánicos y puesto en obra
		2	Herramienta y equipo común y sin utilización de medios mecánicos
		1	Herramienta y equipo especial para la instalación
Proveedor	Se refiere a aspectos como la ubicación, asesoría técnica y formas de entrega del producto	4	Brinda algún beneficio extra, además de estar ubicado en el área metropolitana de Mty, brinda asesoría técnica en campo y entrega el producto por paquete de vivienda
		3	Ubicado en el área metropolitana de Mty, brinda asesoría técnica en campo y entrega el producto por paquete de vivienda
		2	Ubicado en el área metropolitana de Mty y brinda asesoría técnica en campo
		1	Proporciona asesoría técnica en campo

Tabla 4.9 Tabla de justificación de escalas de calificación



ETAPA V. EVALUACIÓN

5.2 Ponderación de los criterios de evaluación

PROYECTO: Fraccionamiento Arboledas de Santa Rosa EMPRESA: CONPROCASA, S.A. DE C.V. SISTEMA A EVALUAR: Muros	ESTUDIO DE IV ETAPA V. EVALUACIÓN
--	--------------------------------------

Criterios de Evaluación		
ID	Descripción	Comentarios
A	Costo	Criterios de evaluación definidos en la etapa de preparación
B	Tiempo	
C	Calidad	
D	Mano de Obra	
E	Requerimientos especiales	
F	Proveedor	

Matriz de Criterios							
						Total	% del Total
A	A	A	A	A	A	5.0	33.3%
	B	C	B	B	B	3.0	20.0%
		C	C	C	C	4.0	26.7%
			D	D	D	2.0	13.3%
				E	E/F	0.5	3.3%
					F	0.5	3.3%
Total						15.0	100.0%

- A = A es de mayor importancia
- A/B = A y B son de igual importancia

Comentarios
 La determinación de los niveles de importancia, fue definido por los integrantes del equipo de valor.

4.10 Matriz de Ponderación de los criterios de evaluación



ETAPA V. EVALUACIÓN

5.3 Evaluación de alternativas

PROYECTO: Fraccionamiento arboledas de Santa Rosa EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V. SISTEMA A EVALUAR: Muros	ESTUDIO IV ETAPA V EVALUACIÓN
--	----------------------------------

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS							
CRITERIO DE EVALUACIÓN	%	CONCEPTO	CALIFICACIÓN				TOTAL
			1	2	3	4	
Costo	33.3	Muros de Block				4	133.20
		CONTEC				4	133.20
		RBS	1				33.30
Tiempo	20.0	Muros de Block	1				20.00
		CONTEC	1				20.00
		RBS				4	80.00
Calidad	26.7	Muros de Block	1				26.70
		CONTEC				3	80.10
		RBS		2			53.40
Mano de Obra	13.3	Muros de Block				4	53.20
		CONTEC				3	39.90
		RBS				3	39.90
Requerimientos especiales	3.3	Muros de Block				4	13.20
		CONTEC	1				3.30
		RBS				3	9.90
Proveedor	3.3	Muros de Block				3	9.90
		CONTEC				4	13.20
		RBS	1				3.30

Tabla 4.11 Matriz de evaluación de criterios



6.1 Desempeño de cada una de las alternativas

Alternativa	Total	% de Mejora	Costo Total en miles(55 m2)	Indice de valor (T/C)	% de Mejora del índice de valor
Muros de block	256		12.13	21.12	
CONTEC	290	13%	22.38	12.94	-38.72%
RBS	220	-14%	57.91	3.80	-82.03%

4.12 Desempeño de cada una de las alternativas

a) Ventajas y desventajas

Alternativa	DESEMPEÑO	% Mejora	ventajas	desventajas
CONTEC	290	13%	<ul style="list-style-type: none"> * Rapidez en la construcción * Control de desperdicios * Menor consumo de morteros * Mínimos acabados y limpieza en obra * Aislamiento térmico y acústico 	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor costo * Especialización de la M.O. para instalarlo
RBS	220	-14%	<ul style="list-style-type: none"> * Reducción del tiempo hasta en un 75% comparado con el sistema tradicional de block * Mayores espacios interiores * Reducción de retrabajos * Menor limpieza * Disminución del robo hormiga * Rapidez en construcción * Simplifica el control de obra 	<ul style="list-style-type: none"> * Poca termicidad, debido a que los muros son rellenos de concreto



RESULTADO DEL ESTUDIO

De acuerdo a los resultados de la evaluación reflejados en la tabla 4.12 y 4.13, y considerando las ventajas y desventajas que presentan cada una de las alternativas, la alternativa elegida es:

Muros CONTEC

PROYECTO: Fraccionamiento arboledas de santa rosa		ESTUDIO IV	
EMPRESA: CONPROCASA, S.A. de C.V.		ETAPA VI.	
SISTEMA A EVALUAR: Muros		DESARROLLO	
MEDIDA DE DESEMPEÑO			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	DESEMPEÑO	TECNOLOGÍA ACTUAL	ALTERNATIVA PROPUESTA
COSTO.	Calificación	4	4
	%	33.30%	33.30%
	Calificación parcial	1.332	1.332
TIEMPO	Calificación	1	1
	%	20.00%	20.00%
	Calificación parcial	0.2	0.2
CALIDAD	Calificación	1	3
	%	26.70%	26.70%
	Calificación parcial	0.267	0.801
MANO DE OBRA	Calificación	4	3
	%	13.30%	13.30%
	Calificación parcial	0.532	0.399
REQUERIMIENTOS ESPECIALES	Calificación	4	1
	%	3.30%	3.30%
	Calificación parcial	0.132	0.033
PROVEEDOR	Calificación	3	4
	%	3.30%	3.30%
	Calificación parcial	0.099	0.132
Calificación total		2.562	2.897
% Mejora			13%

Tabla 4.13 Desempeño de la alternativa elegida



CONCLUSIONES:

- La propuesta de innovación arrojada por el estudio de valor es reemplazar el sistema de muros actual, por los muros contec.
- El estudio de valor se basó en los requerimientos establecidos por los directivos de la inmobiliaria y los integrantes del equipo de valor y fueron establecidos en función de los beneficios esperados al innovar el sistema de muros actual.
- El resultado proporcionado por el estudio es válido únicamente para este caso de aplicación particular y bajo los requerimientos establecidos por los integrantes del equipo de trabajo.



APÉNDICE C

TECNOLOGÍAS DE EDIFICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

<p>SISTEMA: PANEL W</p> <p>CARACTERÍSTICAS: Paneles de poliuretano fabricados con la tecnología más avanzada, los cuales no contienen clorofluocarbonos componentes que dañan irreversiblemente al planeta.</p>		
<p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Vivienda Integral · Muros de carga, divisorios · Losas de entrepiso, azotea · Cubiertas · Fachadas · Faldones · Arcos · Cúpulas · Escaleras · Marquesinas 	<p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Versatilidad · Facilidad de ejecución. · Rapidez · Capacidad estructural · Poco peso · Modulación · Seguridad · Confortalidad · Economía · Rentabilidad 	<p>DESVENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Paredes muy delgadas y poco acústicas · Dificultad para colgar cuadros o estantes pesados.

<p>SISTEMA LOSARYD</p> <p>CARACTERÍSTICAS: Sistema integral de sección mixta conformado por vigueta de acero y vobedilla de políestireno.</p>		
<p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Edificios habitación · Edificios de Oficinas · Losas de entrepiso · Azoteas · Casas · Bodegas · Escuelas · Hospitales · Hoteles 	<p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ligero · Rápido · Económico · Resistente · Aislamiento térmico y acústico 	<p>DESVENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Colocación cuidadosa de la cimbra

PANEL DE ACERO LAMINADO		
<p>CARACTERÍSTICAS: Tecnología de construcción, hecha a base de paneles de acero galvanizado laminado de 45" (1.15m) de ancho y altura variable hasta 40 pies (12 m.), de 3" a 6" de espesor, aislados en su parte central con una placa de poliestireno.</p>		
  		
USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> · Oficinas · Torres de Supervisión. · Muros divisorios · Habitaciones estériles · Cuartos de refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> · Versatilidad · Flexibilidad. · Economía · Poco peso · Modulación · Confortalidad · Resistencia al fuego · Control de sonido y temperatura · Tiempos menores de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> · No es apta para exteriores · Diseños arquitectónicos poco flexibles · No se utiliza en vivienda residencial · Economía · Poco peso · Modulación · Confortalidad

SISTEMA MG		
<p>CARACTERÍSTICAS: El sistema se basa en la utilización de paneles con dimensiones de 1.22 X 2.44 mts y un peralte de 5 y 7.6 cms (2" y 3") formado por una estructura tridimensional de alambre de acero cal. 14 y alma de poliestireno expandido.</p>		
   		
USOS	VENTAJAS	
<ul style="list-style-type: none"> · Edificios y Viviendas · Muros de carga · Losas de entrepiso · Detalles arquitectónicos · Azoteas · Perfiles y faldones 	<ul style="list-style-type: none"> · Ligero · Rápido · Posibilidad de corte en cualquier ángulo · Aislamiento térmico y acústico · No requiere equipos especiales para su colocación · Versatil · Aislante · Económico 	

SISTEMA DRYWALL		
<p>CARACTERÍSTICAS: Es un sistema constructivo liviano con el que se pueden realizar instalaciones completamente en seco y de forma rápida, utilizando láminas importadas USG de Yeso Sheetrock y láminas de cemento Durock.</p>		
USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> · Fachada · Muros exteriores · Muros húmedos · Cielos rasos · Detalles exteriores · Tapas de ductos · Recubrimientos 	<ul style="list-style-type: none"> · Ligero · Rápido · Resistente a la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> · Requiere de M.O. especializada

SISTEMA: BI-STEEL PANELS		
<p>CARACTERÍSTICAS: Consta de dos paneles de acero sostenidos entre sí a través de conectores transversales, con los cuales se forman grandes módulos que son rellenos con concreto.</p>		
USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> · Edificios de oficinas · Almacenes de explosivos · Cuarteles · Barreras para el control de tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> · Construcción modular · Ahorro en espacios al crearse estructuras más delgadas · Resistente a las explosiones 	<ul style="list-style-type: none"> · No disponible en México

SISTEMA: LOSACERO		
<p>CARACTERÍSTICAS: Lámina corrugada de acero galvanizado estructural, perfilada para que se produzca un efectivo ajuste mecánico con el concreto.</p>		
USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> · Entrepisos para edificaciones · Ampliaciones · Mesanines · Puentes · Estacionamientos · Techos para viviendas unifamiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> · Larga vida útil · Se elimina el uso de puntales en la mayoría de los proyectos. · Instalación rápida y limpia. 	<ul style="list-style-type: none"> · Se utiliza para grandes claros.

PLACAS DE FIBROCEMENTO SUPERBOARD		
CARACTERÍSTICAS: Placa de fibrocemento de origen sílico-calcáreo fraguada mediante proceso en autoclave (alta presión y alta temperatura).		
USOS	VENTAJAS	
<ul style="list-style-type: none"> · Paredes · Cielos Rasos · Bases para techos · Fachadas · Entrepisos 	<ul style="list-style-type: none"> · Liviana · Resistencia al impacto · Resistente a la humedad · Dimensionalmente estable · Versatilidad en el diseño · Fácil modulación · Rapidez en el montaje 	<ul style="list-style-type: none"> · ·

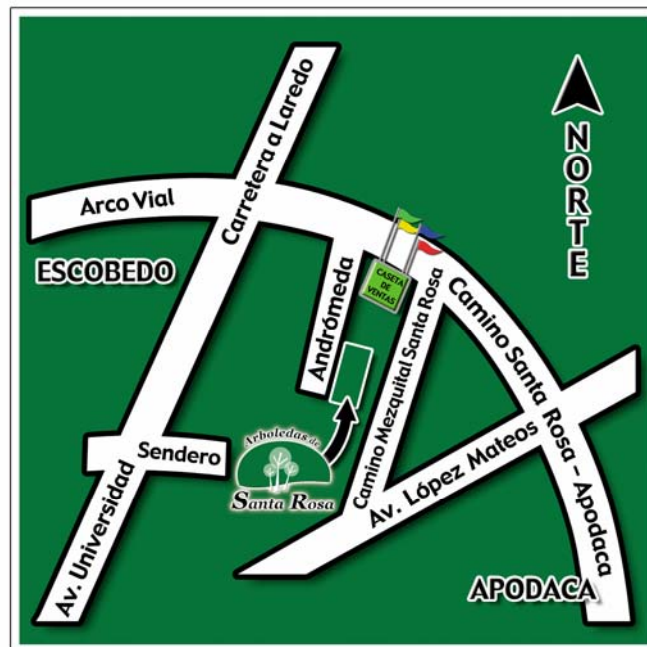
PLACA DE YESO GYPLAC		
CARACTERÍSTICAS: Son placas de yeso que se utilizan para la construcción de paredes tipo drywall. Están formadas por un núcleo de roca de yeso bihidratado ($\text{Ca SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), cuyas caras están revestidas con papel de celulosa especial altamente resistente.		
USOS	VENTAJAS	
<ul style="list-style-type: none"> · Paredes · Cielos rasos · · · 	<ul style="list-style-type: none"> · Liviana · Fácil de cortar y manipular · Incombustible · Dimensionalmente estable e incombustible · Resistente a la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> · Su uso se limita a interiores · ·

<p>SISTEMA: ROYAL BUILDING</p>		
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <p>Sistema constructivo industrializado compuesto con piezas especiales hechas a base de un polímero reforzado que se ensamblan entre sí (machi-hembrado) y que se rellenan de concreto. El sistema se encuentra disponible en piezas de 64mm y 100mm.</p>		
<p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Aulas · Clínicas · Naves industriales · Vivienda · Ventanas 	<p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Eficiente · Limpio · Resistente a la corrosión · Se limpia fácilmente · Costo competitivo 	<p>DESVENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Se tiene que realizar una buena modulación, ya que el sistema se fabrica sobrepedido.

<p>SISTEMA: SWISS PEARL</p>		
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <p>Sistema de fachada ventilada de fibrocemento, para arquitectura de calidad y alto nivel. Paneles suizos prefabricados para fachadas de arquitectura de alto nivel. Cuentan con acabado de color, listos para ser utilizados en tecnología de fachadas, diseñados especialmente para ser colocados a la intemperie con un confiable sistema de fachada ventilado.</p>		
<p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Fachadas 	<p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · No requiere recubrimientos · Permite libertad en el diseño · Aislamiento · Resistencia a las condiciones severas del clima · Resistente a la eflorescencia · No inflamable · Instalación eficiente 	<p>DESVENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> · Requiere de M.O especializada para su instalación · Requiere de tratamiento antigraffiti

APÉNDICE D

UBICACIÓN FRACCIONAMIENTO



Ubicación Fraccionamiento Arboledas de Santa Rosa