

01146

5

2ej

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**APLICACION DE LA INGENIERIA DEL VALOR AL  
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA  
DE INTERES SOCIAL**

**P R E S E N T A :**  
**VIRGINIA ADRIANA MAGAÑA ESPARZA**

**T E S I S**  
PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
**MAESTRO EN INGENIERIA**  
**(CONSTRUCCION)**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**M.C. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS**

**CIUDAD UNIVERSITARIA**

**MEXICO D.F.**

**DICIEMBRE 1995**

**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ***DEDICATORIA***

**A DIOS**

**A Rita, Nora, Consuelo, Francisco y Paco**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al M.C. Esteban Figueroa Palacios, por el tiempo y dedicación invertidos en la dirección de esta tesis.**

**Al Dr. Ricardo González Alcorta, por todo lo que han significado su amistad y apoyo para concretar este trabajo.**

**A la D.E.P.F.I.**

**A mis amigos y compañeros**

**A mis profesores**

# **APLICACION DE LA INGENIERÍA DEL VALOR AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

## **CONTENIDO**

### **1. INGENIERÍA DEL VALOR**

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Metodología

### **2. EL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

- 2.1. Características de la vivienda de interés social
- 2.2. Restricciones
- 2.3. Métodos constructivos
- 2.4. Entorno Social (preferencias)

### **3. ESTUDIO DE INGENIERÍA DEL VALOR APLICADA AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

- 3.1. Antecedentes
- 3.2. Ingeniería del Valor aplicada al Diseño Arquitectónico de la Vivienda de Interés Social
  - 3.2.1. Fase de Selección
  - 3.2.2. Fase de Información
  - 3.2.3. Fase de Especulación
  - 3.2.4. Fase de Análisis
  - 3.2.5. Fase de Desarrollo
- 3.3. Ingeniería del Valor aplicada a la Construcción de la Vivienda de Interés Social
  - 3.3.1. Fase de Selección
  - 3.3.2. Fase de Información
  - 3.3.3. Fase de Especulación
  - 3.3.4. Fase de Análisis
  - 3.3.5. Fase de Desarrollo
- 3.4. Recomendaciones

### **4. CONCLUSIONES**

# CAPÍTULO 1

## INGENIERÍA DEL VALOR

### 1.1. Antecedentes.

En el pasado, los esfuerzos por mejorar los procedimientos de trabajo tenían como enfoque la reducción de costos por medio de la eliminación de acciones innecesarias en el trabajo. En contraste con esta concepción tradicional, la Ingeniería del Valor observa un aspecto anterior y trata de eliminar funciones que son innecesarias o irrelevantes para lo que el cliente realmente quiere. En el análisis de un producto, la Ingeniería del Valor busca las funciones innecesarias, redundantes o excesivas. Si tales funciones pueden ser eliminadas, y obtener un ahorro en mano de obra y materiales, el costo total del producto puede ser reducido.

La preocupación principal de los diseños es producir un proyecto de construcción basándose en las normas y códigos practicados, que desempeñen las funciones pedidas por el propietario y esbozadas por un breve diseño. La filosofía de la Ingeniería del Valor es tomar este diseño y revisar el sistema desde el punto de vista del valor para el propietario. Introduce un análisis sistemático que identifica la función de los diversos elementos de un proyecto y busca satisfacer esta función al costo total más bajo sin disminuir el rendimiento; el costo total se integra con los siguientes conceptos:

**1) Costos Iniciales:** terreno, diseño, construcción, honorarios, control de calidad, pruebas o ensayos, supervisión de avances, comisiones o contrataciones, contratación y capacitación del personal de mantenimiento y operación cuando sea necesario; los anteriores son costos de capital y se consideran como gastos que hacen sólo una vez y al comienzo de la vida del proyecto.

**2) Costos de Operación:** supervisión, mano de obra, materiales, herramientas y accesorios; gastos generales de administración.

**3) Costos de Mantenimiento:** contrato de mantenimiento anual, mantenimiento preventivo, reparaciones y salarios.

**4) Costos de Salvamento o Rescate:** en muchos casos durante el análisis del costeo del ciclo de vida, deben considerarse los costos de reinstalación, disposición o rescate.

**5) Costos de Alteración o Reemplazo:** los costos de alteración se relacionan al cambio de función en el espacio originalmente asignado. El costo de reemplazo es el que puede ocurrir en el futuro para mantener la función original del servicio o elemento.

**6) Costos Asociados:** se refieren a otros costos identificables y que aparecen asociados a la decisión de incluir servicios o componentes no cubiertos inicialmente.

**7) Costos Financieros:** originados normalmente para pagar el financiamiento del capital utilizado para ejecutar el proyecto.

La Ingeniería del Valor tuvo sus orígenes durante la Segunda Guerra Mundial cuando comenzaron a escasear los recursos básicos, originando esto, cambios en los métodos, materiales y diseños tradicionales. Muchos de estos cambios trajeron consigo resultados superiores a los obtenidos anteriormente y con un costo más bajo. Lawrence Miles desarrolló un sistema de técnicas a las que llamó análisis de valor, comienza a adoptar e implementar este programa analizado para la industria. Esta técnica fue adoptada rápidamente por muchas otras compañías y oficinas gubernamentales. En la industria de la construcción, el concepto fue introducido en 1963 por Alphonse J. Dell' Isola, al ser incluidas cláusulas en los contratos de construcción del Departamento de Defensa que ofrecía incentivos con el fin de que el constructor utilizara la Ingeniería del Valor.

El cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos siguió con el programa en 1965. Algunas versiones comentan que en el desarrollo de este programa se introdujo el cambio de nombre de Ingeniería del Valor a Análisis del Valor. La Sociedad Americana de Ingeniería del Valor fue iniciada en Washington D.C. el día 22 de octubre de 1959, la cual organiza una conferencia cada año desde 1963 y tiene organizaciones afiliadas en Inglaterra, Escocia, Canadá y otros países. La Sociedad publica mensualmente un boletín titulado "Save Communicattions".

A principio de la década de los setenta se presentó un incremento en la aplicación de la Ingeniería del Valor, con la introducción en el Servicio Público de Construcciones (1972) de los Estados Unidos que exigía su aplicación dentro de sus proyectos. En otros países, los japoneses introdujeron la ingeniería del valor en 1970, a través del auspicio del Instituto de negocios de Administración de Tokio. Actualmente se está practicando la Ingeniería del Valor orientada a la Construcción en Japón, India, Sudáfrica, Inglaterra, Francia, Suiza y Alemania.

En el sector privado, el uso de la Ingeniería del Valor en las compañías del sector comunicaciones de los Estados Unidos fue adoptado en 1972, posteriormente otras firmas privadas fueron introduciendo el concepto a sus proyectos de construcción incluyendo a la

Canadá Bell System, Dravo, Morrison Kundsén, B.F. Goodrich, Ciba-Geigy, Union Carbide, entre otras. En México la Sociedad de Ingeniería Económica y de Costos tiene la intención de realizar un Seminario sobre la Ingeniería del Valor en la construcción, con apoyo de la SAVE (Sociedad Americana de Ingeniería del Valor), teniendo como objetivo lograr que los participantes obtengan la licencia de Ingeniero del Valor. En Latinoamérica como técnica formal, no existen antecedentes de haber utilizado la Ingeniería del Valor en la ejecución de proyectos por parte de empresas locales.

### ***Terminología y definición***

#### ***Terminología.***

Tres términos son generalmente usados para designar el proceso de estudio del valor:

- \* Análisis del valor
- \* Ingeniería del valor
- \* Administración del valor

Estos aplican técnicas semejantes para el estudio del valor y son sinónimos entre sí; además, el término más comúnmente utilizado es el de Ingeniería del Valor.

Algunos autores asocian el término de Ingeniería del Valor al estudio del valor de un proyecto en su fase de iniciación (diseño arquitectónico, ingeniería, etc.). Análisis del Valor al estudio del valor de algo que ha sido diseñado, como el que se usa en el proceso de la construcción; y el término Administración del Valor al estudio del valor en las dos etapas anteriores. Esto crea algunas dificultades, ya que implica al parecer que hay una diferencia en las técnicas o en las forma en las cuales ellas son aplicadas durante las diferentes fases del programa, y contrastan con el hecho de que las técnicas de estudio del valor son en su naturaleza semejantes, y pueden ser aplicadas en igual forma. Anteriormente al exponer el concepto de Ingeniería del Valor, se notó que visualizando a la Industria de la Construcción como un sistema.

#### ***Definición.***

En 1962, la Asociación de Industrias Electrónicas y el Comité de Ingeniería del Valor de los Estados Unidos decidió la siguiente definición:

**Ingeniería del Valor es la aplicación sistemática de reconocidas técnicas de las cuales:**

- 1) Identifican la función de un producto o servicio
- 2) Establecen el valor para la función y,
- 3) Procuran suministrar ésta función a un costo total más bajo sin degradar la calidad del producto o elemento estudiado.

Alphonse J. Dell' Isola sugiere: la Ingeniería del Valor aplica la creatividad enfocada a optimar el costo y/o función de las instalaciones o sistemas. a través de una metodología de investigación, los gastos innecesarios son evitados, resultando en una mejora del valor y economía del proyecto. La Ingeniería del Valor propuesta, está encaminada a analizar estas funciones. esto implica la eliminación o modificación de los elementos que aumentan los costos. Dentro de los costos son considerados los desembolsos o gastos relacionados con el diseño, construcción, mantenimiento, operación, reemplazo, etc.

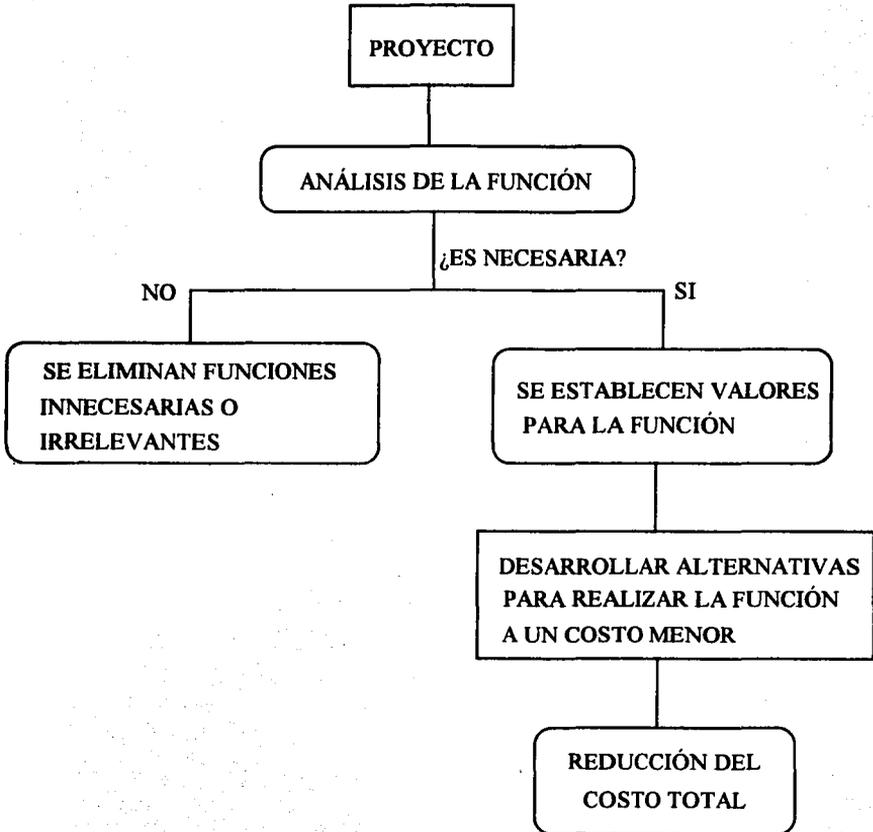
La siguiente definición es la que mejor puede describir el contexto en estudio:

Ingeniería del Valor es una aplicación consciente y sistemática de una serie de técnicas que identifican las funciones necesarias, establecen valores para estas funciones y desarrollan alternativas para realizarlas a un costo menor.

## **1.2.- Metodología.**

Al identificar la función de un proyecto las investigaciones van más allá del mecanismo de un componente de ingeniería para observar las necesidades como un todo. En esencia ignora los detalles específicos del diseño y examina el propósito de las instrucciones. Una vez determinada la función, se puede asignar un valor a esta función comparándola con los elementos u operaciones semejantes cuyo costo se conoce de antemano o que se obtiene de otras partes, aun en otros tipos de construcción. Finalmente, se lleva a cabo un estudio exhaustivo para llevar la función al costo más bajo. Se aplica la técnica a sistemas específicos dentro del proyecto, y se puede realizar el análisis de la Ingeniería del Valor (VE) en diferentes niveles del sistema, como se muestra en la figura 1: primero en el nivel sistema, luego en el del subsistema y finalmente al nivel de componente del proyecto. El objetivo es obtener un valor máximo no sólo del proyecto sino de todas sus partes.

# INGENIERÍA DEL VALOR



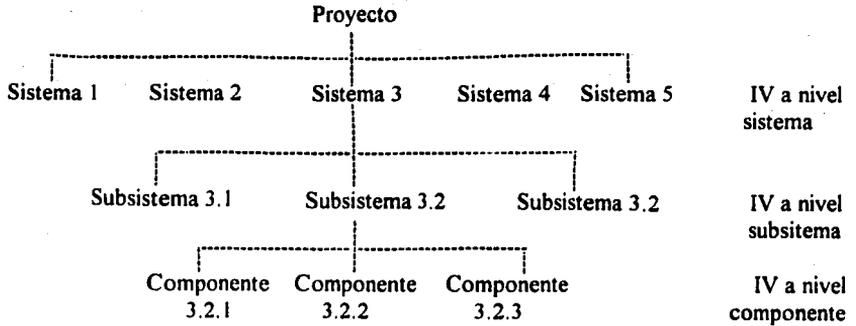
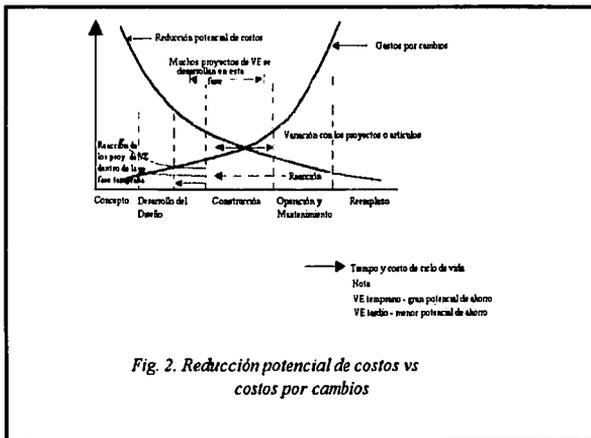


Figura 1. Análisis de Ingeniería del Valor en un sistema o proyecto

La Ingeniería del Valor no es un medio para reemplazar o ignorar otras técnicas de reducción de costo establecidas desde hace mucho tiempo. Si bien tales técnicas analizan el costo de un elemento y luego examinan las formas de reducir el del recurso (mano de obra, materiales, equipo) para la construcción del elemento, la Ingeniería del Valor examina la necesidad y uso de este elemento dentro del contexto del proyecto global. La figura 2 representa una gráfica de reducción de costos potenciales contra costos por cambios. Las curvas indican que los ahorros potenciales se decrementan drásticamente después de que VE es aplicada durante la fase de planeación.



En la terminología de Ingeniería del Valor, valor indica un valor económico que se expresa en las siguientes tres formas:

1. **Valor de costo.** Esta es la suma necesaria para producir un elemento. Al determinar esto, se atribuye un valor en pesos como medio de comparación de algún otro concepto.
2. **Valor estético.** Debido al efecto en el medio ambiente y en la duración de los proyectos de construcción, es de primordial importancia equilibrar las prioridades. En muchos casos hay materiales o componentes menos costosos que aquellos escogidos por el diseñador, pero debido a la apariencia o al prestigio se desean más los elementos costosos. Para este propósito se asigna un valor en pesos al valor estético con el fin de facilitar el análisis. Puede ser necesario decidir cuál es la prima de gastos que se va a asignar a la apariencia estética de un elemento con el objeto de lograr la aceptación del proyecto en el medio ambiente.
3. **Valor del uso.** Aquí se debe establecer el uso final de un elemento del proyecto y asignarle un valor. En un extremo, sin algo no tiene ningún uso, no tiene valor y se descarta, en el otro, la inclusión de un elemento en un proyecto puede ser muy importante para su operación. Sin embargo, algunos elementos de un proyecto tienen gran valor de uso y poco costo, en tanto que otros tienen un costo mayor y poco valor de uso. En Ingeniería del Valor se consideran una o todas las normas de valor anteriores y se obtiene un valor máximo cuando se logra una función esencial a un costo mínimo aceptado.

**Valor.** Para el cliente el valor no solo significa funcionalidad; el cliente también quiere quedar satisfecho con los costos. La palabra "valor" en Ingeniería del Valor de este caso se refiere a la relación entre estos dos aspectos:

$$\text{Valor} = \text{función} / \text{costo}$$

El propósito de mejorar procedimientos es para incrementar el valor en el sentido de la función dividida por el costo. Por consiguiente, el valor puede ser elevado por alguno de estos dos modos: (1) disminuyendo el costo o (2) mejorando la funcionalidad. Un estudio de ingeniería del valor debe examinar ambas posibilidades.

**Análisis de costos.** Ahora las construcciones, componentes, o procedimientos que se tienen planteados deben ser partidos como de elementos individuales distinguiendo los costos de materiales, costos de personal, costos de subcontratación, costos de equipamiento, y otros

factores de costo calculados para cada elemento. Estos costos podrán ser distribuidos en las diversas funciones para ver qué costos arroja cada función.

**Evaluación del costo de cada función.** Este trabajo comienza comparando las funciones y su clasificación por orden de importancia. Las clasificaciones podrán ser cuantificadas para encontrar que tanto contribuye cada función para el costo total. Una vez encontrado el costo de las funciones en el paso anterior, estas pueden ser comparadas con el costo total para obtener un índice de valores.

$$\text{Índice de Valor} = \text{valor} / \text{costo total}$$

Los elementos que representan gastos elevados, o que han demostrado en el pasado causar problemas debidos a dificultades en la entrega, instalación o mantenimiento, deben ser abordados primero. Cuando se selecciona un elemento para un estudio de Ingeniería del Valor es útil considerar lo siguiente: el potencial de ahorro en el costo; el esfuerzo de Ingeniería del Valor estimado que se requiere para estudiar el elemento; el tiempo probable y el costo de implantación si se altera el elemento; y a la probabilidad de aceptación de los cambios posibles propuestos. La Ingeniería del Valor se considera como un aumento esencial al proceso industrial, y a la ingeniería de productos, pero no ha sido totalmente aceptada en la ingeniería civil o de construcción.

La perfección del diseño no resulta en la primera vez. Por tanto, una revisión hecha por el ingeniero del valor de un proyecto diseñado sólo sirve para mejorar el sistema o eliminar defectos.

La aplicación de la Ingeniería del Valor en el diseño reside en gran medida en el conocimiento actualizado de las nuevas tecnologías e ideas y en la habilidad de aplicar estas tecnologías e ideas a los problemas inmediatos del diseño mediante el proceso de pensamiento creativo. Este pensamiento creativo es la esencia de la Ingeniería del Valor en el diseño. Una técnica utilizada para estimular el pensamiento creativo es la "tormenta de ideas".

La "tormenta de ideas", que ayuda a generar ideas que aportan soluciones alternativas a un problema, deben de realizarse sin obstáculos, y por esta razón las sugerencias espontáneas de cada miembro del equipo se aceptan inicialmente sin juzgar. Más adelante se analizan todas las sugerencias, se reducen y refinan para presentar la nueva solución mejorada que da mayor valor.

La Ingeniería del Valor tiene un enfoque sistemático para estimar el valor formando un marco de trabajo en el cual se desarrollan lógicamente las ideas; este marco de trabajo constituye el plan. Las fases del plan son las siguientes:

### **Fase 1. Selección.**

En esta fase se identifican todas las áreas posibles de investigación, (consultar formato 1). Aquellas que tienen ahorros potenciales se establecen sobre las siguientes bases:

- Razón costo/valor, resaltando el desperdicio posible.
- Costo a rendimiento sobre el valor de ingeniería en tiempo de inversión.
- Tiempo requerido para investigar o analizar.
- Tiempo y posibilidad de implantar los resultados potenciales.

Selecciónense los elementos de la ingeniería del proyecto a ser estudiados y manéjese la estrategia como sigue:

- Nómbrese al equipo.
- Asígnense los recursos.
- Fijense metas.
- Fijense puntos de control.

### **Fase 2. Información.**

El primer paso de esta fase es identificar los diversos sistemas del proyecto y sus componentes y ordenarlos por prioridad basándose en su potencial ahorro en el costo. A continuación se dirige el esfuerzo de ingeniería de valor al elemento que tiene el potencial de ahorro o de costo más alto. Se establecen las funciones esenciales usando un nombre y un verbo que ayudan a hacer ciertas preguntas pertinentes: ¿qué es?, ¿qué hace?, ¿cuánto cuesta? y ¿cuál es su precio? (por comparación con otros artículos o con el proyecto o sistema como en todos).

*Análisis de las funciones.* Se puede definir la función como aquello que hace que un elemento trabaje o se venda. La palabra "trabajo" se relaciona directamente al valor de uso y la palabra "vender" se relaciona al valor de prestigio (estético). El análisis de la función es el

elemento clave en el estudio de la Ingeniería del Valor y comienza con el listado de los componentes del elemento y las funciones a ser ejecutadas por estos. Una clara y concisa descripción de esas funciones debe ser generada y se debe clasificar cada función como básica o primaria, o secundaria. Para facilitar el análisis de la función; la función de algún elemento es definida literalmente por dos palabras: *un verbo y un sustantivo*. El análisis de la función obliga a pensar en por qué un elemento es necesario. Un sustantivo mensurable junto con un verbo suministra una descripción de la función, lo cual establece un estado cuantitativo. Las funciones que contienen un verbo y un sustantivo no mensurable son clasificadas como funciones de venta. ellas establecen estados cualitativos.

Las ventajas de utilizar un verbo y un sustantivo son:

- a) Obliga a ser conciso en el estudio de la función. Si no se puede definir la función en dos palabras; se puede decir que no se tiene suficiente información o no hay un entendimiento del problema.
- b) Evita combinar diferentes funciones, asegurando que solo una función puede ser definida todo el tiempo.
- c) Facilita la distinción entre la función básica y secundaria, ayudando a identificar cada función en la forma más específica posible.

Algunos verbos y sustantivos típicos, que pueden ser usados para definir la función se listan a continuación:

**Verbos:** absorber, soportar, bombear, cambiar, modificar, estructurar, diseñar, desarrollar, controlar, evitar, disminuir, aumentar, conjugar, asegurar, alojar, evitar, contener, mover, producir, conducir, aislar, identificar, mejorar, filtrar, asesorar, transportar, etc.

**Sustantivos mensurables:** contaminación, corriente, peso, carga, energía, fuente, flujo, energía, usuario, persona, sonido, vibración, movimiento, oxidación, agua, flujo, fuerza, protección, ambiente, ruido, etc.

**Sustantivos no mensurables (estéticos):** Apariencia, belleza, conveniencia, seguridad, figura, forma, efecto, prestigio, elegancia, simetría, comodidad, estilo, etc.

Después de ser recolectada la información, se pueden determinar las funciones básicas (primarias) y secundarias del sistema, elemento o componentes y relacionar esas funciones a costo y valor. Un diseño generalmente tiene componentes que incluyen funciones básicas y secundarias.

**La función básica**, es el objeto primario del diseño, es la función sin la cual el elemento perdería virtualmente todo su valor, es además primordial en la tarea final. Es en esta función en donde debe concentrarse el trabajo. Un elemento puede poseer más de una función básica.

**La función secundaria**, son funciones de soporte y usualmente resultan de una configuración particular del diseño. Generalmente hay más flexibilidad en la selección de alternativas para realizar la función secundaria, y de esta manera se amplía el alcance en la aplicación de la Ingeniería del Valor. Responde a la pregunta ¿Qué otra cosa puede hacer la función?. Para el objetivo del análisis de la función, muchas funciones secundarias pueden carecer de valor de uso. generalmente contribuyen poco a los costos, y pueden no ser esenciales en la ejecución de la función básica. Donde las funciones secundarias son esenciales para la ejecución de la función básica o son requeridas por especificación se le asignará un valor.

Si se revisaran los trabajos realizados con anterioridad podríamos darnos cuenta de que en muchos casos se podía suprimir un número sorprendente de actividades innecesarias. Una de las propuestas de la Ingeniería del Valor es eliminar precisamente estas actividades innecesarias para lograr la reducción de costos. Tres tipos de funciones innecesarias se describirán a continuación.

**Funciones excesivas.** Son aquellas que están por encima de el nivel de calidad requerido, por ejemplo:

- a) Partes diseñadas para innecesarias consideraciones de altos esfuerzos o durabilidad.
- b) Partes que tienen una vida útil mayor que el periodo de uso del elemento.
- c) Trabajos en acabados mayores a los esperados por el cliente.

**Funciones redundantes.** Las funciones redundantes no solo elevan los costos, sino que también pueden reflejarse en un decremento en la calidad de los trabajos realizados si uno asume que alguien más se encargará de ver que los trabajos serán realizados de la manera adecuada.

**Funciones innecesarias.** Algunas veces existen funciones que están integradas al programa de actividades o al artículo, pero que no siempre o nunca se usan; por ejemplo, algunas funciones matemáticas integradas a una calculadora, de la cual a veces sólo se requieren las

funciones básicas de adición, resta, multiplicación y división. Las funciones no usadas son dinero derrochado; es entonces necesario determinar cuales son las funciones que si serán requeridas y desechar aquellas que no serán utilizadas.

***Determinación del costo.*** La evaluación de la función separa los costos requeridos para la ejecución de la función básica de los costos requeridos para la ejecución de las funciones secundarias esenciales y no esenciales. Una vez que estos costos son identificados, es fácil reducir los costos de las funciones secundarias no esenciales y esto origina que el diseño sea más atractivo. La Ingeniería del Valor tenderá a eliminar o reducir muchas de las funciones secundarias como sea posible, y a disminuir los costos de la función básica.

***Valor de diseño o valor estándar de las funciones críticas.*** Un paso importante es el de determinar el valor de las funciones críticas o el valor de diseño. El valor puede ser establecido por costos históricos, o por comparación al utilizar costos recabados de elementos que ejecutan funciones similares. la determinación del valor puede aproximarse usando los costos mínimos de otros proyectos recientemente ejecutados. El precio es usado como un indicador del valor en la ejecución de una función en particular. No es necesario emplear extrema precisión en determinar estos costos ya que serán simplemente utilizados como base de comparación. No se le asigna valor a las funciones secundarias no esenciales.

***Cociente Costo/Valor.*** El paso final en la fase de información es determinar para la función el llamado Cociente de Costo/Valor, que consiste en la relación de la suma de los costos originales contemplados en el diseño para la ejecución del elemento y la suma del valor de diseño para ejecutar las funciones críticas. El cociente costo/valor suministra una indicación de la eficiencia del diseño o elemento. Como regla general, elementos con cocientes de costo/valor arriba de dos son candidatos para significativos ahorros, ya que indican costos altos y bajo valor. El aislar las áreas en estudio es de gran ayuda, ya que los elementos que contienen altos costos o valores bajos se pueden identificar fácilmente, (formato 2). Es importante comprender todos los aspectos de la función y los costos del elemento bajo consideración. Habiendo recolectado, considerado y comprendido toda la información pertinente sobre el tema, ahora es posible realizar una evaluación real funcional mediante el siguiente proceso:

1. Definase la función utilizando un nombre y un verbo, y determinense las funciones primaria y secundaria.
2. Determinese el costo del elemento, dividiéndolo entre las funciones primarias y secundarias.

**3. Determinése el valor o precio del elemento por comparación con otro artículo que tenga una función semejante o que sea de forma, tamaño o materiales análogos.**

Para estimar el valor es necesario examinar el elemento bajo consideración y hacerse las siguientes preguntas: ¿qué es?, ¿qué hace?, ¿cuánto cuesta?, ¿cuál es el valor de la función?, ¿qué otra cosa realiza la función?, ¿cuánto costará?. Cuando se hayan establecido y documentado totalmente las respuestas a estas preguntas, se pueden introducir los valores numéricos de las alternativas y llegar a la solución del mejor valor. Puede ser útil una evaluación adicional por comparación y se puede enfocar como sigue:

Comparar el elemento diseñado con un elemento típico que realiza una función semejante.

Comparar un elemento de apariencia física similar.

Comparar un elemento producido con propiedades análogas.

Comparar con un elemento que requiere de un proceso parecido para producirse.

Dividir en unidades funcionales lo suficientemente simples para comparar con los productos comerciales comunes que realicen funciones semejantes.

### **Fase 3. Especulación.**

Aquí se buscan alternativas para resultados obtenidos en la evaluación de la fase 2, haciéndose la pregunta, ¿qué otra cosa puede realizar el trabajo?, ver formato (3). Se eliminan las soluciones poco prácticas antes de pasar a la siguiente fase. Esta fase está diseñada para introducir nuevas ideas para ejecutar la función básica.

Sin embargo, es necesario comprender el problema completamente, para proponer soluciones o técnicas creativas, generar un número de ideas que puedan ser adoptadas para las alternativas de disminución de costos.

La creatividad como se usa en la Ingeniería del Valor implica la generación de una basta variedad de ideas, formato (4). Esto ayuda a optimizar la solución de un problema de valor, incrementando a probabilidad de que se seleccionará la mejor idea durante la fase de evaluación o en el plan de trabajo de Ingeniería del Valor. Una de las mejores maneras de usar la creatividad durante las varias fases del plan de trabajo es usando, como ya se mencionó, la "tormenta de ideas".

## **Técnica de "tormenta de ideas".**

El propósito de esta fase es la generación de numerosas alternativas para aportar elementos a la función o funciones básicas. Por lo general, una sesión es una junta enfocada a la resolución de problemas en donde la generación de ideas de cada participante es estimulada por los demás integrantes del grupo. El equipo consiste entre seis o cuatro personas de diferentes disciplinas. Se recomienda que esté formado por un ingeniero calificado en la disciplina bajo estudio y capacitado en las técnicas de Ingeniería del Valor, al menos dos personas de las partes responsables del diseño u operación del proyecto que se evalúa, un ingeniero de costos, y un ejecutivo que preferiblemente no esté especializado en el asunto. Cualquier combinación similar extraída de áreas diferentes de la compañía también será efectiva. Las personas estarán sentadas alrededor de una mesa redonda y espontáneamente generarán ideas. El objetivo es la generación del máximo número de ideas las cuales no deben ser criticadas

*La fase analítica busca:*

1. Evaluar, criticar y probar las alternativas generadas durante la etapa de especulación.
2. Estimar el valor monetario de cada alternativa.
3. Determinar las alternativas que ofrecen mayor potencial en cuanto ahorro.

### **Fase 4. Análisis.**

Manteniendo aún un enfoque creativo, las soluciones que resulten de la fase 3 habrán de realizarse desde dos puntos de vista ¿Cuánto cuesta el elemento alternativo? y, ¿desempeñará las funciones básicas requeridas?, (formato 6). Se comparan estrechamente las alternativas, ponderando las ventajas y desventajas, agrupando los costos en orden, y comparando con listas de comprobación para asegurarse de que cumple con todos los requisitos funcionales.

### **Evaluación ponderada.**

Después de seleccionar las alternativas sobre la base de los costos, es posible considerar otros elementos, a los cuales no se les puede asignar fácilmente valores en pesos (seguridad, durabilidad, estética, facilidad de venta, etc.).

El procedimiento para llevar a cabo la evaluación ponderada se requiere hacer de dos formas:

- a) Evaluación ponderada del criterio (por peso) y.
- b) Matriz de análisis.

### **Evaluación ponderada del criterio.**

El primer paso consiste en listar y asignar una letra al criterio que se considera de importancia para el proyecto o área en particular, en segundo lugar, los criterios son comparados uno contra otros y el más importante es determinado para proporcionarlo al proyecto. La comparación puede basarse en los costos, rendimiento, o alguna base subjetiva (estética). Un equipo multidisciplinario es normalmente requerido para seleccionar o evaluar objetivamente el criterio más importante.

Después de seleccionar el criterio más importante (identificado con la letra correspondiente), puede ser establecido su grado de importancia. el grado es clasificado como: 4 (mayor); 3 (media); 2 (menor); 1 (escasa). Cuando un grado de importancia no puede ser establecido entre dos criterios (punto muerto), los dos criterios deben ser indicados como equivalentes al usar en la matriz ambas letras, registrándose en la matriz y asignándole a cada criterio un punto.

El criterio establecido y su relativa importancia son determinados; estos son registrados dentro de la matriz con una ponderación apropiada de acuerdo a la importancia establecida para cada criterio. Para estandarizar el proceso por ponderación, la calificación en bruto es convertida a una escala de 0 a 10 y colocada debajo de columna peso (formato 6), 10 será el criterio que reciba la más alta calificación; si el criterio no tiene calificación y su impacto es mínimo, éste puede ser desvinculado del proceso. Después de haber sido utilizado el criterio por ponderación; el proceso puede ser revisado.

### **Análisis de la matriz.**

El análisis de la matriz está designado a tomar el criterio, expresar su peso, y a establecer un formato que sirva para evaluar varias alternativas al confrontarlas con los criterios. La calificación total obtenida por el criterio en la evaluación por ponderación (peso) ayuda a seleccionar la mejor alternativa; (consultar formato 8).

Los datos de entrada requeridos consisten en los diversos criterios establecidos con sus respectivos pesos obtenidos al efectuar la evaluación ponderada (formato 7), así como las

alternativas desarrolladas para su estudio. Después de introducir los datos de entrada, el camino a seguir es evaluar cada alternativa contra cada criterio y calificarla de acuerdo a los siguientes valores (formato 7): 5 (excelente); 4 (muy buena); 3 (buena); 2 (regular) y 1 (pobre).

El rango es seleccionado para tomar en consideración como en cada alternativa (propiedades y/o costos) se compara con el criterio. La calificación obtenida al confrontar la alternativa contra el criterio, es colocada en la parte media inferior del cuadro. El próximo paso consiste en multiplicar esta calificación por el peso de cada criterio y colocar el resultado en la parte media superior del cuadro. Estos resultados son totalizados para cada alternativa, seleccionándose la que obtenga la más alta calificación para su implantación consultar formato (8).

Las calificaciones asignadas varían de acuerdo al criterio de los individuos que realizan la evaluación y al momento en que estas son realizadas. Es importante que la selección y ponderación del criterio sea efectuada por personas que representen los intereses del dueño e incluyan el mayor número de disciplinas del proyecto.

Establece la probabilidad de una implantación exitosa de nuevas ideas que demostrará un indicador útil con respecto a la probabilidad de cual alternativa será la más confiable. Durante esta fase es recomendable utilizar los servicios de expertos en el objeto de estudio para que aconsejen en los aspectos técnicos y económicos de conclusiones del equipo de Ingeniería del Valor.

En resumen, en la fase de análisis las tareas principales son:

1. Evaluar
2. Refinar
3. Analizar costos
4. Formar una lista de alternativas en orden decreciente de soluciones potenciales de ahorro

## **Fase 5. Desarrollo.**

Habiendo establecido las mejores ideas generadas por el proceso de Ingeniería del Valor, ahora tienen que desarrollarse en soluciones prácticas. Esto se consigue haciéndose las siguientes preguntas:

- ¿Funcionará?
- ¿Satisfecerá todos los requisitos?
- ¿Quién tiene que autorizarlas?
- ¿Cuáles son los problemas en la implantación?
- ¿Cuáles son los costos?
- ¿Cuáles son los ahorros?

Un aspecto muy importante de la Ingeniería del Valor es vender las ideas desarrolladas. Entonces resulta ser muy conveniente tener una base firme registrando ahorros convincentes y traduciendo estos hechos a soluciones significativas de diseño. Es de lo más importante trabajar sobre detalles específicos y no sobre generalidades y mantener buenas relaciones humanas con todo el mundo implicado en el equipo de diseño.

#### **Fase 6. Presentación.**

Ahora se requiere una presentación formal, que debe ser hecha de forma altamente competente y profesional. Se presentará una proposición por escrito, seguida por una presentación verbal durante la cual se pueden usar figuras, transparencias y otros medios de comunicación efectiva. Esta presentación verbal habrá de ser breve y hasta donde sea conveniente mencionar el material de respaldo que está disponible sobre solicitud. Debe presentarse la situación antes y después de las alternativas al diseño junto con los costos asociados, resaltando las ventajas así como las desventajas; se explican las posibles áreas del problema. También debe darse reconocimiento a todos los contribuyentes y hacer solicitudes de aprobación para todas las alternativas de diseño sugeridas.

#### **Fase 7. Implantación.**

Esta fase es muy importante, ya que es en donde se aplican las soluciones alternativas de la ingeniería de valor al diseño global del proyecto.

#### **Fase 8. Seguimiento.**

Para asegurar la efectividad, se recomienda un procedimiento de seguimiento para informar sobre los éxitos o fracasos técnicos y del costo. Debe buscarse la retroalimentación de todo el

personal implicado en la incorporación de las recomendaciones de la ingeniería de valor, permitiendo que se validen o auditen los resultados del plan de Ingeniería del Valor.

Todas las fases del plan de trabajo son importantes, buen juicio, pensamientos creados y relaciones humanas. La falta de cualquiera de estas partes puede evitar el éxito del trabajo de la ingeniería de valor. La tabla 2 resume un plan de trabajo completo. se pueden diseñar planes de trabajo alternativos que se adapten a las situaciones individuales de diseño, pero la metodología básica permanece sin modificarse.

### **Ingeniería del Valor aplicada al mantenimiento.**

El lograr la función esencial al costo más bajo es importante en el mantenimiento, así como en otras esferas de la ingeniería. La medida exacta de los costos es uno de los requerimientos más importantes de un exitoso programa de ingeniería del valor. Muchas estimaciones de costos y registro de los mismos son usados en los convenios de la industria de la construcción desde el punto de vista del contratista.

El ciclo de vida de la obra puede extenderse por 20 o 50 años más; durante este periodo el costo de mantenimiento y servicio, incluido el costo de materiales como combustible, energía eléctrica o gas pueden representar costos excesivos. La ingeniería del Valor debe tomar en cuenta desde el punto de vista del dueño la inversión de capital para mantenimiento y futura operación; en el análisis final debemos tratar de encontrar todos los gastos extras adicionales.

Estos son algunos de los artículos que son importantes para analizar en los costos de ciclo de vida de un proyecto:

- Mantenimiento y costos de operación,
- Energía,
- Valor del dinero,
- Costos de seguro,
- Anticipación al crecimiento de las renta,
- Tendencias presentes y futuras de impuestos sobre la renta, créditos,
- Etc.

Para la resolución general de estos problemas, se dispone de algunas herramientas, mencionando como las más importantes las siguientes:

Análisis de costos actuales

Análisis de sensibilidad

Tasa de retorno

Valor presente

Los principios de Ingeniería de Valor se aplican sencillamente a los programas de mantenimiento y evolucionan por medio de un examen de los sistemas, equipos, servicios y suministros con el propósito de lograr las funciones esenciales al costo total más bajo. Cuidando el diseño se puede tener una gran reducción en el costo del mantenimiento de producto terminado, diseñando los sistemas de ingeniería y de construcción sobre el principio de mantenimiento mínimo. El siguiente paso son las especificaciones de los materiales de mantenimiento. Estas deben asegurar la provisión de componentes intercambiables, versátiles a los que se pueda dar servicio con facilidad, y si es posible, sin tener que retirarlos del sistema de ingeniería. Los componentes de mantenimiento deben ser durables y fáciles de retirar y reemplazar.

En cualquier momento se puede utilizar un programa de mantenimiento de valor de ingeniería durante el ciclo de vida de un sistema o la refacción de un equipo. En la introducción de un programa se debe poner atención a las refacciones, llevando un registro de la frecuencia de las reparaciones, especialmente en aquellas que generan interrupciones en los servicios y otros retrasos. Se puede hacer estándar el equipo y sus componentes e introducir técnicas eficientes de mano de obra.

Se debe realizar a menudo un inventario para ver si éste se puede mejorar y tener la seguridad de contar con las refacciones que se necesitan con más frecuencia para el mantenimiento, sabiendo que están disposición y en su sitio, y así evitar costosos retrasos ocasionados por entrega de éstas.

**Método.** Cuando se emprenda el mantenimiento de Ingeniería de Valor deben prevalecer los siguientes criterios:

1. Identificar y utilizar la estandarización tanto como sea posible. Estandarizar las partes y la mano de obra para que sea tan intercambiables como sea posible. Así mismo, se deben especificar los sistemas que estarán en producción durante cierto número de años garantizando así la disponibilidad de las partes.

2. Consolidar los suministros de operación y mantenimiento en pocos tipos de calidades, tanto como sea práctico. Examinar las existencias para el mantenimiento y suministros de reparación para determinar qué más se debe consolidar para reducir aún más el espacio del mantenimiento del inventario.
3. Véase el mantenimiento y el equipo de reparación como sistema asegurándose de que todos los componentes tienen calificaciones, capacidades y velocidades compatibles. si ocurre una falla inspecciónese el sistema entero junto con las partes que la causan. Esta práctica elimina las reparaciones continuas para las partes separadas individuales de un sistema.
4. Opere el equipo en su intervalo óptimo de eficiencia. Reemplace los motores que no operan a plena capacidad y reemplace las máquinas sobre diseñadas o subdiseñadas con unidades más eficientes. escale las cartas pesadas de electricidad y transfíralas a los períodos cresta.
5. Compruebe la vibración calificando e inspeccionando el equipo crítico.
6. Tenga en mente la conservación del equipo de diseño y mantenimiento.

La Ingeniería del Valor aplicada al mantenimiento puede reducir parcialmente la mano de obra de mantenimiento y la interrupción de un servicio debido a las reparaciones. cuando se proyecte una aplicación de la Ingeniería del Valor en el mantenimiento, habrán de hacerse las siguientes preguntas:

1. ¿Se tienen disponibles con facilidad las refacciones para la reparación y son componentes estándar?
2. ¿Es costoso el material de reparación y las partes?
3. ¿Se requieren herramientas y habilidades especiales para hacer las reparaciones?
4. ¿Qué tanto tiempo se llevan las reparaciones?
5. ¿Son necesarias todas las características de la maquinaria?
6. ¿Están presentes todas las características deseadas y los controles de seguridad?
7. ¿Los componentes están sujetos a fallas excesivas?

Para lograr los mayores beneficios de Ingeniería del Valor en el mantenimiento, habrá de establecerse un programa de Ingeniería del Valor continuo, y el personal para aplicar el programa deberá estar constantemente actualizado con respecto a los procedimientos nuevos y a las mejores formas de hacer las reparaciones.

## **Ingeniería del Valor aplicada a la construcción.**

Aun cuando en toda la fase de diseño se aplique a conciencia la Ingeniería del Valor, el empleo de la técnica durante la fase de construcción permite obtener costos adicionales con respecto al valor. El uso constante de la ingeniería de valor en las tareas repetitivas de construcción puede lograr mayores ahorros en el costo para los contratistas, que los coloca en una posición ventajosa cuando hacen ofertas o concursan para una obra futura. La concentración en las especialidades tradicionales de los contratistas tales como: terracería, concreto, mampostería y carpintería produce resultados benéficos.

Los propietarios pueden animar a la Ingeniería del Valor durante la etapa de construcción solicitando activamente alternativas para los materiales y métodos específicos en los documentos de la oferta. Los contratistas también pueden ofrecerse como voluntarios para la consideración de alternativas por parte del cliente aun cuando esto no esté contenido en las ofertas formales de los documentos del concurso.

En la etapa del contrato del proceso de construcción se inserta una cláusula en el contrato señalada con la participación de los contratistas en los beneficios de los ahorros del costo iniciados por él durante el progreso de la obra. La aplicación inmediata de la Ingeniería del Valor utilizando especialistas puede no ser una solución práctica para todas las organizaciones.

Aunque los especialistas en Ingeniería del Valor resultan útiles para establecer el programa formal de Ingeniería del Valor, la técnica puede introducirse inicialmente capacitando al personal existente y asignándoles la Ingeniería del Valor como deber secundario. Sin embargo, cuando lo permite el tamaño, demostrará ser más conveniente un equipo de Ingeniería de Valor. La adherencia estricta a un plan de trabajo formal puede no ser práctica en la etapa de construcción; es importante observar que las posibilidades de Ingeniería del Valor durante la construcción están donde se encuentran los conceptos con un costo elevado.

**Tabla 2. Resumen del plan de trabajo completo de la Ingeniería del Valor.**

FASE	OBJETIVO	PREGUNTA	TÉCNICA
1. Selección	Seleccionar área de estudio.	¿Qué se va a estudiar? ¿Qué debe conocerse de antemano antes de iniciar el estudio?	Solicitar ideas para el proyecto. Identificar los elementos con costo alto. Identificar las áreas de ahorros potenciales. Planear la estrategia del proyecto.
2. Información	Investigar la función y el costo.	¿Qué es? ¿Qué hace? ¿Cuánto cuesta? ¿Cuál es su precio?	Identificar las funciones primaria y secundaria. Reunir todos los hechos pertinentes. Obtener la información de las mejores fuentes. Reunir todos los costos disponibles. Poner el valor en N\$ en todas las funciones. Trabajar sobre detalles específicos.
3. Especulación	Especular sobre alternativas.	¿Qué otra cosa podría desempeñar la función? ¿En qué otra parte se puede realizar la función?	Aislar la función. Simplificar la función. Registrar todas las ideas. Tormenta de ideas. Aplicar el pensamiento creativo.
4. Análisis	Análisis de las alternativas seleccionadas.	¿Cuánto cuestan las alternativas? ¿Cuál es la menos costosa?	Establecer criterios de evaluación. Poner el valor en N\$ en cada alternativa. Evaluar por comparación. Evaluar la función. Seleccionar la mejor alternativa.
5. Desarrollo	Desarrollar las alternativas.	¿Funcionará la alternativa? ¿Cumplirá con los requisitos? ¿Otras implicaciones de costo? ¿Qué se necesita para implantar?	Reunir hechos convincentes. Utilizar la invocación en equipo. Traducir los hechos a acciones. Considerar los materiales, productos y procesos especiales. Usar normas o tipos. Trabajar sobre detalles específicos.
6. Presentación	Presentar alternativa.	¿Método de presentación? ¿Qué se hizo? ¿Cuál es el método mejor? ¿Cuánto se ahorrará? ¿Qué se necesita para implantar?	Planear los hechos. Ser breve. Entregue un buen material escrito y verbal.
7. Implantación	Implantar la alternativa.	¿Quién implantará? ¿Cuáles son los cambios contractuales que se deben hacer? ¿Qué recursos extras se pueden necesitar?	Poner el plan en acción. Resolver los problemas. Expedir la acción. Incorporar el elemento recién diseñado al diseño global de proyecto.
8. Seguimiento	Resultados de auditoría o comprobación.	¿Funciona la alternativa? ¿Costo real? ¿Qué tanto ahorrará? ¿Satisface las expectativas?	Solicitar retroalimentación del usuario. Presentar informes del progreso.

**ESTUDIO DE INGENIERIA DEL VALOR**

*Estudio no.*

**Equipo 1**

*Fecha de estudio*

**abril 24-abril 28 1995**

*Título del estudio*

**Reforzamiento estructural en escuela primaria**

*Líder del equipo*

**Antonio Del Valle**

*Miembros del equipo*

**Juan Espinoza**

**Ingeniero estructurista**

**Ricardo Moreno**

**Ingeniero de proyecto**

**Antonio González**

**Ingeniero estructurista**

**Enrique Perea**

**Arquitecto**

**Ignacio Montalvo**

**Ingeniero electricista**

*Descripción del problema a ser estudiado*

Se cuenta con un terreno de 700 m<sup>2</sup>, con una población de 300 estudiantes. La edificación es de 2 niveles .

Se deben reforzar los muros de carga hechos a base de concreto, los cuales soportan las cargas trans-

mitidas por vigas doble "T" y techumbre de vigas de acero. Se requiere que los trabajos se realicen

respetando la distribución actual de las instalaciones. Se requiere además que se anexe un área

destinada a laboratorio de computación en la planta baja.

Análisis de la función

<b>MUROS</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>	<b>SOPORTAR CARGA</b>	<b>ABRIL 25 1995</b>
Proyecto	Elemento	Función básica	Fecha

CANT	UNIDAD	COMPONENTE	FUNCIÓN		CLASE	COSTO ORIGINAL	VALOR
			VERBO	SUSTANTIVO			
	m2	cubierta	soportar	techo	b	700	550
			abrazar	travesaño	s		
			transferir	carga	s		
						700	550
		concreto	protección	contra fuego	s	550	
			atenuar	ruido	s	400	
		spray contra fuego	proteger	viga	rs	100	-0-
		acabado de concreto	preparar	superficie	s	2220	
		acero estructural	soportar	cubierta	b	3999	150
						7269	150
		cubierta de techo	controlar	elementos	b	450	300
		aislamiento rígido	controlar	temperatura	b	350	400
		arena	proteger	membrana	s	150	
		asfalto	ligar	fieltro	s	100	
		láminas	brindar	aislamiento	s	950	
						2000	700
		andador en techo	brindar	acceso	s	290	
		plafón (acústico)	absorber	ruido	s	225	
			ofrecer	acabado	s	515	0

Total 10.484,00 1.400,00

C/V = 7,49

FASE DE ESPECULACION		
Escuela primaria	Reforzar estructura	
Título del estudio	Función básica	Equipo
Este es la etapa creativa en los estudios de Ingeniería del Valor. Se deben generar muchas ideas que cumplan con las funciones básicas que el elemento bajo estudio debe ejecutar.		
<b>1 Reducir la longitud del sistema perimetral de muros</b>		
<b>2 Opciones muros exteriores</b>		
3	A. Sistema de vigas de concreto sección doble "T"	
4	B. Marcos de madera con paramento enladrillado	
5	C. Sistema de paneles sandwich	
6	D. Elaborar en el lugar muros con paneles inclinados	
7	E. Eliminar muros divisorios innecesarios	
8	F. Cambiar el sistema de aire acondicionado a la azotea	
9	D. Reducir dimensión de muros existentes basándose en revisión estructural por	
10	reglamento	
<b>11 Sistema de techumbre</b>		
12	A. Perfiles de acero	
13	B. Vigas doble "T" prefabricadas	
14	C. Usar 4 aplicaciones de impermeabilizante al sistema de techo	
<b>15 Opciones en área de corredores</b>		
16	A. Eliminar paneles de lámina plástica o azulejo.	
17	B. Trabajar paneles precolados	
18	C. Eliminar todos los corredores	
19	D. Colocar dobles "T" precoladas	
20	E. Cambiar la distribución de los corredores	
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
37		
38		

Generación de ideas

Escuela primaria                      Reforzar estructura  
Fase de evaluación y selección

Selecciona las ideas factibles incluyendo sus ventajas y desventajas para determinar en dónde debe ser realizado el trabajo adicional.

IDEA	VENTAJA	DESVENTAJA	CALIFICACION
Sistema de vigas prefabricadas de concreto sección doble "T"	Reduce costos y mantenimiento	Antiestéticas, ocupan mayor área	1
Sistema de paneles sandwich	Reduce costos y mantenimiento	Antiestético	2
Elaborar en el lugar muros con paneles inclinados	Reduce costos	Mayor tiempo de ejecución	3
Eliminar muros divisorios innecesarios	Reduce costos	Mayor tiempo de ejecución	4
Cambiar el sistema de aire acondicionado a la azotea	Reduce costos, mantenim. y energía	Antiestético	5
Reducir dimensión de muros existentes basándose en revisión estructural por reglamento	Reduce costos		6
A. Perfiles de acero	Reduce costos y mantenimiento	Piezas especiales	7
B. vigas doble "T" prefabricadas	Reduce costos	Mantenimiento	8
C. Usar 4 aplicaciones de impermeabilizante al sistema de techo	Reduce costos		9
A. Eliminar pámefiles de lámina plástica o azulejo.	Reduce costos	Mantenimiento	10
B. Trabajar paneles precolados	Reduce costos	Area para colar	11
C. Eliminar todos los corredores	Reduce costos	Mantenimiento	12
D. Colocar dobles "T" precoladas	Reduce costos	Aumenta áreas	13
E. Cambiar la distribución de los corredores	Reduce costos	Incómodidad para ocupantes	14

**Determinación del costo total**

Elemento	Cantidad No. Unidades	Mano de obra		Materiales		Costo Total
		Precio Unitario	Total	Precio Unitario	Total	

**METODO DEL VALOR PRESENTE**  
**Análisis del costo de ciclo de vida**

Elemento: SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Ciclo de vida: 20 años      Fecha: abril '95	Diseño Original		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente
<b>COSTOS INICIALES Y COLATERALES</b>						
Costo Base		N\$816,000		N\$536,000		N\$738,000
-Costos de interfase						
a. Eléctricos		N\$120,000		N\$100,000		N\$160,000
b.						
Otros costos iniciales						
a. Equipo suplementario		N\$64,000		N\$64,000		N\$2,000
b.						
Total de costos iniciales		N\$1,000,000		N\$700,000		N\$900,000
<b>COSTOS DE RESCATE Y REEMPLAZO</b>						
10% interés						
1. Año --- 8 --- Factor de VP 0.4665			N\$200,000	N\$93,300		N\$7,710
2. Año --- 10 --- Factor de VP 0.3855					N\$200,000	
3. Año --- 16 --- Factor de VP 0.2176	N\$10,000	N\$2,180	N\$200,000	N\$43,520		
Rescate -- 20 --- Factor de VP 0.1486	(N\$800,000)	(N\$11,890)	(N\$100,000)	(N\$14,860)	(N\$75,000)	(N\$11,145)
Costos totales de rescate y reemplazo		(N\$9,710)		N\$121,960		(N\$3,435)
<b>COSTOS ANUALES</b>						
Costos anuales --- 10 % ---- Interés						
a. Mantenimiento						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA 8.5135	N\$25,000	N\$212,840	N\$20,000	N\$170,270	N\$16,000	N\$136,216
b. Operación						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA 8.5135	N\$30,000	N\$255,405	N\$35,000	N\$297,975	N\$25,000	N\$212,840
c. Otros						
Tasa de escalación - % -- Factor VPA						
Costos totales anuales		N\$468,245		N\$468,245		N\$349,056
<b>COSTOS TOTALES EN VALOR PRESENTE</b>		<b>N\$1,458,535</b>		<b>N\$1,290,205</b>		<b>N\$1,245,621</b>
<b>AHORROS EN VALOR PRESENTE DURANTE EL CICLO DE VIDA</b>				<b>N\$168,330</b>		<b>N\$44,584</b>



## ANALISIS DE LA MATRIZ

Fase de evaluación y selección

Optimizar espacios

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.  Peso	Costo	Estética	Mantenimiento	Asegurar Calidad	Beneficio espacial	Tiempo de rediseño		
	a	b	c	d	e	f	g	Total
	9	6	4	8	10	7		
1. Diseño de la vivienda (proyecto actual)	27	18	12	24	20	0		101
	3	3	3	3	2	0		
2. Diseño de la vivienda (Alternativa propuesta 1)	36	24	12	24	50	21		167
	4	4	3	3	5	3		
3. Altura del edificio (Alternativa propuesta 2)	27	18	12	24	50	14		145
	3	3	3	3	5	2		

Excelente 5

Muy buena 4

Buena 3

Regular 2

Pobre 1

Buscar la mejor idea. - No la perfecta

\*Caso ilustrativo

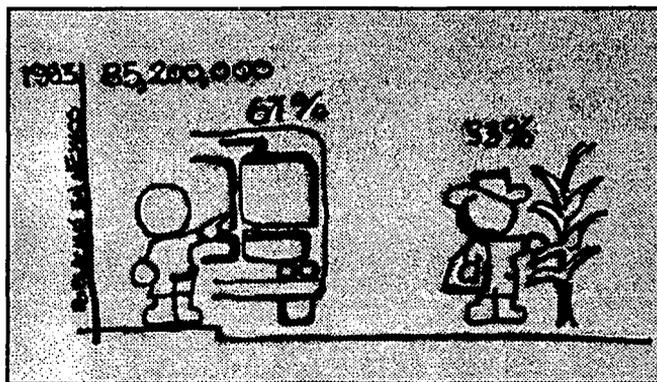
## CAPÍTULO 2

### EL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

#### 2.1. Características de la Vivienda de Interés Social

El incremento demográfico, el crecimiento real pero aún insuficiente del acervo habitacional, su deterioro, así como los niveles consecuentes de hacinamiento, enmarcan el problema de la vivienda.

En 1980 el país alcanzó la cifra de 66.8 millones de mexicanos que ocupaban 12.1 millones de viviendas. Diez años después el número de habitantes ascendió a 81.2 millones, a la vez que el parque habitacional registró 16.2 millones. Esta dinámica reflejó un crecimiento de 33.9% en la oferta de vivienda, un tanto superior al incremento poblacional que fue de 21.5%.



En 1993, de acuerdo a estimaciones realizadas con base en el XI Censo General de Población y Vivienda, el país cuenta con 85.2 millones de habitantes y un inventario habitacional de 17.7 millones (ver figura 3). La densidad domiciliaria en 1990 fue de 5.0 ocupantes por vivienda y el índice de hacinamiento de 1.5 habitantes por cuarto, mientras que el 65.5% del inventario total de las viviendas cuenta con 3 o más habitaciones. Las cifras anteriores reflejan una densidad

domiciliaria promedio de 5.5 de ocupantes por vivienda y un índice de hacinamiento de 2.2 habitantes por cuarto, en tanto que sólo el 38% presentaba 3 o más habitaciones; los datos registrados por el mismo Censo muestran también con respecto a 1970 variaciones positivas en la proporción de viviendas con disponibilidad de servicios. Así, las habitaciones que disponen de agua entubada se incrementaron de 61 a 79% del inventario total; las que cuentan con dotación de drenaje de 42 a 64%; y aquellas con energía eléctrica de 59 a 88% (ver figura 4).

Los avances reseñados, aunque significativos, han sido insuficientes para enfrentar el rezago que existe en materia habitacional debido a las tasas de crecimiento demográfico que experimentó en país en los últimos años. Así se estima, de acuerdo al Censo mencionado, que en 1990 1.7 millones de viviendas 10.5 del inventario habitacional presentaban problemas de hacinamiento; es decir, se encontraban ocupadas por más de un hogar o requerían ser ampliadas para alojar adecuadamente a la familia. Por otra parte, en ese mismo año, 1.4 millones de casas habitación necesitaban mejorarse substancialmente o reponerse a su avanzado deterioro. Los esfuerzos de los últimos 20 años en la satisfacción de servicios básicos deben también redoblar, dado que estos servicios se encuentran estrechamente relacionados con la vivienda y constituyen un elemento fundamental de bienestar social. Por ello, es importante destinar mayores recursos a su mejoramiento y vincular su introducción con los programas habitacionales, para así mejorar la calidad de vida de la población y contribuir a la capitalización de las familias.

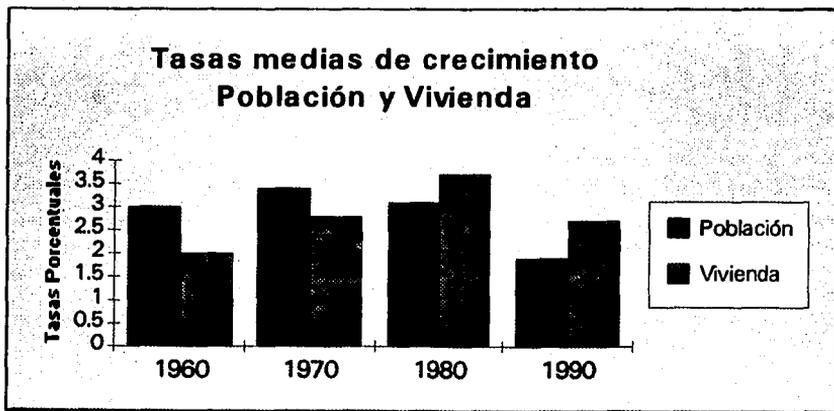


Figura 3. Tasas medias de población y crecimiento

De acuerdo a la estadística de BIMSA Comunicaciones, S.A. de C.V., hasta el mes de abril de 1994, el costo directo por m<sup>2</sup> de construcción de vivienda de interés social ascendió a NS\$ 842.25, destacando que los tiempos promedio de edificación con los sistemas convencionales para este tipo de vivienda oscilan en 180 días.



*Figura 4. Proporción de viviendas según disponibilidad de los servicios*

La vivienda se ha clasificado de acuerdo a sus características en los siguientes grupos:

#### **HÁBITAT PROVISIONAL**

- \* Sin las condiciones básicas ni mínimas para llegar a ser una vivienda.
- \* Asentado sin ningún orden urbano, sin infraestructura ni servicios básicos.
- \* Realizado fundamentalmente con materiales de desecho.
- \* Superficie cubierta escasa, o en ocasiones un sólo recinto.
- \* Familias sin ingresos estables o inferiores a un salario base.

#### **VIVIENDA MUTABLE**

- \* Cuenta con un terreno (lote) sin delimitación definida.
- \* Infraestructura no integrada en la trama urbana.
- \* Servicios no integrados a la vivienda, generalmente compartidos.

- \* Elementos constructivos de cierta solidez.
- \* Superficie cubierta entre 16 y 30 m<sup>2</sup>.
- \* Mimetismo con la vida rural y sus espacios.
- \* Cambios frecuentes del espacio y reparaciones.
- \* Familias con ingresos del orden de un salario base.
- \* Producto con valor de uso.

### **NÚCLEO BÁSICO**

- \* "Lotificación" y núcleo integrado a la trama urbana.
- \* Incluye servicios e infraestructura básica.
- \* Realizado con materiales sólidos y acabados mínimos.
- \* Núcleo básico diseñado y construido en forma tipificada.
- \* El producto final es imputable al usuario.
- \* Superficie prevista para posterior crecimiento en un terreno definido y delimitado.
- \* Familias con ingresos de hasta dos salarios base.
- \* Producto con valor de cambio.
- \* Posee las condiciones para que se geste una vivienda en su entorno.

### **VIVIENDA "SEMILLA"**

- \* Cuenta con terreno definido y delimitado.
- \* Vivienda integrada a la trama urbana y en ocasiones parte de un conjunto habitacional.
- \* Núcleo básico y espacios cubiertos con un total de 30-50 m<sup>2</sup>.
- \* La vivienda "semilla" es estándar y el producto final único.
- \* Infraestructura integrada a la vivienda.
- \* Elementos constructivos sólidos y acabados mínimos.
- \* Sistema estructural previamente definido.
- \* Producto con valor de cambio.
- \* Familia con ingresos equivalentes a dos o más salarios base.
- \* Vivienda propiciadora de cimientos y mejora.

### **VIVIENDA CONSOLIDADA**

- \* Asentada sobre un terreno definido y delimitado.
- \* La vivienda forma parte de la estructura urbana.
- \* Superficie cubierta entre 40-70 m<sup>2</sup>.
- \* Infraestructura integrada a la red pública.

- \* Con espacios sólidos y acabados y partes en construcción.
- \* Incluye acabados mínimos.
- \* Para familias con ingresos equivalentes a tres o más salarios base.
- \* Producto con valor de intercambio.
- \* Vivienda definida a la que sólo le falta lo accesorio.

### VIVIENDA ACABADA

- \* Responde a la idea de la vivienda "llave en mano".
- \* Vivienda integrada a la estructura urbana
- \* Servicios e infraestructura dentro de la vivienda.
- \* Superficie construida de 60 m<sup>2</sup> o más.
- \* Materiales sólidos o durables para los elementos.
- \* Espacios públicos o privados definidos y delimitados.
- \* Familia con ingresos equivalentes a más de cuatro salarios base.
- \* Producto con valor de cambio.

El programa arquitectónico se define con base en al análisis de los indicadores económicos, físicos y sociales de una población determinada. Estos aspectos deberán combinarse y correlacionarse a fin de equilibrar la satisfacción de las necesidades individuales y familiares, en relación con su medio ambiente.

Las alternativas del programa arquitectónico de INFONAVIT son:

<i>alternativas</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>estancia</i>	*	*	*	*
<i>comedor</i>	*	*	*	*
<i>alcoba</i>		*		*
<i>2 recamaras</i>	*	*		
<i>3 recamaras</i>			*	*
<i>cocina</i>	*	*	*	*
<i>baño</i>	*	*	*	*
<i>patio de servicio</i>	*	*	*	*
<i>futuro crecimiento</i>	"	"	"	"

*Cuadro resumen de proyectos característicos*

Los indicadores del siguiente cuadro son resultado del análisis y la evaluación realizada a los prototipos INFONAVIT, y señalan los mínimos resultantes del conjunto estudiado. Por consiguiente, las áreas y porcentajes expresados no representan un proyecto determinado, sino los mínimos para cada espacio de la vivienda, razón por la cual no suman el 100%, mismo que será establecido en los proyectos propuestos, de los cuales se obtendrán índices necesariamente mayores a los expuestos. Las áreas de circulación consideradas, corresponden a espacios exclusivos para esta función, no susceptibles de integrarse a espacios de diferente función. Para la densidad de muros se consideraron: áreas de desplante, de muros, y umbrales de puertas y ventanas, estimándose para este caso un espesor de 0.15 m.

TABLA 1. CUADRO RESUMEN DE ÁREAS MÍNIMAS

Zona	Espacio	Mobiliario Básico Cantidad Mueble	Área mínima m <sup>2</sup>	% mínimo del total
Estar	1.1 estancia	1 sofá de 3 asientos	7.29	12.62
		1 sofá de 2 asientos		
		1 sillón individual		
		1 mesa de centro		
		1 mesa esquinera		
		1 librero, consola o similar		
		1.2 comedor	1 mesa	7.29
	6 sillas			
	1 trinchador			
	1.3 totales		14.58	25.24
Dormir	2.1 recámara 1	1 cama matrimonial	7.29	10.85
		2 burós		
		1 guardarropa o ropa	0.72	1.20
	2.2 recámara 2	2 camas individuales	7.29	10.85
		1 buró		
		1 guardarropa o ropero	0.72	1.20
	2.3 alcoba	1 sofá cama		
1 mesa o escritorio				
1 librero, consola o similar				
1 silla		4.86	8.41	
	2.4 totales		20.88	32.51

**TABLA 1. CUADRO RES. ÁREAS MÍNIMAS (CONT...)**

Zona	Espacio	Mobiliario Básico Cantidad Mueble	Área mínima m <sup>2</sup>	% mínimo del total
Servicios	3.1 cocina	1 estufa		
		1 fregadero	4.03	6.03
		1 mesa de trabajo		
		1 refrigerador		
3.2 baño (uso simultáneo)	1 regadera con jabonera	1 lavabo c/botiquín, espejo, portavasos, toallero y jabonera	3.24	4.82
		1 inodoro con papelería		
		3.3 patio de servicio	1 lavadero	
3.3 patio de servicio		1 lavadora	3.24	6.16
		1 tendedero		
		1 calentador de agua		
		3.4 totales	en vivienda unifamiliar	7.29
	en vivienda multifamiliar	10.53	17.01	
Complementarias	4.1 circulación (sin muebles)	en viviendas de 1 nivel	3.51	5.76
		en viviendas de 2 niveles	10.51	17.40
4.2 densidad de muros		en viviendas de 1 nivel	8.41	14.83
		en viviendas de 2 niveles	8.95	15.99
4.3 totales		en viviendas de 1 nivel	11.92	21.75
		en viviendas de 2 niveles	19.46	32.23

## **2.2. Restricciones.**

Ciertamente, existen carencias habitacionales cuantitativas y cualitativas no sólo en las ciudades sino también en el campo mexicano. El 26.7% del total de viviendas en el país se asienta en el medio rural y en su mayoría presenta características de construcción que requieren acciones de mejoramiento. Los programas habitacionales oficiales de apoyo a este sector han sido positivos, pero su incidencia en la atención de la demanda total ha sido insuficiente. De 1983 a 1991, sólo el 8% del total de familias beneficiadas por los organismos de vivienda de cobertura nacional correspondió a la población rural.

Este trabajo se enfoca principalmente a la problemática en la vivienda urbana, ya que, entre otras razones observamos que, la tasa de urbanización de México es una de las más altas del mundo; por otra parte, el mayor número de familias se concentran en el sector urbano, finalmente, las políticas oficiales de vivienda están restringidas, en su mayoría, a las ciudades. En la determinación de lo urbano están involucrados variados y numerosos indicadores: demográficos, ecológicos, sociológicos, económicos, etc. De ellos, los más importantes para diferenciar una ciudad de un asentamiento rural son 3:

a) Concentración espacial de la población a partir de unos determinados límites de dimensión y densidad.

b) Existencia de funciones específicas (económicas, políticas, administrativas) e instituciones y servicios correspondientes.

c) Difusión de un sistema de valores, actitudes y comportamiento, que se resume bajo la denominación de "cultura urbana".

Los tres factores señalados poseen un carácter general; en la práctica, las cantidades, porcentajes, funciones y comportamientos señalados difieren de un continente y país a los otros.

Para el caso concreto de México y de acuerdo a la información estadística existente en el país, se señalan las siguientes variables (culturales, económicas y sociales) como las adecuadas para distinguir la población urbana de la rural:

a) Porcentaje de la población alfabeta, es decir, que sabe leer y escribir

b) Porcentaje de población que ha terminado sus estudios primarios

c) Porcentaje de población asalariada de manera estable o permanente

d) Porcentaje de población que cuenta con servicios públicos, es decir, con infraestructura física y social.

Algunos proyectos habitacionales no respetan la relación dialéctica que se entabla entre vivienda y periferia del conjunto habitacional construidos en enclaves, islas o ghettos dentro de la ciudad; otros programas rompen con la liga estrecha vivienda-ciudad asentándose fuera de la mancha urbana y provocando una mayor expansión in controlada de la ciudad que crea inconvenientes para el suministro o dotación de servicios urbanos. "La geografía y la arquitectura han separado, habitualmente, el estudio de la vivienda al estudio del asentamiento; sin embargo, la necesidad de examinarla como parte de un sistema más amplio confirma que la vivienda tiene poco sentido fuera de su contorno o su contexto".

Desgraciadamente, con alguna frecuencia, los programas de vivienda están concebidos y han funcionado como acciones prácticamente independientes de la política de desarrollo urbano. Por ello, los resultados han sido generalmente fragmentarios, perdiéndose así la oportunidad de "hacer ciudad" con base en los programas de vivienda, es decir, que la planeación habitacional contribuya al ordenamiento de las ciudades. Estas consideraciones son relativas a la vivienda en general. La importancia que, en particular, las áreas de habitación popular (y las precaristas especialmente) guardan con respecto a la ciudad queda manifiesta en las siguientes anotaciones:

\* Se estima que aproximadamente la cuarta parte de la población urbana de América Latina vive en los llamados asentamientos irregulares y que este estrato de la población se incrementa a razón del 10 al 15% anual. Puesto que el proceso de urbanización. Puesto que el proceso de urbanización se está efectuando a un ritmo cada vez más creciente en las ciudades mexicanas, ello implica la creación continua de asentamientos irregulares.

\* De la áreas urbanas ocupadas para fines habitacionales (40 al 50% del total de las áreas de crecimiento), el 60 o 70% corresponde a asentamientos de la población de bajos ingresos.

\* El crecimiento de las áreas urbanas de la Ciudad de México, de 1960 a 1990, se originó en un 70% con asentamientos marginales. La proporción en que se produjo este fenómeno es aún mayor en Monterrey y las ciudades fronterizas.

\* Los datos aludidos ponen de manifiesto la importancia creciente que la vivienda asume en la planeación, expansión y administración de las ciudades. Ello es así por que la casa es parte de un todo; de ahí que no es posible atender la necesidad habitacional sino con base en una planeación urbana integral. Cada proyecto habitacional, cada módulo social de vivienda, deben constituir factores ordenadores de la estructura citadina, generando micro unidades urbanas que sean órganos vivos de la ciudad.

\* La participación ha de iniciarse desde el proyecto habitacional mismo y abarcar las etapas de construcción y supervisión y no sólo las de mantenimiento y mejora. Únicamente en la medida en que la familia o las familias afectadas tengan injerencia en la concepción misma de la casa, en su diseño, así como en la selección de materiales, acabados, etc., podrá ella adecuarse a las posibilidades, exigencias, gustos y preferencias de sus moradores.

\* La sensibilización y educación del usuario se obtiene al través de elementos de apoyo tales como manuales (de mantenimiento, de uso y adaptación de la casa, etc.).

\* Los proyectos habitacionales suelen llevarse a cabo, en el mejor de los casos, de acuerdo con estudios sociales y mercado técnicos que señalan aspectos comunes de la población, promedio, estándares más frecuentes, etc. Dichos análisis y condiciones familiares específicas que permitan encontrar variedad del prototipo de casa y soluciones alternativas acordes tanto con los diferentes tipos de familia y etapas diversas por las que atraviesa la misma.

Algunas de las variables a tener en cuenta son:

1) **Psicológicas:** no todas las familias registran el mismo perfil psicológico o conductual; por ello se han de considerar las particularidades específicas del núcleo familiar a atender y los papeles de cada uno de sus miembros juegan en la vida cotidiana.

2) **Sociales:** se refiere a la manera como está organizada la familia (nuclear, extensa, etc.) y al tipo de vivienda que le corresponde. La separación progresiva de los grupos secundarios o agregados a la familia "conyugal" o "nuclear" es una tendencia real en nuestra sociedad, sobre todo metropolitana; pero no ha de ser menospreciado, en los programas de vivienda, el porcentaje todavía de familias extensas, sobre todo en las clases populares.

3) **Culturales:** las creencias, valores, costumbre, normas, gustos, etc., que rigen el código de la vida familiar han de ser contempladas por la connotación diferencial que suponen para el diseño habitacional.

4) **Demográficas:** la composición familiar promedio de un país (5.0 en el caso de México) es un indicador importante pero abstracto para un programa habitacional, pues no existen las familias promedio. Por otra parte debe tenerse en cuenta la etapa en que se encuentra cada familia (recién casados con hijos pequeños, sin hijos, etc.). Así mismo, el promedio de familias jóvenes, así

como el de las ancianas se ha de tener presente para encontrar soluciones habitacionales diferenciadas y no sólo comercialmente estandarizadas.

Cada una de las variables indicadas y todas ellas están señalando la necesidad de equilibrar la dotación y oferta de vivienda estándar con la de vivienda diferenciada.

Por lo que respecta a los diferentes estratos sociales, la casa no representa un problema central para los estratos de altos ingresos ni para los niveles superiores del estrato intermedio. donde la necesidad se agudiza es entre los estratos populares urbanos, el estructurado (con empleo estable) y el precarista (con economía aleatoria). En cuanto a las ciudades mayores y áreas metropolitanas (localidades típicamente urbanas y que mayor necesidad habitacional registran), tres variantes de casa adquieren importancia primordial: la casa de interés social (unifamiliar y especialmente departamental), el cuarto de vecindad y la casa por auto construcción.

Por otra parte, en las áreas urbanas cobra importancia decisiva la dotación de infraestructura física y social, que junto con las casa constituye el hábitat o medio habitacional de un grupo social. Las carencias a este respecto son manifiestas en las ciudades mexicanas.

### **2.3. Métodos constructivos.**

A partir de precio final de venta de la vivienda para el adquiriente, se determina el costo máximo de lo que corresponde a la construcción propiamente dicha, como es la edificación, urbanización y equipamiento urbano, que representa el 65% promedio del precio de venta en el caso de edificios de hasta 5 niveles en unidades habitacionales en el D.F., y el 75% promedio en la provincia, en vivienda unifamiliar de uno o dos niveles que se considera el tipo de vivienda más representativo.

El porcentaje del 65% corresponde a:

\* Adquisición de terreno, que incluye avalúo y gastos legales, aportaciones de planificación, cooperativas y cargas financieras.

\* Infraestructura que se refiere a trabajos de acceso, acometida de agua y sistema de descarga.

\* Los indirectos que abarcan lo correspondiente a pago de servicios profesionales, estudios y proyectos, control de calidad y supervisión.

\* Gastos financieros y legales.

Considerando que las partidas principales en la construcción de viviendas, de acuerdo a los prototipos más representativos de las obras que realiza el INFONAVIT en el país, tenemos lo siguiente:

	Unifamiliar dos niveles	Triplex	Multifamiliar
<b>Cimentación</b>	9.40%	11.06%	17.50%
<b>Sistemas de entresijos y techos</b>	23.38	19.40	20.00
<b>Muros</b>	14.52	15.54	16.50
<b>Albañilería de/y acabados</b>	18.98	19.38	14.10
<b>Instalaciones</b>	15.09	12.82	15.20
<b>Ventanería y puertas</b>	9.36	13.94	12.40
<b>Obras exteriores</b>	9.27	7.86	4.30
	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

De la comparación de los porcentajes anteriores, podemos observar:

- \* La partida de mayor incidencia es la de sistemas de entresijos y techos.
- \* La siguiente partida en peso es la de albañilería de/y acabados, observando que se reducen en edificios multifamiliares.
- \* Las partidas de muros e instalaciones, tienen un valor similar entre ellas.
- \* Lo menos representativo es lo correspondiente a puertas y ventanas, dentro de la vivienda misma.
- \* En las obras exteriores se aprecia un mayor costo en las viviendas unifamiliares y triplex con relación a las multifamiliares, debido a mayor superficie exterior por vivienda.

Por lo observado procedemos a revisar los procedimientos constructivos y su incidencia en el costo:

#### **De qué se dispone**

**Cimentación.**- En los edificios multifamiliares, sobre todo en el D.F., se aprecian variaciones que fluctúan desde un 6.3 al 27.1% del costo de la construcción, causado principalmente por diferentes tipos de subsuelo, lo que obliga a utilizar diseños de cimentación apropiados a esas características, siendo estas soluciones de alto costo, por necesidad; representando 9.7% en provincia.

**Sistemas de pisos y techos.**- Esta partida es la que presenta más variedad en cuanto a soluciones, lo que supone una mayor preocupación por parte de los fabricantes, sin haberse logrado a completa satisfacción un abatimiento notable en el costo de la misma.

Se considera que la razón de esto último es que aunque se abate el tiempo de ejecución, si se cumple lo programado, el suministro de los componente, la maquinaria y equipo necesario, así como la mano de obra especializada para su colocación representan deficiencias que causan tiempos perdidos que inciden en el costo general de la obra.

En nuestro medio es o normal una gran variedad de soluciones, de acuerdo al producto del fabricante o la propuesta particular del constructor, por lo que al no surgir en forma integrada una solución entre especialistas y fabricantes, las alternativas se presentan deformadas de acuerdo al objetivo inicial de abatimiento de costo y tiempo.

Los sistemas de que disponemos en la construcción de vivienda de interés social respecto a esta partida son:

- \* Losa plana tradicional
- \* Losas aligeradas con bloques de cemento, con elementos de barro, sonotubo, poliestileno
- \* Losa reticular
- \* Arcolosa (Jalisco y parte de Michoacán)
- \* Losa tipo bóveda (Jalisco)
- \* Losas auto portantes
- \* Sistemas Lift-Slab
- \* Techos de madera
- \* Losas siporex
- \* Vigueta y bovedilla

**Muros.**- Se utilizan en general sistemas y materiales tradicionales en construcción de vivienda de interés social, tales como tabique de barro recocido, comprimido, extruido, hueco, vidriado, bloque de cemento en diferentes dimensiones diseños y acabados.

En algunos casos muros de siporex y tabla roca, bloque silicocalcáreo.

También se utilizan sistemas de muros como el Stoutbuilt, muros y losas precolados de concreto, "sistemas Tecsis", muros blockbond, panel " Covintec" a base de poliestileno y jaulas de alambre, muros y losas con base en la madera (Industrias Papanoa); paneles de fibrocemento (Pamocón), paneles de madera y concreto (Pamatec) y otros componentes.

Se ha comprobado que para los casos de construcción de vivienda de interés social en los que se han utilizado todos estos sistemas industrializados por intereses o iniciativa del contratista, que no se ha abatido el costo final de la vivienda y en muy contados casos sólo se disminuye el

tiempo de ejecución de la misma, esto seguramente debido a lo mencionado en el párrafo anterior, relativo a falta de suministros, equipos adecuados y mano de obra especializada con oportunidad y suficiencia.

***Albañilería de y acabados.***- Actualmente se utilizan acabados en pisos, como pulidos de cemento con o sin color integral, en mosaico de pasta, granito, mosaico veneciano, loseta asfáltica y vinílica, linóleums, alfombra, azulejo y acabados a base de resinas, pisos de barro y cerámica.

En muros se utilizan acabados aparentes con o sin pintura, con tabique de barro, bloques de cemento, aplanados de cemento-mortero en interiores y exteriores, de yeso en interiores con o sin pintura, tirol en varias texturas, lambrines de azulejo y mosaico tanto de pasta como veneciano y de barro y cerámica, piedrín, canteras naturales y artificiales en exteriores, así mismo, celosías de cemento, barro, etcétera. Todo lo anterior se presenta en una gran variedad de calidad, texturas y costo.

En terminación de azoteas y techos se utilizan elementos para aislamiento, protección y aspecto, como son el relleno, enladrillado, alumbre y jabón, impermeabilizantes a base de emulsiones asfálticas, cartón asfáltico, fibra de vidrio, aluminio polietileno, como acabado final se utiliza teja, ladrillo y loseta de barro, arenados y pinturas reflejantes.

***Ventanería y puertas.***- Se utiliza la ventanería de aluminio prefabricada o armada en obra, y en menor porcentaje la herrería tubular, la cual está en desuso por los problemas de mantenimiento que representa. Las puertas que se utilizan comúnmente son de madera, de lámina y P.V.C. y otros materiales plásticos; existen en el mercado puertas prefabricadas de lámina esmaltada "Multipanel" que han resultado recomendables por su aspecto agradable, durabilidad y costo, las cuales se utilizan en gran porcentaje en la vivienda de interés social.

Se utilizan las puertas de madera, las cuales están siendo desplazadas rápidamente por las puertas "Multipanel", debido a la dificultad para fabricarlas y la escasez de madera, principalmente triplay, cada vez más frecuente en el mercado en los últimos años.

Las puertas P.V.C. están teniendo aceptación recientemente y se están utilizando como alternativa cuando no se puede contar con el suministro oportuno de las "Multipanel" debido a la excesiva demanda de éstas.

## **Instalaciones**

**a) Sanitarias.-** Se utiliza tubería de concreto en albañales y registros de tabique de barro, bloc de concreto y prefabricados de concreto con marco y contramarco de fierro estructural. Para desagües se utiliza la tubería de P.V.C., de fierro fundido y fierro galvanizado; céspol de bote de P.V.C., de fierro o de barro, y coladeras de fierro, P.V.C.

**b) Hidráulicas.-** En general se utiliza tubería de cobre y en algunos casos, sobre todo en tuberías aparentes, el fierro galvanizado.

**c) Gas.-** Normalmente son de cobre.

**d) Eléctricas.-** Se utiliza el poliducto en las tuberías y cajas, registros, etc., de lámina o plástico, para los conductores de alambre o cable de cobre con forro de plástico. Los apagadores o contactos de baquelita o metálicos o interruptores termo magnéticos.

**e) Teléfonos y T.V.-** En general se dejan preparaciones con tubería poliducto.

Existen en el mercado paneles prefabricados con los muebles de baño (lavabo, W.C. y charola de regadera) y las instalaciones integradas que, en la práctica, no han aportado resultados satisfactorios debido al costo y oportunidad en el suministro y además requieren mano de obra especializada. en el montaje de dichos elementos.

## **Urbanización.**

Concepto que incide en el costo final de la vivienda de un 5 a un 20%, dependiendo de la zona y requerimientos municipales. los procedimientos constructivos y elementos que intervienen son los siguientes:

**a) Terracerías, sub-bases y bases** para vialidades son ejecutados por maquinaria.

**b) Pavimentos asfálticos** ejecutados por maquinaria o de concreto hidráulico, ejecutado con combinación de maquinaria y mano de obra. la selección de tipo de pavimento se hace de acuerdo a lo disponible en la localidad y a los requerimientos municipales; estos también pueden ser de adocreto o empedrado.

**c) Guarniciones de concreto** colado en el lugar o precoladas, banquetas y andadores de concreto hidráulico o adocreto.

**d) Red de agua potable** a base de tubería de asbesto-cemento, piezas especiales de fo.fo., y P.V.C., válvulas, tomas domiciliarias de tubo flexible.

**e) Dotación de agua potable** a base de cisternas y equipos de bombeo o tanque elevados, dependiendo de los requerimientos municipales.

**f) Red de drenaje** integrada por tubos de concreto simple o reforzado, pozos de visita contruidos con tabique rojo recocido, plantilla de mampostería, brocal y tapa de concreto o fo.fo., coladeras para banquetas de concreto o de fo.fo., bocas de tormenta de fo.fo. o acero estructural. las excavaciones para alojar esta red se hacen a máquina o a mano. la descarga puede ser a red municipal o fosa séptica.

**g) Electrificación** a base de postes de concreto y cables aéreo o subterránea a base ductos y cables forrados, dependiendo de requerimientos de la C.F.E.

**h) Alumbrado público** a base de postes de concreto o metálicos y luminarias de acuerdo a los requerimientos de la C.F.E., y municipales.

**i) Mobiliario urbano** con elementos prefabricados, tales como bancas, jardineras, juegos infantiles, basureros; pueden ser de concreto, fibra de vidrio, metálicos o de madera.

Se necesita que la construcción de las obras de urbanización se ejecuten con la debida anticipación a los de edificación, ya que en la mayoría de los conjuntos habitacionales, estos dos conceptos se construyen simultáneamente por la premura en el tiempo de terminación, ocasionándose interferencias en los procesos de obra y tiempos perdidos. Es necesario que el contratista cuente con maquinaria adecuada, suficiente y en buenas condiciones de trabajo.

Se requiere obtener las autorizaciones oficiales sobre la acometida de agua potable y sistema de descarga de aguas negras, así como el tipo de instalación para la electrificación, con la debida anticipación y no durante el proceso de la obra y mucho menos al terminar ésta, ya que se ocasionan tiempos perdidos, e interferencia que retardan la terminación del conjunto y por lo tanto se eleven los costos.

La urgencia de iniciar una producción masiva de vivienda originó la necesidad de la creación del control y supervisión de obras. Algunas instituciones crearon estas áreas dentro de su organización, otras optaron por contratar estos servicios profesionales a empresas de iniciativa privada dedicadas a estas actividades. Tanto dentro de las instituciones como de las empresas, se formularon las interrogantes de ¿qué hay que hacer?, ¿cómo lo vamos a hacer?, ¿con qué lo vamos a hacer?, etc., pues la falta de experiencia en la construcción de vivienda de interés social, la diversidad de proyectos, el planteamiento de infinidad de prototipos, los muchos sistemas constructivos y la urgencia de iniciar todo esto, nos exigía, dentro del control y supervisión de obras, que se estudiara una organización tal que tuviera capacidad técnica, administrativa y el control de la programación, revisión, certificación, verificación, liquidación y evaluación de todas las acciones que se requirieren para la construcción de un conjunto habitacional.

**f) Red de drenaje** integrada por tubos de concreto simple o reforzado, pozos de visita contruidos con tabique rojo recocido, plantilla de mampostería, brocal y tapa de concreto o fo.fo., coladeras para banquetas de concreto o de fo.fo., bocas de tormenta de fo.fo. o acero estructural. las excavaciones para alojar esta red se hacen a máquina o a mano. la descarga puede ser a red municipal o fosa séptica.

**g) Electrificación** a base de postes de concreto y cables aéreo o subterránea a base ductos y cables forrados, dependiendo de requerimientos de la C.F.E.

**h) Alumbrado público** a base de postes de concreto o metálicos y luminarias de acuerdo a los requerimientos de la C.F.E., y municipales.

**i) Mobiliario urbano** con elementos prefabricados, tales como bancas, jardineras, juegos infantiles, basureros; pueden ser de concreto, fibra de vidrio, metálicos o de madera.

Se necesita que la construcción de las obras de urbanización se ejecuten con la debida anticipación a los de edificación, ya que en la mayoría de los conjuntos habitacionales, estos dos conceptos se construyen simultáneamente por la premura en el tiempo de terminación, ocasionándose interferencias en los procesos de obra y tiempos perdidos. Es necesario que el contratista cuente con maquinaria adecuada, suficiente y en buenas condiciones de trabajo.

Se requiere obtener las autorizaciones oficiales sobre la acometida de agua potable y sistema de descarga de aguas negras, así como el tipo de instalación para la electrificación, con la debida anticipación y no durante el proceso de la obra y mucho menos al terminar ésta, ya que se ocasionan tiempos perdidos, e interferencia que retardan la terminación del conjunto y por lo tanto se eleven los costos.

La urgencia de iniciar una producción masiva de vivienda originó la necesidad de la creación del control y supervisión de obras. Algunas instituciones crearon estas áreas dentro de su organización, otras optaron por contratar estos servicios profesionales a empresas de iniciativa privada dedicadas a estas actividades. Tanto dentro de las instituciones como de las empresas, se formularon las interrogantes de ¿qué hay que hacer?, ¿cómo lo vamos a hacer?, ¿con qué lo vamos a hacer?, etc., pues la falta de experiencia en la construcción de vivienda de interés social, la diversidad de proyectos, el planteamiento de infinidad de prototipos, los muchos sistemas constructivos y la urgencia de iniciar todo esto, nos exigía, dentro del control y supervisión de obras, que se estudiara una organización tal que tuviera capacidad técnica, administrativa y el control de la programación, revisión, cunificación, verificación, liquidación y evaluación de todas las acciones que se requieren para la construcción de un conjunto habitacional.

En la actualidad, con la experiencia que se tiene, se determina que un control y supervisión de obras deberá siempre enfocarse desde tres conceptos básicos:

- \* Antes de la ejecución de las obras.
- \* Durante la ejecución de las obras.
- \* Al terminar la obras y al entregar al usuario.

#### **Actividades a realizar antes de la ejecución de las obras.**

a) Reglamentos y normas aplicables: Reglamento de Obras Públicas, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, de la Comisión Federal de Electricidad, Dirección General de Gas, Control de la Ecología, reglamentos y códigos locales y otros.

b) Revisar a detalle cada uno de los planos, con especial atención al definir la coordinación de todos los elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones entre sí y con los demás elementos.

c) Revisión de las especificaciones, las cuales deberán definir en forma clara y completa todos los materiales, incluyendo sus características principales. Las especificaciones deben establecer, de una manera inequívoca, el alcance del trabajo de cada uno de los sub contratistas, también la presentación de muestras de materiales, pruebas y tolerancias a las que tendrán que someter sus obras terminadas; la definición de la calidad de la mano de obra solicitada, entre otros.

#### **Actividades durante la ejecución de las obras.**

Se tendrá la responsabilidad de la distribución de la empresa o empresas dentro de la obra. Se verificará la adecuación del proyecto al terreno, se realizarán juntas semanales, deberán revisarse y autorizarse los anexos técnicos de los contratos, se verificarán los recursos materiales y humanos de la obra.

Se llevará a cabo un control de actividades de la obra, se deberá presentar el informe mensual de avances de obra, se verificarán y autorizarán estimaciones, se elaborarán programas y se mantendrán éstos actualizados, se controlarán y se registrarán todas las modificaciones al proyecto, etcétera.

De común acuerdo con el contratista, se establecerá el orden y secuencia más conveniente para la ejecución de las obras, verificando que los materiales, accesorios y equipos, así como la calidad de mano de obra en cada una de sus operaciones, sea lo establecido en los documentos del contrato; se vigilará que las pruebas se efectúen con la periodicidad y siguiendo las instrucciones precisas que se estipulan en las especificaciones; se verificará que las tolerancias no se excedan y que en ninguna forma sufran daños los materiales, accesorios y equipos instalados, evitando obstrucciones y ordenando protecciones en caso determinado.

#### **Actividades posteriores a la terminación de la obra.**

Se realizarán pruebas y revisiones, se efectuará la recepción al contratista, se solicitará la contratación de los servicios, se revisará la integración total de trámites oficiales, se hará la integración, revisión y autorización de finiquitos de obra, la integración de expedientes para la entrega, eventualidades (instructivos, manuales de operación, garantías, etc.) y cierre de obra.

La experiencia ha demostrado que no cumplir correctamente con las actividades necesarias por parte de la supervisión, significa necesariamente incrementos de costos innecesarios en diversos conceptos que integran el costo total de la vivienda, casi siempre motivados por descuidos o decisiones tomada incorrectamente por el supervisor.

Otro caso que ocurre con frecuencia, es que una construcción de vivienda terminada carece de instalaciones y servicios por la falta de coordinación oportuna en sus trámites, incrementándose los costos de la misma por pago de vigilancia, reparación del deterioro e sus partes, etcétera. Muy importante es la selección de los técnicos que controlen estas funciones, ya que de ellos dependen las soluciones (toma de decisión) que repercuten en favor o en contra de los costos.

Por otro lado, la auto construcción es una alternativa que se ha venido fomentando como solución al problema de construcción de vivienda popular en América Latina. A continuación se presenta la clasificación de tecnologías utilizados en las zonas urbanas para la construcción de vivienda con dicha alternativa.

#### **TECNOLOGÍA PRECARIA**

- \* Utilización de desechos naturales o producidos.
- \* Ensamblado aleatorio (heterodoxia constructiva).
- \* No utiliza ni herramienta ni equipos específicos.

- \* Cubierta y muros sólo como aislamiento visual del exterior.
- \* Mano de obra sin preparación.

### **TECNOLOGÍA ARTESANAL**

- \* Uso de elementos neutros con cierto nivel de procesamiento: adobes, bloque, placas, postes, viguetas.
- \* Muros sólidos, techos a base de láminas (calamina, asbesto, zinc...).
- \* Mezcla de soluciones para un mismo material y entre materiales diferentes.
- \* Carece de proceso constructivo previamente definido.
- \* El sistema constructivo sólo permite el crecimiento horizontal.
- \* Empleo de herramientas básicas y convencionales.
- \* Desperdicio de materiales por sobredimensionamiento y carencias en otros casos.
- \* Asesoramiento/participación reducida de obreros especializados.

### **TECNOLOGÍA DE INDUSTRIALIZACIÓN INCIPIENTE**

- \* Materiales convencionales e industrialización incipientes o prefabricados in situ de fácil ensamble.
- \* "Sistemas" elementales para auto construcción, con definición de procesos de vertido, corte, ensamble, albañilería, montaje...
- \* Uso eficiente y calculado del material. Manejo manual de componentes.
- \* Mano de obra con conocimiento previo y capacitación.
- \* Previsión de crecimiento vertical.
- \* Cumplimiento (flexible) del marco normativo.

### **TECNOLOGÍA DE INDUSTRIALIZACIÓN ASIMILABLE**

- \* Uso de elementos prefabricados con reglas de unión preestablecidas.
- \* Herramientas y equipo específico, incluso semipesado.
- \* Mano de obra especializada, nivel de capataces.
- \* Uso eficaz y eficiente del material y del sistema, siguiendo un método de cálculo-uso.
- \* Normatización de elementos fundamentales.
- \* El producto formal es una de las soluciones posibles de una gama.
- \* Optimización de mano de obra y materiales.

Al apoyar los programas de auto construcción se podrá generar la optimización de recursos humanos que además de abaratar el proyecto por concepto de mano de obra podrá integrarse directamente al diseño y alternativas de distribución de su propia vivienda entre otras ventajas. Teniendo sin embargo, especial cuidado en asegurarse que los diversos elementos como mano de obra, materiales, supervisión, etc. deben ser seguidos muy de cerca para asegurar que la calidad de la vivienda cumpla con los mismos requerimientos mínimos de seguridad, funcionalidad y vida útil que se obtendrían de una empresa o institución encargadas de la construcción de vivienda.

Existen en el mercado nuevos productos, de buena calidad y a bajo precio, cuyo uso no se ha generalizado debido a que no cuentan con la adecuada asesoría técnica para su instalación y aprovechamiento, o bien, por que requieren de mano de obra especializada, lo que genera gastos extras que inciden en el costo final.

La demanda habitacional ha propiciado en la últimas décadas el desarrollo de nuevas tecnologías para la industrialización de elementos y componentes. Estas cobran mayor importancia a la luz de la apertura comercial, especialmente ante la integración de una zona de libre comercio en América del Norte.

A la fecha, estas tecnologías presentan aún algunas limitaciones, entre ellas sobresalen la insuficiente asesoría técnica para su aprovechamiento, el significativo componente de mano de obra especializada que requieren, su incompatibilidad con otros procedimientos constructivos y con los usos y costumbres de la población, así como la carencia de capital para su consolidación.

Se requiere realizar una eficaz promoción de proyectos que incluyan criterios de coordinación dimensional y especificaciones de calidad, así como de aquellos que favorezcan el uso de materiales regionales y eco técnicas. Esto ayudará a disminuir los índices de desperdicios de materiales y el alto consumo de energéticos en la operación de viviendas.

La normatividad aplicable a la construcción todavía es dispersa. En el marco de la Ley Federal de Metrología y Normatización se requiere armonizar, a nivel internacional, criterios y procedimientos, con la participación de todos los sectores en su revisión, actualización y emisión.

## 2. 4. Entorno Social (Preferencias)

Los análisis y teoría sobre vivienda suelen circunscribirse a la casa. Este planteamiento es válido referido al espacio familiar, es decir, al estrictamente comprendido por el área física comprendido por una casa o departamento. Pero como parte de la evolución que ha sufrido la habitación, la unidad-casa se está volviendo cada vez más inseparable (teórica y prácticamente) de otros dos niveles espaciales: el vecinal y el social, tanto en los asentamientos humanos planteados como en los espontáneos. Estamos presenciando una re definición de la casa; pero sobre todo, el desarrollo de una complementabilidad mutua e insustituible entre casa y barrio, así como entre conjunto habitacional y ciudad.

La satisfacción de las necesidades humanas básicas, así como la obtención de la adecuada calidad de la casa, de acuerdo a las características básicas (protección, funcionalidad, privacidad e identidad familiar), requiere de una serie de satisfactores de muy diversa índole. Por lo que se refiere a la calidad del espacio familiar, los más importantes son de carácter legal, técnico y social.

Se sugieren las siguientes necesidades como básicas en relación con la casa:

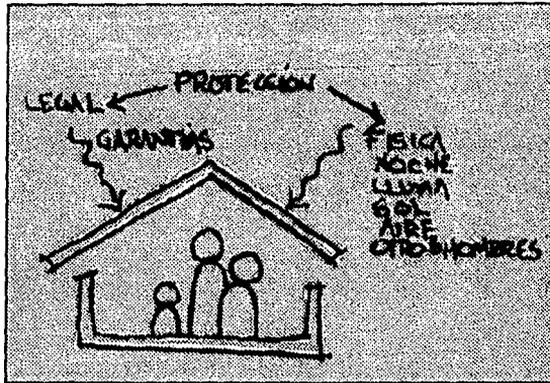
1. *Protección* (Seguridad en Maslow y Lefebvre).
2. *Privacidad* (Ekambi - Schmidt, soledad en Lefebvre, intimidad en Besnard Bernadac).
3. *Funcionalidad* (Chombart de Lauwe, función lúdica de Lefebvre).
4. *Identidad familiar* (prestigio social y creatividad en Maslow, función simbólica en Lefebvre).

### *Necesidades familiares y cualidad de la vivienda.*

a) *Protección*: La casa debe garantizar la seguridad de sus moradores. Dicha seguridad comprende dos aspectos básicos: *el físico y el legal*.

*Protección física* significa que la casa (por su diseño, estructura, materiales, etc.) reúne las características adecuadas de estabilidad, resistencia y durabilidad en su construcción y elementos, de tal modo que sus habitantes sienten que su alojamiento constituye una protección idónea contra las inclemencias del clima (lluvia, frío, sol, viento, etc.) así como contra posibles robos o intrusión de extraños.

**Protección legal** implica que tanto su terreno como la construcción cuentan con las garantías necesarias, de acuerdo con los mecanismos legales usuales en cada país.



**b) Funcionalidad:** Los espacios domésticos deben facilitar la realización de las actividades diarias o rutinarias de los diferentes miembros de la familia como totalidad. Funciones elementales como el aseo, la alimentación, y la convivencia familiar han de encontrar en la casa los elementos y apoyos para que puedan ser efectuados con facilidad y comodidad. La vida urbana y los avances tecnológicos van incorporando una serie de elementos o comodidades cuya inclusión debe estar prevista en la casa (refrigerador, lavadora, ropa, televisión, etc.) y/o en el espacio vecinal (estacionamiento para el automóvil, juegos infantiles, etc.).

La definición y correcta distribución de los espacios, de acuerdo con sus diferentes funciones (convivial, íntima, de servicio, etc.), es el factor clave a tener en cuenta. El equilibrio entre el hombre, el medio natural y el grupo social es el principio que debe normar la funcionalidad de la vivienda.

**c) Privacidad:** La construcción, disposición, orientación y materiales de la casa deben reunir características tales que garanticen la tranquilidad y aislamiento de sus moradores tanto del exterior (medio físico y social) como interiormente. Esta privacidad ha de ser acústica y visual.

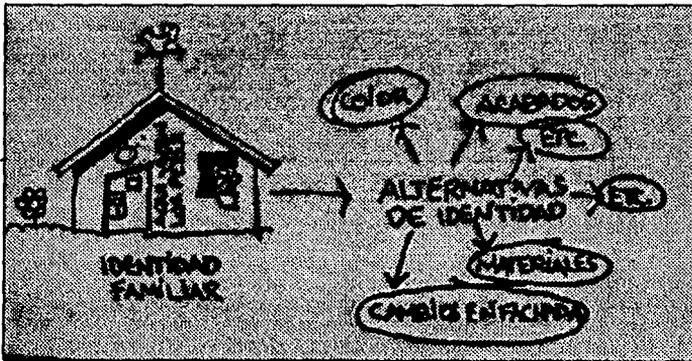
La intimidad (compartida pero preservada) debe garantizar que toda la casa o departamento constituya en sí una célula autónoma en el que cada persona se sienta abrigada, al

igual que apartada de la vida de los demás. Bernard retrata con realismo poético esta sensación de intimidad segura: *"Entrar en una casa, en la noche, es volver a encontrar una ensenada; detrás de los muros, la intimidad está protegida, la vida reencuentra su dulzura. La casa termina por confundirse con el útero materno; aporta protección y calor; permite el abandono"*.

**d) Identidad familiar:** Con la industrialización la casa ha perdido, en gran medida su personalidad; no es más que un anónimo que fuerza a sus habitantes a vivir de la manera de sus vecinos. Pero la casa, además de su función práctica, tiene otra significante, es decir, envuelve y significa las relaciones sociales; por ello, ha de entregar a los integrantes de la familia la satisfacción de ser ubicados y reconocidos por los demás (vecinos y extraños) mediante el domicilio que habitan.

La variedad de prototipos de viviendas o departamentos y especialmente las diferentes alternativas y combinaciones de fachadas constituyen un buen elemento de identidad. Igualmente los colores y acabados de las fachadas juegan un papel importante para este mismo fin. al través de estos recursos, se puede lograr que "toda célula familiar", a pesar del rigor lógico impuesto por la colectividad, viva una existencia personalizada", ya que las preferencias familiares sobre la vivienda están muy lejos de ser estandarizadas.

Estas cualidades corresponden al espacio familiar y a las necesidades del núcleo familiar. Presentamos ahora las necesidades sociales específicas a nivel de espacio social y de comunidad o grupo que lo habitan.



Con base en los estudios que Bertalanffy y Geddes efectuaron en 1949 y, sobre todo, partiendo de aplicación que de los mismos realizó Turner en varios países latinoamericanos (entre ellos México) para analizar su situación habitacional, especialmente de las clases populares, es válido inferir que son cuatro las necesidades sociales específicas de los grupos humanos en relación con su hábitat; estas son: *subsistencia, seguridad, identidad social y oportunidades de desarrollo*.

**a) Subsistencia:** el medio habitacional debe contar con los elementos e instalaciones que garanticen la supervivencia y la salud del grupo que en él reside. La satisfacción de esta necesidad es el requisito para preservar la vida del ser humano en condiciones de eficiencia.

**b) Seguridad:** los habitantes de cualquier medio habitacional exige que el ambiente donde residen, les proporcione seguridad y estabilidad física y emocional, tanto por el tipo de tenencia respecto a los bienes comunitarios (áreas comunes, instalaciones, equipo, etc.) como por sus características constructivas (arquitectónicas, urbanísticas) y sociales.

**c) Identidad social:** el grupo residente en un área habitacional necesita encontrar en su espacio social el medio que lo identifique, ubique y signifique socialmente y, así mismo, que permita a sus miembros sentirse parte integrante de una comunidad y participar en actividades comunes.

**d) Oportunidades de desarrollo:** el medio habitacional ha de ofrecer a los integrantes de la comunidad, que en él habitan, instrumentos y alicientes para que puedan progresar y desarrollarse como individuos, familias y grupo social.

La satisfacción de cada una de las cuatro necesidades sociales definidas exige una serie amplia y variada de esfuerzos o actividades por parte del individuo y del grupo residente en un área habitacional; es decir, la relación necesidad-satisfactor no es unívoca, ni mecánica.

**. Necesidades habitacionales en los diferentes estratos socioeconómicos.**

Las consideraciones que se hicieron sobre las situaciones diferenciales de las familias, de acuerdo con las variables psicológicas, sociales, culturales, demográficas y económicas son válidas referidas al grupo social o comunidad. Es obvio que las necesidades y preferencias de cada estrato son diferentes por lo que se refiere a su hábitat. Aun admitiendo un principio de equidad social,

sería impropio querer equiparar las prioridades (en cuanto a soluciones habitacionales específicas) para los estratos popular precarista o estructurado con el intermedio o el de altos ingresos, ya que cada uno de estos estratos tiene preferencias distintas en lo que se refiere a las cuatro necesidades específicas aquí presentadas.

Para el estrato popular precarista ocupa el primer lugar la necesidad de subsistencia (que se refiere a todos aquellos elementos indispensables para sobrevivir, entre ellos, el acceso al trabajo) y la de seguridad respecto de la situación legal de la tierra en que fincaron su albergue. Para el estrato popular estructurado cobran primera importancia las necesidades de desarrollos social y oportunidades de desarrollo.

La necesidad de identidad social, aunque no siempre es percibida subjetivamente reviste particular importancia en todos los estratos, pues constituye el medio para participar cívica y políticamente. Al margen de las prioridades que tiene cada grupo social, es evidente que las cuatro necesidades son de vital importancia para todos los estratos y que, en particular, de la manera como los estratos populares (precarista y estructurado) resuelvan sus necesidades de identidad social y oportunidades de desarrollo dependerá que puedan progresar económicamente y mejorar la calidad de su hábitat.

El principio que debe normar la creación del hábitat de cada estrato social es encontrar soluciones habitacionales económicamente posibles y culturalmente aceptables para que se conviertan en genuinos satisfactores acordes con sus necesidades y preferencias.

La hipótesis general que aquí se sustenta es que una casa, un hogar, es un tanto más adecuado cuanto más contribuye a la felicidad y desarrollo de la familia o grupo social que habita, tanto al nivel de grupo, como de cada una de las personas que lo integran. tal vez el aspecto que más se ha analizado de la casa sea la "rentabilidad económica"; casi todos los que hacen casas se preocupan por eso exclusivamente. En este caso hablaremos de "rentabilidad social".

Por "rentabilidad social" se entiende el grado de bienestar social que la casa proporciona a sus moradores; ello depende del grado en que responda o no a lo que los moradores esperan de su casa. Obviamente esto es muy variado y variable. Variado en cuanto a que los diversos tipos de familia corresponderán diferentes expectativas acerca de su casa: familia urbana o rural; inicial o terminada, chica o grande, etc. Variable en cuanto a que una misma familia, al modificarse en el tiempo, cambia también en sus expectativas respecto de su casa: al crecer los hijos, al mejorar los

ingresos, al cambiarse de zona climática, varían las necesidades y las funciones que se espera cumpla la casa.

Los elementos como diseño, materiales y sistemas constructivos son muy variables y flexibles de acuerdo al las condiciones ecológicas y culturales de las regiones de que se trate: zona fría o caliente, ciudad grande o chica, colonia residencial o popular, etc. Es evidente que, en zonas calientes, se espera de una casa que sea fresca; en zonas lluviosas, se busca que los techos sean impermeables y que no se esté expuesto a inundaciones; pero hay otros aspectos que son tan evidentes. Se espera que la casa proporciones protección contra las inclemencias de la naturaleza y contra la posibilidad de robos.

Lo primero que llama la atención es que, en general, hay un sentimiento de inseguridad mucho mayor ante la posibilidad de robos, hecho que está muy ligado a factores externos a la casa como es el servicio de vigilancia, la iluminación y la localización de la casa (mientras más alejada está del centro de la ciudad, se siente menor protección). Los elementos intrínsecos de la casa que aparecieron más ligados a la protección son las bardas, rejas y protección de ventanas.

Las variaciones notables, en cuanto a la protección física que ofrece la casa ante los elementos naturales, se explican por la conjugación de tres factores que debían adecuarse:

- 1) Las características ecológicas y culturales del área.
- 2) El diseño de la casa.
- 3) El sistema constructivo.



## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO DE INGENIERÍA DEL VALOR APLICADA A LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

#### 3.1. Antecedentes.

Se estima que la demanda anual a nivel nacional de vivienda nueva es de aproximadamente 300,000, de las cuales el 20% es en el área metropolitana de la Ciudad de México (AMCM), es decir, 60,000. Sin embargo, a pesar de lo amplio del mercado, el volumen de vivienda nueva de este tipo que se construye anualmente en el AMCM no llega a 20,000 viviendas, por lo que el déficit se incrementa constantemente.

Es necesario señalar que prácticamente todas las viviendas de este tipo son construidas con créditos de las diversas instituciones oficiales del ramo de la vivienda, complementándose con recursos de la banca comercial.

Debemos mencionar que en la Ciudad de México se dispone de muy pocos terrenos baldíos, por lo que la principal opción de contar con uno, consiste en demoler las viviendas o vecindades ruinosas y densificar al máximo posible, a efecto de aprovechar la infraestructura urbana existente y atender a un número mayor de familias.

Los costos de terreno para uso habitacional varían conforme a su ubicación, forma, superficie, topografía, características generales de la construcción que se localice, así como sus posibles costos de demolición, calidad de los servicios de infraestructura urbana existente y a las condiciones específicas de compraventa. Sin embargo, por experiencia se puede afirmar que el costo máximo por concepto de terreno que puede cargarse a la vivienda tipo, no deberá exceder los N\$ 13,000.00 (trece mil nuevos pesos 00/100 M.N.). El frente mínimo del terreno para sembrar los prototipos de vivienda no deberá ser menor de siete metros.

Entre las características principales con que cuenta la vivienda de interés social actualmente están:

- \* Vivienda unifamiliar, multifamiliar en dos o tres niveles
- \* Superficie total construida entre 44.0 y 86.0 metros cuadrados.
- \* Espacios que la constituyen: sala comedor, cocina, baño, dos recamaras, alcoba (en caso de ser posible) y patio de servicio.

Al considerar a la vivienda de tipo unifamiliar como la forma de un proceso debidamente organizado e implementado es correcto considerar que su valor de

construcción, excluyendo el costo de la tierra y de la urbanización del medio, queda integrado en forma estimable como sigue:

- a) Aproximadamente el 50% lo constituyen los diferentes insumos que dan lugar a los elementos constructivos.
- b) Aproximadamente el 30% lo integran los gastos ocasionados por la mano de obra.
- c) Aproximadamente el 20% se destina a gastos generales; administración, impuestos y utilidad.

### Fuente financiera.

En nuestro país la banca comercial establece como principal requisito, la capacidad de pago que demuestre el posible acreditado y normalmente requiere la comprobación del ingreso familiar (el titular y dos coacreditados) hasta por un monto equivalente a cuatro veces la mensualidad, que para estos casos está definida por el FOVI y no excedía en 1994 de N\$ 10.00 (diez nuevos pesos 00/100 M.N.) por cada millar de nuevos pesos de crédito otorgado.

En cambio, una de las opciones que ofrece la banca comercial para otorgar créditos puente hipotecarios a promotores de vivienda es:

- Financiamiento: 50% del valor de la venta de las viviendas.
- Plazo: un año máximo, de acuerdo al tamaño del proyecto.
- Número de viviendas: máximo 250 por cada proyecto en cada plaza.
- Tasa: líder más seis puntos.
- Comisión apertura: 1% sobre monto crédito.
- Comisión evaluación: 1.5% sobre el valor total.
- Disposición total: sobre avance de obra., según inspección de supervisores del banco.
- Anticipos: no se otorgan.
- Amortización: dentro del plazo pactado, mediante los créditos otorgados a los compradores o pagos en efectivo.

### *Requisitos:*

- Patente aprobada y aceptada por la institución.
- El promotor solicitante deberá tener experiencia demostrada en la promoción de vivienda.
- El terreno en donde se construirá el desarrollo deberá estar urbanizado y contar con todos los servicios.
- Condición: la viabilidad del proyecto deberá estar respaldada por un estudio de mercado.
- Gastos adicionales: inspecciones de obra (1.25 al millar sobre presupuesto total por cada inspección), gastos notariales.

## **3.2. Ingeniería del Valor aplicada al Diseño Arquitectónico de la Vivienda de Interés Social.**

### **3.2.1. Fase de Selección.**

*¿Qué se va a estudiar?, ¿Qué debe de conocerse de antemano antes de empezar el estudio?*

La vivienda de interés social propuesta originalmente (ver planos en el Anexo 1), presenta algunas deficiencias en cuanto a optimización del espacio disponible para construir, razón por la cual se determinó la conveniencia de realizar un estudio de Ingeniería del Valor con el fin de encontrar opciones que ofrezcan una mejor utilización del espacio. Se propone resolver la problemática de aprovechamiento de espacio y la optimización de algunos recursos en el formato 1a.

Como ya se ha visto en la capítulo 2, para el ser humano disponer de un espacio propio para cada una de sus actividades representa un importante factor psicológico. Es por ello que al realizar una buena planeación espacial no se provocará un incremento significativo en el costo de la vivienda, pero en cambio se pueden brindar al usuario diversos satisfactores que no son monetariamente cuantificables. En otras palabras, se pueden brindar mayores calidad de satisfactores a cambio de poca inversión.

El objetivo de la aplicación de la Ingeniería del Valor al diseño arquitectónico del proyecto original es aprovechar al máximo el terreno de 66.94 m<sup>2</sup>, cumpliendo con los requisitos de calidad y cantidad de áreas mínimos establecidos.

### **3.2.2. Fase de Información.**

*¿Qué es?, ¿Que hace?, ¿Cuánto cuesta?*

En esta etapa se conocen cuáles son las ideas que se generaron durante la "tormenta de ideas" registradas en el formato 2a. Los resultados del análisis de conceptos básicos para la vivienda de interés social, (ver formato 5a), entregan el costo del proyecto que asciende a N\$ 49,417.25\* monto que entrega un importe de N\$ 1,174.92/m<sup>2</sup>, el cual se debe abatir mediante el incremento de superficie construida dentro de las mismas dimensiones del terreno. Debe aclararse que en estos costos no se incluye costo del terreno ni costos indirectos.

El diseño original es funcional en cuanto a su distribución, pero no contempla el crecimiento a futuro de la vivienda. El formato 3a contiene el resumen de funciones básicas o secundarias desempeñadas por el concepto espacio dentro del proyecto de vivienda.

\* Fuente: BIMSA, diciembre 1994.

### **3.2.3. Fase de Especulación.**

*¿Qué otra cosa podría desempeñar la función?, ¿En qué otra parte se puede realizar la función?*

Se modificará el diseño original en cuanto a dimensiones de algunas áreas, pero se respetará la distribución original de la vivienda, si se piensa en el crecimiento vertical se debe revisar estructuralmente el proyecto para determinar en qué grado se verá afectado el costo del mismo en caso de requerirse modificaciones. Las propuestas contemplan no sólo la optimización de el terreno en la etapa inicial, sino también el crecimiento a futuro, previsto de desde la fase inicial del proyecto, lo cual reporta ahorros a lo largo de la vida útil de la vivienda. Se entrega al usuario de un proyecto debidamente planeado.

### **3.2.4. Fase de Análisis.**

*¿Cuánto cuestan las alternativas?, ¿Cuál es la menos costosa?*

El diseño arquitectónico se verá afectado por las propuestas contenidas en el formato 4a.

#### **A. Integrar una alcoba al diseño original.**

\* **Ventaja:** Una recámara adicional proporciona satisfactores tales como prever un posible crecimiento a futuro provocado por el crecimiento de la familia ya sea en número o edad de los habitantes.

\* **Desventaja:** Es necesario realizar modificaciones a las áreas propuestas originalmente.

\* **Calificación:** 1, ya que es una alternativa que requiere de poca inversión monetaria y no requiere demasiado tiempo para rediseñar las dimensiones afectadas.

#### **B. Crecimiento vertical adicionando una recámara, estancia y baño al siguiente nivel.**

\* **Ventaja:** Es una propuesta atractiva ya que permitirá la expansión de la vivienda reduciendo el costo por metro cuadrado y además proporciona al usuario mayores satisfactores.

\* **Desventaja:** La inversión inicial es mayor, además se requiere tiempo de rediseño tanto arquitectónico como estructural.

\* **Calificación:** 2, se presenta como una alternativa bastante atractiva para el objetivo que se persigue.

### C. Cambiar a una propuesta arquitectónica ajena a la original.

\* **Ventaja:** este caso puede llevar a encontrar un prototipo que desde un inicio satisfaga las condiciones de costo, bienestar y diseño requeridos.

\* **Desventaja:** se debe invertir tiempo en evaluar costos y satisfactores.

\* **Calificación:** 4, se debe echar mano de esta alternativa en caso de resultar inútiles los esfuerzos por mejorar el diseño original propuesto.

### D. Reducción del área original construida con el fin de insertar un área adicional.

\* **Ventaja:** Acondicionar un espacio adicional.

\* **Desventaja:** Se corre el riesgo de no cumplir con el límite de áreas mínimas, además no representaría un abatimiento significativo del costo por metro cuadrado.

\* **Calificación:** 5, es una propuesta a la que se considerará nula.

### E. Trasladar una de las recámaras de la P.B. a la P.A. con el propósito de incrementar los espacios.

\* **Ventaja:** Se puede ofrecer mayor espacio para pensar en mayor número de muebles en cada habitación o mejorar el tránsito en ellas.

\* **Desventaja:** Tiempo de re diseño, además el usuario en la mayoría de las ocasiones prefiere reducir espacios por tener una habitación adicional.

\* **Calificación:** 3, es una buena alternativa que puede satisfacer el objetivo del estudio.

Las alternativas referidas al diseño de la vivienda se resumen a continuación

Área de la vivienda	Superficie propuesta original (m <sup>2</sup> )	Superficie alternativa 1 (m <sup>2</sup> )	Alternativa 2 (m <sup>2</sup> )
Sala	8.00	9.37	9.37
Comedor	9.27	8.00	8.00
Cocina	5.30	5.30	5.30
Baño1	4.90	4.90	4.90
Baño 2	0.00	0.00	4.90
Recámara 1	8.20	8.20	8.20
Recámara 2	8.00	8.00	8.00
Recámara3	0.00	0.00	8.20
Estancia	0.00	0.00	8.00
Alcoba	0.00	5.09	0.00
Pasillo	1.83	2.43	3.65
Patio de servicio	5.88	5.88	5.88
Garaje	15.62	9.77	9.77

### 3.2.5. Fase de Desarrollo.

*¿Funcionará la alternativa?, ¿Cumplirá con los requisitos?, ¿Otras implicaciones de costo?, ¿Qué se necesita para implantar?*

En este trabajo se han considerado tres alternativas de diseño arquitectónico para la vivienda de interés social dentro del mismo terreno contemplando áreas construidas de 42.06, 51.29 y 75.51 m<sup>2</sup>, para definir cuál es la variación de costos entre sí, ver planos en el Anexo 1. Los catálogos correspondientes a cada uno se presentan en los formatos 5a, 5b y 5c.

Área (m <sup>2</sup> )	Costo N\$	Costo/m <sup>2</sup>
42,06	49,117.25	1,174.92
51.29	58,702.40	1,144.52
75.51	80,143.71	1,061.37

Como se puede observar en la fig. 5, la variación de costos con respecto al área construida no presenta una relación lineal, por lo que podemos considerar que a la vivienda de interés social se le puede dar un mejor aprovechamiento en cuanto a los espacios construidos, ya sea buscando modificaciones en su diseño arquitectónico hacia un crecimiento horizontal de la vivienda, o mejor aún, disponiendo de un crecimiento horizontal sin esperar que el costo de la misma se incremente en la misma proporción que el área construida.

El abatimiento de costos por concepto de preliminares, cimentación e instalaciones, por ejemplo, se ve beneficiado al presentarse un crecimiento en el área construida, ya que para llevar a cabo la ampliación del área es poco representativa la inversión que se requiere para ejecutar estos conceptos. En esta comparación se integra al Ingeniería del Valor enfocada al aspecto arquitectónico y funcional de la vivienda pensando desde la concepción del proyecto en el desarrollo a futuro del mismo.

Al llevar a cabo el análisis del costeo del ciclo de vida para la vivienda proyectada a 40 años, (consultar formato 6a), se consideró la impermeabilización como parte del mantenimiento con periodo de tres años y la pintura en general con periodo de diez años; obteniendo lo siguiente:

Área (m <sup>2</sup> )	Costos Totales en Valor Presente N\$	Costo/m <sup>2</sup> en Valor Presente N\$
42,06	56,215.10	1,336.55
51.29	66,416.57	1,294.92
75.51	93,255.66	1,235.01

Entre las ventajas que el desarrollo de la Ingeniería del Valor aportó al diseño arquitectónico original de la vivienda se consideran:

- \* Se integra al diseño definitivo el desarrollo a futuro de la vivienda.
- \* Mediante el máximo aprovechamiento del área del terreno y de la infraestructura con que se cuenta se puede ofrecer un producto que permita al usuario quedar más satisfecho con su adquisición.
- \* Así mismo, al ejecutar el desarrollo a futuro de la vivienda se estarán abatiendo los costos a futuro que incrementarán en forma considerable el costo total de la vivienda.

Los formatos (7a) y (8a) contienen la calificación otorgada a las alternativas presentadas de acuerdo a los parámetro de costo, estética, mantenimiento, tiempos de re diseño y construcción involucrados en las mismas. En resumen, la alternativa 1 presenta un mejor panorama en cuanto a la satisfacción de requerimientos cuantificados tanto en lo económico como en lo subjetivo.

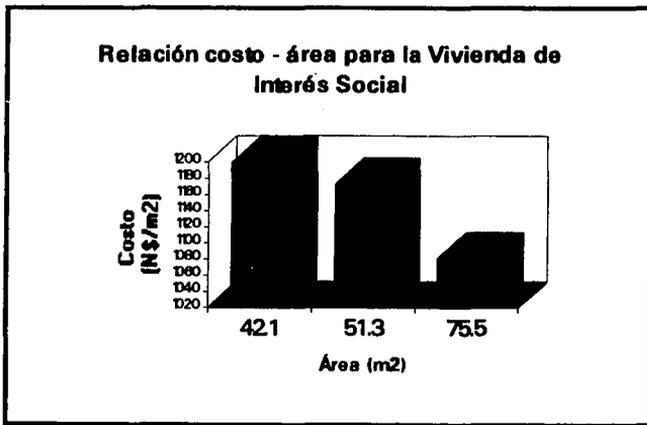


Figura 5. Relación costo-área para la vivienda de interés social

Acopio de información

**ESTUDIO DE INGENIERIA DEL VALOR**

**Fecha de estudio**  
jun-95

**Estudio no.**

**Título del estudio**  
Vivienda de Interés Social en la Ciudad de México

**Líder del equipo**

**Miembros del equipo**

**Descripción del problema a ser estudiado:**

El terreno cuenta con una superficie total de 6.25 x 10.71 m

Se trata de una vivienda unifamiliar de interés social de 42.06 m2 construidos.

La vivienda se ubicará en el Distrito Federal y se contará con la infraestructura necesaria para brindar los servicios necesarios al usuario.

Aprovechar al máximo el área destinada a la vivienda pensando en la comodidad y necesidades a futuro de los habitantes de la misma.







## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>PRELIMINARES</b>									
Limpieza y desbarraje a mano de terreno con maleza	m2	115,00	N\$ 0,43	N\$ 49,45	N\$ 0,57	N\$ 85,55	N\$ 115,00	0,31	
Limpieza de terreno plano a mano	m2	115,00	N\$ 0,95	N\$ 109,78	N\$ 1,27	N\$ 145,52	N\$ 265,30	0,69	
							N\$ 370,30		0,01
<b>CIMENTACION</b>									
<b>Excavación</b>									
Trazo y nivelación topográfica, estableciendo ejes y referencias	m2	115,00	N\$ 2,07	N\$ 237,85	N\$ 2,74	N\$ 315,30	N\$ 563,15	0,06	
Excavación a mano a cielo abierto	m3	25,85	N\$ 10,59	N\$ 273,44	N\$ 14,02	N\$ 392,47	N\$ 835,81	0,08	
<b>Cimentación</b>									
Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación, No. 5/8"	ton	0,44	N\$ 1.147,44	N\$ 504,87	N\$ 1.521,02	N\$ 899,25	N\$ 1.174,12	0,11	
Sum. y coloc. de malla electrosoldada cal. 88-88 en los de cimentación	m2	88,84	N\$ 3,74	N\$ 260,13	N\$ 4,95	N\$ 331,56	N\$ 581,89	0,05	
Relleno de capas con producto de excavación	m3	15,25	N\$ 8,20	N\$ 94,49	N\$ 8,21	N\$ 125,28	N\$ 219,75	0,02	
Vaciado de concreto hecho en obra con revoladora de un saco f'c = 200 kg/cm2 resistencia normal	m3	7,95	N\$ 182,73	N\$ 1.294,33	N\$ 215,72	N\$ 1.715,74	N\$ 3.010,08	0,28	
Zapata de cimentación corrida de 45*15*30 fabricada con concreto f'c = 200 kg/cm2, incl. plantilla de 5 cm de espesor f'c = 100 kg/cm2	m3	3,85	N\$ 286,37	N\$ 1.141,02	N\$ 392,88	N\$ 1.512,52	N\$ 2.653,54	0,24	
Impermeabilización en cadenas de cimentación para desplante de muros a base de 2 capas de emulsión									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m<sup>2</sup>

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL NS	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
asfáltica (microlástico) y 1 capa de fieltro asfáltico con riego de arena	m <sup>2</sup>	16,90	NS 17,16	NS 288,02	NS 22,73	NS 381,90	NS 669,82	0,06	
Impermeabilización en losa plana a base de 1 capa de microprimer, 2 capas de fibra de vidrio (fester felt), 2 ca- pas de emulsión asfáltica y acabado con riego de arena corrida	m <sup>2</sup>	41,90	NS 14,38	NS 601,77	NS 18,04	NS 797,69	NS 1.399,46	0,13	
<b>ESTRUCTURA</b>							<b>NS 10.987,82</b>		<b>0,22</b>
<b>Muros y divisiones</b>									
Muro de tabicón de concreto ligero de 7x12x24, 12 cm esp. asentado con mezcla de mortero plasto cemento - arena 1:5	m <sup>2</sup>	106,41	NS 11,27	NS 1.189,01	NS 12,21	NS 1.287,01	NS 2.475,03	0,14	
Replanteo de muros a regla, nivel e ploma, con mortero cemento - arena 1:4 de 2 cm de espesor prem.	m <sup>2</sup>	210,82	NS 8,87	NS 1.829,57	NS 9,40	NS 1.990,95	NS 3.809,52	0,21	
Impermeabilización de muros a una altura de 30 cm a partir de dala de desplante con Microfest	m <sup>2</sup>	10,18	NS 20,81	NS 209,74	NS 22,33	NS 227,22	NS 436,95	0,02	
<b>Losa</b>									
Losa plana en superestructura de 10 cm de parate concreto f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> T.M.A. 3/4"	m <sup>2</sup>	41,90	NS 41,44	NS 1.738,30	NS 64,93	NS 2.301,60	NS 4.037,90	0,22	
Firme de concreto f'c= 100 kg/cm <sup>2</sup> de 5 cm de espesor fabricado con revoladoras	m <sup>2</sup>	68,94	NS 8,15	NS 545,44	NS 10,80	NS 723,03	NS 1.269,47	0,07	
Acabado pulido integral sobre piso de concreto	m <sup>2</sup>	68,94	NS 3,00	NS 200,81	NS 3,88	NS 266,33	NS 487,24	0,03	
Huellas de concreto para acceso de autos de 60x50x8									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
con concreto f'c= 160 kg/cm2 fabricado en obra	pa	2,00	N\$ 7,73	N\$ 16,46	N\$ 10,24	N\$ 20,49	N\$ 36,94	0,00	
Repallado en plafones a regla y nivel c/mortero calidra - arena de 2,6 de espesor promedio	m2	41,90	N\$ 7,46	N\$ 312,78	N\$ 9,90	N\$ 414,61	N\$ 727,39	0,04	
Impermeabilización en charola de regadera, con 1 capa de impregnación de microprimer, 2 capas de festerflex y pintura protectora	m2	1,40	N\$ 4,32	N\$ 6,06	N\$ 5,73	N\$ 8,02	N\$ 14,07	0,00	
Sardinel 10 x 10 cm fabricado con concreto simple f'c= 100 kg/cm2	m	2,50	N\$ 5,76	N\$ 14,41	N\$ 7,64	N\$ 19,10	N\$ 33,50	0,00	
Impermeabilización en azoteas 1 mano microprimer, 2 capas microlastic FBR, mano fester flex	m2	41,90	N\$ 19,46	N\$ 773,85	N\$ 24,48	N\$ 1.026,54	N\$ 1.799,19	0,10	
Relleno con jalisco en azoteas para dar pendientes	m3	6,35	N\$ 19,80	N\$ 104,88	N\$ 25,99	N\$ 139,00	N\$ 243,85	0,01	
Entortado en azoteas de 3 cm de espesor con mortero cemento - calidra - arena 1:1:8 sobre relleno para dar pendientes	m3	1,26	N\$ 6,23	N\$ 7,83	N\$ 8,28	N\$ 10,38	N\$ 18,21	0,00	
Enladrillado de azotes c/dadrillo de barro rojo común re- cocido 2x20x10 cm asentado con mortero cem - arena 1:6, colocado tipo petatillo con lechada de cemento gris agua y acabado escobillado	m2	41,90	N\$ 16,26	N\$ 681,22	N\$ 21,65	N\$ 903,02	N\$ 1.594,24	0,09	
Aplicación de acabado y recubrimiento de acabado impermeabilizante fester blanc en una capa formada a base de 2 manos	m2	41,90	N\$ 6,56	N\$ 274,94	N\$ 9,70	N\$ 364,45	N\$ 639,39	0,04	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

### VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO AREA CONSTRUIDA 42.06 m<sup>2</sup>

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Base para tinaco hecha a base de concreto	pza	2,00	N\$ 77,40	N\$ 154,80	N\$ 102,80	N\$ 205,20	N\$ 380,00	0,02	
Base de concreto para recibir tanque estacionario	pza	1,00	N\$ 116,10	N\$ 116,10	N\$ 153,90	N\$ 153,90	N\$ 270,00	0,01	
							<b>N\$ 18.220,88</b>		<b>0,37</b>
<b>INSTALACIONES</b>									
Instalación Hidráulica									
Tee de Cu de 19x19x26 mm; incl. mats. de consumo	pza	9,00	N\$ 3,32	N\$ 29,88	N\$ 13,28	N\$ 119,52	N\$ 149,40	0,02	
Conector de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,77	N\$ 7,53	N\$ 15,08	N\$ 30,13	N\$ 37,88	0,00	
Reducción de Cu de 3/4" a 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,40	N\$ 6,80	N\$ 13,61	N\$ 27,22	N\$ 34,02	0,00	
Llave para manguera Cu de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 5,48	N\$ 5,48	N\$ 21,93	N\$ 21,93	N\$ 27,41	0,00	
Tubo de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	m	10,30	N\$ 3,77	N\$ 38,87	N\$ 15,10	N\$ 155,49	N\$ 194,38	0,03	
Codo de Cu de 90 x 1"; incl. mats. de consumo	pza	4,00	N\$ 2,91	N\$ 11,68	N\$ 11,68	N\$ 46,82	N\$ 58,28	0,01	
Cople corrido de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,58	N\$ 7,12	N\$ 14,24	N\$ 28,48	N\$ 35,80	0,00	
Reduc. campana Cu de 3/4 a 1/2; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	
Válvula de flotador para tinaco; incl. mats. de consumo	pza	1,00	N\$ 8,89	N\$ 8,89	N\$ 35,58	N\$ 35,58	N\$ 44,45	0,01	
Tubo de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	m	8,18	N\$ 2,50	N\$ 15,48	N\$ 10,00	N\$ 81,90	N\$ 77,38	0,01	
Tee de Cu de 19x26x26; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 5,00	N\$ 10,00	N\$ 20,01	N\$ 40,02	N\$ 50,02	0,01	
Tee de Cu de 19x13x13; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 4,82	N\$ 9,86	N\$ 19,70	N\$ 39,39	N\$ 49,24	0,01	
Tubo de Cu de 13 mm; incl. mats. de consumo	m	20,24	N\$ 2,52	N\$ 51,00	N\$ 10,08	N\$ 204,02	N\$ 255,02	0,03	
Cople corrido de Cu de 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	8,00	N\$ 1,83	N\$ 13,04	N\$ 6,52	N\$ 52,16	N\$ 65,20	0,01	
Codo de Cu de 90 x 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 2,31	N\$ 4,63	N\$ 9,28	N\$ 18,51	N\$ 23,14	0,00	
Codo de Cu c/ reduc. de 90 x 1/2" a 3/8"; incl. mat. consumo	pza	4,00	N\$ 2,25	N\$ 9,00	N\$ 9,00	N\$ 36,00	N\$ 45,00	0,01	
Reducción de Cu de 1/2" a 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,12	N\$ 6,24	N\$ 12,48	N\$ 24,98	N\$ 31,20	0,00	
Tubo de 3/8" de Cu; incluye mat. de consumo	m	8,90	N\$ 1,51	N\$ 13,42	N\$ 6,03	N\$ 53,88	N\$ 67,11	0,01	
Codo de Cu de 90 x 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	8,00	N\$ 1,62	N\$ 12,98	N\$ 6,49	N\$ 51,90	N\$ 64,88	0,01	
Tee de Cu de 13x13x13; incl. mats. de consumo	pza	3,00	N\$ 3,40	N\$ 10,21	N\$ 13,61	N\$ 40,82	N\$ 51,03	0,01	
Sum. y coloc. válvula de alivio económica 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	0,00	
Sum. y coloc. de válvula de paso de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 6,37	N\$ 6,37	N\$ 25,50	N\$ 25,50	N\$ 31,87	0,00	
Sum. y coloc. de válvula de paso de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	2,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	0,00	
Sum. y coloc. de válvula de paso de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	2,00	N\$ 7,39	N\$ 14,78	N\$ 29,58	N\$ 59,15	N\$ 73,94	0,01	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
ÁREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Sum. y colocación de tiraco Caparante de 1100 lt	pza	1,00	N\$ 125,28	N\$ 125,28	N\$ 501,12	N\$ 501,12	N\$ 628,40	0,08	
Tee de 3/8	pza	3,00	N\$ 3,40	N\$ 10,21	N\$ 13,61	N\$ 40,82	N\$ 51,03	0,01	
Instalación Sanitaria									
Tubería de PVC de 100 mm, incl. mat. consumo	m	12,36	N\$ 3,70	N\$ 45,77	N\$ 14,81	N\$ 183,08	N\$ 228,85	0,03	
Tubería de PVC de 38 mm, incl. mat. consumo	m	6,00	N\$ 2,80	N\$ 16,80	N\$ 10,40	N\$ 62,40	N\$ 78,00	0,01	
Codo de 45 x 100 mm, incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,01	
Codo de 87 x 38 de PVC; incl. mat. consumo	pza	7,00	N\$ 2,58	N\$ 18,07	N\$ 10,33	N\$ 72,30	N\$ 90,37	0,01	
Tee de PVC de 100 x 100 x 38 mm; incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 9,08	N\$ 18,11	N\$ 32,22	N\$ 64,45	N\$ 80,56	0,01	
Codo de 87 x 100 de PVC; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,01	
Tee de 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 6,28	N\$ 12,57	N\$ 25,14	N\$ 50,29	N\$ 62,86	0,01	
Cople de 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 6,89	N\$ 13,79	N\$ 27,58	N\$ 55,16	N\$ 68,94	0,01	
Registro para inst. sanitaria de 40x40x80 cm con paredes de tebeque rojo, tapa metálica cal 16, cama de grava de 12 cm espesor	pza	2,00	N\$ 69,75	N\$ 139,50	N\$ 279,01	N\$ 558,02	N\$ 697,52	0,09	
Yee 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,01	
Sum. e instalación de bajada de agua de 3.20 m de PVC	pza	3,00	N\$ 6,00	N\$ 18,00	N\$ 24,00	N\$ 72,00	N\$ 90,00	0,01	
Instalación de Gas									
Sum. y coloc. de válvula de llenado doble check	pza	1,00	N\$ 12,13	N\$ 12,13	N\$ 48,52	N\$ 48,52	N\$ 60,65	0,01	
Conector Cu a RI 32 mm; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 1,56	N\$ 1,56	N\$ 6,24	N\$ 6,24	N\$ 7,80	0,00	
Reducción Bushing 32 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,86	N\$ 0,86	N\$ 3,44	N\$ 3,44	N\$ 4,30	0,00	
Tubo de Cu tipo "L" 19 mm; incl. mat de consumo	m	3,80	N\$ 4,71	N\$ 17,89	N\$ 18,83	N\$ 71,58	N\$ 89,45	0,01	
Codo de Cu 45 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 2,28	N\$ 2,28	N\$ 9,12	N\$ 9,12	N\$ 11,40	0,00	
Conector Cu a RE de 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,38	N\$ 0,38	N\$ 1,44	N\$ 1,44	N\$ 1,80	0,00	
Válvula de globo CMS; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 13,50	N\$ 13,50	N\$ 54,00	N\$ 54,00	N\$ 67,50	0,01	
Tee de Cu a RI a CU 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	
Codo 90 de Cu a RI de 19 mm; incl. mat de consumo	pza	5,00	N\$ 2,17	N\$ 10,84	N\$ 8,67	N\$ 43,36	N\$ 54,20	0,01	
Acoplador para manquera 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 11,01	N\$ 11,01	N\$ 44,03	N\$ 44,03	N\$ 55,04	0,01	
Sum. y coloc. de tanque estacionario para gas de 600 lt	pza	1,00	N\$ 213,47	N\$ 213,47	N\$ 853,88	N\$ 853,88	N\$ 1.087,33	0,14	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL NS	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>Instalación Eléctrica</b>									
Sum. y coloc. de tablero de distribución QU 612 L 100 SQ 120/240	pza	1,00	NS 78,42	NS 78,42	NS 313,68	NS 313,68	NS 392,11	0,05	
Sum. y colocación de tablero termomagnético QO120 20	pza	1,00	NS 9,40	NS 9,40	NS 37,62	NS 37,62	NS 47,02	0,01	
Sum. y coloc. de cajas conduct a/oval LB 18 mm	pza	28,00	NS 3,88	NS 108,70	NS 15,53	NS 434,78	NS 543,48	0,07	
Sum. y coloc. de caja de conexiones PVC	pza	20,00	NS 3,00	NS 60,00	NS 12,00	NS 240,00	NS 300,00	0,04	
Sum. y coloc. de chapas PVC	pza	10,00	NS 2,40	NS 24,00	NS 9,60	NS 96,00	NS 120,00	0,02	
Sum. y colocación de tubo poliducto pared delgada 18 mm	m	30,34	NS 0,76	NS 23,06	NS 3,04	NS 82,23	NS 115,29	0,01	
Sum. y coloc. de alambre TW 600V Cal. 14	pza	47,88	NS 0,39	NS 18,86	NS 1,58	NS 76,43	NS 94,28	0,01	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 600V Cal. 14	pza	22,50	NS 0,74	NS 16,65	NS 2,98	NS 66,60	NS 83,25	0,01	
Sum. y coloc. de alambre TW 600V 60 Cal.10	pza	45,15	NS 0,75	NS 33,85	NS 3,01	NS 135,81	NS 169,76	0,02	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 600V 60 Cal.10	pza	28,00	NS 0,65	NS 15,48	NS 2,21	NS 81,82	NS 77,28	0,01	
Sum. y coloc. tubo conduct esmalado pared gruesa 1"	pza	30,00	NS 2,05	NS 61,38	NS 8,18	NS 245,52	NS 306,80	0,04	
Canalización para zumbador	m	7,00	NS 0,76	NS 5,32	NS 3,04	NS 21,28	NS 28,60	0,00	
Canalización para antena de T.V.	m	7,00	NS 0,76	NS 5,32	NS 3,04	NS 21,28	NS 28,60	0,00	
Canalización para teléfono	m	7,00	NS 0,76	NS 5,32	NS 3,04	NS 21,28	NS 28,60	0,00	
Sum. y coloc. de lámparas 100 w	pza	8,00	NS 5,00	NS 40,00	NS 20,00	NS 160,00	NS 200,00	0,03	
Sum. y coloc. de botantes 60 w	pza	4,00	NS 3,40	NS 13,60	NS 13,80	NS 54,40	NS 68,00	0,01	
							NS 7.712,24		0,16
<b>ACABADOS</b>									
<b>Pisos</b>									
Piso de azulejo 9 cuadros de 11x11 cm asentado con pegazulejo y lechadaado con cemento agua (azulejo dalmonite anti-derrapante)	m2	4,97	NS 21,53	NS 106,98	NS 60,24	NS 249,65	NS 356,64	0,05	
<b>Muros</b>									
Recubrimiento en muros c/azulejo del monite decorado de 11x11 cm, asentado con pegazulejo y lechadaado	m2	17,31	NS 43,18	NS 747,53	NS 100,77	NS 1.744,24	NS 2.491,77	0,38	
<b>Pintura</b>									
Pint vinilica COMEX Vinimex 700 acrílico en muros y pla-									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
lonas , acabados con yeso	m2	239,82	N\$ 3,75	N\$ 899,32	N\$ 8,75	N\$ 2,089,41	N\$ 2,997,74	0,46	
Pintura de esmalte COMEX Albermax C/R en muros y plafones acabados con yeso	m2	26,65	N\$ 4,98	N\$ 130,40	N\$ 11,42	N\$ 304,26	N\$ 434,66	0,07	
Pintura esmalte master alidulico glomatic, en sup. metálica de puertas y ventanas	m2	7,58	N\$ 4,01	N\$ 30,28	N\$ 8,35	N\$ 70,65	N\$ 100,83	0,02	
Pintura esmalte COMEX 100 (esmalte sint.), en puertas y superficies de madera, hasta una altura de 3 m	m2	12,60	N\$ 3,97	N\$ 50,01	N\$ 9,28	N\$ 116,69	N\$ 166,70	0,03	
<b>CARRRTERIA</b>							<b>N\$ 6.548,43</b>		<b>0,13</b>
<b>Puertas</b>									
Puerta Mayapán de 2.10x0.80	pza	3,00	N\$ 49,50	N\$ 148,50	N\$ 49,50	N\$ 148,50	N\$ 287,00	0,68	
Sum. y coloc. de chapa marca Yale mod. Novo (2B) para puertas de baño, incl. mat. herramientas y m.o.	pza	1,00	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 66,84	0,16	
Sum. y coloc de chapa Yale mod. Lotus latón A 10 S para puertas de recamaras, incl. mat. herr. y m.o.	pza	2,00	N\$ 18,27	N\$ 36,53	N\$ 18,27	N\$ 36,53	N\$ 73,06	0,17	
							<b>N\$ 438,90</b>		<b>0,01</b>
<b>MUEBLES Y ACCESORIOS</b>									
Sum. y coloc. inodoro ideal std. mod. Zafiro color blanco, incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 208,07	N\$ 208,07	N\$ 275,81	N\$ 275,81	N\$ 483,88	0,32	
Sum. y coloc. de lavabo mod. Veracruz, color blanco incl. mezcladora E-115C, céspol y mat. de consumo	m2	1,00	N\$ 197,28	N\$ 197,28	N\$ 281,51	N\$ 281,51	N\$ 458,79	0,31	
Sum. y coloc. de regadera Mercurio sencilla 565, incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 59,77	N\$ 59,77	N\$ 79,23	N\$ 79,23	N\$ 139,00	0,09	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Sum. y coloc. de llave nariz para lavadero incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 25,66	N\$ 25,66	N\$ 34,02	N\$ 34,02	N\$ 59,68	0,04	
Sum. y coloc. de lavadero a/pileta de concreto incl. material de consumo y asentado con mortero cemento - arena 1:4	pza	1,00	N\$ 33,02	N\$ 33,02	N\$ 43,78	N\$ 43,78	N\$ 76,80	0,05	
Sum. y colocación de jgo. de accesorios p/empotrar completo; incl. mats. de consumo	jgo	1,00	N\$ 45,12	N\$ 45,12	N\$ 59,80	N\$ 59,80	N\$ 104,92	0,07	
Base de concreto para calentador hecha a base de placa de concreto de 10 cm de espesor y sección 40x60 cm	pza	1,00	N\$ 77,40	N\$ 77,40	N\$ 102,60	N\$ 102,60	N\$ 180,00	0,12	
							<b>N\$ 1.603,07</b>		<b>0,03</b>
<b>HERPERIA</b>									
Ventanas									
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.0x1.20 m	pza	3,00	N\$ 149,26	N\$ 447,74	N\$ 149,26	N\$ 447,74	N\$ 895,47	0,31	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.10x1.60 m	pza	2,00	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 794,67	0,27	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.00x0.80 m	pza	2,00	N\$ 99,33	N\$ 198,67	N\$ 99,33	N\$ 198,67	N\$ 397,33	0,14	
<b>Puertas</b>									
Puerta de acero de 0.90x 2.20 de 3 mm de espesor natural de 1.5" con vidrio medio doble 3 mm, incl. chapa, accesorios y acarreo	pza	2,00	N\$ 181,89	N\$ 363,78	N\$ 241,11	N\$ 482,22	N\$ 846,00	0,29	
							<b>N\$ 2.823,47</b>		<b>0,06</b>

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 42.06 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	% PARTIDA	% C. TOTAL
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>LIMPIEZAS</b>									
Limpieza de accesorios de baño de porcelana con detergente en polvo, agua y ácido muriático diluido	pza	5,00	N\$ 0,84	N\$ 4,21	N\$ 1,12	N\$ 5,59	N\$ 9,80	0,01	
Limpieza de muebles sanitarios con detergente en polvo	pza	4,00	N\$ 2,81	N\$ 11,23	N\$ 3,72	N\$ 14,89	N\$ 26,12	0,03	
Limpieza general durante la obra	m2	180,00	N\$ 1,29	N\$ 232,20	N\$ 1,71	N\$ 307,80	N\$ 540,00	0,68	
Limpieza final	m2	115,00	N\$ 0,82	N\$ 93,96	N\$ 1,08	N\$ 124,56	N\$ 218,50	0,28	
						N\$ 784,42			0,02
<b>GRAN TOTAL</b>							<b>N\$ 49.417,25</b>		<b>1,00</b>
<b>Superficie construida 42.06 m2</b>					<b>COSTO/m2 =</b>	<b>N\$ 1.174,92</b>			

**METODO DEL VALOR PRESENTE**  
**Análisis del costo de ciclo de vida**

Elemento: Vivienda de interés social Ciclo de vida: 40 años      Fecha: junio '95	Diseño Original		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente
<b>COSTOS INICIALES Y COLATERALES</b>						
Costo Base		N\$ 49.417,25		N\$ 58.702,40		N\$ 80.143,71
-Costos de interfase						
a. Eléctricos						
b.						
Otros costos iniciales						
a. Equipo suplementario						
b.						
<b>Total de costos iniciales</b>		<b>N\$ 49.417,25</b>		<b>N\$ 58.702,40</b>		<b>N\$ 80.143,71</b>
<b>COSTOS DE RESCATE Y REEMPLAZO</b>						
10% interés						
1. Año --- 3 --- Factor de VP 0.3855	N\$ 639,39	N\$ 480,37	N\$ 782,69	N\$ 588,03	N\$ 813,21	N\$ 610,96
2. Año --- 6 --- Factor de VP 0.1486	N\$ 639,39	N\$ 360,87	N\$ 782,69	N\$ 441,75	N\$ 813,21	N\$ 458,98
3. Año --- 8 --- Factor de VP 0.0513	N\$ 7.187,82	N\$ 3.353,12	N\$ 8.028,75	N\$ 3.745,41	N\$ 14.896,38	N\$ 6.949,16
4. Año --- 10 --- Factor de VP 0.3855	N\$ 639,39	N\$ 246,48	N\$ 783,00	N\$ 301,85	N\$ 813,21	N\$ 313,49
5. Año --- 15 --- Factor de VP 0.1486	N\$ 7.187,82	N\$ 1.720,76	N\$ 8.028,75	N\$ 1.922,08	N\$ 14.896,38	N\$ 3.566,19
6. Año --- 20 --- Factor de VP 0.0513	N\$ 639,39	N\$ 95,01	N\$ 735,44	N\$ 109,29	N\$ 813,21	N\$ 120,84
7. Año --- 25 --- Factor de VP 0.0513	N\$ 7.187,82	N\$ 662,72	N\$ 8.028,75	N\$ 740,25	N\$ 14.896,38	N\$ 1.373,45
8. Año --- 30 --- Factor de VP 0.0513	N\$ 639,39	N\$ 36,64	N\$ 735,44	N\$ 42,14	N\$ 813,21	N\$ 46,60
Rescate -- 40 --- Factor de VP 0.0220	(N\$ 7.187,82)	(N\$ 158,13)	(N\$ 8.028,75)	(N\$ 176,63)	(N\$ 14.896,38)	(N\$ 327,72)
<b>Costos totales de rescate y reemplazo</b>		<b>N\$ 6.797,85</b>		<b>N\$ 7.714,17</b>		<b>N\$ 13.111,95</b>
<b>COSTOS ANUALES</b>						
Costos anuales --- Interés						
a. Mantenimiento						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA						
b. Operación						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA						
c. Otros						
Tasa de escalación - % -- Factor VPA						
Costos totales anuales						
<b>COSTOS TOTALES EN VALOR PRESENTE</b>		<b>N\$ 56.215,10</b>		<b>N\$ 66.416,57</b>		<b>N\$ 93.255,66</b>
<b>AHORROS EN VALOR PRESENTE</b>						
<b>DURANTE EL CICLO DE VIDA</b>				<b>(N\$ 10.201,47)</b>		<b>(N\$ 26.839,09)</b>

Vivienda de Interés Social

Espacios

Optimización de áreas

Proyecto

Elemento

Criterio de ponderación

15-jun-95

Equipo

Fecha

Criterio	Peso	Calificación
A. COSTO	9	11
B. ESTETICA	6	3
C. MANTENIMIENTO	4	0
D. ASEGURAR CALIDAD	8	11
E. BENEFICIO ESPACIAL	10	15
F. TIEMPO DE REDISEÑO	7	4
G.		
H.		

78

Orden de importancia

4 Mayor

3 Media

2 Menor

1 Escasa

Un punto para  
cada (letra/letra)

	B	C	D	E	F	G
A	A-3	A-3	A-2	E-3	A-3	
B		B-3	D-2	E-3	F-2	
C			D-3	E-3	F-2	
D				D-3 E-3	D-3	
E					E-3	
F						

## ANALISIS DE LA MATRIZ

fase de evaluación y selección

Optimizar espacios

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.	Costo	Estética	Mantenimiento	Asegurar Calidad	Beneficio espacial	Tiempo de rediseño		
	a	b	c	d	e	f	g	Total
	Peso	9	6	4	8	10	7	
1. Diseño de la vivienda (proyecto actual)	27	18	12	24	20	0		101
	3	3	3	3	2	0		
2. Diseño de la vivienda (Alternativa propuesta 1)	36	24	12	24	50	21		167
	4	4	3	3	5	3		
3. Altura del edificio (Alternativa propuesta 2)	27	18	12	24	50	14		145
	3	3	3	3	5	2		

Excelente 5

Muy buena 4

Buena 3

Regular 2

Pobre 1

Buscar la mejor idea. - No la perfecta

Formato (8a)

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**Tabla 3. Comparación de alternativas generadas**

Concepto	Alternativa original		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe
Diseño de la vivienda de interés social	42.06 m2	N\$ 49.417,25	51.29 m2	N\$ 58.702,40	75.25 m2	N\$ 80.143,71
<b>TOTAL</b>		<b>N\$ 49.417,25</b>		<b>N\$ 58.702,40</b>		<b>N\$ 80.143,71</b>
<b>DIFERENCIA</b>				<b>(N\$ 9.285,15)</b>		<b>(N\$ 30.726,46)</b>
<b>COSTO/m2</b>		<b>N\$ 1.174,92</b>		<b>N\$ 1.144,52</b>		<b>N\$ 1.065,03</b>
<b>DIFERENCIA/m2</b>				<b>N\$ 30,40</b>		<b>N\$ 79,49</b>

## CATALOGO DE CONCEPTOS

**VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO**  
**AREA CONSTRUIDA 75.51 m2**

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>PRELIMINARES</b>									
Limpieza y desarenado a mano de terreno con maliza	m2	115,00	Nº 0,43	Nº 49,45	Nº 0,57	Nº 65,55	Nº 115,00	0,31	
Limpieza de terreno plano a mano	m2	115,00	Nº 0,95	Nº 109,78	Nº 1,27	Nº 145,52	Nº 255,30	0,69	
							Nº 370,30		0,00
<b>CIMENTACION</b>									
<b>Excavación</b>									
Trazo y nivelación topográfica, estableciendo ejes y referencias	m2	115,00	Nº 2,07	Nº 237,85	Nº 2,74	Nº 315,30	Nº 553,15	0,04	
Excavación a mano e cielo abierto	m3	40,67	Nº 10,58	Nº 430,21	Nº 14,02	Nº 570,27	Nº 1.000,48	0,07	
<b>Cimentación</b>									
Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación, No. 5/8" losa	ton	0,46	Nº 1.147,44	Nº 525,27	Nº 1.521,02	Nº 698,29	Nº 1.221,56	0,08	
Sum. y coloc. de malla electrosoldada cal. 66-66 en losa de cimentación	m2	84,38	Nº 3,74	Nº 315,28	Nº 4,95	Nº 417,93	Nº 733,22	0,05	
Relleno de capas con producto de excavación	m3	18,75	Nº 8,20	Nº 116,18	Nº 8,21	Nº 154,01	Nº 270,19	0,02	
Vaciado de concreto hecho en obra con revolvedora de un saco f'c= 200 kg/cm2 resistencia normal en dalas y losa de cimentación	m3	10,48	Nº 162,73	Nº 1.706,23	Nº 215,72	Nº 2.261,74	Nº 3.957,97	0,28	
Zapeta de cimentación corrida de 60*30*30 fabricada con concreto f'c= 200 kg/cm2, incl. plantilla de 5 cm de espesor f'c= 100 kg/cm2	m3	4,80	Nº 296,37	Nº 1.422,57	Nº 392,86	Nº 1.885,73	Nº 3.308,30	0,23	
Impermeabilización en cadenas de cimentación para desplante de muros a base de 2 capas de emulsión asfáltica (microlastic) y 1 capa de fieltro asfáltico con									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO

ÁREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	% PARTIDA	% C. TOTAL
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
riego de arena	m2	20,54	N\$ 17,15	N\$ 352,16	N\$ 22,73	N\$ 468,82	N\$ 818,98	0,06	
Impermeabilización en losa plana a base de 1 capa de microprimer, 2 capas de fibra de vidrio (fester felt), 2 capas de emulsión asfáltica y acabado con riego de arena cenicienta	m2	67,85	N\$ 14,36	N\$ 974,48	N\$ 19,04	N\$ 1.291,75	N\$ 2.266,22	0,16	
<b>ESTRUCTURA</b>							<b>N\$ 14.140,07</b>		<b>0,18</b>
<b>Muros y divisiones</b>									
Muro de tabicón de concreto ligero de 7x12x24, 12 cm esp. asentado con mezcla de mortero plasto cemento - arena 1:5	m2	241,16	N\$ 11,27	N\$ 2.717,97	N\$ 12,21	N\$ 2.944,47	N\$ 5.662,44	0,16	
Repellado de muros a regla, nivel a plomo, con mortero cemento - arena 1:4 de 2 cm de espesor prom.	m2	490,22	N\$ 8,67	N\$ 4.251,97	N\$ 9,40	N\$ 4.606,30	N\$ 8.858,28	0,25	
Impermeabilización de muros a una altura de 30 cm a partir de dala de desplante con Microfest	m2	25,85	N\$ 20,61	N\$ 528,68	N\$ 22,33	N\$ 572,73	N\$ 1.101,41	0,03	
<b>Losas</b>									
Losa plana en superestructura de 10 cm de peralte concreto f'c= 200 kg/cm2 T.M.A. 3/4"	m2	75,51	N\$ 41,44	N\$ 3.129,07	N\$ 54,93	N\$ 4.147,83	N\$ 7.276,90	0,20	
Rampa de escalera en estructura de 12 cm de espesor, incl. cimbra	m	3,76	N\$ 63,41	N\$ 238,41	N\$ 84,05	N\$ 316,04	N\$ 554,45	0,02	
Firme de concreto f'c= 100 kg/cm2 de 5 cm de espesor fabricada con revoladora	m2	92,07	N\$ 8,15	N\$ 750,24	N\$ 10,80	N\$ 994,50	N\$ 1.744,75	0,05	
Acabado pulido integral sobre piso de concreto	m2	92,07	N\$ 3,00	N\$ 276,34	N\$ 3,98	N\$ 366,31	N\$ 642,65	0,02	
Fojado de escalones de 25 cm de huella por 17 cm de									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

**VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO**  
**AREA CONSTRUIDA 75.51 m2**

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
peralte, con tabique rojo recocido 7x14x28, asentado con mortero de cemento - arena 1:4	m	12,00	Nº 8,95	Nº 107,43	Nº 11,87	Nº 142,41	Nº 249,84	0,01	
Acabado pulido integral en escalones	m2	4,54	Nº 3,00	Nº 13,61	Nº 3,98	Nº 18,05	Nº 31,66	0,00	
Huellas de concreto para acceso de autos de 50x50x8 con concreto f'c= 150 kg/cm2 fabricado en obra	pa	2,00	Nº 7,73	Nº 15,45	Nº 10,24	Nº 20,49	Nº 35,94	0,00	
Barandal fierro	ml	2,00	Nº 84,50	Nº 129,00	Nº 85,50	Nº 171,00	Nº 300,00	0,01	
Repallado en plifones e regla y nivel c/mortero calidra - arena de 2.5 de espesor promedio	m2	75,51	Nº 7,46	Nº 563,67	Nº 9,90	Nº 747,19	Nº 1.310,85	0,04	
Impermeabilización en charola de regadera, con 1 capa de impregnación de microprimer, 2 capas de festerflex y pintura protectora	m2	2,60	Nº 4,32	Nº 11,24	Nº 5,73	Nº 14,89	Nº 26,13	0,00	
Sardinal 10 x 10 cm fabricado con concreto simple f'c= 100 kg/cm2	m	5,00	Nº 5,76	Nº 28,81	Nº 7,64	Nº 38,19	Nº 67,00	0,00	
Impermeabilización en azoteas 1 mano microprimer, 2 capas microestric FBR, mano fester flex	m2	75,51	Nº 18,46	Nº 1.394,23	Nº 24,48	Nº 1.848,17	Nº 3.242,40	0,09	
Relleno con jalisco en azoteas para dar pendiente	m3	6,25	Nº 19,35	Nº 120,94	Nº 25,65	Nº 160,31	Nº 281,25	0,01	
Entortado en azoteas de 3 cm de espesor con mortero cemento - calidra - arena 1:1:8 sobre relleno para dar pendientes	m3	2,26	Nº 6,23	Nº 14,08	Nº 6,26	Nº 16,67	Nº 32,75	0,00	
Enladrillado de azotea c/ladrillo de barro rojo común recocido 2x20x10 cm asentado con mortero cem - arena									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO

## AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
1:5, colocado tipo petatillo con lechada de cemento gris agua y acabado escobillado	m2	75.51	N\$ 16,26	N\$ 1,227,65	N\$ 21,55	N\$ 1,627,37	N\$ 2,855,03	0,08	
Aplicación de acabado y recubrimiento de acabado impermeabilizante fester blanc en una capa formada a base de 2 manos	m2	75,51	N\$ 6,56	N\$ 495,48	N\$ 8,70	N\$ 658,80	N\$ 1,152,28	0,03	
Basa para tinaco heca a base de concreto	pza	2,00	N\$ 77,40	N\$ 154,80	N\$ 102,60	N\$ 205,20	N\$ 360,00	0,01	
Basa de concreto para recibir tanque estacionario	pza	1,00	N\$ 116,10	N\$ 116,10	N\$ 153,90	N\$ 153,90	N\$ 270,00	0,01	
<b>INSTALACIONES</b>							<b>N\$ 38.056,00</b>		<b>0,45</b>
<b>Instalación Hidráulica</b>									
Tee de Cu de 19x19x25 mm; incl. mats. de consumo	pza	9,00	N\$ 3,32	N\$ 29,88	N\$ 13,28	N\$ 119,52	N\$ 149,40	0,01	
Conector de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,77	N\$ 7,53	N\$ 15,06	N\$ 30,13	N\$ 37,66	0,00	
Reducción de Cu de 3/4" a 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,40	N\$ 6,80	N\$ 13,61	N\$ 27,22	N\$ 34,02	0,00	
Llave para manguera Cu de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 5,48	N\$ 5,48	N\$ 21,93	N\$ 21,93	N\$ 27,41	0,00	
Tubo de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	m	15,50	N\$ 3,77	N\$ 58,50	N\$ 15,10	N\$ 233,99	N\$ 292,49	0,03	
Codo de Cu de 90 x 1"; incl. mats. de consumo	pza	4,00	N\$ 2,91	N\$ 11,66	N\$ 11,66	N\$ 46,82	N\$ 58,28	0,01	
Cople corrido de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,56	N\$ 7,12	N\$ 14,24	N\$ 28,48	N\$ 35,60	0,00	
Reduc. campana Cu de 3/4 a 1/2; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	
Válvula de flotador para tinaco; incl. mats. de consumo	pza	1,00	N\$ 8,89	N\$ 8,89	N\$ 35,58	N\$ 35,58	N\$ 44,45	0,00	
Tubo de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	m	4,15	N\$ 2,50	N\$ 10,38	N\$ 10,00	N\$ 41,50	N\$ 51,88	0,00	
Tee de Cu de 19x25x25; incl. mats. de consumo	pza	3,00	N\$ 5,00	N\$ 15,01	N\$ 20,01	N\$ 60,02	N\$ 75,03	0,01	
Tee de Cu de 19x13x13; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 4,92	N\$ 9,85	N\$ 19,70	N\$ 39,39	N\$ 49,24	0,00	
Tubo de Cu de 13 mm; incl. mats. de consumo	m	29,36	N\$ 2,52	N\$ 73,99	N\$ 10,08	N\$ 295,95	N\$ 369,94	0,04	
Cople corrido de Cu de 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	8,00	N\$ 1,83	N\$ 13,04	N\$ 6,52	N\$ 52,16	N\$ 65,20	0,01	
Codo de Cu de 90 x 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 2,31	N\$ 4,63	N\$ 9,26	N\$ 18,51	N\$ 23,14	0,00	
Codo de Cu c/ reduc. de 90 x 1/2" a 3/8"; incl. mat. consumo	pza	4,00	N\$ 2,25	N\$ 9,00	N\$ 9,00	N\$ 36,00	N\$ 45,00	0,00	
Reducción de Cu de 1/2" a 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,12	N\$ 6,24	N\$ 12,48	N\$ 24,96	N\$ 31,20	0,00	
Tubo de 3/8" de Cu; incluye mat. de consumo	m	12,98	N\$ 1,51	N\$ 19,57	N\$ 6,03	N\$ 78,30	N\$ 97,87	0,01	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Codo de Cu de 90 x 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	16,00	N\$ 1,62	N\$ 25,95	N\$ 6,49	N\$ 103,81	N\$ 129,76	0,01	
Tee de Cu de 13x13x13; incl. mats. de consumo	pza	10,00	N\$ 3,40	N\$ 34,02	N\$ 13,61	N\$ 136,08	N\$ 170,10	0,02	
Sum. y coloc. válvula de alivio económica 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 6,37	N\$ 6,37	N\$ 25,50	N\$ 25,50	N\$ 31,87	0,00	
Sum. y coloc. de válvula de peso de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	2,00	N\$ 7,39	N\$ 14,79	N\$ 29,58	N\$ 59,15	N\$ 73,94	0,01	
Sum. y colocación de tinaco Ceparente de 1100 lt Tee 3/8	pza	1,00	N\$ 125,28	N\$ 125,28	N\$ 501,12	N\$ 501,12	N\$ 626,40	0,06	
	pza	3,00	N\$ 3,40	N\$ 10,21	N\$ 13,61	N\$ 40,82	N\$ 51,03	0,00	
<b>Instalación Sanitaria</b>									
Tubería de PVC de 100 mm, incl. mat. consumo	m	19,58	N\$ 3,70	N\$ 72,49	N\$ 14,81	N\$ 289,94	N\$ 362,43	0,03	
Tubería de PVC de 38 mm, incl. mat. consumo	m	8,00	N\$ 2,60	N\$ 20,80	N\$ 10,40	N\$ 83,20	N\$ 104,00	0,01	
Codo de 45 x 100 mm; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,00	
Codo de 87 x 38 de PVC; incl. mat. consumo	pza	9,00	N\$ 2,58	N\$ 23,24	N\$ 10,33	N\$ 92,95	N\$ 116,19	0,01	
Tee de PVC de 100 x 100 x 38 mm; incl. mat. consumo	pza	3,00	N\$ 8,06	N\$ 24,17	N\$ 32,22	N\$ 96,67	N\$ 120,84	0,01	
Codo de 87 x 100 de PVC; incl. mat. consumo	pza	3,00	N\$ 8,06	N\$ 24,17	N\$ 32,22	N\$ 96,67	N\$ 120,84	0,01	
Tee de 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	3,00	N\$ 6,29	N\$ 18,86	N\$ 25,14	N\$ 75,43	N\$ 94,29	0,01	
Cople de 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 6,89	N\$ 13,79	N\$ 27,58	N\$ 55,15	N\$ 68,94	0,01	
Registro para inst. sanitaria de 40x40x80 cm con paredes de tabique rojo, tapa metálica cal 16, cama de grava de 12 cm espesor	pza	2,00	N\$ 69,75	N\$ 139,50	N\$ 279,01	N\$ 558,02	N\$ 697,52	0,07	
Yee 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,00	
Sum. e instalación de bajada de agua de 3.20 m de PVC	pza	3,00	N\$ 6,00	N\$ 18,00	N\$ 24,00	N\$ 72,00	N\$ 90,00	0,01	
<b>Instalación de Gas</b>									
Sum. y coloc. de válvula de llenado doble check	pza	1,00	N\$ 12,13	N\$ 12,13	N\$ 48,52	N\$ 48,52	N\$ 60,65	0,01	
Conector Cu a RI 32 mm; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 1,56	N\$ 1,56	N\$ 6,24	N\$ 6,24	N\$ 7,80	0,00	
Reducción Bushing 32 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,86	N\$ 0,86	N\$ 3,44	N\$ 3,44	N\$ 4,30	0,00	
Tubo de Cu tipo "L" 19 mm; incl. mat de consumo	pza	12,00	N\$ 4,71	N\$ 56,50	N\$ 18,83	N\$ 225,98	N\$ 282,48	0,03	
Codo de Cu 45 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 2,28	N\$ 2,28	N\$ 9,12	N\$ 9,12	N\$ 11,40	0,00	
Conector Cu a RE de 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,36	N\$ 0,36	N\$ 1,44	N\$ 1,44	N\$ 1,80	0,00	
Válvula de globo CMS; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 13,50	N\$ 13,50	N\$ 54,00	N\$ 54,00	N\$ 67,50	0,01	
Tee de Cu a RI a CU 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
			PARTIDA	C. TOTAL					
Codo 90 de Cu a Rli de 19 mm; incl. met. de consumo	pza	5,00	Nº 2,17	Nº 10,84	Nº 8,67	Nº 43,38	Nº 54,20	0,01	
Acoplador para manguera 19 mm; incl. met. de consumo	pza	1,00	Nº 11,01	Nº 11,01	Nº 44,03	Nº 44,03	Nº 55,04	0,01	
Sum. y coloc. de tanque estacionario para gas de 500 lt	pza	1,00	Nº 213,47	Nº 213,47	Nº 853,88	Nº 853,88	Nº 1.067,33	0,10	
<b>Instalación Eléctrica</b>									
Sum. y coloc. de tablero de distribución QU 812 L 100 SQ 120/240	pza	1,00	Nº 78,42	Nº 78,42	Nº 313,69	Nº 313,69	Nº 392,11	0,04	
Sum. y colocación de tablero termomagnético QO120 20	pza	2,00	Nº 9,40	Nº 18,81	Nº 37,82	Nº 75,23	Nº 94,04	0,01	
Sum. y coloc. de cajas condalet oval LB 19 mm	pza	56,00	Nº 3,88	Nº 217,39	Nº 15,53	Nº 869,57	Nº 1.086,96	0,10	
Sum. y coloc. de caja de conexiones PVC	pza	36,00	Nº 3,58	Nº 128,74	Nº 14,30	Nº 514,94	Nº 643,68	0,06	
Sum. y coloc. de chapas PVC	pza	19,00	Nº 3,80	Nº 72,20	Nº 15,20	Nº 288,80	Nº 361,00	0,03	
Sum. y colocación de tubo poliducto pared delgada 19 mm	pza	46,03	Nº 1,29	Nº 59,47	Nº 5,17	Nº 237,88	Nº 297,35	0,03	
Sum. y coloc. de alambre TW 600V Cal. 14	pza	83,00	Nº 0,39	Nº 32,70	Nº 1,58	Nº 130,81	Nº 163,51	0,02	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 600V Cal. 14	pza	41,50	Nº 0,74	Nº 30,71	Nº 2,96	Nº 122,84	Nº 153,55	0,01	
Sum. y coloc. de alambre TW 600V 60 Cal.10	pza	98,06	Nº 0,75	Nº 72,24	Nº 3,01	Nº 288,95	Nº 361,19	0,03	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 600V 60 Cal.10	pza	43,03	Nº 0,55	Nº 23,75	Nº 2,21	Nº 95,01	Nº 118,76	0,01	
Sum. y coloc. tubo conduit esmaltado pared gruesa 1"	pza	26,00	Nº 2,05	Nº 53,20	Nº 8,18	Nº 212,78	Nº 265,98	0,03	
Canalización para zumbador	m	5,00	Nº 0,76	Nº 3,80	Nº 3,04	Nº 15,20	Nº 19,00	0,00	
Canalización para teléfono	pza	13,00	Nº 0,76	Nº 9,88	Nº 3,04	Nº 39,52	Nº 49,40	0,00	
Preparación para antena de T.V.	pza	7,00	Nº 0,76	Nº 5,32	Nº 3,04	Nº 21,28	Nº 26,60	0,00	
Sum. y coloc. de lámparas 100 w	pza	7,00	Nº 5,00	Nº 35,00	Nº 20,00	Nº 140,00	Nº 175,00	0,02	
Sum. y coloc. de arbotantes 60 w	pza	7,00	Nº 3,40	Nº 23,80	Nº 13,60	Nº 95,20	Nº 119,00	0,01	
							<b>Nº 10.400,15</b>		<b>0,13</b>
<b>ACABADOS</b>									
<b>Piso</b>									
Piso de azulejo 9 cuadros de 11x11 cm asentado con pegazulejo y lechadaado con cemento agua (azulejo de monte anti-derapante)	m2	12,15	Nº 21,53	Nº 261,60	Nº 50,24	Nº 610,40	Nº 872,01	0,06	
Domo de acrílico en azotes para cubo de escalera con									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO

## AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
perfil metálico	pza	1,00	N\$ 98,00	N\$ 98,00	N\$ 224,00	N\$ 224,00	N\$ 320,00	0,02	
<b>Muros</b>									
Recubrimiento en muros c/azulejo dal monte decorado de 11x11 cm, asentado con pegazulejo y lechadeado en cocina y baños	m2	30,96	N\$ 43,19	N\$ 1.337,01	N\$ 100,77	N\$ 3.119,68	N\$ 4.456,69	0,32	
<b>Pintura</b>									
Pint vinilica COMEX Vinimex 700 acrílico en muros y plafones, acabados con yeso	m2	566,63	N\$ 3,75	N\$ 2.124,86	N\$ 8,75	N\$ 4.958,01	N\$ 7.082,88	0,51	
Pintura de esmalte COMEX Albermax C/R en muros y plafones acabados con yeso	m2	35,47	N\$ 4,89	N\$ 173,56	N\$ 11,42	N\$ 404,97	N\$ 578,54	0,04	
Pintura esmalte master alquídico glomatic, en sup. metálica de puertas y ventanas	m2	17,39	N\$ 4,01	N\$ 69,64	N\$ 9,35	N\$ 162,49	N\$ 232,13	0,02	
Pintura esmalte COMEX 100 (esmalte sint.), en puertas y superficies de madera, hasta una altura de 3 m	m2	28,56	N\$ 6,62	N\$ 188,92	N\$ 6,62	N\$ 188,92	N\$ 377,85	0,03	
<b>CARPINTERIA</b>							<b>N\$ 13.820,09</b>		<b>0,17</b>
<b>Puertas</b>									
Puerta prefabricada Macopán de 2.10x0.80	pza	7,00	N\$ 34,00	N\$ 238,00	N\$ 34,00	N\$ 238,00	N\$ 476,00	0,58	
Sum. y coloc. de chapa marca Yale mod. Novo (28) para puertas de baño, incl. mat. herramienta y m.o.	pza	3,00	N\$ 33,42	N\$ 100,26	N\$ 33,42	N\$ 100,26	N\$ 200,52	0,24	
Sum. y coloc. de chapa Yale mod. Lotus latón A 10 S para puertas de recamaras, incl. mat. herr. y m.o.	pza	4,00	N\$ 15,71	N\$ 62,83	N\$ 20,82	N\$ 83,29	N\$ 146,12	0,18	
<b>MUEBLES Y ACCESORIOS</b>							<b>N\$ 822,64</b>		<b>0,01</b>
Sum. y coloc. inodoro ideal std. mod. Zafiro color blanco, incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 208,07	N\$ 416,14	N\$ 275,81	N\$ 551,62	N\$ 967,76	0,37	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Sum. y coloc. de lavabo mod. Veracruz, color blanco incl. mezcladora E-11SC, céspol y mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 197,28	N\$ 394,56	N\$ 261,51	N\$ 523,02	N\$ 917,58	0,35	
Sum. y coloc. de regadera Mercurio sencilla 565, incl. mat. de consumo	m2	2,00	N\$ 59,77	N\$ 119,54	N\$ 79,23	N\$ 158,46	N\$ 278,00	0,11	
Sum. y coloc. de llave nariz para lavadero inc. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 25,66	N\$ 25,66	N\$ 34,02	N\$ 34,02	N\$ 59,68	0,02	
Sum. y coloc. de lavadero c/pileta de concreto incl. material de consumo y asentado con mortero cemento - arena 1:4	pza	1,00	N\$ 33,02	N\$ 33,02	N\$ 43,78	N\$ 43,78	N\$ 76,80	0,03	
Sum. y colocación de jgo. de accesorios p/ampotrar completo; incl. mats. de consumo	pza	1,00	N\$ 45,12	N\$ 45,12	N\$ 59,80	N\$ 59,80	N\$ 104,92	0,04	
Bese de concreto para calentador hecha a base de placa de concreto de 10 cm de espesor y sección 40x40 cm	pza	1,00	N\$ 77,40	N\$ 77,40	N\$ 102,60	N\$ 102,60	N\$ 180,00	0,07	
<b>HERRERIA</b>							<b>N\$ 2.584,74</b>		<b>0,03</b>
<b>Ventanas</b>									
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1° y tabletas de cristal flotado claro de 1.0x1.20 m	pza	4,00	N\$ 149,25	N\$ 596,98	N\$ 149,25	N\$ 596,98	N\$ 1.193,96	0,50	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1° y tabletas de cristal flotado claro de 1.10x1.50 m	pza	2,00	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 794,67	0,33	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1° y tabletas de cristal flotado claro									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

VIVIENDA DE INTERES MEDIO EN LA CIUDAD DE MEXICO  
AREA CONSTRUIDA 75.51 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
de 1.00x0.80 m  Puertas  Puerta de acero de 0.90x 2.20 de 3 mm de espesor natural de 1.5" con vidrio medio doble 3 mm, incl. chapa, accesorios y acarreo	pza	2,00	N\$ 85,43	N\$ 170,85	N\$ 113,24	N\$ 226,48	N\$ 397,33	0,17	
	pza	2,00	N\$ 181,89	N\$ 363,78	N\$ 241,11	N\$ 482,22	N\$ 846,00	0,35	
							N\$ 2.385,96		0,03
<b>LIMPIEZAS</b>									
Limpieza de accesorios de baño de porcelana con detergente en polvo, agua y ácido muriático diluido	pza	10,00	N\$ 0,84	N\$ 8,43	N\$ 1,12	N\$ 11,17	N\$ 19,60	0,02	
Limpieza de muebles sanitarios con detergente en polvo	pza	4,00	N\$ 2,81	N\$ 11,23	N\$ 3,72	N\$ 14,89	N\$ 26,12	0,03	
Limpieza general durante la obra	m2	400,00	N\$ 0,42	N\$ 166,84	N\$ 0,55	N\$ 221,16	N\$ 388,00	0,39	
Limpieza final	m2	300,00	N\$ 0,82	N\$ 245,10	N\$ 1,08	N\$ 324,90	N\$ 570,00	0,57	
							N\$ 1.003,72		0,01
<b>GRAN TOTAL</b>									<b>N\$ 80.143,71</b>
<b>Superficie construída 75.51 m2</b>							<b>COSTO/m2 =</b>	<b>N\$ 1.061,37</b>	

### 3.3. Ingeniería del Valor aplicada a la Construcción de la Vivienda de Interés Social.

#### 3.3.1- Fase de Selección.

*¿Qué se va a estudiar?, ¿Qué debe de conocerse de antemano antes de empezar el estudio?*

El proyecto al cual se enfoca el presente estudio de Ingeniería del Valor contempla una vivienda unifamiliar en un terreno de 6.25 x 10.71 (66.94 m<sup>2</sup>), y como superficie construida 51.29 m<sup>2</sup>, sin perder de vista que se trata de un prototipo el cual es posible adaptar a cualquier tipo de clima en la República Mexicana. Es importante señalar que se parte de la premisa de que el proyecto prepuesto estará ubicado en un área en la cual se cuenta con la urbanización y servicios reglamentarios para establecer una zona de uso residencial. En la concepción del proyecto se han analizado los siguientes conceptos básicos que marcan las especificaciones de materiales que han de emplearse para la ejecución del mismo.

**Preliminares.** Se realizará la limpieza del terreno considerando que el mismo se encuentra con plantas y raíces por lo cual se requerirá el despalme y desenraice.

**Cimentación.** La cimentación está compuesta por zapatas corridas de sección 45 x 15 x 30 cm, utilizando para ellas concreto  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , armadas con varillas de acero 3/4". En la losa de cimentación se utilizará concreto  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , armada con varillas de 5/8" a cada 20 cm, utilizando además un firme de concreto de 5 cm de espesor. Además se armarán cadenas de desplante de sección 15 x 15 cm. Los elementos componentes de la cimentación serán impermeabilizados.

**Estructura.** Está compuesta por muros de carga con tabicón de sección 7 x 12 x 24 cm, impermeabilizándose los mismos hasta una altura de 30 cm a partir del nivel de la cadena de cimentación; losa plana en superestructura de 10 cm de espesor. Para la losa de azotea se tiene contemplada la preparación de la superficie dándole pendiente con relleno y realizando el recubrimiento e impermeabilización correspondientes.

**Instalaciones.** La instalación hidráulica está compuesta por tubería de cobre, asumiendo que la presión de distribución de agua es la requerida para garantizar que la misma llegará hasta un tinaco, con capacidad de 1100 lt, sin necesidad de utilizar una bomba para tal efecto. La instalación sanitaria se hará a base de tubería de PVC requiriendo para este caso tres registros.

Así mismo la instalación de gas estará compuesta un tanque estacionario con capacidad 500 lt considerando que esta opción es más práctica para aquellos lugares en que

el suministro de gas en tanques móviles no es tan frecuente o es deficiente, se utilizará tubería de cobre.

Por lo que respecta a la instalación eléctrica se contará con tubería de PVC y poliducto, dejando además la preparación para antena de T.V., teléfono y timbre, estas preparaciones tienen como fin evitar que en el futuro se tenga que dañar muros y plafones para realizar la instalación respectiva.

**Acabados.** Se considera que la vivienda será entregada al usuario con pisos terminados a base de acabado pulido integral en toda la superficie. En piso del baño se colocará azulejo antiderrapante.

En el caso de plafones y de muros tanto interiores como exteriores la superficie quedará terminada con un repellado con mortero calhidra-arena de 2.5 cm de espesor promedio.

Para el caso de muros se contempla dar acabado en baños y cocinas con azulejo instalado en paredes desde el nivel de piso hasta una altura de 1.65 m, mientras que los restantes 1.30 m de altura de muros serán cubiertos por pintura de esmalte. La superficie de muros interiores y exteriores será terminada con pintura vinílica.

Los techos de cocina y baños serán cubiertos con pintura de esmalte, en tanto que los techos del área restante se cubrirán con pintura vinílica.

**Madera.** Las puertas de recámaras y baño tendrán una sección de 2.10 x 0.80 cm y estarán terminadas con pintura vinílica especial para superficies de madera. Todas las puertas deberán tener chapa de latón.

**Muebles y accesorios.** El baño contará con la instalación de un juego de muebles para baño compuesto por lavabo con céspeol y mezcladora, sanitario, regadera y accesorios para empotrar, tales como jabonera, portapapel, cepillero y gancho.

El patio de servicio contará con un lavadero de concreto con pileta y llave nariz para manguera de cobre.

**Herrería.** En sala se instalará ventana proyectante de sección 1.00 x 1.50 m, a base de marco de acero y tabletas de cristal flotado claro, en recámaras se colocarán ventanas proyectantes de 1.00x1.20 m, en baños y cocinas serán de sección 1.00 x 0.80 m.

Las puertas de entrada principal y acceso a patio de servicio se realizarán a base de acero de 3 mm de espesor, con vidrio medio doble; sección 2.20 x 0.90 y terminada con pintura de esmalte para superficies metálicas.

**Limpiezas.** Se llevarán a cabo durante la ejecución de la obra así como en la fase de entrega del a misma.

### Cuadro de áreas consideradas para la vivienda

Área	Superficie m <sup>2</sup>
Sala	9.37
Comedor	8.00
Cocina	5.30
Baño	4.90
Recámara 1	8.20
Recámara 2	8.00
Alcoba	5.09
Pasillo	2.43
Patio de servicio	5.88
Garaje	9.77
<b>Total</b>	<b>66.71</b>

Como es de esperarse, tanto al constructor como al promotor les interesa que los tiempos de ejecución de la obra sean lo más cortos posible, ya que este es un importante factor de reducción de costos, así mismo se trata de diseñar y construir con parámetros de calidad aceptables de tal manera que este sea un medio de ofrecer las mejores garantías al futuro comprador de la vivienda.

En este caso, la Ingeniería del Valor además de enfocar sus esfuerzos en abatir los costos y garantizar la calidad y funcionalidad de los elementos involucrados desea brindar al usuario características de comodidad y funcionalidad de las áreas con que se cuenta, proyectando estas mismas características a las necesidades futuras del usuario desde la concepción del diseño y su ejecución, (formato 1b). Durante esta fase se seleccionarán aquellos conceptos de la vivienda en los cuales podemos identificar ahorros potenciales, con base a los costos obtenidos para los diferentes componentes de la misma.

En este caso se ponderan los nueve componentes del proyecto, (ver formato 5b), obteniendo:

<b>Concepto</b>	<b>Costo NS</b>
Preliminares	370.30
Cimentación	14,142.93
Estructura	22,765.63
Instalaciones	8,221.76
Acabados	7,246.06
Carpintería	476.43
Muebles y acc.	1,503.07
Herrería	3,033.29
Limpiezas	<u>942.92</u>
<b>Total</b>	<b>58,702.40</b>

### 3.3.2- Fase de Información.

Durante esta fase se definirá la función de cada conjunto de elementos que componen la vivienda, definiendo las funciones básicas y secundarias, (formato 2b). A continuación se explica la función que ejerce cada concepto dentro del proyecto

¿Qué es?	¿Que hace?	¿Cuánto cuesta?
<b>Cimentación:</b> Zapata corrida	Es una función básica que tiene como objetivo soportar las cargas totales de la superestructura	N\$ 3,170.50
<b>Estructura:</b> Losa de techo	Tiene funciones básicas como soportar cargas generadas por algunos servicios. Además de ser un elemento que aísla y protege al interior de la vivienda.	N\$ 4,942.82
<b>Muros</b>	Tiene funciones básicas como soportar las cargas transmitidas por la losa además de aísla a la vivienda del exterior y la protege.	N\$ 9,217.57
<b>Instalaciones:</b> Instalación de gas	La función de la instalación de gas consiste en ofrecer al usuario un medio para preparar sus alimentos y satisfacer sus necesidades de asco.	N\$ 1,466.14
<b>Acabados</b>	Se cataloga como una función secundaria, ya que no es indispensable para la vivienda que se cuente con los acabados.	N\$ 7,246.06
<b>Carpintería</b>	Se cataloga como una función secundaria, ya que no es indispensable para la vivienda que se cuente con puertas de madera.	N\$ 476.43
<b>Muebles y accesorios</b>	Sólo los muebles de baño (lavabo y sanitarios) son considerados como básicos.	N\$ 1,503.07
<b>Herrería</b>	Se cataloga como una función secundaria, ya que no es indispensable para la vivienda que se cuente con puertas y ventanas.	N\$ 3,033.29

### **3.3.3- Fase de Especulación.**

En este caso los conceptos que se considerarán para realizar ahorros potenciales son cimentación, estructura, instalaciones y acabados, (formato 2b).

*¿Qué otra cosa podría desempeñar la función?, ¿En qué otra parte se puede realizar la función?*

La tormenta de ideas comienza en esta fase proponiendo aquellas alternativas que se consideran como más económicas, funcionales, que ofrezcan mayores facilidades de colocación o que puedan ser aprovechadas para ejercer más de una función.

**Cimentación.** Se propone sustituir la zapata de concreto por mampostería, revisar si es posible eliminar algunas de las secciones consideradas con zapata corrida con el fin de determinar si presentan sobre diseño.

**Estructura.** Se propone disminuir la altura de los muros, ya que de acuerdo a la altura mínima requerida por INFONAVIT podemos considerar 2.40 m en lugar de 2.75 m, tal como se presenta en el diseño original. Sustituir la losa de superestructura colada in situ o por algún sistema alternativo como: vigueta - bovedilla, elementos prefabricados en obra o en planta para conformar muros y techos, esta última alternativa contempla la reducción de tiempo y costo de construcción.

**Instalaciones.** La propuesta consiste en sustituir el tanque estacionario de gas con capacidad de 500 lt por uno de 300 lt ya que el tiempo requerido para abastecerlo se considera significativamente menor que el periodo requerido para re distribuir a los tanques de portátiles de 20 lt.

Recordemos que las propuestas anteriores serán calificadas para determinar si son factibles desde el punto de vista de se fácil ejecución los gastos de operación y mantenimiento. Estas alternativas se presentan en el formato 3b.

### **3.3.4- Fase de Análisis.**

*¿Cuánto cuestan las alternativas?, ¿Cuál es la menos costosa?*

Durante esta fase se analizará la factibilidad de las alternativas, el principal parámetro de selección consiste en el costo que representan estas alternativas; además deben considerarse factores como el tiempo de ejecución, el tipo de mano de obra que se requiere para ejecutarlas, la calidad y disponibilidad de los materiales. A continuación se presenta el análisis de las ventajas, desventajas y calificación otorgadas a las propuestas generadas en la "tormenta de ideas", (ver formato 4b).

## Cimentación

### A. Zapata corrida a base de mampostería

\* **Ventaja:** Mediante la sustitución del concreto propuesto como componente de la cimentación se puede utilizar mampostería la cual es más económica y presenta características de resistencia aceptables para la función requerida.

\* **Desventaja:** Debe ser garantizado el suministro del material asegurándose primero de que éste se encuentre disponible en la región.

\* **Calificación:** La calificación otorgada a la propuesta fue 2, ya que se considera que el ahorro por concepto de elementos en cimentación representa un monto significativo y que tal ahorro empieza desde la selección de los materiales en la concepción original.

Cimentación	Volumen (m3)	P.U. NS	Total NS	Diferencia NS
Zapata de concreto $f'c=200$ kg./cm <sup>2</sup> .	4.60	689.24	3,170.50	
Cimientos de mampostería piedra brasa asentada c/mortero plastocemento-arena 1:4	4.60	116.95	537.97	
				2,632.53

### B. Revisión en el diseño de la cimentación

\* **Ventaja:** La revisión de la cimentación nos permite establecer si existen componentes en la misma que hayan sido objeto de sobre diseño, para lo anterior se verificó la longitud de la cimentación, encontrando que al no tener bajadas de carga significativas en esta vivienda de un sólo nivel estaría de más considerar zapatas en los muros intermedios, ya que estos no ejercen una función estructural, excepto en la zona delimitada por el área del baño, ya que, en la azotea sobre el área del baño se ubicarán tanto el tinaco como el tanque de gas estacionario de la vivienda.

\* **Desventaja:** En realidad el tiempo de re diseño en este caso puede considerarse como una desventaja poco significativa dentro del proyecto, ya que este no es un proyecto de grandes dimensiones y los ahorros se consideran bastante favorables.

\* **Calificación:** 1, ya que los gastos generados por sobre diseño suelen ser elevar significativamente el costo del proyecto.

<b>Cimentación zapatas de concreto</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>P.U. NS</b>	<b>Total NS</b>	<b>Diferencia NS</b>
<i>Diseño original,</i> long. = 51.17 m <i>Zapatas de concreto</i>	4.60	689.24	3,170.50	
<i>Revisión del diseño,</i> long. = 40.42 m <i>Zapatas de concreto</i>	3.64	689.24	2,508.83	<b>661.67</b>

<b>Cimentación Mampostería</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>P.U. NS</b>	<b>Total NS</b>	<b>Diferencia NS</b>
<i>Diseño original,</i> long. = 51.17 m <i>Mampostería</i>	4.60	116.95	537.97	
<i>Revisión del diseño,</i> long. = 40.42 m <i>Mampostería</i>	3.64	116.95	425.70	<b>112.27</b>

## **Losa de techo**

### **A. Losa de techo elaborada con elementos prefabricados en sitio o planta**

\* **Ventaja:** Mediante el uso de los prefabricados pueden ser reducidos los tiempos de ejecución, los prefabricados en planta pueden garantizar el control de calidad del producto.

\* **Desventaja:** Los elementos prefabricados pueden significar un costo mayor que aquellos sistemas tradicionales de construcción, además los prefabricados en sitio no garantizan en un 100% el control de calidad del producto.

\* **Calificación:** 2, No es una de las prioridades que representen mayores ventajas.

### **B. Sistema de vigueta - bovedilla en techo**

\* **Ventaja:** Reduce costos ya que involucra ahorro en los materiales.

\* **Desventaja:** Ninguna aparente.

\* **Calificación:** 1, ya que esta alternativa representa una reducción significativa de costos.

<b>Estructura Losa de techo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P.U. (NS)</b>	<b>Importe NS</b>	<b>Diferencia NS</b>
Losa de concreto en techo f <sub>c</sub> = 200 kg/cm <sup>2</sup>	51.29	96.37	4,942.82	
Techos con sistema vigueta - bovedilla claro de 3.0 m, separación de bovedilla 0.60 m	51.29	52.42	2,688.62	2,254.20

### **C. Techos de madera**

\* **Ventaja:** La madera proporciona una mejor apariencia estética, además de ser un material que ofrece características mecánicas y físicas aceptables.

\* **Desventaja:** No es recomendable la propuesta de techos de madera en el caso de la Ciudad de México, debido a que se deberá dar un tratamiento adicional a la misma, además el material no se encuentra disponible fácilmente lo cual propicia que el precio del material incremente de forma considerable el costo de la vivienda.

\* **Calificación:** 3, se Considera que esta propuesta tiene una participación regular por las razones anteriormente expuestas.

### **D. Techos a base de lámina de asbesto**

\* **Ventaja:** Disponibilidad de material en cualquier lugar, abatimiento de costos de material base.

\* **Desventaja:** La propuesta de techos de lámina de asbesto no es conveniente, ya que en la azotea se alojará el tanque de gas y el tinaco, el refuerzo de la lámina incrementará costos.

Por otro lado, se debe balancear la temperatura ya que este material no es capaz de hacerlo por sí mismo, además de los ruidos provocados por la lluvia y otros factores del exterior

Los materiales que se tendrán que usar como aislantes del ruido y temperatura en el caso de elegir lámina de asbesto provocarán un incremento adicional al costo de la vivienda.

\* **Calificación:** 4, dentro de las cuatro alternativas propuestas se considera como nula o poco representativa.

## Muros

### A. Divisiones con tabla roca

\* **Ventaja:** La ventaja de la tabla roca es que proporciona un acabado preliminar el cual puede modificarse o quedar tal como se encuentra, además de ser un aislante acústico en algunos casos. Por otro lado, la fijación de los mismos se realiza en un tiempo mínimo.

\* **Desventaja:** La combinación de elementos con funciones semejantes en una obra tan pequeña contribuye a incremento en costos, además se requiere de la participación de mano de obra calificada para este trabajo.

\* **Calificación:** 3, se considera la propuesta como regular.

### B. Reducción en la altura de los muros de 2.70 m a 2.40 m (altura mínima del reglamento de INFONAVIT)

\* **Ventaja:** Reduce los costos de la vivienda ya que representa una reducción en uso de materiales como tabicón, repellados, pintura y longitud de algunas instalaciones.

\* **Desventaja:** No se recomienda en regiones calurosas o demasiado frías, pero para este caso consideramos que por tratarse de un proyecto ejecutable en la Ciudad de México con un clima templado la reducción de alturas no representará complicaciones para el usuario.

\* **Calificación:** 1, debido a que este factor representa un caso de sobre diseño que incrementa los costos de la vivienda.

<b>Estructura Muros</b>	<b>P.U. NS</b>	<b>Diseño original h= 2.70 m</b>	<b>Alternativa 1 h= 2.40 m</b>	<b>Diferencia</b>
<i>Area total de muros diseño original</i>		A= 134.52 m <sup>2</sup>	A= 119.57 m <sup>2</sup>	14.95 m <sup>2</sup>
<i>Costo por colocación de tabicón. NS</i>	23.48	3,158.47	2,807.50	350.97
<i>Costo por repellados (int. y ext.) NS</i>	18.46	4,967.69	4,414.52	553.17
<i>Costo por acabado con pintura vinilica. NS</i>	12.50	2,531.51	2,250.23	281.28
<i>Costo por acabado con pintura esmalte NS</i>	16.31	324.90	243.97	80.93
				<b>NS 1,818.82</b>

### C. Muros elaborados a base de elementos prefabricados en sitio o en planta

\* **Ventaja:** Mediante el uso de los prefabricados pueden ser reducidos los tiempos de ejecución, los prefabricados en planta pueden garantizar el control de calidad del producto.

\* **Desventaja:** Los elementos prefabricados pueden significar un costo mayor que aquellos sistemas tradicionales de construcción, además los prefabricados en sitio no garantizan en un 100% el control de calidad del producto.

\* **Calificación:** 2, no es una de las prioridades que representen mayores ventajas para el caso estudiado.

### Instalación de gas

#### A. Tanque de gas estacionario de 300 lt

\* **Ventaja:** Disminuye costos iniciales debido a que este tanque es de menor capacidad que el propuesto originalmente.

\* **Desventaja:** El periodo de abastecimiento se reduce, aún así es bastante funcional.

\* **Calificación:** 1, es medianamente importante realizar este cambio que permitirá un ahorro por concepto de gastos iniciales, además se considera que en este aspecto existía un criterio de sobre diseño en la propuesta original.

#### B. Tanque de gas móvil de 20 lt

\* **Ventaja:** Disminuye costos iniciales debido a que este tanque es de menor capacidad que el propuesto originalmente.

\* **Desventaja:** El periodo de abastecimiento se reduce, aún así es funcional.

\* **Calificación:** 2, es medianamente importante realizar este cambio.

Instalación de gas	Propuesta original Tanque 500 lt NS	Alternativa 1 Tanque 300 lt NS	Alternativa 2 Tanque móvil 20 lt NS
	1,067.33	735.44	357.08+*284.47= 641.55
<b>Diferencia</b>		<b>332.89</b>	<b>425.78</b>
* Ahorro en tubería			

### **3.3.5.- Fase de Desarrollo.**

***¿Funcionará la alternativa?, ¿Cumplirá con los requisitos?, ¿Otras implicaciones de costo?, ¿Qué se necesita para implantar?***

La tabla 6 muestra los costos generados por la propuesta original para la vivienda para la cimentación, losa de techo, muros e instalación de gas, las alternativas 1 y 2 muestran el resumen de costos generados a partir de las modificaciones de proceso constructivo o cambio de materiales componentes de la vivienda.

#### ***Cimentación***

Para el caso de la cimentación encontramos que se debe verificar la disponibilidad del material en la región, además éste debe cumplir con las propiedades físicas y mecánicas mínimas necesarias para poder ser utilizado. El acarrear el material de las características necesarias en la zona desde puntos alejados, se puede ver incrementado el costo del material de manera considerable o provocar retrasos en la ejecución.

Al ver satisfechos los requisitos principales para su implantación se podrá confiar que el cambio repercutirá satisfactoriamente en el producto final.

#### ***Losa de techo***

En el caso de seleccionar vigueta-bovedilla como el sistema que integrará la techumbre se debe tener en cuenta que se puede seleccionar entre la opción de colocar elementos prefabricados o realizar el colado en obra, esto hará variar tanto costos como tiempos de ejecución, además del control de calidad requerido para ambos casos. Para este caso se tiene la ventaja de que no se requiere de mano de obra especializada y que es un sistema tradicional.

#### ***Muros***

En el caso de reducir la altura de muros se deberán prever las nuevas condiciones para el diseño de la vivienda, tales como, columna de agua necesaria para que el tinaco se abastezca, asegurar la distancia mínima entre regadera y tinaco, condiciones de temperatura y humedad de la vivienda, etc.

La vivienda cumple con los requisitos especificados por la reglamentación de instituciones oficiales.

## **Instalaciones**

Se debe revisar la capacidad del tanque estacionario en función de las necesidades reales del usuario para evitar sobrecostos generados por requerimientos no necesarios, aunque por otro lado, al exponer la propuesta de tanques móviles debe tomarse en cuenta el factor seguridad que implica el uso de los mismos al ser removidos con frecuencia y no tener seguridad del mantenimiento de los mismos por parte de las compañías de gas, así como la frecuencia y garantía de que se contará con el abastecimiento sistematizado del mismo, ya que este es un problema con el que muchos usuarios del servicio se encuentran diariamente. En este caso se deberán valorar estas consideraciones contra el costo de un elemento que satisfaga los requerimientos del usuario.

En el análisis económico de las alternativas, (ver formato 6b), se considera que el periodo de reemplazo de los tanques estacionarios es de 10 años, es decir, se trasladó a valor presente el precio del tanque de 500 lt (N\$ 1,067.33) y el de 300 lt (N\$ 735.44). Se supone el reemplazo de los tanque móviles correrá a cargo de la compañía gasera ya que esta los tiene que intercambiar para realizar el abastecimiento.

En los formatos 7b y 8b, encontramos los análisis de evaluación ponderada y análisis de la matriz en las cuales podemos observar que al realizar l análisis de valores subjetivos la alternativa 1 tiene mayor preferencia sobre la propuesta original y la alternativa 2. Las razones involucradas muestran que es posible aplicar la propuesta con la base de ser posible la aplicación y aceptación de la alternativa 1.

### **3.4.- Recomendaciones.**

La metodología propuesta por la Ingeniería del Valor se considera como una herramienta de fácil aplicación pero su implantación puede llegar a tomar tiempo dentro de una organización; además se debe fomentar ofreciendo incentivos de diversa índole a los participantes del proyecto lo cual logrará un significativo incremento en la cantidad y calidad de las propuestas generadas. El equipo de trabajo debe asegurarse que aquellas alternativas propuestas sean analizadas y estudiadas en todos sus aspectos para garantizar el éxito de la aplicación del método.

Al presentar la propuesta de trabajo debemos considerar además los ahorros potenciales que pueden obtenerse de los proveedores por concepto de descuento en los productos y servicios. Por otro lado, un atractivo adicional se presenta cuando se ofrece al cliente reducción de costos y mayor funcionalidad del producto final; lo que puede ser aprovechado para incrementar las utilidades de la empresa al pactar un porcentaje de participación sobre los ahorros generados.

Acopio de información

**ESTUDIO DE INGENIERIA DEL VALOR**

*Estudio no.*

*Fecha de estudio*

jun-95

*Título del estudio*

Vivienda de interés medio en la Ciudad de México

*Líder del equipo*

*Miembros del equipo*

*Descripción del problema a ser estudiado:*

Se trata de una vivienda unifamiliar de interés social de 61.29 m2 construidos.

La vivienda se ubicará en el Distrito Federal y se contará con la infraestructura necesaria para brindar los servicios necesarios al usuario.

Aprovechar al máximo el área destinada a la vivienda pensando en la comodidad y necesidades a futuro de los habitantes de la misma.

Reducir los costos de la vivienda en general, sin que esta pierda funcionalidad y ni que se reduzcan sus características estéticas.

Contemplar los costos iniciales y los costos que se producirán a futuro como consecuencia del mantenimiento que debe darse a la vivienda a futuro.

Contemplar sistemas constructivos alternativos que permitan la reducción de costo y tiempo de ejecución.

Revisar los conceptos componentes del proyecto con el fin de detectar sobrediseño en ellos.

## Análisis de la función

UNIDAD HABITACIONAL	VIVIENDA INTERÉS SOCIAL EN LA CD. DE MÉXICO	HABITAT FAMILIAR	jun-95
Proyecto	Elemento	Función básica	Fecha

CANTIDAD	UNIDAD	COMPONENTE	FUNCION		CLASE	COSTO ORIGINAL	VALOR
			VERBO	SUSTANTIVO			
	m2	* Preliminares	Preparar	área	b	N\$ 370,30	N\$ 370,30
		* Cimentación:				N\$ 14.142,93	N\$ 11.785,09
		Excavación	Alojar	cimentación	b		
		Cimentación	Soportar	estructura	b		
		* Estructura:				N\$ 22.765,63	N\$ 8.101,29
		Muros y divisiones	Soportar	cargas	b		
			Aislar	áreas	b		
			Proteger	interiores	b		
		Losas	Soportar	cargas	b		
			Dividir	niveles	b		
		* Instalaciones				N\$ 8.221,76	N\$ 6.282,81
		Instalación hidráulica	Suministrar	agua	b		
		Instalación sanitaria	Desalojar	agua	b		
		Instalación de gas	Energetizar	calefactores	s		
		Instalación eléctrica	Suministrar	luz	b		
			Suministrar	energía	b		
		Acabados	Proteger	estructura	s	N\$ 7.246,06	-
			Apariencia	estética	s		
			Proteger	instalaciones	s		
			Aislar	áreas	s		
		* Carpintería:				N\$ 476,43	-
		Puertas	Dividir	áreas	s		
			Apariencia	estética	s		
Sub-total =						N\$ 53.223,11	N\$ 26.539,49

## Análisis de la función

UNIDAD HABITACIONAL	VIVIENDA INTERÉS SOCIAL EN LA CD. DE MÉXICO	HABITAT FAMILIAR	jun-95
Proyecto	Elemento	Función básica	Fecha

CANTIDAD	UNIDAD	COMPONENTE	FUNC ION		CLASE	COSTO ORIGINAL	VALOR
			VERBO	SUSTANTIVO			
		Muebles y accesorios	Proteger	estructura	s	N\$ 1.503,07	N\$ 942,67
			Apariencia	estética	s		
			Dar	comodidad	s		
		Herrería				N\$ 3.033,29	-
			Dar	acceso	s		
			Proveer	ventilación	s		
		Limpiezas	Despejar	área	s	N\$ 942,92	-
			Apariencia	estética	s		
Sub-total =						N\$ 5.479,28	N\$ 942,67
<b>Total</b>						<b>N\$ 58.702,39</b>	<b>N\$ 27.482,16</b>
C/V =						<b>2,14</b>	

104

Generación de ideas

**FASE DE ESPECULACION**

Vivienda Interés Social en la Cd. de México

Hábitat familiar

Título del estudio

Función básica

Equipo

Esta es la etapa creativa en los estudios de Ingeniería del Valor. Se deben generar muchas ideas que cumplan con las funciones básicas que el elemento bajo estudio debe ejecutar.

1 **CIMENTACION**

2 A. Sustituir zapata de concreto por zapata de mampostería

3 B. Revisar sobre siseño en la zapata de cimentación

4 **ESTRUCTURA**

5 A. Sistemas estructurales prefabricados en sitio o planta para muros

6 B. Sistemas estructurales prefabricados en sitio o planta para techumbre

7

8 **INSTALACIONES**

9 A. Cambiar el tanque de gas estacionario de 500 lt por uno de 300 lt

10 B. Sustituir tanque estacionario de gas por tanques portátiles

11 **ACABADOS**

12 A. Acabado de techos con tirol

13 B. Acabado de muros y techos en función del acabado presentado por los elementos prefabricados

15

16

17

18

18

20

21

22

23

24

Generación de ideas

**FASE DE ESPECULACION**

Vivienda Interés Social en la Cd. de México

Hábitat familiar

Título del estudio

Función básica

Equipo

Este es la etapa creativa en los estudios de Ingeniería del Valor. Se deben generar muchas ideas que cumplan con las funciones básicas que el elemento bajo estudio debe ejecutar.

1 **CIMENTACION**

2 A. Sustituir zapata de concreto por zapata de mampostería

3 B. Revisar sobre siseño en la zapata de cimentación

4 **ESTRUCTURA**

5 A. Sistemas estructurales prefabricados en sitio o planta para muros

6 B. Sistemas estructurales prefabricados en sitio o planta para techumbre

7

8 **INSTALACIONES**

9 A. Cambiar el tanque de gas estacionario de 500 lt por uno de 300 lt

10 B. Sustituir tanque estacionario de gas por tanques portátiles

11 **ACABADOS**

12 A. Acabado de techos con tirol

13 B. Acabado de muros y techos en función del acabado presentado por

14 los elementos prefabricados

15

16

17

18

18

20

21

22

23

24

Generación de ideas

Vivienda de Interés Social en la Cd. de México

Elementos funcionales

Selecciona las ideas factibles incluyendo sus ventajas y desventajas para determinar en dónde debe ser realizado el trabajo adicional.

IDEA	VENTAJA	DESVENTAJA	CALIFICACION
A. Sustituir zapata de concreto por zapata de mampostería	Reduce costos	Ninguna aparente	2
B. Revisar cimentación	Reduce costos	Tiempo de rediseño	1
<b>LOSA DE TECHO</b>			
A. Sustituir losa de techumbre por elem. prefabricados	Reduce tiempos de ejecución	Almacenamiento y costos	3
B. Sistema de vigueta-bovedilla en techumbre.	Reduce costos	Almacenamiento	4
C. Techo de madera	Mejora apariencia estética	Disponibilidad de la madera	1
D. Techos de lámina	Disponibilidad de los materiales	Balance de temperaturas	2
<b>MUROS</b>			
A. Utilizar muros divisorios de tablaroca	Reduce tiempos de ejecución	Incremento de costos	3
B. Reducción en altura de muros	Reduce costos	Ninguna aparente	1
C. Desplante de muros prefabricados	Reduce tiempos de ejecución	Incremento de costos	2
<b>INSTALACION DE GAS</b>			
A. Tanque estacionario de 300 lt	Reduce costos	Ninguna aparente	1
B. Tanques móviles de 20 lt	Reduce costos	Mayor continuidad de suministro	2
1. Muy buena 2. Buena 3. Regular 4. Nula			

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>PRELIMINARES</b>									
Limpieza y desantraca a mano de terreno con maleza	m2	115,00	N\$ 0,43	N\$ 49,45	N\$ 0,57	N\$ 65,55	N\$ 115,00	0,31	
Limpieza de terreno plano a mano	m2	115,00	N\$ 0,95	N\$ 108,78	N\$ 1,27	N\$ 145,52	N\$ 265,30	0,89	
							<b>N\$ 370,30</b>		<b>0,01</b>
<b>CEMENTACION</b>									
Excavación									
Trazo y nivelación topográfica, estableciendo ejes y referencias	m2	115,00	N\$ 2,07	N\$ 237,85	N\$ 2,74	N\$ 315,30	N\$ 553,15	0,04	
Excavación a mano a cielo abierto	m3	40,67	N\$ 10,58	N\$ 430,21	N\$ 14,02	N\$ 570,27	N\$ 1.000,48	0,07	
Cimentación									
Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación, No. 5/8"	ton	0,46	N\$ 1.147,44	N\$ 525,27	N\$ 1.521,02	N\$ 686,28	N\$ 1.221,56	0,08	
Sum. y coloc. de malla electrosoldada cal. 66-66 en losa de cimentación	m2	84,38	N\$ 3,74	N\$ 315,28	N\$ 4,95	N\$ 417,83	N\$ 733,22	0,05	
Relleno de cepas con producto de excavación	m3	18,75	N\$ 6,20	N\$ 116,18	N\$ 8,21	N\$ 154,01	N\$ 270,19	0,02	
Vaciado de concreto hecho en obra con revoladora de un saco f'c = 200 kg/cm2 resistencia normal	m3	10,48	N\$ 162,82	N\$ 1.707,17	N\$ 215,84	N\$ 2.263,00	N\$ 3.970,17	0,28	
Zapata de cimentación corrida de 45*15*30 fabricada con concreto f'c = 200 kg/cm2, incl. plantilla de 5 cm de espesor f'c = 100 kg/cm2	m3	4,80	N\$ 295,37	N\$ 1.422,58	N\$ 392,87	N\$ 1.885,78	N\$ 3.308,35	0,23	
Impermeabilización en cadenas de cimentación para desplante de muros a base de 2 capas de emulsión									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.M.	TOTAL	P.M.	TOTAL			
asfáltica (microlástico) y 1 capa de fieltro asfáltico con riego aren	m2	20,54	N\$ 17,15	N\$ 352,18	N\$ 22,73	N\$ 468,82	N\$ 818,88	0,08	
Impermeabilización en losa plana a base de 1 capa de microprimer, 2 capas de fibra de vidrio (tester felt), 2 ca- pas de emulsión asfáltica y acabado con riego de arena cerrada	m2	67,85	N\$ 14,37	N\$ 974,74	N\$ 19,04	N\$ 1.292,10	N\$ 2.286,83	0,18	
<b>ESTRUCTURA</b>							N\$ 14.142,83		0,24
<b>Muros y divisiones</b>									
Muro de tabicón de concreto ligero de 7x12x24, 12 cm esp. asentado con mezcla de mortero plasto cemento - arena 1:5	m2	134,52	N\$ 11,27	N\$ 1.618,07	N\$ 12,21	N\$ 1.842,40	N\$ 3.158,47	0,14	
Repallado de muros a regla, nivel a plomo, con mortero cemento - arena 1:4 de 2 cm de espesor prom.	m2	274,38	N\$ 8,67	N\$ 2.379,68	N\$ 9,40	N\$ 2.678,00	N\$ 4.957,89	0,22	
Impermeabilización de muros a una altura de 30 cm a partir de dala de desplante con Microfaset	m2	26,85	N\$ 20,61	N\$ 628,88	N\$ 22,33	N\$ 672,73	N\$ 1.101,41	0,05	
<b>Losas</b>									
Losa plana en superestructura de 10 cm de peralte concreto f'c = 200 kg/cm2 T.M.A. 3/4"	m2	61,29	N\$ 41,44	N\$ 2.125,41	N\$ 54,93	N\$ 2.817,41	N\$ 4.842,82	0,22	
Firme de concreto f'c = 100 kg/cm2 de 5 cm de espesor fabricado con revoladora	m2	67,85	N\$ 8,16	N\$ 652,88	N\$ 10,80	N\$ 732,89	N\$ 1.286,78	0,06	
Acabado pulido integral sobre piso de concreto	m2	67,85	N\$ 3,00	N\$ 203,64	N\$ 3,88	N\$ 269,86	N\$ 473,59	0,02	
Huellas de concreto para acceso de autos de 50x50x8 con concreto f'c = 150 kg/cm2 fabricado en obra	pza	2,00	N\$ 7,73	N\$ 16,46	N\$ 10,24	N\$ 20,48	N\$ 36,94	0,00	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

## AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	% PARTIDA	% C. TOTAL
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Repelido en plafones a regla y nivel c/mortero caldido - arena de 2.6 de espesor promedio	m2	51,29	N\$ 7,48	N\$ 382,87	N\$ 9,90	N\$ 507,52	N\$ 890,39	0,04	
Impermeabilización en charola de regadera, con 1 capa de impregnación de microprimer, 2 capas de festerflex y pintura protectora	m2	1,40	N\$ 4,32	N\$ 6,05	N\$ 6,73	N\$ 8,02	N\$ 14,07	0,00	
Sardinel 10 x 10 cm fabricado con concreto simple f'c = 100 kg/cm2	m	2,50	N\$ 5,76	N\$ 14,41	N\$ 7,64	N\$ 18,10	N\$ 33,50	0,00	
Impermeabilización en azoteas 1 mano microprima, 2 capas microelastico FBR, mano fester flex	m2	51,29	N\$ 18,45	N\$ 947,03	N\$ 24,48	N\$ 1.265,36	N\$ 2.202,39	0,10	
Relleno con jalcreto en azoteas para dar pendiente	m3	6,25	N\$ 19,60	N\$ 122,50	N\$ 25,98	N\$ 162,38	N\$ 284,88	0,01	
Entortado en azoteas de 3 cm de espesor con mortero cemento - caliza - arena 1:1:8 sobre relleno para dar pendientes	m3	2,28	N\$ 6,23	N\$ 14,08	N\$ 8,28	N\$ 18,87	N\$ 32,75	0,00	
Enladrinado de azotea c/adrillo de barro rojo común re- cocido 2x20x10 cm asentado con mortero cem - arena 1:5, colocado tipo petatillo con lechada de cemento gris agua y acabado escobillado	m2	51,29	N\$ 18,26	N\$ 933,89	N\$ 21,85	N\$ 1.105,39	N\$ 1.938,27	0,09	
Aplicación de acabado y recubrimiento de acabado impermeabilizante fester blanc en una capa formada a base de 2 manos	m2	51,29	N\$ 6,58	N\$ 338,55	N\$ 8,70	N\$ 448,13	N\$ 792,68	0,03	
Base para tinaco hecha a base de concreto	pza	2,00	N\$ 77,40	N\$ 154,80	N\$ 102,80	N\$ 205,20	N\$ 360,00	0,02	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

### VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Base de concreto para recibir tanque estacionario	pza	1,00	N\$ 116,10	N\$ 116,10	N\$ 163,90	N\$ 163,90	N\$ 270,00	0,01	
							N\$ 22.766,63		0,39
<b>INSTALACIONES</b>									
Instalación Hidráulica									
Tee de Cu de 19x19x25 mm; incl. mats. de consumo	pza	9,00	N\$ 3,32	N\$ 29,88	N\$ 13,28	N\$ 119,52	N\$ 149,40	0,02	
Conector de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,77	N\$ 7,53	N\$ 15,06	N\$ 30,13	N\$ 37,66	0,00	
Reducción de Cu de 3/4" a 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,40	N\$ 6,80	N\$ 13,61	N\$ 27,22	N\$ 34,02	0,00	
Llave para manguera Cu de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 5,48	N\$ 5,48	N\$ 21,93	N\$ 21,93	N\$ 27,41	0,00	
Tubo de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	m	8,30	N\$ 3,77	N\$ 31,32	N\$ 16,10	N\$ 126,30	N\$ 158,62	0,02	
Codo de Cu de 90 x 1"; incl. mats. de consumo	pza	4,00	N\$ 2,91	N\$ 11,68	N\$ 11,69	N\$ 46,62	N\$ 58,28	0,01	
Cople corrido de Cu de 1"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,58	N\$ 7,12	N\$ 14,24	N\$ 28,48	N\$ 36,60	0,00	
Reduc. campana Cu de 3/4 a 1/2; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	
Válvula de flotador para tinaco; incl. mats. de consumo	pza	1,00	N\$ 8,89	N\$ 8,89	N\$ 35,58	N\$ 35,58	N\$ 44,45	0,01	
Tubo de Cu de 19 mm; incl. mats. de consumo	m	4,16	N\$ 2,50	N\$ 10,38	N\$ 10,00	N\$ 41,50	N\$ 51,88	0,01	
Tee de Cu de 19x25x25; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 5,00	N\$ 10,00	N\$ 20,01	N\$ 40,02	N\$ 50,02	0,01	
Tee de Cu de 19x13x13; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 4,92	N\$ 9,85	N\$ 19,70	N\$ 39,39	N\$ 49,24	0,01	
Tubo de Cu de 13 mm; incl. mats. de consumo	m	21,24	N\$ 2,52	N\$ 53,52	N\$ 10,08	N\$ 214,10	N\$ 267,62	0,03	
Cople corrido de Cu de 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	8,00	N\$ 1,83	N\$ 13,04	N\$ 6,52	N\$ 52,16	N\$ 65,20	0,01	
Codo de Cu de 90 x 1/2"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 2,31	N\$ 4,63	N\$ 9,28	N\$ 18,51	N\$ 23,14	0,00	
Codo de Cu c/ reduc. de 90 x 1/2" a 3/8"; incl. mat. consumo	pza	4,00	N\$ 2,25	N\$ 9,00	N\$ 9,00	N\$ 36,00	N\$ 45,00	0,01	
Reducción de Cu de 1/2" a 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	2,00	N\$ 3,12	N\$ 6,24	N\$ 12,48	N\$ 24,96	N\$ 31,20	0,00	
Tubo de 3/8" de Cu; incluye mat. de consumo	m	8,90	N\$ 1,51	N\$ 13,42	N\$ 6,03	N\$ 53,88	N\$ 67,11	0,01	
Codo de Cu de 90 x 3/8"; incl. mats. de consumo	pza	10,00	N\$ 1,62	N\$ 16,22	N\$ 5,49	N\$ 54,99	N\$ 61,10	0,01	
Tee de Cu de 13x13x13; incl. mats. de consumo	pza	3,00	N\$ 3,40	N\$ 10,21	N\$ 13,61	N\$ 40,82	N\$ 51,03	0,01	
Sum. y coloc. válvula de alivio económica 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	N\$ 0,00	0,00	
Sum. y coloc. de válvula de paso de 13 mm; incl. mat. de consumo	pza	2,00	N\$ 7,39	N\$ 14,78	N\$ 29,58	N\$ 59,15	N\$ 73,94	0,01	
Sum. y colocación de tinaco Caparante de 1100 lt	pza	1,00	N\$ 125,28	N\$ 125,28	N\$ 501,12	N\$ 501,12	N\$ 626,40	0,08	
Tee de 3/8	pza	3,00	N\$ 3,40	N\$ 10,21	N\$ 13,61	N\$ 40,82	N\$ 51,03	0,01	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

### VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
<b>Instalación Sanitaria</b>									
Tubería de PVC de 100 mm, incl. mat. consumo	m	13,36	N\$ 3,70	N\$ 49,47	N\$ 14,81	N\$ 197,89	N\$ 247,36	0,03	
Tubería de PVC de 38 mm, incl. mat. consumo	m	3,50	N\$ 1,02	N\$ 3,57	N\$ 4,08	N\$ 14,28	N\$ 17,84	0,00	
Codo de 45 x 100 mm;incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,00	
Codo de 87 x 38 de PVC; incl. mat. consumo	pza	7,00	N\$ 2,58	N\$ 18,07	N\$ 10,33	N\$ 72,30	N\$ 90,37	0,01	
Tee de PVC de 100 x 100 x 38 mm;incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 8,06	N\$ 16,11	N\$ 32,22	N\$ 64,45	N\$ 80,58	0,01	
Codo de 87 x 100 de PVC; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,00	
Tee de 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	3,00	N\$ 8,29	N\$ 19,86	N\$ 26,14	N\$ 75,43	N\$ 94,29	0,01	
Cople de 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	2,00	N\$ 6,89	N\$ 13,79	N\$ 27,58	N\$ 55,16	N\$ 68,94	0,01	
Registro para inst. sanitaria de 40x40x80 cm con paredes de tabique rojo, taza metálica cal 16, cama de grava de 12 cm espesor									
Yase 100 x 100 x 100 mm PVC; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 8,06	N\$ 8,06	N\$ 32,22	N\$ 32,22	N\$ 40,28	0,00	
Sum. e instalación de bajada de agua de 3.20 m de PVC	pza	3,00	N\$ 6,00	N\$ 18,00	N\$ 24,00	N\$ 72,00	N\$ 90,00	0,01	
<b>Instalación de Gas</b>									
Sum. y coloc. de válvula de llenado doble check	pza	1,00	N\$ 12,13	N\$ 12,13	N\$ 48,52	N\$ 48,52	N\$ 60,65	0,01	
Conector Cu e RI 32 mm; incl. mat. consumo	pza	1,00	N\$ 1,56	N\$ 1,56	N\$ 6,24	N\$ 6,24	N\$ 7,80	0,00	
Reducción Bushing 32 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,88	N\$ 0,88	N\$ 3,44	N\$ 3,44	N\$ 4,30	0,00	
Tubo de Cu tipo "L" 19 mm; incl. mat de consumo	pza	5,06	N\$ 4,71	N\$ 23,82	N\$ 18,93	N\$ 95,29	N\$ 119,11	0,01	
Codo de Cu 45 x 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 2,28	N\$ 2,28	N\$ 9,12	N\$ 9,12	N\$ 11,40	0,00	
Conector Cu e RE de 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 0,36	N\$ 0,36	N\$ 1,44	N\$ 1,44	N\$ 1,80	0,00	
Válvula de globo CMS; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 13,50	N\$ 13,50	N\$ 54,00	N\$ 54,00	N\$ 67,50	0,01	
Tee de Cu a RI e CU 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 3,40	N\$ 3,40	N\$ 13,61	N\$ 13,61	N\$ 17,01	0,00	
Codo 90 de Cu a RI de 19 mm; incl. mat de consumo	pza	5,00	N\$ 2,17	N\$ 10,84	N\$ 9,87	N\$ 43,36	N\$ 54,20	0,01	
Acoplador para manguera 19 mm; incl. mat de consumo	pza	1,00	N\$ 11,01	N\$ 11,01	N\$ 44,03	N\$ 44,03	N\$ 55,04	0,01	
Sum. y coloc. de tanque estacionario para gas de 500 lt	pza	1,00	N\$ 213,47	N\$ 213,47	N\$ 853,86	N\$ 853,86	N\$ 1.067,33	0,13	
<b>Instalación Eléctrica</b>									
Sum. y coloc. de tablero de distribución QU 612 L 100 SQ 120/240	pza	1,00	N\$ 78,42	N\$ 78,42	N\$ 313,69	N\$ 313,69	N\$ 392,11	0,05	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL M\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Sum. y colocación de tablero termomagnético Q0120 20	pza	1,00	N\$ 9,40	N\$ 9,40	N\$ 37,82	N\$ 37,82	N\$ 47,02	0,01	
Sum. y coloc. de cajas conduct. el/oval LB 18 mm	pza	41,00	N\$ 3,88	N\$ 158,16	N\$ 15,53	N\$ 636,85	N\$ 795,01	0,10	
Sum. y coloc. de caja de conexiones PVC	pza	28,00	N\$ 3,00	N\$ 78,00	N\$ 12,00	N\$ 312,00	N\$ 390,00	0,05	
Sum. y coloc. de chapulas PVC	pza	15,00	N\$ 2,40	N\$ 36,00	N\$ 9,90	N\$ 144,00	N\$ 180,00	0,02	
Sum. y colocación de tubo poliducto pared delgada 18 mm	m	31,34	N\$ 0,78	N\$ 23,92	N\$ 3,04	N\$ 95,27	N\$ 119,09	0,01	
Sum. y coloc. de alambre TW 800V Cal. 14	pza	47,00	N\$ 0,39	N\$ 18,52	N\$ 1,58	N\$ 74,07	N\$ 92,59	0,01	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 800V Cal. 14	pza	25,50	N\$ 0,74	N\$ 18,87	N\$ 2,98	N\$ 75,48	N\$ 94,35	0,01	
Sum. y coloc. de alambre TW 800V 80 Cal.10	pza	70,88	N\$ 0,75	N\$ 53,35	N\$ 3,01	N\$ 213,45	N\$ 266,81	0,03	
Sum. y coloc. de alambre desnudo TW 800V 80 Cal.10	pza	34,78	N\$ 0,55	N\$ 19,20	N\$ 2,21	N\$ 78,79	N\$ 97,99	0,01	
Sum. y coloc. tubo conduct. esmaltado pared gruesa 1"	pza	23,00	N\$ 2,05	N\$ 47,08	N\$ 8,18	N\$ 188,23	N\$ 235,29	0,03	
Canalización para zumbador	m	10,00	N\$ 0,78	N\$ 7,80	N\$ 3,04	N\$ 30,40	N\$ 38,00	0,00	
Canalización para antena de T.V.	m	10,00	N\$ 0,78	N\$ 7,60	N\$ 3,04	N\$ 30,40	N\$ 38,00	0,00	
Canalización para teléfono	m	7,00	N\$ 0,78	N\$ 5,32	N\$ 3,04	N\$ 21,28	N\$ 26,60	0,00	
Sum. y coloc. de lámparas 100 w	pza	9,00	N\$ 5,00	N\$ 45,00	N\$ 20,00	N\$ 180,00	N\$ 225,00	0,03	
Sum. y coloc. de botantes 60 w	pza	5,00	N\$ 3,40	N\$ 17,00	N\$ 13,80	N\$ 68,00	N\$ 85,00	0,01	
							N\$ 8.221,78		0,14
<b>ACABADOS</b>									
Pisos									
Piso de azulejo 9 cuadros de 11x11 cm asentado con pegazulejo y lechadeado con cemento agua (azulejo del monte anti-derrapante)	m2	4,87	N\$ 21,53	N\$ 107,01	N\$ 50,24	N\$ 248,89	N\$ 356,70	0,05	
Muros									
Recubrimiento en muros c/azulejo del monte decorado de 11x11 cm, asentado con pegazulejo y lechadeado	m2	17,31	N\$ 43,19	N\$ 747,53	N\$ 100,77	N\$ 1.744,24	N\$ 2.491,77	0,34	
Pintura									
Pint. vinílica COMEX Virímex 700 acrílico en muros y plafones, acabados con yeso	m2	285,03	N\$ 3,75	N\$ 1.108,35	N\$ 8,75	N\$ 2.581,50	N\$ 3.687,85	0,51	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
Pintura de esmalte COMEX Albermix C/R en muros y plafones acabados con yeso	m2	26,65	N\$ 4,89	N\$ 130,38	N\$ 11,42	N\$ 304,22	N\$ 434,60	0,08	
Pintura esmalte master alquídico glomatic, en sup. metálica de puertas y ventanas	m2	3,98	N\$ 4,01	N\$ 15,86	N\$ 9,35	N\$ 37,01	N\$ 52,87	0,01	
Pintura esmalte COMEX 100 (esmalte sint.), en puertas y superficies de madera, hasta una altura de 3 m	m2	16,80	N\$ 3,97	N\$ 66,68	N\$ 9,28	N\$ 155,58	N\$ 222,26	0,03	
<b>CARPINTERIA</b>							<b>N\$ 7.246,06</b>		<b>0.12</b>
<b>Puertas</b>									
Puerta prefabricada Macopán de 2.10x0.80	pza	4,00	N\$ 37,50	N\$ 150,00	N\$ 37,50	N\$ 150,00	N\$ 300,00	0,63	
Sum. y coloc. de chapa marca Yale mod. Novo (28) para puertas de baño, incl. mat. herramiento y m.o.	pza	1,00	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 33,42	N\$ 66,84	0,14	
Sum. y coloc. de chapa Yale mod. Lotus latón A 10 S para puertas de recamaras, incl. mat. herr. y m.o.	pza	3,00	N\$ 18,27	N\$ 54,80	N\$ 18,27	N\$ 54,80	N\$ 109,59	0,23	
<b>MUEBLES Y ACCESORIOS</b>							<b>N\$ 476,43</b>		<b>0,01</b>
Sum. y coloc. inodoro ideal std. mod. Zafiro color blanco, incl. mats. de consumo	pza	1,00	N\$ 208,07	N\$ 208,07	N\$ 275,81	N\$ 275,81	N\$ 483,88	0,32	
Sum. y coloc. de lavabo mod. Veracruz, color blanco incl. mezcladora E-115C, cáspol y mats. de consumo	m2	1,00	N\$ 187,28	N\$ 187,28	N\$ 281,51	N\$ 281,51	N\$ 468,79	0,31	
Sum. y coloc. de regadera Mercurio sencilla 565, incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 59,77	N\$ 59,77	N\$ 79,23	N\$ 79,23	N\$ 139,00	0,09	
Sum. y coloc. de llave nariz para lavadero incl. mat. de consumo	pza	1,00	N\$ 25,66	N\$ 25,66	N\$ 34,02	N\$ 34,02	N\$ 59,68	0,04	
Sum. y coloc. de lavadero z/pileta de concreto incl. material									

## CATALOGO DE CONCEPTOS

## VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	%	%
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL			
de consumo y asentado con mortero cemento - arena 1:4	pza	1,00	N\$ 33,02	N\$ 33,02	N\$ 43,78	N\$ 43,78	N\$ 76,80	0,06	
Sum. y colocación de jgo. de accesorios p/empotrar completo; incl. meta. de consumo	jgo	1,00	N\$ 45,12	N\$ 45,12	N\$ 59,80	N\$ 59,80	N\$ 104,92	0,07	
Base de concreto para calentador hecha a base de placa de concreto de 10 cm de espesor y sección 40x40 cm	pza	1,00	N\$ 77,40	N\$ 77,40	N\$ 102,60	N\$ 102,60	N\$ 180,00	0,12	
							N\$ 1.502,07		0,03
<b>HERNERIA</b>									
Ventanas									
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.0x1.20 m	pza	4,00	N\$ 149,25	N\$ 596,98	N\$ 149,25	N\$ 596,98	N\$ 1.193,06	0,39	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.10x1.50 m	pza	2,00	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 198,67	N\$ 397,33	N\$ 794,67	0,26	
Sum. y colocación de ventana proyectante a base de marco de acero, ángulo de 1" y tabletas de cristal flotado claro de 1.00x0.80 m	pza	1,00	N\$ 99,33	N\$ 99,33	N\$ 99,33	N\$ 99,33	N\$ 198,67	0,07	
Puertas									
Puerta de acero de 0.80x 2.20 de 3 mm de espesor natural de 1.5" con vidrio medio doble 3 mm, incl. chapa, accesorios y acarreo	pza	2,00	N\$ 181,89	N\$ 363,78	N\$ 241,11	N\$ 482,22	N\$ 846,00	0,28	
							N\$ 3.032,29		0,06
<b>LIMPIEZAS</b>									
Limpeza de accesorios de baño de porcelana con detergente en polvo, agua y ácido muriático diluido	pza	5,00	N\$ 0,84	N\$ 4,21	N\$ 1,12	N\$ 5,59	N\$ 9,80	0,01	
Limpeza de muebles sanitarios con detergente en polvo	pza	4,00	N\$ 2,81	N\$ 11,23	N\$ 3,72	N\$ 14,89	N\$ 26,12	0,03	

## CATALOGO DE CONCEPTOS

### VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

AREA CONSTRUIDA 51.29 m2

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA		MATERIALES		COSTO TOTAL N\$	% PARTIDA	% C. TOTAL	
			P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL				
Limpeza general durante la obra	m2	220,00	N\$ 1,29	N\$ 283,80	N\$ 1,71	N\$ 376,20	N\$ 660,00	0,70		
Limpeza final	m2	130,00	N\$ 0,82	N\$ 106,21	N\$ 1,08	N\$ 140,79	N\$ 247,00	0,26	0,02	
							N\$ 942,92		1,00	
<b>GRAN TOTAL</b>							<b>N\$ 58.702,40</b>			
Superficie construida 51.29 m2					COSTO/m2 =	N\$ 1.144,52				

**METODO DEL VALOR PRESENTE**  
**Análisis del costo de ciclo de vida**

Elemento: Vivienda de interés social Ciclo de vida: 40 años      Fecha: junio '95	Diseño Original		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente	Costo Estimado	Valor Presente
<b>COSTOS INICIALES Y COLATERALES</b>						
Costo Base		N\$ 58.702,40		N\$ 45.024,16		N\$ 57.635,15
-Costos de interfase						
a. Eléctricos						
b.						
Otros costos iniciales						
a. Equipo suplementario						
b.						
<b>Total de costos iniciales</b>		<b>N\$ 58.702,40</b>		<b>N\$ 45.024,16</b>		<b>N\$ 57.635,15</b>
<b>COSTOS DE RESCATE Y REEMPLAZO</b>						
10% interés						
1. Año --- 10 --- Factor de VP 0,3855	N\$ 1.067,33	N\$ 411,46	N\$ 735,44	N\$ 283,51	N\$ 0,00	N\$ 0,00
2. Año --- 20 --- Factor de VP 0,1486	N\$ 1.067,33	N\$ 158,61	N\$ 735,44	N\$ 109,29	N\$ 0,00	N\$ 0,00
3. Año --- 30 --- Factor de VP 0,0513	N\$ 1.067,33	N\$ 54,75	N\$ 735,44	N\$ 37,73	N\$ 0,00	N\$ 0,00
Rescate - 40 -- Factor de VP 0,0220	(N\$ 1.067,33)	(N\$ 23,48)	(N\$ 735,44)	(N\$ 16,18)	N\$ 0,00	N\$ 0,00
<b>Costos totales de rescate y reemplazo</b>		<b>N\$ 601,33</b>		<b>N\$ 414,35</b>		<b>N\$ 0,00</b>
<b>COSTOS ANUALES</b>						
Costos anuales --- Interés						
a. Mantenimiento						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA						
b. Operación						
Tasa de escalación - 0% -- Factor VPA						
c. Otros						
Tasa de escalación - % -- Factor VPA						
<b>Costos totales anuales</b>						
<b>COSTOS TOTALES EN VALOR PRESENTE</b>		<b>N\$ 59.303,73</b>		<b>N\$ 45.438,51</b>		<b>N\$ 57.635,15</b>
<b>AHORROS EN VALOR PRESENTE DURANTE EL CICLO DE VIDA</b>				<b>N\$ 13.865,23</b>		<b>N\$ 1.668,58</b>

Vivienda de Interés Social  
 Proyecto

Zapata corrida  
 Elemento

Criterio de ponderación  
 Optimizar materiales

5-jun-95

Equipo

Fecha

Criterio	Peso	Calificación
A. COSTO INICIAL	9	18
B. ASEGURAR CALIDAD	8	17
C. TIEMPO DE REDISEÑO	6	8
D. TIEMPO DE CONSTRUCCION	4	5
E. ESTETICA	0	0
F. MANTENIMIENTO	2	3
G.		

	B	C	D	E	F	G
Orden de importancia	A-4	A-3	A-3	A-4	A-4	
	B-4					
4 Mayor	B	B-3	B-3	B-3	B-4	
		C	C-2	C-3	C-3	
3 Media			D	D-3	D-2	
2 Menor				E	F-3	
1 Escasa					F	
Un punto para cada (letra/letra)						

**Criterio de ponderación**  
**Optimizar materiales**

Vivienda de Interés Social  
*Proyecto*

Losa de techo  
*Elemento*

4  
*Equipo*

5-jun-95  
*Fecha*

Criterio	Peso	Calificación
A. COSTO INICIAL	9	15
B. ASEGURAR CALIDAD	8	15
C. TIEMPO DE REDISEÑO	5	2
D. TIEMPO DE CONSTRUCCION	6	8
E. ESTETICA	7	9
F. MANTENIMIENTO	4	5
G.		

811

Orden de importancia

4 Mayor

3 Media

2 Menor

1 Escasa

Un punto para  
cada (letra/letra)

	B	C	D	E	F	G
A	A-4	A-3	A-3	A-3	A-2	
	B-4					
B		B-3	B-3	B-2	B-3	
C			C-2	E-3	F-2	
			D-2			
D				D-3	D-3	
				E-3	F-3	
E					E-3	
F						

Vivienda de Interés Social	Muros	Criterio de ponderación
Proyecto	Elemento	Optimizar materiales
4	5-jun-95	
Equipo	Fecha	

Criterio	Peso	Calificación
A. COSTO INICIAL	9	15
B. ASEGURAR CALIDAD	8	15
C. TIEMPO DE REDISEÑO	5	2
D. TIEMPO DE CONSTRUCCION	6	8
E. ESTETICA	7	9
F. MANTENIMIENTO	4	3
G.		

		B	C	D	E	F	G
Orden de importancia	A	A-4 B-4	A-3	A-3	A-3	A-2	
			B-3	B-3	B-2	B-3	
4 Mayor	B			C-2 D-2	E-3	F-2	
3 Media			C		D-3 E-3	D-3	
2 Menor				D		E	E-3
1 Escasa							F
Un punto para cada (letra/letra)							

Vivienda de Interés Social

Instalación de gas

Criterio de ponderación

Optimizar materiales

Proyecto

Elemento

4

5-jun-95

Equipo

Fecha

Criterio

Peso

Calificación

A. COSTO INICIAL

9

7

B. ASEGURAR CALIDAD

7

8

C. MANTENIMIENTO

6

3

D. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO

8

5

E.

F.

G.

120

Orden de importancia

A

4 Mayor

3 Media

2 Menor

1 Escasa

Un punto para  
cada (letra/letra)

	B	C	D	E	F	G
A	A-3	A-2	A-2			
	B-3		D-2			
B		B-3	B-2	D-2		
C			C-3			
			D-E			
D						

## ANALISIS DE LA MATRIZ

## CIMENTACION

Fase de evaluación y selección

Soportar cargas

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.	Costo inicial	Aseguramiento de calidad	Tiempo de rediseño	Tiempo de construcción	Apariencia estética	Mantenimiento		
	a	b	c	d	e	f	g	Total
Peso	9	8	6	4	0	2		
1. Diseño de la cimentación (Proyecto actual)	9	32	0	12	0	6		59
2. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 1)	45	32	18	16	0	6		117
3. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 2)	36	32	18	12	0	6		104

## LOSA DE TECHO

Fase de evaluación y selección

Soportar cargas

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.	Costo inicial	Aseguramiento de calidad	Tiempo de rediseño	Tiempo de construcción	Apariencia estética	Mantenimiento		
	a	b	c	d	e	f	g	Total
Peso	9	8	5	6	7	4		
1. Diseño de la cimentación (Proyecto actual)	18	32	0	18	28	16		112
2. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 1)	2	4	0	3	4	4		145

Excelente 5

Muy buena 4

Buena 3

Regular 2

Pobre 1

Buscar la mejor idea, - No la perfecta

**ANALISIS DE LA MATRIZ**

**MUROS Y DIVISIONES**

**Soportar cargas**

Fase de evaluación y selección

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.	Costo inicial	Aseguramiento de calidad	Tiempo de rediseño	Tiempo de construcción	Apariencia estética	Mantenimiento		
	a	b	c	d	e	f	g	Total
	Peso	9	8	5	6	7	4	
1. Diseño de la cimentación (Proyecto actual)	18	32	0	24	28	16		118
2. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 1)	4	4	3	4	4	4		151

122

**INSTALACION DE GAS**

**ABASTECER ENERGIA**

Fase de evaluación y selección

Función básica

Listar las mejores ideas seleccionadas por calificación y técnicas de comparación Determinar la mejor idea al compararla con el criterio deseado.	Costo inicial	Aseguramiento de calidad	Mantenimiento	Disponibilidad de servicio				
	a	b	c	d	e	f	g	Total
	Peso	9	7	6	8			
1. Diseño de la cimentación (Proyecto actual)	18	28	18	32				96
2. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 1)	4	4	3	4				114
2. Diseño de la cimentación (Alternativa propuesta 2)	4	3	3	1				83

Excelente 5

Muy buena 4

Buena 3

Regular 2

Pobre 1

Buscar la mejor idea. - No la perfecta

**Tabla 4. Comparación de alternativas generadas**

Concepto	Alternativa original		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe
<b>Cimentación</b>						
* Zapata de concreto a base de mampostería	4.60 m3	N\$ 3.170,50	4.60 m3	N\$ 537,97		
* Rediseño de la cimentación	4.60 m3	N\$ 3.170,50			3,64	N\$ 425,70
<b>Estructura</b>						
* Losa de concreto en techo f'c= 200 kg/cm2	51.29 m2	N\$ 4.942,82	51.29 m2	N\$ 2.688,62		
* Muros y divisiones	134.52 m2	N\$ 10.982,57	119.57 m2	N\$ 9.716,21		
<b>Instalaciones</b>						
* Instalación de gas	500 kg	N\$ 1.067,33	300 kg	N\$ 735,44	40 kg	N\$ 641,55
<b>TOTAL</b>		<b>N\$ 23.333,72</b>		<b>N\$ 13.678,24</b>		<b>N\$ 1.067,25</b>
<b>DIFERENCIA</b>				<b>N\$ 9.655,48</b>		<b>N\$ 22.266,47</b>

## **CAPÍTULO 4**

### **CONCLUSIONES**

**1. La Ingeniería del Valor es una eficaz herramienta para llevar a cabo la generación de opciones que optimicen los proyectos de ingeniería.**

Entre las cualidades que ofrece la aplicación de la Ingeniería del Valor están:

- a) **La reducción de costos basándose en la optimización y aprovechamiento de los recursos humanos y materiales disponibles.**
- b) **Permite la organización y control de las actividades a realizar ya que puede ser aplicada desde los aspectos particulares del proyecto hasta un nivel generalizado.**
- c) **Presenta un análisis de las actividades de mantenimiento, reposición, y gastos de operación involucrados en las alternativas propuestas que afectarán al proyecto señalando su impacto sobre los costos totales.**

**2. El problema de la vivienda en México es una de las principales prioridades de carácter social a resolver, ya que se presenta como un fenómeno social que crece día a día; el impacto del crecimiento demográfico se refleja principalmente en las ciudades. La solución al problema no sólo debe estar basada en dotar a la población del número de viviendas que requiere, sino también ofrecer los parámetros de calidad en cuanto a planeación, diseño y materiales involucrados en la vivienda.**

Desgraciadamente en los últimos tiempos se ha visto afectada en forma considerable la calidad de la vivienda de interés social, ya que se piensa que el hecho de propiciar ahorros forzosamente implica reducir calidad.

**3. La Ingeniería del Valor aplicada al proyecto de vivienda de interés social propuesto originalmente en este trabajo trajo consigo la introducción de beneficios como el mejoramiento en el diseño arquitectónico presentando dos alternativas:**

- a) **Una mejor distribución de áreas sobre la misma superficie de terreno, con ello se permitió añadir una alcoba a la vivienda.**
- b) **El crecimiento vertical incrementó áreas aprovechando la misma superficie de terreno y la infraestructura inicial.**

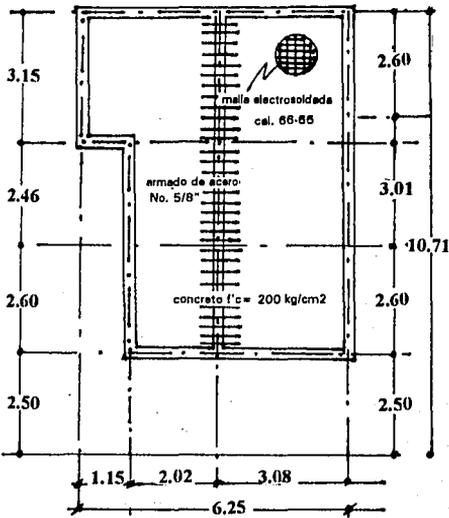
**4.** La Ingeniería del Valor aplicada al proceso constructivo de la vivienda permitió establecer ahorros en el consumo y uso de los materiales, así como también en la mano de obra.

**5.** En el diseño arquitectónico se previó el crecimiento a futuro de la vivienda lo cual constituye un elemento adicional a las ventajas de aplicar la Ingeniería del Valor, así el costo total de la vivienda a largo plazo no se ve afectado.

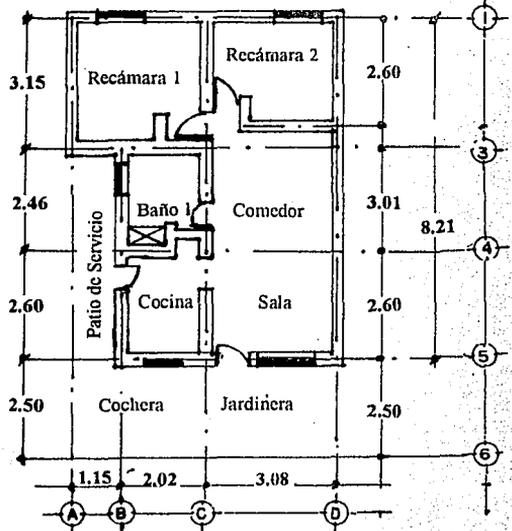
**6.** Los resultados obtenidos con la aplicación de la Ingeniería del Valor en las fases de diseño y construcción permitieron demostrar que la relación costo-área no se presenta de manera lineal, por lo que se puede ofrecer vivienda de mayor calidad a menor costo por metro cuadrado construido.

## **ANEXO 1**

Proyecto 42.06 m<sup>2</sup>



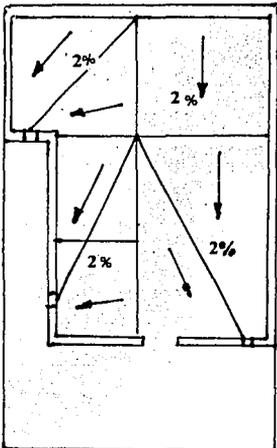
Cimentación



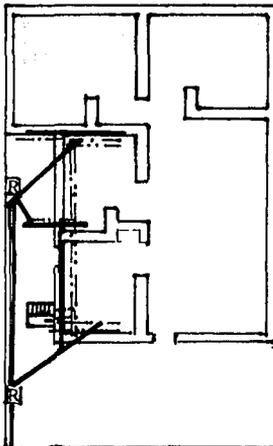
Planta Baja

SIMBOLOGIA HIDRAULICA  
 - - - - - AGUA FRIA  
 - - - - - AGUA CALIENTE  
 - - - - - PVC  
 □ RESERVOIRIO SANITARIO

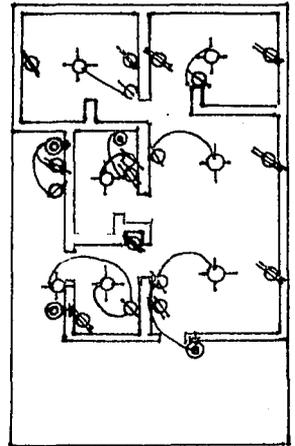
SIMBOLOGIA ELECTRICA  
 ◇ LUZ DE OBTURADOR  
 ◇ APAGADOR  
 X APAGADOR  
 / CONTACTO



Planta Azotea

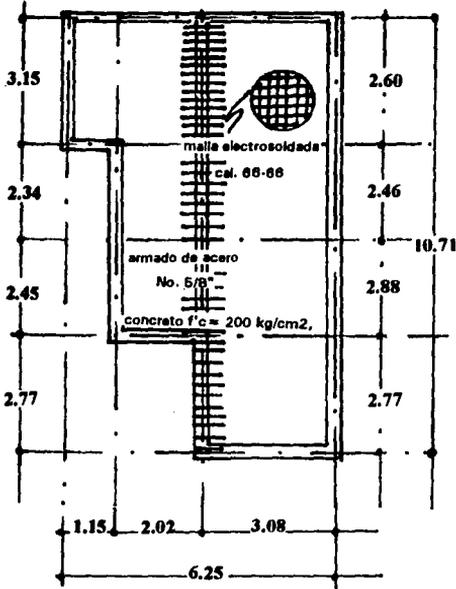


Instalación Hidráulica

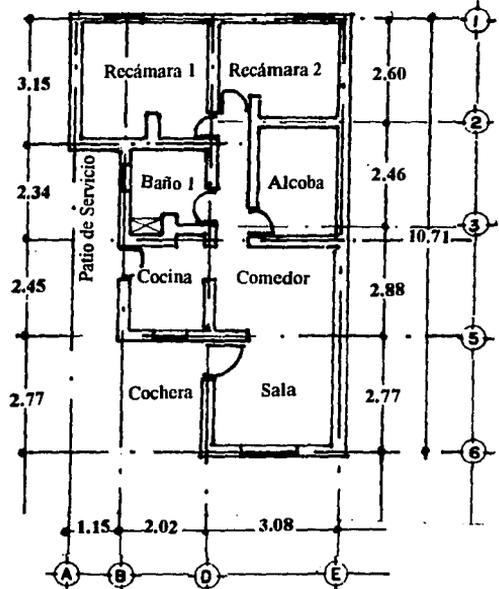


Instalación Eléctrica

# Proyecto 51.29 m<sup>2</sup>



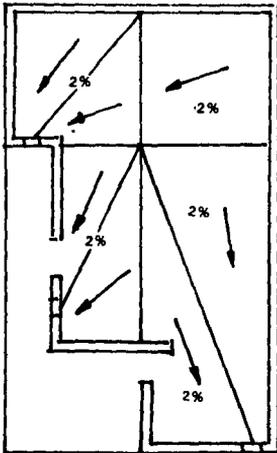
**Cimentación**



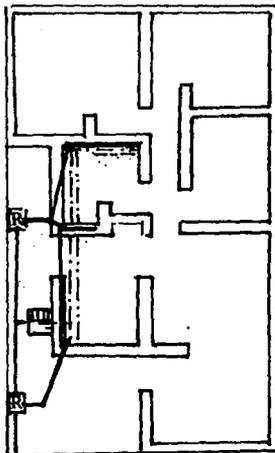
**Planta Baja**

- SIMBOLOGIA HIDRAULICA**
- CANAL PERI
  - AGUA CALIENTE
  - P.V.C
  - REGISTRO SANITARIO

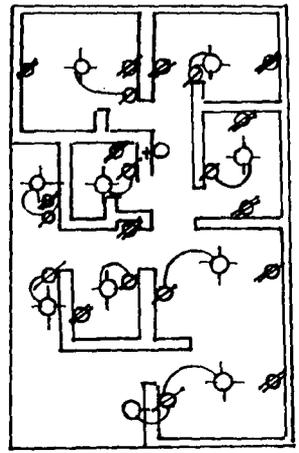
- SIMBOLOGIA ELECTRICA**
- ⊙ LUZ DE CENTRO
  - ⊙ INTERRUPTOR
  - ⊙ APAGADOR
  - ⊙ CONTACTO



**Planta Azotea**

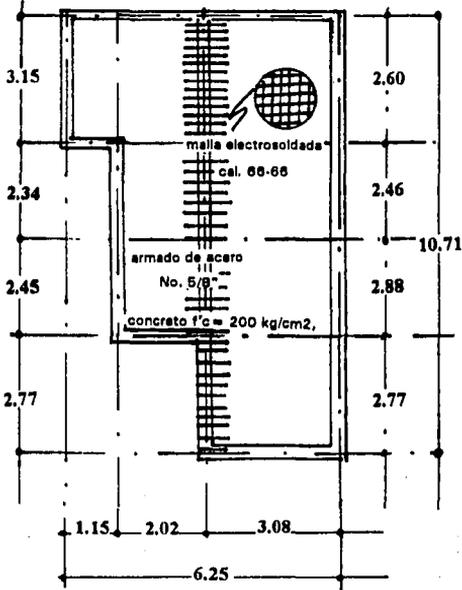


**Instalación Hidráulica**

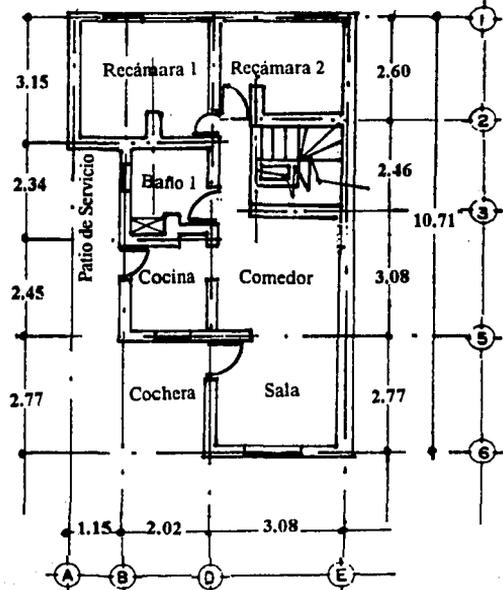


**Instalación Eléctrica**

# Proyecto 75.25 m<sup>2</sup>



**Cimentación**



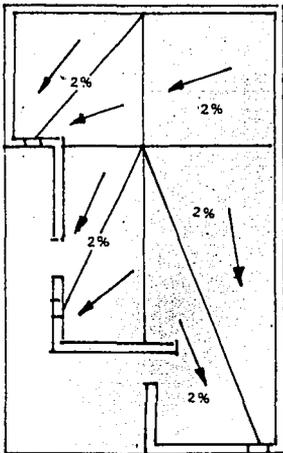
**Planta Baja**

**SIMBOLOGIA HIDRAULICA**

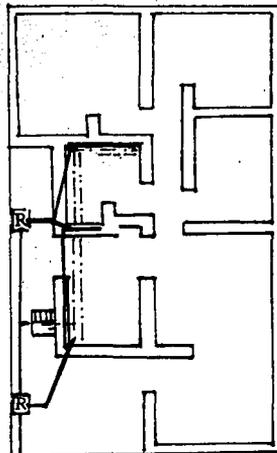
- TUBO PBA
- TUBO PVC
- TUBO CALIENTE
- TUBO F.C.
- SQUEGUE SANITARIO

**SIMBOLOGIA ELECTRICA**

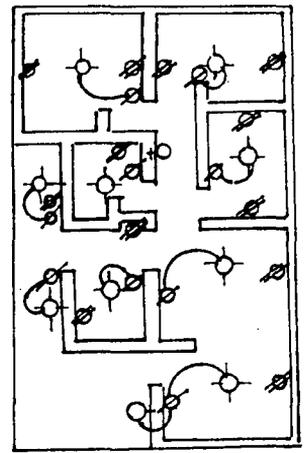
- LUZ DE DENTRO
- LUZ DE FUERA
- INTERRUPTOR
- APAGADOR
- CONTACTO



**Planta Azotea**

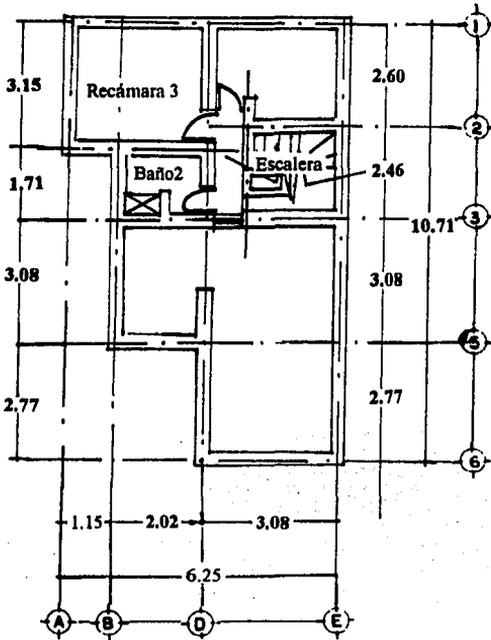


**Instalación Hidráulica**

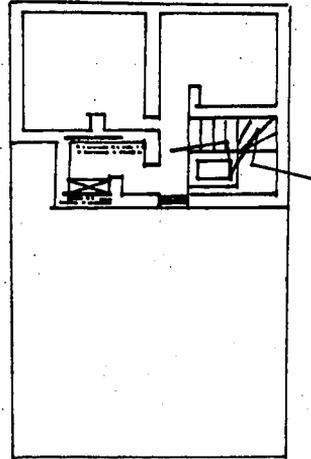


**Instalación Eléctrica**

Proyecto 75.25 m<sup>2</sup>

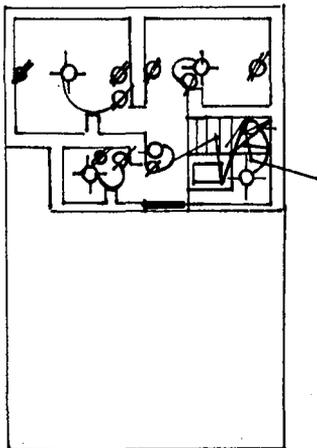


Planta Alta



Instalación Hidráulica

- SIMBOLOGIA HIDRAULICA**
- AGUA FRIA
  - AGUA CALIENTE
  - DESQUEJE SANITARIO



Instalación Eléctrica

- SIMBOLOGIA ELECTRICA**
- ◇ LUI DE OSERPO
  - ◇ ABRITANTE
  - ◇ SAQUEDA
  - ◇ CONTACTO

## BIBLIOGRAFIA

1. Dell'Isola, Alphonse J. *"Value Engineering in the Construction Industry"*. Third Edition. U.S.A., 1982. Ed. Van Nostrand Reinhold Company.
2. Madero Baca, Alberto M. *"La Ingeniería del Valor y su aplicación en la Construcción"*. D.E.P.F.I., U.N.A.M., 1993.
3. Mansour, Farid F. *"Value Engineering in Engineering Construction"*, U.S.A., 1991. Ed. A.A.C.E. Transactions.
4. Barrie, Donald S. and Boyd C. Paulson *"Professional Construction Management"*. Third Edition. Ed. McGraw-Hill.
5. Ahuja - Walsh. *"Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos"*. Ediciones Alfaomega.
6. *"Memorias de la Reunión Nacional sobre reducción de Costos para la Vivienda de Interés Social"*. SAHOP - INFONAVIT. Febrero 1980.
7. Salas Serrano, Julián *"Contra el Hambre de Vivienda"*. Ed. Escala, 1992, Bogotá, Colombia.
8. *"La Vivienda, Espacio Familiar y Espacio Social"*. FOVISSSTE, 1977. México.
9. *"II Concurso Nacional de Tecnologías para la Vivienda de Interés Social"*. SEDESOL, 1994.
10. *"Normas de Vivienda INFONAVIT"*. Septiembre, 1981. México.
11. *"Informe Especial sobre Vivienda de Interés Social tipo B para áreas Metropolitanas"*. Revista Obras, Año 21, Vol. 21, No. 254, p.p. 13-19. Febrero 1994. México.