

5.- REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

De manera natural y espontánea, aunque poco metódica, cuando la concepción de un proyecto se ve con un enfoque integral, el diseñador va cuidando la simplificación constructiva y el ahorro en costos a medida en la que va definiendo el contenido de la edificación y de las obras exteriores en términos de subsistemas de estructura, instalaciones y supraestructura (diseños sencillos, poca variedad de materiales, trayectorias cortas, etc.).

Lamentablemente cuando intervienen diferentes personas, con enfoques, especialidades e intereses variados y a veces opuestos, al fragmentarse el alcance de un proceso de planeación y ejecución en diversas áreas de trabajo (diseño arquitectónico, diseño y cálculo estructural, diseño y cálculo de instalaciones de todo tipo, diseño técnico de vialidades y redes diversas, definición de acabados y recubrimientos, presupuestación, programación, ejecución de la obra, comercialización, etc.) no se da ninguna búsqueda de mejora como en el primer caso a menos de que haya una persona particularmente interesada que esté dando objetivos y lineamientos con el consecuente seguimiento y revisión de cumplimiento.

En ninguno de estos casos puede considerarse la aplicación de un método formal de optimización sino simplemente se da la búsqueda de lo que, por percepción, sentido común o aplicación de experiencia y de conocimientos, sea aplicable aleatoria y circunstancialmente.

La optimización se debe de formalizar y se deben de prever formas de medición y de evaluación que aseguren grados de cumplimiento.

Como en la mayoría de los casos en los procesos de los proyectos intervienen diversos actores trabajando en equipo, es fundamental tener claros y específicos los objetivos y los criterios de optimización buscados.

Los beneficios que pueden obtenerse se evidencian con precisión al ser cuantificables.

La optimización puede enfocarse muy directamente por medio de iniciativas o planes específicos o puede ser considerada como una característica constante que da identidad a la forma de trabajar de una organización.

Con objeto de ilustrar los dos criterios de aplicación en acciones de optimización, se incluyen seguidamente como referencia del primer criterio un estudio de varios casos aportados por experiencias extranjeras que puntualmente definieron sus objetivos de optimización y los logros cuantificados y, como segundo criterio, se relacionará un conjunto de experiencias que directamente se han realizado con la idea de ir forjando por constancia, retroalimentación y capitalización de lecciones aprendidas un estilo profesional y empresarial integral y la intención de irlo extendiendo hasta considerarlo como costumbre o cultura de trabajo impregnada en los colaboradores para la realización de todas sus actividades.

Bajo este segundo propósito, la optimización llega a formar parte fundamental integrada a toda acción.

El constante estudio de casos externos sirve de fuente de inspiración y de adopción de lo aplicable.

Generalmente, el conocimiento y análisis de casos aparentemente propios de otros contextos y ajenos a nuestra cotidiana actividad en realidad pueden abrirnos los ojos, viendo las situaciones y hechos con una perspectiva enriquecida que desencadena propuestas más creativas que pueden darnos desde opciones de detalle o tips, hasta conceptos globales de gran valor y de aplicación general.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

5.1 Estudio de casos

Los casos expuestos son referencias extranjeras exitosas difundidas que han servido como surgimiento de nuevos conceptos que se han replicado incluso internacionalmente y de pauta para nuevas iniciativas tendientes a la depuración de enfoques que responden a inquietudes adicionales.

Existen casos exitosos en los que se han desarrollado programas a nivel nacional de búsqueda de optimización a la vista de las circunstancias y limitaciones dadas en su momento.

Primer Caso

Teniéndose como antecedentes en Japón un programa que convocó a los principales actores de la industria para lograr reducir a la mitad los costos de las viviendas en aquel país, este programa se hizo en la época de la posguerra mundial y se denominó HOUSING 55.

Esta experiencia fue la inspiración de otro caso denominado HABITAT 88, se inició en Francia en 1985 y se terminó en 1988 y sirvió de base para nuevos programas con objetivos diferentes. Se llevó a cabo por iniciativa del Ministerio de Urbanismo y Vivienda a través del grupo de trabajo llamado “Plan Construction et Architecture” e involucró a todas las áreas del sector (proyectistas, especialistas, desarrolladores, constructores, vendedores, hipotecarias, etc.) cuyo objetivo se evidenció en su slogan: “*Construire moins cher pour construire plus et mieux*” (Construir menos caro para construir más y mejor).



HABITAT.88.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR MÁS Y MEJOR

Figura 5.1A – PRIMER PASO DE MEJORA: MECANIZACIÓN DE OBRAS TRADICIONALES

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture: 1989; p. 15

Esta iniciativa convocó a todas las organizaciones públicas y privadas relacionadas con el sector de manera abierta y, por ello, se presentaron múltiples soluciones que, por una parte, abrieron un amplio abanico de opciones y que, por la otra, se lograron acuerdos de utilidad general. En varios casos las Normas y Reglamentaciones pre-existentes tuvieron que ser reconsideradas, revisadas y modificadas o cambiadas.



(1)

HABITAT, **88**.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR
MÁS Y MEJOR



(2)

Figura 5.1B – EMPLEO DE CIMBRAS METÁLICAS (1) Y DE PANELES ALIGERADOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON BASTIDORES DE MADERA (2).

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture; 1989; p. 83 y 121

Como resultados de HABITAT-88 se logró un ahorro promedio nacional del 25% en el costo de las viviendas y, la implantación y aplicación de más y mejores normas de calidad útiles a nivel nacional para futuras edificaciones. Por lo que respecta al tiempo, se logró reducir en un promedio del 30% gracias al surgimiento de un nuevo método de planeación y seguimiento denominado la “Organización Secuencial”.

La “Organización Secuencial” se ha vuelto un estándar nacional de planeación desde entonces.



HABITAT,88.

CONSTRUIR MENOS CARO PARA CONSTRUIR
MÁS Y MEJOR

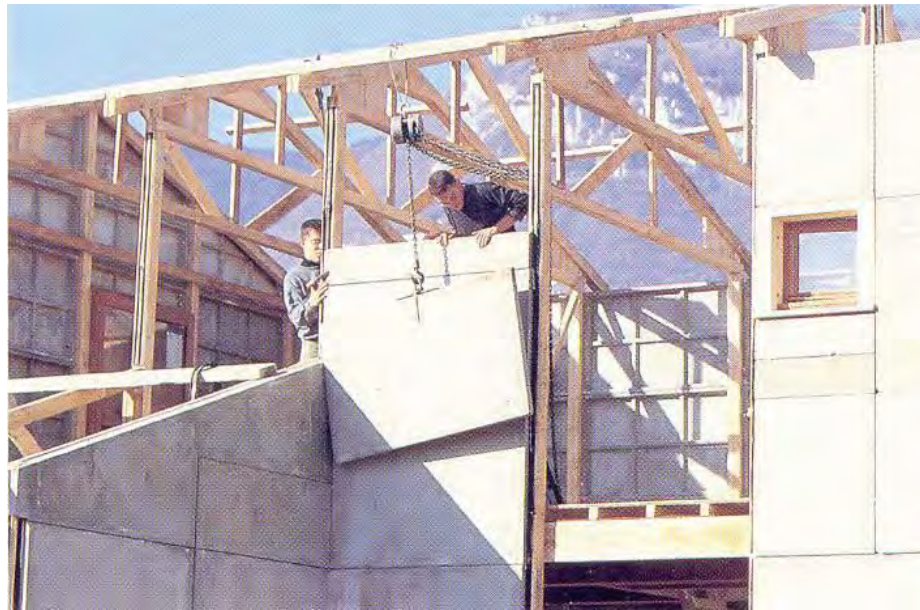


Figura 5.1C - EMPLEO DE MUROS CON CIMBRA DESLIZANTE Y PANELES DE CONCRETO DE FORMATO MEDIANO

Referencia: HABITAT 88, Construire moins cher pour construire plus et mieux, idées bâties; Plan construction et architecture: 1989; p. 67 v 200

Por la diferencia de épocas y condiciones, los objetivos de HABITAT-88 en Francia eran más que los de HOUSING 55 en Japón pero, ambos casos, fueron ejemplo de búsqueda y logros de optimización.

Una de las aportaciones resultantes de este programa de investigación y de experimentación Habitat 88 a escala nacional que ha modificado la manera de planear y programar los proyectos de vivienda en Francia con resultados muy positivos y que puede replicarse en otros países, con las adecuaciones y ajustes de tropicalización necesarios, es el enfoque llamado “*organización secuencial*” reforzado con propuestas de utilización de técnicas constructivas que asocian:

1. El uso de materiales, componentes y subsistemas que contribuyan a la calidad, la simplificación y el ahorro en costos.
2. El reagrupamiento de los cuerpos de oficio o especialidades para llegar a una nueva división de etapas de obra consistente en ocho secuencias:
 - 1) Cimentación y firme de planta baja (o losa de cimentación),
 - 2) Cierres (muros estructurales y de fachada así como ventanas, cancelas y puertas exteriores)
 - * 3) Estructura de madera (entrepiso, armaduras de madera) y cubierta,
 - 4) Acabados exteriores,
 - 5) Divisiones interiores y doblajes,
 - 6) Acabados interiores,
 - 7) Instalaciones,
 - 8) Obras exteriores, accesos y redes

* En Francia, Alemania y Reino Unido las estructuras de techo de las viviendas, construidas con muros de concreto o de mamposterías y losas de entrepiso de concreto o de vigueta y bovedilla, son generalmente de dos aguas formadas a base de armaduras de madera sobre las que se colocan largueros y cubiertas aisladas de teja, de pizarra, de lámina de acero zincado o de materiales de función equivalente.

El seccionamiento o subdivisión secuencial se muestra de manera general en el siguiente conjunto de esquemas propuesto por la empresa SCOBAT (Société d'Ingénierie de Conception et de Coordination, Bureau d'Études Techniques).

3. El empleo de la informática al servicio de todos los participantes (para el manejo, control, interconexión y seguimiento de todas las fases de proyecto).

Este conjunto de propuestas ha permitido lograr una economía inmediata del 19% en los costos de construcción desglosada de la siguiente manera:

- 8% por la utilización de nuevos materiales y de nuevas técnicas,
- 7% por la organización secuencial de la obra y por la utilización de la informática (que permite principalmente reducir en cuatro meses la realización de un proyecto de cinco viviendas individuales).
- 4% por la reducción de tiempos (gastos generales, revisión de los trabajos, costos financieros, costos de administración y coordinación).

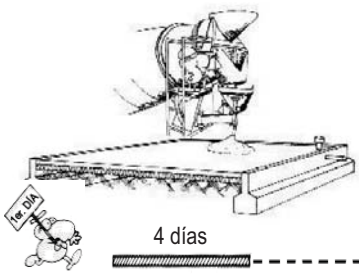
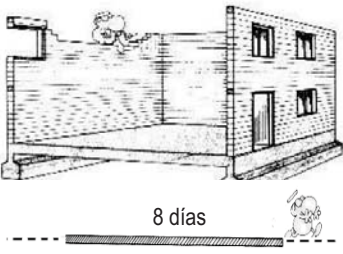


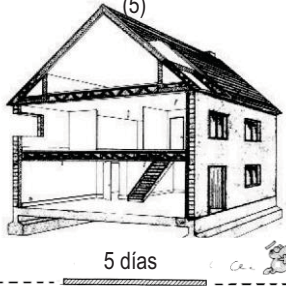
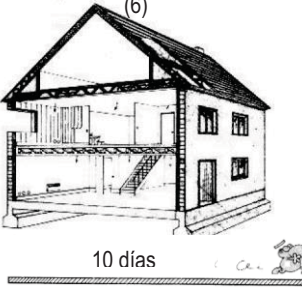
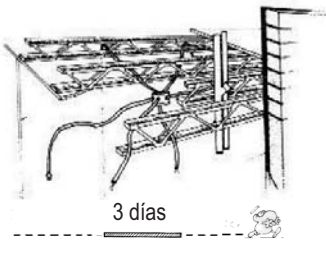
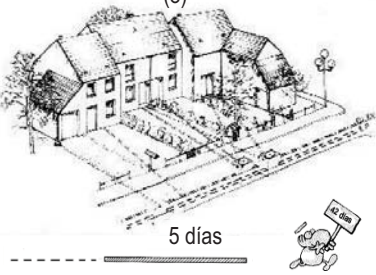
<p>(1)</p>  <p>4 días</p>	<p>(2)</p>  <p>8 días</p>	<p>(3)</p>  <p>5 días</p>
<p><u>Cimentación y firmes de P.B.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Terracerías generales y particulares • Cimentaciones • Canalizaciones • Firme de P.B. (con instalaciones 1ª etapa) <p>4 días</p>	<p><u>Muros de cierre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Muros de mampostería, de concreto o de paneles precolados • Puertas exteriores, ventanas y cancelas <p>8 días</p>	<p><u>Losas y cubiertas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Losas de entrepiso • Escaleras • Muros piñón • Cubiertas (con instalaciones 2ª etapa) <p>5 días</p>
<p>(4)</p>  <p>2 días</p>	<p>(5)</p>  <p>5 días</p>	<p>(6)</p>  <p>10 días</p>
<p><u>Recubrimientos de fachadas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplanados exteriores • Recubrimientos exteriores <p>2 días</p>	<p><u>Muros divisorios y doblajes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento de techo • Doblaje con aislamiento en muros • Muros interiores • Marcos y puertas interiores • Zoclos (con instalaciones 3ª etapa) <p>5 días</p>	<p><u>Acabados interiores</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplanados y pastas • Recubrimientos rígidos (losetas de cerámica, mármol, etc.) en muros • Acabados de piso (losetas, madera, alfombra, etc.) <p>10 días</p>
<p>(7)</p>  <p>3 días</p>	<p>(8)</p>  <p>5 días</p>	
<p><u>Instalaciones (en las 3 etapas indicadas)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Electricidad • Plomería • Ventilación • Calefacción <p>3 días</p>	<p><u>Obras exteriores, accesos y redes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vialidades • Saneamiento • Redes diversas • Espacios verdes • Bardas <p>5 días</p>	<p>TOTAL 42 días hábiles</p>

Figura 5.2 – SUBDIVISIÓN SECUENCIAL ESQUEMATIZADA PARA EL CASO DE UNA VIVIENDA INDIVIDUAL
Fuente: *Construire Moins Cher Pour Construire Plus et Mieux – Habitat 88 – Idées à Bâtir - CSTB 1985, p. 85*

La duración total en días hábiles mostrada en un programa de obra se incrementa al traducirlo en Calendario de Obra donde se consideran adicionalmente los días no trabajados (fines de semana, días festivos, días de lluvia, etc.) los cuales varían dependiendo de la época del año en la que se haga la obra. Hay épocas del año con muchos días festivos o de vacaciones y temporadas de lluvia que inciden en la definición de fechas de calendario.

Considerando en promedio una duración de calendario de 60 días naturales (equivalente a dos meses) generalmente se cubren los 42 días trabajados.

El seccionamiento secuencial esquematizado es reflejo de los procedimientos, materiales y técnicas de construcción que tradicionalmente se utilizan en Francia en la construcción de viviendas, ya que cada país difiere en particularidades organizativas y constructivas aunque esencialmente los conceptos y la generalidad de principios pueden aprovecharse haciéndose las adecuaciones necesarias para su aplicación en otros países.

Para nuestro entorno las ocho secuencia esquematizadas pueden adaptarse y redefinirse conforme a la siguiente lista:

1. Cimentación y firme de planta baja o losa de cimentación (libre de suelos).
2. Superestructura cerrada (muros de carga y de fachada, columnas en su caso, losas de entrepiso, azotea y cubiertas, con casco de azotea e impermeabilización, así como ventanas, cancelas y puertas exteriores colocadas. (cierres y cubiertas).
3. Acabados y recubrimientos de fachadas (trabajos en fachadas).
4. Muros divisorios en interiores, tablaroca o yeso en muros y rampas de escaleras, techos, doblajes con aislamientos, en su caso, recubrimientos de pisos y muros aplicados en húmedo (losetas, cerámicas, mármol, azulejo, etc.), colocaciones de accesorios y detalles de albañilería (trabajos en interior).
5. Acabados y recubrimientos interiores aplicados en seco, carpintería interior (puertas de intercomunicación de madera, muebles bajo lavabo, closets, cocinas integrales, colocación de muebles y accesorios hidro-sanitarios, calentador, pisos de madera o alfombra, recubrimientos de escaleras, zoclos, última mano de pinturas, pastas, barnices (acabados interiores).
6. Instalaciones (hidráulicas, sanitarias, de aprovechamiento de agua pluvial, de gas, eléctricas y de corriente débil, aire acondicionado y/o calefacción en su caso, y especiales.
7. Obras exteriores, accesos y redes (redes de agua potable, agua tratada, drenaje sanitario, drenaje pluvial, alimentación eléctrica, voz y datos, gas natural en su caso etc., pavimentos, bardas, jardinería, mobiliario urbano, señalización, etc.).

En esta lista adecuada a las condiciones del sector de la construcción de vivienda en México, se pueden apreciar inferencias en algunas secuencias, concretamente en la 2 y 3 originales que se agruparon en una sola y algunas variantes en el contenido de las secuencias originales 5 y 6 convertidas en 4 y 5 en las secuencias adaptadas.

Específicamente se ve indispensable en nuestro caso definir a la secuencia 2 como la estructura y envolvente completa con control de acceso al interior de la vivienda a la terminación de este entregable así como el diferenciar la obra gris (colocaciones de acabados en húmedo) de la obra blanca (ejecución de acabados y colocaciones en seco) con excepción de la última mano de pinturas, barnices y pastas así como de retoques).

Los términos comúnmente denominados como obra negra (secuencias 1 y 2) obra gris (secuencias 3 y 4) y obra blanca (secuencia 5) quedan comprendidos en la organización secuencial en lo correspondiente a la edificación.

Por lo que respecta a la aplicación específica de esta metodología a proyectos concretos, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones a favor que pueden reducir la duración de obra en días trabajados.

A.- Se puede aplicar la simultaneidad de etapas agrupando las secuencias indicadas en la red siguiente:

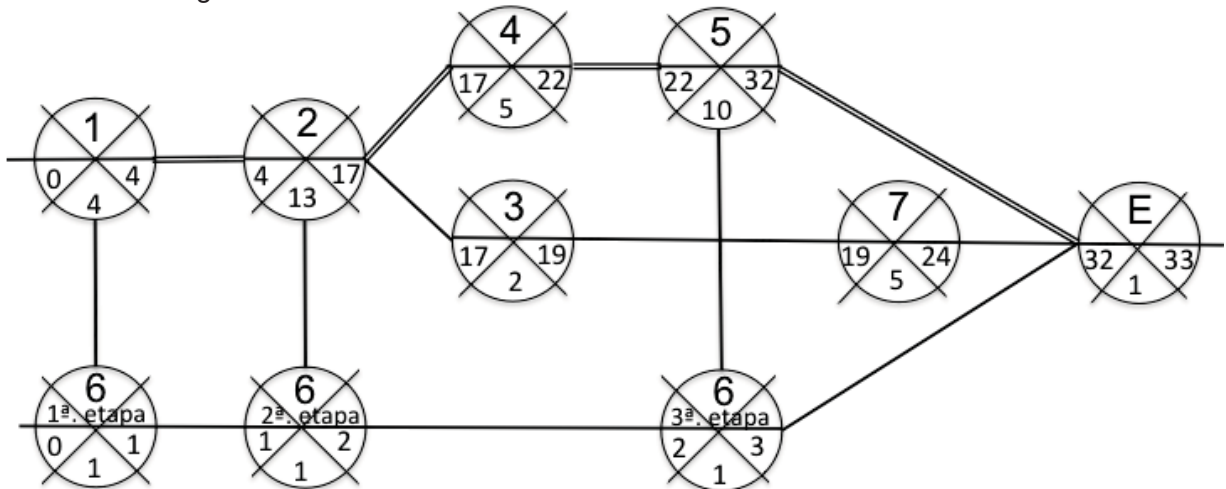


Figura 5.3 – RED DE RUTA CRÍTICA QUE INCLUYE LA BÚSQUEDA DE LA SIMULTANEIDAD.

Dando como resultado un ahorro de 10 días trabajados. La secuencia adicional marcada con la letra E considera el día de entrega y constatación de obra terminada.

B.- Se nota que las instalaciones van colocándose conforme al avance de las diferentes secuencias de la obra 1, 2 y 5 donde se busca tener sólo tres intervenciones rápidas de un día de duración cada una que suponen prefabricación de ductos, troncales, ramales y pulpos.

También hay que tomar en consideración las condicionantes particulares de cada proyecto (topografía del terreno, siembra de la edificación, accesos y circulaciones en proceso de obra, horarios de trabajo, etc.) que pueden obligar a una edificación por zonas secuenciadas motivada por una siembra muy densificada que impida la distribución y entrega sin estorbarse o por la necesidad de hacer trabajos previos de acondicionamiento del terreno u obras de protección.

En el capítulo 3 se propuso una organización secuencial plasmada en *paquetes entregables* para poder *replicar de manera directa esta metodología de “organización secuencial” que nos permite traducir la complejidad de procesos de obra que nos inducen al desorden y a veces al caos, a una concepción clara, ordenada, sencilla y rápida de ejecución.*

Implica de nuestra parte contar con el personal capacitado y entrenado con la organización soportada por una planeación puntillosa y detallista y *con el seguimiento logístico* exigente que se necesita para hacer realidad esta propuesta.

Dentro de todo, no es suficiente la buena organización interna de la empresa. Se necesita también la participación comprometida y eficiente de proveedores, subcontratistas, trabajadores y prestadores de servicios, así como de una comunicación y coordinación eficiente de acciones.

Adicionalmente, hay que considerar los riesgos de problemas que se dan por la intervención de las autoridades, de los vecinos, etc., y que pueden afectar en poco o mucho el cumplimiento de los objetivos de un proyecto, principalmente en términos de alcance, costo y/o tiempo de ejecución y hay que tomar las medidas preventivas necesarias para eliminar o disminuir significativamente sus efectos.

Segundo Caso

Una referencia adicional es la evolución que se ha tenido en el diseño y realización de calles residenciales en los Estados Unidos donde, en los años 50 (después de la 2ª. guerra mundial) lo buscado era hacer calles rectas y anchas con carriles anchos como reflejo natural del estilo norteamericano de amplitud y confort. Sin embargo, varios estudios indican que conforme una calle es más ancha, la cantidad de accidentes por kilómetro se incrementan exponencialmente y que la calle residencial más segura puede ser una calle estrecha.

El ancho más recomendable en calles locales fluctúa entre los 7.30 m y los 7.95 m si se consideran dos carriles para estacionar autos y un carril para la circulación o un carril para estacionarse y dos para circular a baja velocidad.

Para calles de poco tráfico con limitado estacionamiento de autos un ancho de 6.70 m a 7.95 m es adecuado.

Para calles de poco tráfico local sin autos estacionados es suficiente un ancho de 5.50 m.

Las vialidades con un poco de más ancho no incrementan de manera útil su capacidad, sin embargo incita a los automovilistas a manejar a mayor velocidad.

Las vialidades con mayores anchos le quita la escala de privacidad a los accesos de las viviendas que generalmente forma parte del atractivo urbano de una zona habitacional.



Figura 5.4A – VIALIDAD EXCESIVA para desarrollos de viviendas
Referencia Residential Streets 3rd. Edition – NAHB and Urban Land Institute, 2001; p. 23

Debido al alto costo, a la inseguridad, al mal funcionamiento y a la poca integración urbana con los conjuntos residenciales, se han reducido estas calles en ancho, en estructuras de pavimento y en geometría para mayor integración al contexto urbano de los conjuntos de vivienda, obteniéndose adicionalmente optimizar el uso de los terrenos con calles rentables (con menor costo inicial y de mantenimiento) y seguras (inhibiendo la velocidad de los conductores de autos) con mayor área destinable a vivienda y mayor atractivo habitable dándole, a dichas calles, mayor sentido de comunidad con funciones adicionales de recreación, paseo en bicicleta y peatonal así como zonas de reunión, y respeto a los contornos naturales del sitio, sentido de ubicación, escurrimiento y calentamiento no excesivos.

En los conjuntos de vivienda se proponen generalmente calles troncales cuya función es la de servir de vínculo entre las calles locales y las calles arteriales de ciudad por las que se accede al conjunto.

Las calles locales sirven ya de acceso directo a un grupo de viviendas.

La longitud sumada de calles locales con respecto a calles troncales es bastante mayor.

Las calles locales contribuyen y se integran bastante al entorno urbano doméstico de las viviendas a las que sirve y a veces incluyen en su diseño una integración con andadores y pistas de bicicletas.

El tipo de flujo de tráfico que se da en las vialidades es el tráfico libre (caso de algunas calles troncales) y el tráfico de flujo lento (caso de calles locales).

Lo que se busca en mayor medida es reducir la velocidad de flujo del tráfico a valores lo más lentos posibles en los conjuntos de vivienda de todo tipo.



Figura 5.4B - Vialidades adecuadas en zonas residenciales

Referencia: Residential Streets 3rd. Edition – NAHB and Urban Land Institute, 2001 – p. 37 y 38

La reducción de velocidad y ruido del tráfico se logra ahora por la combinación de tres medidas:

1. Reduciendo el ancho de las calles o la apariencia de su ancho hacia los conductores,
2. Limitando la distancia de vistas con curvas y
3. Agregando textura a la superficie circulable.

La diferenciación clarificada de vialidades para conjuntos habitacionales y residenciales con respecto a las calles y avenidas de ciudad fundamentada principalmente en la reducción de flujos de velocidad vehicular donde se logra un criterio claro de optimización del uso del suelo con la reducción de costos, la mejora del diseño urbano y mayor funcionalidad con seguridad lograda en los Estados Unidos de América, ha llegado a cambiar y a ajustar normas de diseño para los desarrollos de vivienda en casi todos los países.

Por tanto, su repercusión positiva ha sido sustancialmente benéfica.



Figura 5.5 – Imagen de calles residenciales en desarrollos europeos coincidentes en su concepción de diseño y aplicación de principios acordes con los establecidos en los Estados Unidos de América. Adicionalmente puede apreciarse el uso de pavimentos adoquinados, la inexistencia de postes de luz, teléfono, cable, etc. Y una arborización y vegetación cuya sombra y humedad impide el calentamiento excesivo de las áreas exteriores en días muy soleados.

Ref. Guide des Caniveaux Hydrauliques. catálogo de productos, empresa NICOLL

COMO REFERENCIA ADICIONAL AL ESTUDIO DE CASOS se incluyen a continuación algunos criterios de optimización generalmente aplicados en proyectos de vivienda internacionales principalmente acostumbrados en el sector de vivienda de los Estados Unidos de América y en Europa.

- Omitir características o accesorios que menos frecuentemente se utilizan así como sustituir ventajas de proyecto que los usuarios no toman casi en cuenta por ventajas o características más frecuentemente demandadas y notorias. Por ejemplo los bares, las chimeneas, los jacuzzis, las tinas de baño y los bidets tienden a ser menos requeridos y menos valorados por los clientes de vivienda de nivel medio y residencial y, sin embargo, los amplios vestidores y closets, los estacionamientos o cocheras a cubierto, los cajones para autos grandes, la mayor cantidad de lugares de estacionamiento por vivienda y el jardín privado con terraza son bien apreciados.

Las soluciones de sustentabilidad están siendo muy impulsadas por nuevas exigencias reglamentarias pero son aún poco valoradas aunque en un futuro muy próximo terminarán siendo muy comúnmente aplicadas.

- Analizando de manera afinada un proyecto, se pueden reducir salidas eléctricas no indispensables o se pueden reubicar para reducir trayectorias y, por tanto, longitudes de canalizaciones y de cables.

Se pueden obtener ahorros por medio de una distribución eficiente de la electricidad ubicando a los centros de carga cerca de los medidores y a las salidas cerca de los interruptores.

Se busca ubicar tableros cerca de áreas de mayor carga eléctrica como la cocina y el aire acondicionado para reducir costos de distribución dentro de la vivienda.

Evitar interruptores de luz en closets grandes y usar lámparas de cadena.

- Por medio de un diseño eficiente de la plomería y un agrupamiento de instalaciones, se puede reducir la longitud de troncales y ramales de tubería así como los costos colaterales de la distribución horizontal y vertical de las instalaciones aplicables a la estructura, a los acabados y a trabajos complementarios.

- Se pueden también reducir los costos de aire acondicionado y de calefacción, en caso dado, por medio de una planeación eficiente al permitir una menor elevación o pérdida de calor por el buen aislamiento y la reducción de puentes térmicos y al reducir los costos de los ductos al propiciar que el aire sea alimentado a través de las habitaciones (cámara plena) en vez de ser ducteado.

- Utilizar medidas modulares de puertas de acceso y ventanas así como de puertas interiores de madera. Se puede también minimizar el desperdicio y el corte de los materiales de madera (madera maciza, triplay, madera laminada, MDF, etc.), así como los requerimientos de travesaños y de cargadores.

Utilizar preferiblemente puertas, ventanas, closets y cocinas integrales prefabricadas con vidrio, cerrajería y acabados incluidos desde fábrica con montaje pensado para su fácil colocación.

Es indispensable, en este caso, incluir el embalaje o cubrimiento de protección contra daños eventuales sufridos en obra así como posibles trabajos de resanado y de retoque.

Por medio de un diseño eficiente se puede reducir el número de puertas, de entrepaños y de cajones y se pueden usar puertas de piso a techo (de altura total) para reducir el número de dinteles y antepechos de albañilería.

- Utilizar una sola capa de pintura de cubrimiento total sobre paredes uniformizadas y texturizadas.
El color en detalles es una muy buena opción de diseño para lograr interés arquitectónico a bajo costo.
Reducir en lo posible la cantidad de colores diferentes en un proyecto (a veces se suman como máximo de 4 a 6 colores diferentes incluyendo los colores de puertas y ventanas).
Limitar el uso de relieves y de cambios de paños en fachadas e interiores a las disponibilidades del presupuesto.
Es recomendable seleccionar los colores llamativos y de detalle hasta que una gran parte de la edificación haya sido pintada para asegurarse de lograr el efecto exacto pretendido sin necesidad de andar repintando por cambio de colores que no hayan gustado.
- El espacio inicialmente remanente e inútil que se dé en áreas exteriores puede convertirse en espacio privado para una vivienda y, por tanto, se puede incrementar el precio de venta de dicha vivienda.
- Reducir lo más posible las áreas pavimentadas en el diseño exterior (reducir longitud y ancho de vialidades, banquetas y andadores a los estándares de conjuntos residenciales o habitacionales).
Una menor área exterior utilizada permitirá incrementar la densidad de edificación dentro de lo permitido o incrementar las superficies de espacios habitables de las viviendas o dejar un remanente de espacios recreativos o de servicio que aporten un plus y un valor agregado al proyecto.
Los ahorros en vialidades también pueden considerarse como aumento en el margen bruto o en la utilidad a discreción del desarrollador.
- En la estructura pueden buscarse ahorros en varios conceptos como en la cimentación dimensionando los cimientos conforme a las condiciones del suelo constatadas por un estudio de mecánica de suelos confiable en vez de usar soluciones estandarizadas o acostumbradas generalmente excedidas.
- Omitir o reducir lo más posible los muros de mochetas y despiezar los componentes o materiales utilizados para estructura como muros y losas para evitar desperdicios (paneles, piezas de mampostería viguetas y bovedillas, aceros, cimbras, etc.)
Uniformizar longitudes de claros y apoyar la estructura de losas y trabes en el sentido más corto.

Los clientes promedio no notarán en donde los costos se han reducido pero sí notarán (por medio del impacto visual, por la información y explicación que el Responsable Técnico y Comercial le venda y por medio del uso frecuente a posteriori), en donde se han proporcionado inteligentemente los extras ventajosos por medio de la adecuada aplicación de los recursos económicos.

Hay que tomar muy en cuenta que *la gente se relaciona con lo que tiene cerca, por asociación y por una exposición repetida*; por ejemplo, si la mayoría del tráfico de peatones se induce a través de los estacionamientos en vez de inducirlo por áreas bien diseñadas para su exclusiva circulación peatonal ambientada con jardines bien diseñados, la constante sobreexposición a las áreas de estacionamiento y la falta de contacto con las áreas agradables reduce y desgasta parte del valor de la alta inversión hecha en un proyecto.

Es por ello importante integrar en la etapa de planeación del proyecto al enfoque comercial donde se acostumbra como método de análisis el *“Pensar como cámara de video”* que nos permita sensibilizarnos sobre las características de los proyectos vividas por los usuarios.

Es muy difícil ofrecer todo: Acabados y accesorios caros, instalaciones muy completas, espacios grandes, etc., por ello, en el diseño se tiene que ser muy selectivo con respecto a lo que se puede y lo que no se puede permitir ofrecer. *Un desembolso de efectivo que no genere una ganancia correspondiente es un desperdicio* ya que dicho desembolso no podrá ser recuperado de igual forma, *una inversión de efectivo que no produce una ganancia relacionada no hace nada para aumentar el valor y limita la habilidad del desarrollador para financiar el costo.*

En la aplicación de la optimización de proyectos de vivienda tenemos que tomar y fomentar la *conciencia de lo que hay que hacer con la lupa enfocada a los clientes y usuarios*. No aplica la acostumbrada búsqueda de sólo la apariencia estética ni la originalidad obsesiva sin soporte.

En los diseños de vivienda hay que predecir las consecuencias de lo que diseñamos. Para saber y asegurar que lo que hacemos va a funcionar hay que referirse a edificios similares hechos antes regresando a la aplicación metodológica de *“análisis de edificios”* cuya utilidad puede considerarse de gran valor.

Los proyectos deben diseñarse con un criterio de *“máxima flexibilidad de uso”* que permita hacer adecuaciones a las necesidades propias de diferentes clientes y usuarios potenciales.

Los clientes ya no pueden seguir aceptando forzosamente nuestras soluciones aunque no cumplan con sus necesidades y sin posibilidad de cambiarlas o regularlas.

Hay que *dar soluciones a funciones, espacios, crecimientos y cambios, así como a la requerida identidad y posibilidades de participación del usuario*, así como a adaptaciones posibles de carácter tecnológico e informático (con la concepción actual de vivienda comunicante), medioambiental (para ahorro de energía, uso de nuevos materiales, mejoras de aislamiento, durabilidad, aspecto, etc.) y paisajístico (aprovechamiento del agua, del suelo y de la vegetación con valor agregado).

Toda esta *versatilidad de diseño para estar dentro de un entorno optimizador* implica no abandonar sino más bien reforzar las búsquedas de simplicidad, universalidad y facilidad de realización y uso.

La aplicación de la flexibilidad en los proyectos de vivienda se ve plasmada en la práctica del sector de vivienda residencial en los Estados Unidos de América, que parte de una oferta de diseños básicos que, en desarrollos de cierta magnitud, se construyen como casas muestra a ser recorridas por los clientes en prospecto.

Adicionalmente, las empresas desarrolladoras ofrecen amplias gamas de opciones de acabados (alfombras, tapices, lambrines, cerrajerías, puertas y ventanas especiales, etc.) de instalaciones ampliadas o especiales, accesorios y equipos (de cocina, de closets, etc.) así como amenidades complementarias (chimenea, asador de carne, jacuzzi, alberca, bar, terraza en jardín, etc.).

Las opciones son mostradas en un espacio alquilado o propio con una oficina de ventas generalmente ubicado en un local de un gran centro comercial.

Las opciones no sólo están expuestas, están mostradas con una ambientación muy ad hoc que permite al cliente en prospecto darse idea de cómo quedaría en su futura casa.

Con esta estrategia comercial, las desarrolladoras norteamericanas pueden vender una casa al doble de valor o más que la oferta básica cuando se adicionan varias opciones. En promedio las casas se venden con un 30% a un 40% más de precio con respecto a la oferta básica por las opciones adicionales que compran los clientes.

Como puede deducirse, el diseño básico está pensado para recibir adicionalmente las opciones adicionales de manera rápida y sencilla (generalmente con trabajos de montaje, colocación y fijación en seco) y sin tener que demoler destruir, ranurar o ajustar la obra previa.

Otra práctica de la que se puede aprender y se pueden adoptar ideas es la que se lleva a cabo en la comercialización de la vivienda mínima en Europa.

La vivienda mínima en México, hasta ahora, es considerada también como la vivienda económica o de interés social por la burda idea de que entre menos metros cuadrados tenga una vivienda más económica será.

La vivienda mínima en Europa responde a un programa arquitectónico para una persona sola, para una pareja sin hijos o para una familia con un solo hijo, siendo estos tipos de usuarios de nivel económico medio-alto o alto quienes buscan sólo los espacios que necesitan con funcionalidad, facilidad de limpieza y bajo mantenimiento con alto nivel de confort y de acabados así como excelente ubicación en términos de proximidad y conectividad con los servicios y lugares clave de la ciudad en donde esté construida y en términos de calidad de barrio.

En las ciudades más importantes de México, existe un nicho potencial de mercado de personas solas o de familias de pocos miembros con capacidad económica para vivir en colonias de medio a alto nivel económico que requieran vivir en casas o departamentos con superficies suficientes para su confort en vez de grandes espacios sobrados y desaprovechados.

Adicionalmente, en aras de la sustentabilidad, se está promoviendo en las ciudades un desarrollo urbano con altas densidades de construcción de vivienda con alto nivel en cantidad y calidad de servicios (transporte público, vialidades, redes urbanas, etc.) que, al concentrarse, reduce los consumos de energía, los tiempos de transporte y los consumos de agua.

Para las viviendas de superficie reducida que respondan a las necesidades y expectativas de los usuarios, las desarrolladoras de vivienda generalmente tratan de ofrecer las características siguientes:

- Formas ergonómicas y multifuncionalidad del mobiliario,
- Colores claros, gran luminosidad y sensación de amplitud,
- Poca variedad de materiales,
- Fusión entre muebles y acabados o decoración interior,
- Iluminación natural y artificial bien pensadas desde el punto de vista funcional y estético,
- Muebles que permitan mantener todos los objetos de los usuarios guardados, ordenados y ocultos para permitir conservar siempre la sensación de mayor espacio (ocultar lo que no se quiere ver),
- Instalaciones de todo tipo accesibles y modificables.

Lo que en resumen se busca en las viviendas de superficie construida reducida es la funcionalidad de los espacios y del amueblado, aprovechamiento, amplitud y confort en su utilización y recorrido fluido y sin estorbos, acabados y recubrimientos de alto precio y características valoradas (buenos recubrimientos de mármol fino, madera exótica y/o de primera, detalles, accesorios y complementos de buen diseño y alta calidad reconocida, etc.), practicidad de los muebles de cocina, de baño, de closets y muebles de guardado, etc.

El buen gusto reflejado en los detalles bien resueltos y en los objetos pequeños es más notorio en espacios reducidos que en los espacios generosos.

Finalmente, el acondicionamiento térmico y el aislamiento acústico deben solucionarse tomando muy en cuenta que la transmisión de calor y del ruido se magnifican en los espacios reducidos y, por ello, la selección de electrodomésticos, de ventiladores, de muebles sanitarios y tuberías, de acabados de piso y de mecanismos de operación de puertas y ventanas de funcionamiento silencioso es de fundamental importancia.

Las referencias de tipo comercial traducidas a diseños ofrecidos por las desarrolladoras, pueden ser de gran utilidad y son verdaderos ejemplos de búsqueda sistemática de optimización.

Operativamente, es común también *incluir en los procesos de diseño dos pasos importantes que afianzan al trabajo de optimización: el rediseño o depuración y la revisión* que, en algunos casos, se multiplica cuando varias personas revisan para lograr la exhaustividad o sólo se duplica cuando una sola persona revisa; (comúnmente llamado en inglés *the double check*); para estos casos el contar con listas de verificación (*check lists*) o de alcances es de gran utilidad.

Los análisis de optimización son minuciosos y tediosos pero rinden excelentes frutos. Se incluyen algunos ejemplos de rediseño de proyectos norteamericanos donde se busca lograr ahorros de costo y, a su vez, donde se trata de incrementar el valor reconocido por las preferencias de los clientes y usuarios potenciales. Posiblemente, las propuestas de mejora expuestas no denoten bajo nuestro punto de vista una idea de suficiente ahorro o de adecuada mejora como se diga debido a que la evaluación que hacemos se basa en una sensibilidad o costumbre diferente; por ello, lo importante de estos ejemplos es percatarnos de su método de análisis y de su obtención de resultados más que considerar a los rediseños mismos como soluciones a adoptar.

El *primer ejemplo* buscó como objetivo incrementar las utilidades del desarrollador ya que al hacerse el presupuesto sobre planos ejecutivos se obtuvo un margen muy reducido con el riesgo de, incluso, no tener utilidad en caso de presentarse imprevistos que pudieran sobrepasar el limitado monto de reserva para tal efecto.

El tiempo de análisis y corrección del proyecto fue de once horas ya que se tenía una restricción de tiempo de entrega para la tramitación del crédito puente.

Como resultado de este ajuste se logró un ahorro en el desarrollo de aproximadamente \$80,000.00 dólares (\$500.00 dólares por unidad) sin alterar el monto del avalúo sobre el cual se obtuvo el monto del préstamo; adicionalmente, se mejoró el producto para reforzar la posición de comercialización del desarrollador.

Este caso consta de viviendas de una recámara como se muestra en los siguientes planos 1 y 2 que corresponden al diseño inicial y al rediseño respectivamente (Ver figura **5.6 y 5.7**).

Estos cambios produjeron una planta más abierta y espaciosa así como una estancia sustancialmente más grande. La barra de cocina y el recubrimiento de la pared de fondo fue una importante ventaja para la comercialización. Las áreas de las ventanas agrandadas agregan iluminación y alegría a la unidad. La vista desde la cocina hacia la estancia a través de la barra es una mejora sustancial con respecto a la solución original que dejaba a la cocina totalmente encerrada y sin luz natural.

Todas estas mejoras fueron logradas junto con un ahorro de \$500.00 (quinientos dólares) que se desglosaron en: \$130.00 dólares en el sistema eléctrico, \$75.00 en el aire acondicionado (sistema mecánico) y \$295.00 en los trabajos de tablaroca, carpintería, herrería y pintura.

El ahorro de \$500.00 dólares no fue de hecho sólo un aumento de ganancias de \$500.00 sino que, debido a que se aumentó el valor en el proceso en vez de reducirlo, el desarrollador pudo incrementar el precio de venta en \$500.00 dólares lo cual le dio una diferencia a su favor de \$1,000.00 dólares por vivienda que se tradujo en \$80,000.00 dólares en ahorro total y de \$80,000.00 dólares adicionales al precio de venta considerando todo el proyecto.

La optimización de los proyectos no puede ser aplicada como revisión de generalidades. Cada diseño debe ser analizado en términos muy específicos para determinar riesgos y factibilidades.

Una revisión general y superficial concluiría notando que ambos planos, el 1 y el 2, son típicos de viviendas de una recámara y, por tanto, estarán vistos como soluciones estándar para el área de comercialización y sólo con un análisis más detallado pueden lograrse diferencias muy ventajosas en los rediseños.

<p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">2</p>
Plano de vivienda antes del rediseño	Plano de vivienda después del rediseño
<p>1. La cocina no tiene ventanas o vista hacia la estancia (muy acostumbrado y apreciado en los E.E.U.U.) y tiene puertas así como hojas plegables hacia el comedor.</p>	<p>1. El fregadero fue movido hacia la pared de la estancia y se abrió un vano en dicha pared creando así un efecto de barra, la puerta y las persianas entre la cocina y el área del comedor se eliminaron por completo para proporcionar una mayor abertura e integración espacial. En la pared trasera del comedor se colocó un recubrimiento con textura y color llamativo para agregar vivacidad.</p>
<p>2. La puerta de acceso abre directamente hacia un muy pequeño vestíbulo topándose con la puerta del closet de visitas como remate al frente.</p>	<p>2. Se elimina el closet de visitas dejándose libre y abierta el área de la estancia. Se incorpora el closet de visitas al closet de la recámara. Se da una mayor sensación de amplitud al entrar pero también se aumentó el tamaño de la estancia.</p>
<p>3. El cancel de piso a techo de 1.80 m de largo es la única fuente de iluminación y de ventilación para la estancia, el comedor y la cocina.</p>	<p>3. El tamaño del vano se incrementó a 2.40 m de largo.</p>
<p>4. El tamaño de la ventana de recámara es un cancel de piso a techo de 60 cm de ancho.</p>	<p>4. Se sustituyó el cancel de recámara por una ventana de 1.20 m x 1.50 m dejando un murete de respaldo para mejor versatilidad de amueblado y lográndose una mejor fuente de luz.</p>
<p>5. El área de closets tiene demasiadas puertas y muros divisorios.</p>	<p>5. El área de closets se rediseñó para eliminar dos puertas y un muro divisorio de 1.05 m de largo dándose como resultado mayor espacio de guardado aunque el closet de la entrada se eliminó.</p>
<p>6. Se tiene un falso plafón de yeso con metal desplegado que aloja al ducto de aire acondicionado para dar servicio a la cocina.</p>	<p>6. Con la eliminación de la pared entre la cocina y el comedor, se puede dar servicio a la cocina por una rejilla colocada en la pared opuesta al comedor, esto redujo los requerimientos de funcionamiento del ducto a la mitad y eliminó la necesidad del falso plafón de yeso cuyo aspecto también interrumpía la continuidad espacial.</p>
<p>7. El centro eléctrico de cargas se encuentra en el vestíbulo junto con una salida de iluminación exterior y otra en el vestíbulo de entrada. Se tiene una salida de centro con cableado a su interruptor en el vestidor.</p>	<p>7. El centro de cargas se reubicó del vestíbulo de la cocina para dejarlo más cerca de las cargas eléctricas primarias que más energía demandan. Se eliminaron las salidas de iluminación del patio exterior y del vestíbulo de entrada. Se eliminó una salida de techo a la recámara y se sustituyó la salida de techo de closet por una luz operada con cadena para su iluminación.</p>

Figura 5.6 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Primer Caso

Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors

Autor: Michael HALPIN, Edit. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 161.

Un *segundo ejemplo* donde la optimización puede aplicarse en situaciones comunes de la práctica profesional sin la costumbre de elaborar oportunamente rediseños, parte de una condición desfavorable evidenciada sobre la marcha de un proyecto en proceso de licitación después de haberse obtenido la Licencia de Construcción y de haberse obtenido la autorización del préstamo.

Por las cifras primarias de la licitación el desarrollador se percató que el proyecto iba a exceder los cálculos preliminares de sus costos reflejados en el plan de negocio y corrida financiera.

Se requirió profundizar en los análisis de costos para ajustar el proyecto a los lineamientos de factibilidad: al entrar a detalle se descubrieron consideraciones fundamentales de diseño y de mercadeo que aumentaban inútilmente el riesgo de la inversión. Todos los ajustes al diseño se tenían que efectuar dentro de las limitaciones de la Licencia de Construcción vigente y de varias consideraciones comprometidas esenciales.

Al ir analizando el proyecto se fueron ajustando los costos y se pudieron eliminar varios factores de riesgo de mercadeo que tenía el diseño. Aunque no todos los factores de riesgo se pudieron eliminar, muchos de ellos pudieron minimizarse.

Se mejoró el diseño y, en este proceso, se abatió un costo de \$1,200.00 dólares por unidad.

De manera resumida se mostrará de inicio solamente el proceso de rediseño de un prototipo de dos recámaras para ilustrar algunas de las técnicas utilizadas que dieron un ahorro de \$450.00 dólares por unidad considerando solamente el rediseño de su distribución interior en este ahorro.

Posteriormente se analizará un edificio completo dentro del proyecto para mostrar algunas de las técnicas que permitieron un ahorro de \$750.00 dólares por vivienda como resultado de la optimización en su estructura y en sus instalaciones, adicionalmente a los ahorros logrados en el diseño del prototipo mismo.

Por respeto a la licencia y al crédito autorizado no se consideraron cambios en la siembra de los edificios ni en sus obras exteriores.

Es muy importante tener la suficiente sensibilidad y prudencia para no alterar el buen avance del proceso o las características sensibles del diseño ante ciertos cambios en el rediseño cuando ya está terminada su fase ejecutiva o se tiene ya Licencia de Construcción o Registro de Manifestación o, incluso, cuando ya se está en fase de construcción. Se pueden generar efectos perjudiciales directos (como la anulación de la Licencia de Construcción o caer en un incumplimiento reglamentario y normativo o incluso generar una afectación estructural y/o constructiva) o efectos secundarios difíciles de identificar en su momento (como surgimiento de incongruencias de información en los diferentes planos ejecutivos y/o de interferencias entre subsistemas de la edificación).

Se debe definir y respetar el momento de “congelamiento del diseño” para evitar cambios, en principio convenientes, pero finalmente perjudiciales en sus consecuencias.

El rediseño de la planta del prototipo de dos recámaras se muestra a continuación.

Plano 1 del prototipo antes del rediseño	Plano 2 del prototipo después del rediseño
<ol style="list-style-type: none"> 1. La cocina está encerrada en tres de sus costados y el lado libre está bloqueado con el mueble de la cocina con gabinetes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el lado libre se eliminaron la cubierta y los gabinetes de la cocina integral para proporcionar una sensación de amplitud.
<ol style="list-style-type: none"> 2. El closet de visitas abre hacia la sala y reduce área a la cocina 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Se reubica el closet de visitas dando hacia el pasillo que comunica al área íntima (recámaras y baño) liberando al espacio de la cocina y eliminando el inconveniente abatimiento de dicho closet hacia la estancia.
<ol style="list-style-type: none"> 3. El fregadero de doble tarja está ubicado en la pared trasera. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. El fregadero se reubicó hacia la pared que divide a la cocina con la estancia y su tamaño se redujo quitando una tarja, la tarja doble no es necesaria cuando se cuenta con una lavavajillas.; sobre la pared de fondo del fregadero se abrió un vano que permitió comunicación y vista hacia la estancia. La abertura sobre el fregadero proporciona un efecto de barra la cual se arregló con un tablón de madera y un estante para vinos en la parte superior.
<ol style="list-style-type: none"> 4. La cocina integral está dispuesta en forma de herradura. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Se cambio la forma de herradura de la cocina integral por dos tramos rectos. Los tramos rectos simplifican significativamente el diseño de los gabinetes reduciéndose los costos y eliminando los espacios desperdiciados de los gabinetes de las esquinas.
<ol style="list-style-type: none"> 5. El espacio entre la parte superior de los gabinetes y el techo está cubierto por un faldón, lo cual aumenta el costo y elimina un potencial espacio de almacenado en esa zona. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Se quita el faldón para disponer de un espacio usable y se elimina su costo.
<ol style="list-style-type: none"> 6. Se tiene una vista decorativa para la cubierta de la cocina integral que da de frente al comedor. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Se eliminó la necesidad de una vista decorativa hacia el comedor con tres luces colgantes sobre la cubierta así como su apagador y cableado correspondiente.
<ol style="list-style-type: none"> 7. El closet de la recámara principal tiene poca longitud de guardado (1.80 m) y se indicaron puertas plegables en los closets. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Se incrementó la longitud del closet (4.20 m). Se sustituyeron las puertas plegables dobles con travesaños superiores por puertas corredizas de piso a techo sin travesaño lográndose ahorro de costos y menos estorbo al abrirlas.
<ol style="list-style-type: none"> 8. Se consideraron mochetas en closet de recámara secundaria. 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Se eliminan las pequeñas mochetas que encarecen tanto la obra negra como los acabados.
<ol style="list-style-type: none"> 9. El proyecto incluye un área de instalaciones que incluye al calentador de agua que da al comedor con 2 puertas corredizas. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Se reubica el calentador de agua y se pone junto al closet de la recámara principal. Las puertas corredizas se eliminaron. El espacio del comedor queda más definido y los ejes estructurales de los muros coinciden.
<ol style="list-style-type: none"> 10. El closet de la recámara principal tiene una salida de iluminación al centro del techo y lámparas colgantes en las recámaras. La vivienda cuenta con un timbre en la puerta principal así como con salidas de luz en el exterior y otra a prueba de agua en el balcón. Hay demasiados interruptores de 2 y 3 vías 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Se eliminaron salidas de centro en recámaras para ser sustituidas por lámparas proporcionadas a posteriori por el propietario. Se sustituyeron salidas eléctricas de centro en closets por lámparas de cadenas. Se eliminaron interruptores de 2 ó 3 vías que complicaban el cableado.
<ol style="list-style-type: none"> 11. Las ventanas de las recámaras están ubicadas en el extremo de los espacios que requieren cortinas sencillas, poco atractivas y de efecto poco estético. La entrada a la recámara principal se da con monotonía al no verse ninguna ventana en la pared opuesta. 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Las ventanas se reubicaron hacia el centro para proporcionar una mejor distribución de la luz dentro de la habitación y para permitir el uso de cortinas dobles.
<ol style="list-style-type: none"> 12. El balcón tiene 1.20 m de ancho con un uso muy limitado (muy angosto). 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Se acorta el balcón en longitud pero agrandando su ancho a 1.80 m para lograr mejor amueblado y confort de uso.
<ol style="list-style-type: none"> 13. La calefacción y el aire acondicionado distribuía el aire hacia todas las habitaciones por medio de difusores de techo los cuales generan cambios de nivel de plafón poco atractivos además de que se acumula tizne en el techo alrededor de los difusores principalmente por el aceite quemado de la cocina. 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Los difusores de techo han sido sustituidos por difusores de muro. El área de la cocina es servida por un difusor ubicado en el muro del comedor que lanza el aire hacia la cocina haciendo innecesario el difusor de techo en la cocina lo cual permite eliminar el poco atractivo falso plafón tipo cajillo ubicado entre el comedor y la estancia, este cambio permitió también eliminar 21 m de ductos con el consecuente ahorro en costos y en obra falsa con una apreciable mejora estética.
<p>Figura 5.7 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Segundo Caso Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors Autor: Michael HALPIN, Edít. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 165.</p>	

Todos estos ajustes dan un uso más eficaz del espacio de cocina y aumentan el espacio de la estancia. Se aumenta la longitud del closet de la recámara principal de 1.80 m a 4.20 m. Muchos clientes no hubieran comprado el departamento con solamente 1.80 m de closet para la recámara principal ya que un matrimonio hubiera tenido sólo 90 cm de largo por persona. Indudablemente se hubiese tenido que hacer un descuento significativo al precio de venta proyectado, poniendo en riesgo la utilidad esperada.

Se logró como mejora de la recámara principal la amplitud de su closet y sin puntos de congestión para pasar al baño al no tener que pasarse por el closet-vestidor.

El baño mismo quedó mejor acondicionado ya que la puerta que abría directamente hacia el WC (visualmente muy desagradable) y abatía directamente contra la tina en el rediseño al abrirse la puerta se remata con un atractivo mueble de lavabo y abate contra el muro.

Estas modificaciones del diseño dieron como resultado una cocina más iluminada y con más espacio de almacenaje así como vista hacia la estancia que le quita lo encerrada. La sala quedó 20 cm más ancha. El comedor quedó liberado del closet de instalaciones e integrado a la estancia.

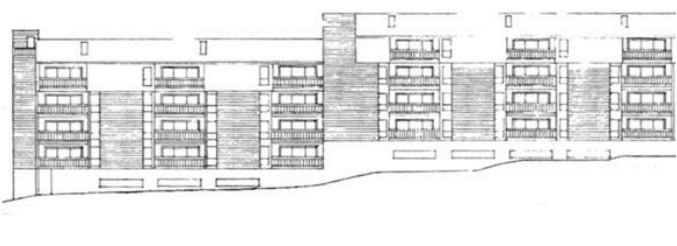

El aumento de longitud de closet, de recámara principal, la mejor disposición del baño, la mejor distribución de la iluminación con la posibilidad de mejor diseño y lucimiento de sus cortinas incrementan la competitividad comercial de la vivienda. Al aumentar el ancho del balcón se ofrece un espacio exterior útil para la relajación. Al quitar el cajillo de falso plafón y sus difusores del techo se logran espacios más amplios y ordenados a la vista.

Lo mejor de todo con estos cambios más convenientes y comercialmente más competitivos fue el ahorro conjunto de \$450.00 dólares de los cuales fueron \$ 210.00 dólares de ahorro en trabajos de carpintería, gabinetes, puertas, herrería y acabados, \$ 110.00 en instalaciones de aire acondicionado y \$130.00 dólares en instalaciones eléctricas.

Por lo que respecta a la estructura del edificio, se muestra a continuación lo logrado en su rediseño como un *tercer ejemplo* de búsqueda de optimización de este tipo.

Al estarse haciendo estas revisiones a los proyectos buscando ajustes y mejoras traducidas en *reducción de costos e incremento de valor comercial* se van evidenciando también posibles problemas de obra o de utilización que pueden preverse y evitarse para eliminar sobrecostos por cambios, ajustes o extras cuyo costo siempre resulta ser mayor al costo que se da desde el principio en el presupuesto de obra, en las licitaciones y en las negociaciones antes de la firma de los contratos.

En este segundo ejemplo, se notó un potencial problema de transmisión de ruido por la forma en la que las instalaciones se iban a colocar, el problema se atacó en el rediseño y se evitaron con ello problemas potenciales con los clientes. Cambiándose las secciones de los bastidores de madera que conforman la estructura de muros de 2" x 6" a 3" x 4" se redujo su espesor y se aumentó la superficie habitable en 1.30 m² por vivienda; se consideró la conveniencia de colocar desde el principio un barandal alrededor de la losa libre sobre el estacionamiento para aprovecharlo como medio de seguridad en el proceso de obra, evitando con ello pagar un costo adicional por un barandal provisional requerido por norma de seguridad.

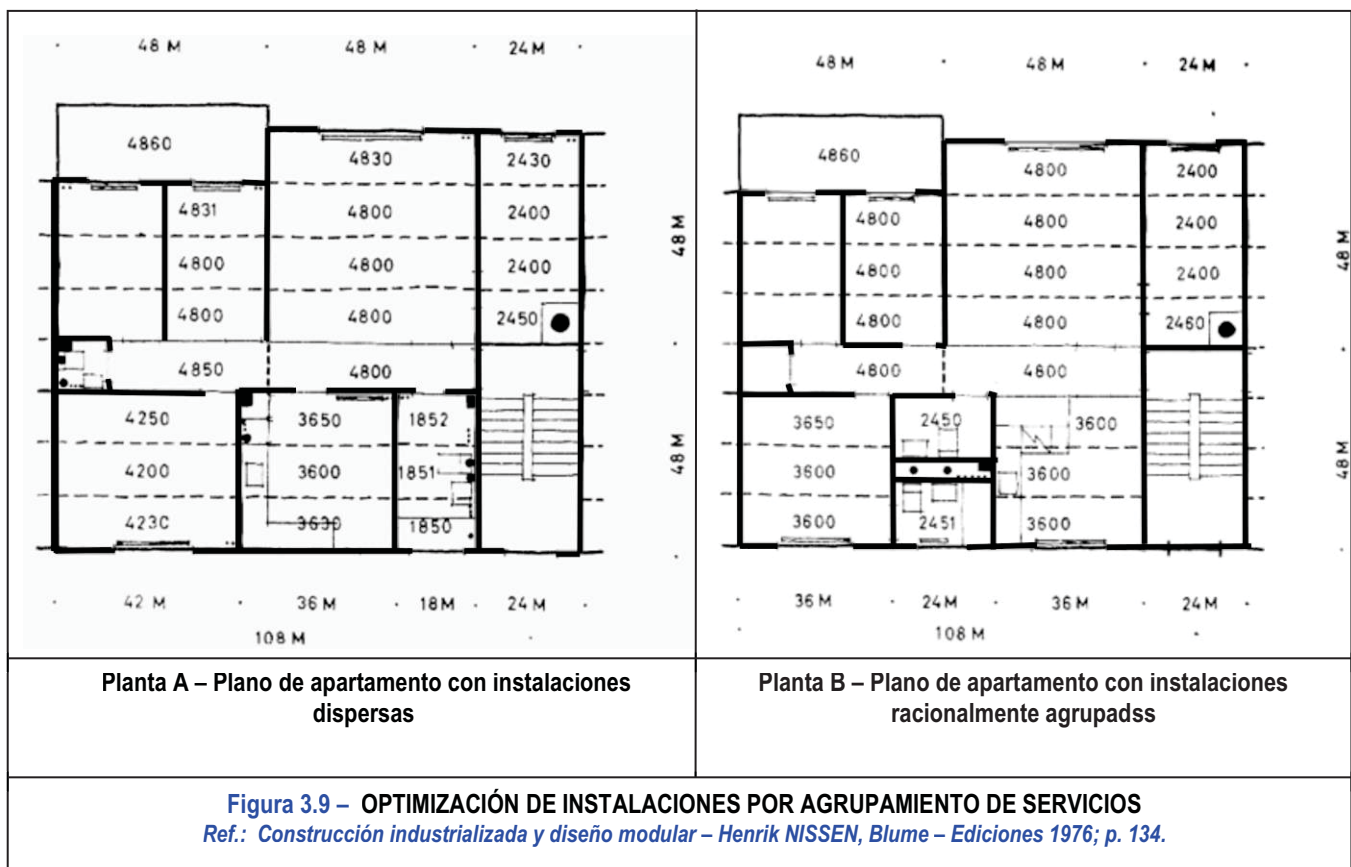
	
Plano 1 – Fachada de edificio inicialmente diseñado	Plano 2 - Fachada del edificio rediseñado
<p>1. El basamento de concreto armado del estacionamiento sobre el cual se desplantan las viviendas sube hasta 3.60 m de altura y, en su punto alto, para absorber desniveles se da una sobre-altura hasta 4.20 m con una fachada de concreto aparente que da al frente de los departamentos a través de un patio muy angosto. La luz y ventilación al estacionamiento se da a través de vanos en el concreto asistidas con ventilación mecánica.</p>	<p>1. Los muros perimetrales del edificio de concreto reforzado acabado aparente se sustituyeron por mampostería de concreto aparente con color acabado tipo adobe (slump-blocks) y por una celosía de barro recocido extruido para dar la iluminación y la ventilación requerida para el estacionamiento. La ventilación lograda con la celosía eliminó el requerimiento de una ventilación mecánica. La sustitución del concreto por estos materiales permitió un ahorro de \$23,200.00 dólares</p>
<p>2. Los tratamientos de superficie de fachada eran a base de chapeo de cintilla imitación ladrillo demasiado recargada y con 10 cm de espesor.</p>	<p>2. Las áreas de chapeo de cintilla se redujeron para dar un aspecto balanceado más residencial a las fachadas. El espesor del chapeo se redujo de 10 cm a 2 cm y conllevó menor carga a la estructura con un ahorro de \$24,600.00 dólares.</p>
<p>3. Se tienen especificados barandales metálicos, plafones de plástico, vigas en cantiliver en los balcones y los necesarios flashings e impermeabilizaciones para esta solución.</p>	<p>3. Se sustituyó el barandal por uno de madera tratada más económico y de apariencia más natural y cálida. Se elimina el plafón de plástico, el cantiliver de las vigas se reduce así como los requerimientos de flashings e impermeabilizaciones. Al simplificarse la construcción de las losas se ahorró en el costo de los balcones \$87.00 dólares por unidad (87.00 x 18 = \$1,566.00).</p>
<p>4. Los cancelos corredizos de acceso a los balcones tienen 3 módulos de vidrio con un ancho total de 3.60 m. Las ventanas de recámaras de 0.90 m x 1.80 m están ubicadas en un extremo de las habitaciones.</p>	<p>4. Se vio una oportunidad de ahorro reduciendo los cancelos de área sustituyéndolos por cancelos corredizos de sólo 2 módulos de 2.40 m de ancho que dan adecuada iluminación y ventilación para lograr un ahorro promedio de \$105.00 dólares por cada unidad. Se reubicaron las ventanas desde la esquina hacia el centro para proporcionar una mejor distribución de la luz y una mejor ventilación para la habitación y se sustituyeron por ventanas corredizas de 1.20 m x 1.20 m.</p>
<p>5. Se tenía un estrecho corredor interior en la zona de elevadores obligado por tenerse al cubo de elevadores dentro del cuerpo del edificio.</p>	<p>5. Se libera del cuerpo del edificio el cubo de elevadores reduciéndose así el espacio de circulación interior con mejor volumetría de fachadas. La altura del cubo de elevadores se aumentó, cambio de concreto a madera con respiraderos para eliminar la ventilación mecánica. Aunque al elevar el cubo se produjo un costo extra, se eliminaron 32 m² de circulación interior en los 4 pisos lográndose en total un ahorro de \$1,800.00 dólares.</p>
<p>6. Se tiene una escalera dentro del cuerpo de aislamiento acústico integrado a los entrepisos.</p>	<p>6. Se sustituye la solución por una escalera exterior abierta, se eliminan sus vestíbulos en todos los pisos y la ventilación mecánica. Se sustituye la estructura de concreto por estructura de madera. La escalera de concreto colada in situ se sustituye por concreto prefabricado lo cual da un ahorro adicional de \$7,000.00 dólares.</p>
<p>7. Se tenía especificado un sistema de aislamiento acústico integrado a los entrepisos.</p>	<p>7. Se eliminó el aislamiento acústico en los entrepisos y se colocó alfombra y congoleum mullido en baños y cocina lográndose el mismo aislamiento, lográndose con ello un ahorro de \$16,500.00 dólares y se obtuvo por el contrario una sensación de mayor lujo.</p>
<p>8. Se incluyen chimeneas en todos los apartamentos de una y dos recámaras porque las chimeneas son generalmente un lujo y pueden justificar un plus.</p>	<p>8. Debido a que se estaba ofreciendo un plus sin obtener ningún beneficio económico diferenciado, fueron eliminadas las chimeneas en un tercio de las viviendas para ofrecer un producto más económico a los clientes. En los dos tercios restantes se ofrece un plus más apreciado sin afectar adversamente la absorción general de ventas.</p>
<p align="center"> Figura 5.8 – ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONCEPTOS DE REDISEÑO – Tercer Caso <i>Fuente: Profit Planning for Real Estate Development, The Complete Guide for Builders, Lenders and Other Investors</i> <i>Autor: Michael HALPIN, Edit. DOW JONES and IRWING, 1977, p. 169.</i> </p>	

Un tipo de optimización comúnmente considerado se da en la búsqueda de la *concentración de instalaciones* la cual incide en el diseño en planta de los espacios, dándose como resultado una agrupación concentrada de los espacios de servicios (baños cocina, etc.).

La disposición de un muro doble compartido facilita y permite la racionalización del trabajo implicado por las instalaciones, que se pueden hacer prefabricadas en forma de módulo o panel de instalaciones, permitiendo así que los espacios causantes de ruidos se agrupen a una distancia considerable de los espacios habitables. De este modo se logra disminuir a niveles permitidos los ruidos generados por el funcionamiento de las instalaciones así como costos más bajos y procedimientos más eficientes de ejecución para el logro de mayor productividad.

La reducción de interrelaciones entre estructura y trayectorias de tuberías así como la *asignación del mayor número posible de funciones dentro del menor número posible de variantes* en el diseño de componentes y en su despiece dentro del diseño redundarán en resultados optimizados.

En la siguiente figura se muestra una comparación entre un diseño con instalaciones dispersas (Planta-A) y un diseño con instalaciones racionalmente agrupadas (Planta-B) logrado después de un proceso de optimización aplicada a un apartamento de 4 espacios habitables de aproximadamente 110 m² de superficie construida con un programa Arquitectónico comúnmente utilizado en países europeos.



Adicionalmente al agrupamiento de espacios de servicio con instalaciones logrado en la planta-B con la consecuente concentración y disminución de longitud de tuberías, se nota una reducción en variación dimensional de los paneles de losas prefabricados, simplificándose con ello la logística y los costos de los procesos de fabricación y montaje.

Los ejemplos referidos denotan la necesidad de ver varios detalles con conocimiento y actualidad cuya dedicación, aunque engorrosa y tediosa, no puede ser ignorada. La búsqueda de la optimización por esta metodología bautizada como ingeniería de valor requiere de atención al detalle en fase de diseño principalmente, la cual no puede sustituirse con ahorros sobre la marcha, regateos, morosidades, negociaciones, etc., que acostumbradamente se hacen. Al efectuar el trabajo de optimización mostrado nos hace dedicar la mayor parte del tiempo cuidando los pesos y dejando que los centavos se cuiden por medio de controles confiables y sencillos.

Las fuerzas competitivas del mercado demandan una estricta atención a los detalles.

Si la competencia usa este enfoque y nosotros no lo hacemos por la comodidad de no querernos involucrar en los detalles, tenemos el riesgo de dejar de permanecer en el negocio. Mientras más organizaciones usen el enfoque de la ingeniería de valor para optimizar sus productos y procesos, la competencia será cada vez mayor.

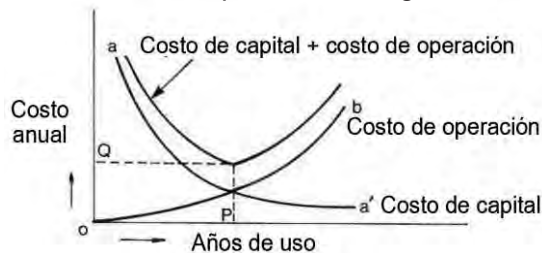
Los detalles a analizar podrían aparentar ser de proporciones agónicas pero *debemos ajustar nuestras actitudes volviéndonos cada vez más conscientes de los detalles* conservando la visión completa y global e interrelacionada de los costos sobre las utilidades.

La implantación de este tipo de mentalidad, enriquecida con el contenido propuesto para la organización a todos los niveles garantizará la realización de proyectos exitosos.

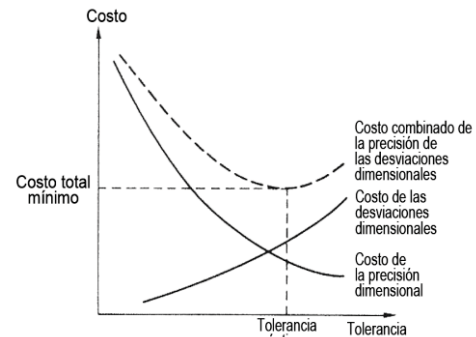
Siempre hay que parrear la búsqueda de reducción de costos con el incremento del valor comercial. La reducción de costos por su propio mérito es un enfoque simplista para aumentar la rentabilidad. La sola búsqueda de austeridad no resuelve los objetivos económicos. *Una reducción de costos a costa de la reducción del valor no produce ningún efecto positivo para aumentar el margen de ganancias entre el costo y el valor. Lo opuesto también puede crear que el aumento de los gastos en muchos rubros del proyecto no necesariamente aumenta el valor y podría de hecho generar el efecto opuesto.* Se debe tener un proceso inteligente de reducción y asignación de costos donde se requiere un amplio análisis y un completo entendimiento del producto y su diseño, construcción, financiamiento y comercialización.

Para la aplicación de análisis de optimización particulares con pocas variables a considerar, es muy común utilizar gráficas que hagan obtener y notar el valor o dato "óptimo" para la toma de decisiones con certeza dentro del alcance del propio análisis.

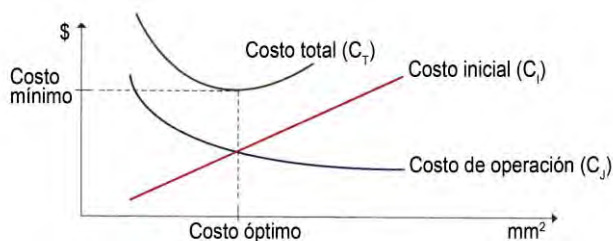
En las siguientes figuras se incluyen tres ejemplos que denotan la gran variedad de aplicaciones que puede tener este tipo de análisis gráfico.



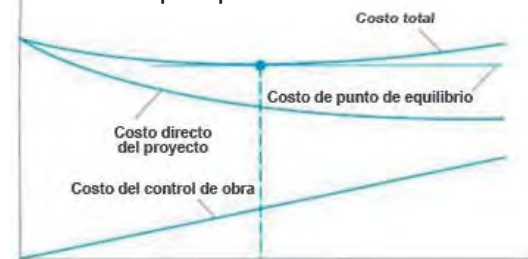
5.10a - Método de MAPI (Machinery and Allied Products Institute) para determinar el costo óptimo de utilización de equipo de obra.



5.10b – Tolerancia óptima por costo en sistemas constructivos



5.10c – Costo óptimo de diámetro de un conductor eléctrico



5.10d – Costo total óptimo por el control de obras

Figura 5.10 – EJEMPLOS DE GRAFICAS DE OBTENCIÓN DE COSTOS TOTALES ÓPTIMOS APLICADAS A DIFERENTES ANÁLISIS ECONÓMICOS - Fuentes: (a) *Improving Productivity in Construction through QC and IE*, Yoshitsugu HASHIMOTO, edit. Asian Productivity Organization, 1986; p. 113; (b) *Guide pratique pour la construction – Reporte No. 67 Tolérances dimensionnelles* – CIB (Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation, p.3 y 4; (c) *Dimensionamiento óptimo de conductores eléctricos - PROCOBRE, 2010 p.9 y (d) Construction Management – Manual de gestión de proyecto y dirección de obra, Autores: Frank HARRIS y Ronald McCaffer, p.105*

5.2 Experiencias Directas

En la práctica profesional y empresarial, trabajando en obras particulares y en empresas dedicadas a la vivienda de varios niveles económicos con una experiencia acumulada de más de 40 años, de manera obligada, circunstancial y aleatoria en sus inicios y, posteriormente de manera paulatina siguiendo un método, se ha buscado la optimización de diseños y procesos y, por ello, muchos de los conceptos que fundamentan esta búsqueda están incluidos en este trabajo.

Los primeros resultados de estas experiencias fueron la concretización de prototipos de vivienda y la solución de detalles tipo lo cual formó una librería de propuestas que fueron conformando un bagaje de preplaneación.

Por la difícil aceptación para la unificación de criterios que se da en las empresas, principalmente en las empresas grandes con mucho personal y muchos ejecutivos y directivos, se vuelve difícil culminar en todo su alcance útil prototipos y detalles constructivos con presupuestos modulados incluidos.

Los prototipos y las soluciones tipificadas que se van desarrollando pueden ir aumentándose, complementándose y mejorándose a través de la aplicación en proyectos específicos sucesivos.

Bajo este enfoque, la realización de diseños se convierte en un proceso de armado y siembra de prototipos y de sus obras de urbanización, equipamiento e infraestructura prediseñados con el consecuente ahorro de tiempos de realización y de costos de diseño así como con la seguridad de ofrecer soluciones detalladas, probadas y conocidas.

El llegar al momento de tener *una preplaneación útil y eficiente implica invertir tiempo, dinero, esfuerzo y constancia*; conlleva muchísimo trabajo que no siempre se está dispuesto a dedicar, principalmente por ser una inversión a futuro, aunque los resultados son a mediano y largo plazo muy redituables, siempre y cuando se permanezca en el sector de desarrollos de vivienda o de proyectos con contenidos similares.

Otra resultante útil de la búsqueda de la optimización de soluciones se ha dado en la redacción de listas de ayuda para ir calificando y tamizando las características de un proyecto en todas las fases de su proceso.

Los requerimientos plasmados en estas listas no siempre se pueden cumplir en su totalidad y, en varios casos, se tienen que tomar decisiones a pesar de haberse evidenciado, en las listas, uno o varios inconvenientes.

Las decisiones se llegan a tomar en contra a lo recomendado en las listas en algunos rubros porque se demuestra que el precio de venta puede absorber los sobrecostos que se den, por la ventaja comercial del producto que se tenga pensado, por no encontrarse una mejor alternativa por las condiciones financieras del momento o para evitar la estacionalidad en la empresa, etc., y porque es muy difícil encontrar terrenos para proyectos que cumplan con todas las características ventajosas por ser tantas; sin embargo, los inconvenientes o deficiencias notadas contra la lista pueden ser evaluadas y superadas en un análisis de segundo o tercer nivel y consideradas en el plan de negocio previendo su costo y evitando así el surgimiento de imprevistos.

Lo más valioso del empleo de este tipo de revisión asistida está en la detección oportuna de proyectos inconvenientes disfrazados a veces de grandes oportunidades. Hay casos en que las condiciones de un terreno, por motivos legales, técnicos, medioambientales, de entorno social, etc., son fundamentalmente inviables desde el punto de vista económico o por otros motivos donde aún la más amplia reducción de costos analizados punto por punto y detalle por detalle no podrá remediar un proyecto o una estructura de inversión fundamentalmente defectuosa. Es la esencia básica de las condiciones de un terreno y de los considerandos de un negocio los que determinan el resultado; las decisiones incidentales afectan el resultado de manera inevitable únicamente hasta cierto grado.

Se incluye a continuación, como ejemplo propuesto, una relación de criterios y condiciones de optimización básicas a revisar en proyectos de vivienda.

Condiciones y criterios de optimización comunes en los proyectos de vivienda – 16/01/2012.

a) Para la compra de terrenos

- Dar preferencia a terrenos planos y no hundidos o inundables con pendiente preferente del 3% sin los servicios en contrapendiente.
- Con proporciones geométricas lo más cuadradas posibles (relación 1/3 de preferencia).
- Con una superficie de terreno que permita una alta densidad bruta autorizada de construcción (sobre el área total del predio).
- Con servicios de agua potable, drenaje, telefonía y electricidad al límite del lote, así como, vialidad de acceso suficiente al mismo.
- Con una incidencia en precio de venta de la vivienda baja (si la incidencia en el precio de la vivienda es menor, la densidad podría bajarse en el proyecto o subirse la utilidad).
- Que no se generen problemas potenciales para el aprovechamiento adecuado del terreno por su forma en planta, por sus colindancias o por existir árboles, espacios perdidos inutilizables o que generen obras exteriores o complementarias adicionales.
- Entre más superficie útil y más grande sea el terreno, menores costos indirectos genera; por el contrario, entre más pequeño sea, incrementa más el costo del desarrollo.
- Es requisito muy recomendable disponer de un levantamiento topográfico completo, confiable y detallado (incluyendo sus colindantes y zonas aledañas de influencia así como ubicación de redes de alimentación o descarga de fluidos, postes y árboles dentro o fuera del terreno que puedan afectar al proyecto y a sus accesos) antes de la compra del terreno.
- Se debe de contar con toda la documentación legal vigente (alineamiento y No. Oficial, Certificado de Uso del Suelo, Escrituras a nombre del vendedor y liberadas de demandas, deudas, sucesiones testamentarias en proceso, etc.).
- Es importante también elaborar desde el principio un estudio de mecánica de suelos y un estudio geohidrológico (que incluya la capacidad de absorción del suelo) antes de la compra del terreno cuidando principalmente que no existan arcillas expansivas, rellenos recientes, basura o cascajo, minas u oquedades así como demasiada maleza o espesor importante de capa vegetal a remover.
- En caso de existir en el terreno a comprar, construcciones pre-existentes, habrá que solicitar sus planos que aún existan y también hacer un levantamiento de las mismas para, posteriormente, decidir sobre su aprovechamiento o su demolición y reciclaje de materiales producto de la misma. El levantamiento debe incluir la detección de trayectorias y características de obras enterradas (instalaciones, depósitos, sótanos, etc.).
- Los costos y los tiempos de demolición o de adecuación que surjan por estos conceptos deben considerarse en el plan de negocio del proyecto, así como los ahorros que eventualmente se puedan dar por el aprovechamiento de lo existente.
- Elaborar análisis de las condiciones de las propiedades colindantes y vecinas para prever un costo por protecciones y recalces de cimientos colindantes, así como por daños y molestias a los vecinos (reales o reclamados) o para poder evitarlos. Es posible también constatar afectaciones de los vecinos hacia la propiedad de implantación del proyecto por sus condiciones defectuosas, ruinosas o inestables.
- En algunos casos existen servidumbres de paso o restricciones a la propiedad cuyas condiciones hay que tomar muy en cuenta en la solución del diseño.

b) Para la elaboración del diseño conceptual y el proyecto ejecutivo

- Optimización del rendimiento de plano (establecimiento de parámetros y relaciones de área de vivienda/área total, % de áreas comunes, densidad de muros, densidad de ventanas, densidad de puertas, razones de superficie, de desarrollo y de cantidades sobre el costo del proyecto).
- Mínima obra de urbanización (en términos de superficie pavimentada, longitud de redes y cantidad de registros y pozos de visita).
- Mínimos costos de alumbrado exterior (luminarias adosadas a la vivienda eliminando los postes de iluminación).
- Máxima densidad de construcción para prorratear el costo del terreno y eliminación de pequeñas áreas exteriores comunes integradas a áreas privadas y vendibles buscando dejar lo mínimo de áreas comunes y lo máximo de áreas privativas a vender y a ser cuidadas por un propietario (evitar la "tierra de nadie").
- Agrupamientos con el máximo número de casas juntas (prorrateo de muros divisorios en el caso de vivienda de interés social), o más muros con separación de colindancias que muros de fachada por ser estos últimos más caros.
- Mínimas profundidades de tuberías enterradas y de registros y pozos de visita (o utilizar banquetas técnicas) y mínima cantidad y dimensión de registros y de pozos de visita permitidas por la normatividad.
- Utilizar cisternas, tanques de almacenamiento de agua pluvial, biodigestores y otros recipientes enterrados de plástico de la capacidad requerida en uno o dos recipientes de este tipo sobre una plantilla de arena y con relleno de suelo-cal y/o suelo-cemento en su perímetro vertical. Esta opción es más económica que la construcción de recipientes de concreto o mampostería.
- Minimizar la cantidad de contratraves aprovechando la rigidez que pueden aportar los muros a la losa (en el caso de utilizarse losas o cadenas de cimentación).
- Minimizar profundidades de desplante y anchos de cimentaciones superficiales (en el caso de utilizarse cadenas, zapatas corridas o zapatas aisladas). Los cimientos que lindan con las áreas exteriores pueden desplantarse a una profundidad mínima de 50 cm, pero los que quedan en el interior de las edificaciones (protegidos) se pueden desplantar a 30 cm, siempre y cuando se apoye sobre terreno sano y competente.
- En la nivelación evitar contrapendientes y adaptarse lo más posible a la topografía del terreno.
- En los casos de no estar restringidos en áreas exteriores utilizables, disponer de taludes en vez de muros de contención en terrenos con desnivel (si se ponen muros de contención ver que sean muros segmentados simples o reforzados con geored a base de elementos apilables u otra alternativa más económica que los muros tradicionales).
- Mínimos desniveles en plataformas (entre sí) absorbiendo la mayoría de desniveles en las vialidades y áreas exteriores así como respetando las disposiciones del drenado positivo.
- Aprovechar lo más posible el suelo existente mejorándolo con cal y/o cemento en caso necesario, eliminando acarreo fuera de obra del material del terreno producto de excavación y reducir o eliminar la compra de material de banco para dar la nivelación o para rellenos, plataformas, subrasante, sub-bases, bases y capas de conformación.
- Reducir las distancias de acarreo para rellenos y de excavaciones internas lo más posible para optimizar acarreo internos.
- Eliminar interferencias entre elementos constructivos y precisar interfases.
- Eliminar interferencias de actividades y establecer interacciones entre trabajadores y especialidades.
- Buscar las secciones menos grandes para elementos prefabricados o hechos en el sitio (vg. Guarniciones, estructuras de pavimentos, banquetas y andadores, etc.).
- Incrementar los muros de mampostería reforzada por integridad estructural y reducir los muros armados interiormente cuando la solución estructural lo permita.
- Procurar una estructuración de las edificaciones eficiente a través de la búsqueda de una geometría regular concretada en las siguientes características recomendadas en el Reglamento de Construcciones para el D.F. (Art. 140).
 - Planta lo más simétrica posible.
 - Relación entre altura y lado menor de su desplante igual a 2.5 ó menor.
 - Relación entre largo y ancho (en planta) igual o menor a 2.5.
 - Sin entrantes ni salientes en su contorno en planta mayores a su longitud paralela.
 - Evitar los entrepisos blandos (en estacionamientos).

- Pozos de luz o huecos en losas no mayores del 20% de la superficie de desplante y de sus dimensiones paralelas.
 - Los pesos de los niveles superiores menores en un 70% a los pesos de sus niveles inferiores inmediatos (no mayores). El último nivel (azotea) es el único que podría tener menos del 70% de su nivel inmediato inferior.
 - Ningún piso tendrá un área delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales mayor que la del piso inmediato inferior ni menor de 70% de éste, exceptuándose el caso del último piso.
- Prever las suficientes longitudes para resistir el sismo en ambos sentidos y no deben proponerse ni muros de doble altura ni discontinuidad estructural entre sus elementos por motivos de seguridad y economía a menos que se demuestre que la solución específica no afecta dichos motivos.
 - Concretos de revenimientos bajos y con T.M.A. lo mayor posible (para ahorrar cemento).
 - Cepas estrechas pero respetando los mínimos normalizados (empleando diferentes anchos de cucharones de excavación).
 - En cepas para instalaciones, tratar de alojar el máximo número de redes compatibles reduciendo así el número de cepas (trincheras técnicas).
 - Las canalizaciones de agua potable, de ramaleos sanitarios, de instalaciones eléctricas y de instalaciones de corriente débil cuyo diámetro no exceda $1\frac{1}{2}'' \text{ } \varnothing$ (38mm) colocarlas dentro del tercio central del espesor de la losa de cimentación de 12 cm de peralte o sobre la plataforma compactada (sin excavarla) cuando se coloque un firme armado en su lecho superior de 8 cm de espesor mínimo:
 - Poca superficie de fachada.
 - Poca cantidad de mochetas.
 - Mínima longitud y altura de bardas (1.80 m + pieza de enrase) y reducción de sus cimentaciones donde sea posible (anclando en el suelo, sólo micropilotes bajo castillos espaciados según lo indicado en el cálculo).
 - Poco recorrido de tuberías y conduits de instalaciones, así como de redes (menos longitud y menos diámetros así como menos vueltas y puntos de conexión).
 - Máxima dimensión de los componentes constructivos con máxima ligereza (bloques, paneles de vigueta y bovedilla).
 - Mínima cantidad de material por componente o pieza buscando el máximo de huecos que eliminen el uso de material pesado y con un desempeño nulo o insignificante por su disposición geométrica (quitar masa e incrementar eficiencia).
 - Mínima cantidad de acero de refuerzo y sustitución de acero por fibras cortas para mejor desempeño y economía.
 - Mínima cantidad de capas sobre capas en acabados intermedios.
 - Capas de recubrimientos lo más delgadas posible (cumpliendo normas y sin dejar visible marcas o el fantasma en las juntas).
 - Separar las instalaciones de la obra gruesa y acabados (no ahogarlas o alojarlas dentro de la obra gruesa sino ducteándolas u ocultándolas con doblajes o por ubicación en zonas no visibles).
 - Concentrar en una sola losa los pulpos eléctricos y buscar el mínimo de recorridos y cambios de dirección.
 - Tener doble opción de que los elementos sean manportables o movidos con máquinas.
 - Material de obra negra, despiezado y precortado por submúltiplos dimensionales, en su caso, para lograr un proceso aditivo de colocación de componentes sin cortes ni generación de desperdicios en obra.
 - Reducción o eliminación de obra falsa (reducción lo más posible de cimbras y apuntalamiento improvisado). Empleo de cimbras, largueros y puntales industrializados evitando la madera maciza y el triplay habilitados en obra.
 - Reducción de variedad de piezas.
 - Emplear materiales de línea (industrializados) y no pedidos especiales.
 - Coordinación modular (para eliminar trabajos de cortes, ajustes y desperdicios).
 - Unificación de dimensiones de puertas, ventanas y cancelas considerando las dimensiones de vidrios, de paneles y de elementos lineales (manguetas) para un mínimo de cortes y desperdicio.
 - Despiece de recubrimientos buscando el mínimo de desperdicios por cortes y ajustes (adoquines, losetas y azulejos).
 - Geometría sencilla de cubiertas inclinadas (la menor pendiente funcional posible).
 - Claros inferiores o iguales a 3.00 m en vivienda social y media.
 - Escaleras sencillas.
 - En el proyecto debe siempre preverse el espacio necesario para que en las obras los equipos de obra puedan trabajar y puedan entregar los materiales a pie de muro en palet o en tolva y puedan montar las piezas prefabricadas de mayor tamaño y peso.

c) Para la planeación y la ejecución de las obras

- Mecanizar lo más posible las obras para los trabajos de demolición, terracerías y manipulación de los materiales y elementos constructivos (acarreo, elevaciones y procuración).
 - Demoler las construcciones existentes y aprovechar en la obra el material producto de demolición respetando normas de utilización.
 - Mínimos movimientos de tierra (tanto internos como externos).
 - Reducir pasos o actividades que conformen el proceso de obra.
 - Buscar reducir y complementar la secuencialidad de los procesos con la alternabilidad y la interactividad.
 - Cero almacén (justo a tiempo y no almacén de obras anteriores).
 - Uso de escantillones, plantillas y maniqués que eviten tener que medir con cinta métrica.
 - Uso de máquinas, medios auxiliares y herramientas adecuadas para la mano de obra.
 - Evitar improvisaciones y promover la elaboración y el aprovechamiento de la preplaneación y la planeación al detalle.
 - Coordinación operativa, aplicación de logística y de logística inversa.
 - Tener siempre al equipo, a las máquinas herramientas y a la herramienta manual así como a los medios auxiliares con el cuidado de uso adecuado, su mantenimiento al día y en condiciones de utilizarse en el momento requerido.
 - Obra arreglada en sus áreas exteriores haciendo parte de la urbanización el mejoramiento de circulaciones para no trabajar con lodo o con polvo (trabajar sin generar roderas).
 - Polivalencia de la mano de obra y en constante capacitación y mejora.
 - Interfases definidas entre las diversas especialidades así como protocolos de entrega y recepción.
 - Que cada especialidad (de mano de obra o subcontratista) intervenga trabajando en los procesos de obra el mínimo de veces (de preferencia una sola vez).
 - Definir el trabajo lo más llave en mano posible y formalizar los procesos de verificación (check lists) y protocolos de entrega y recepción (contratos a precio alzado).
 - Ahorro en impuestos (no activos fijos, IMSS con tasa reducida gracias a la seguridad de las obras, etc.).
 - No construir en temporadas de lluvias las obras de urbanización y en obra gruesa (aunque sí se puede ejecutar obra segunda por hacerse con la protección de la obra gruesa terminada).
 - Dar preferencia de instalación de talleres y puestos de trabajo en las obras grandes y, si es posible, donde convenga económicamente, en las obras chicas.
- Como segunda opción, que las obras grandes suministren a las chicas y, finalmente siempre contar con proveedores externos complementarios de:
- Concreto premezclado
 - Mortero premezclado
 - Precolados
 - Vibrocomprimidos
 - Habilitado de acero
 - Plomería (subcontratada)
 - Instalaciones eléctricas (subcontratadas).
 - Utilizar para este fin las áreas del terreno (que no vayan a ser desplante de la edificación en proceso) de futuros jardines, de restricción, de donación, de afectación o aledañas a la obra para no pagar rentas ni fletes.
 - Prever equipos de puestos de trabajo fáciles de transportarse, de montarse y de desmontarse para una instalación rápida y económica.
 - Buscar equipo con producción modular y flexible para adaptarse a las variantes condiciones de las obras.

Dada la gran cantidad de conceptos buscados en las diferentes fases del proceso de un desarrollo, sólo en muy pocos casos (casi en ningún caso) es posible cumplirlos en su mayoría en primera instancia, por ello, se necesita resolver a un segundo, tercero o cuarto nivel la serie de desventajas que tenga un terreno (ubicación regional poco desarrollada, altimetría topográfica muy accidentada, poligonal muy irregular, demasiados árboles, suelo muy compresible, etc.) o un diseño muy condicionado (uso del suelo restringido, características de colindantes difíciles, etc.).

Es conveniente por tanto conocer las soluciones técnicas más prácticas, económicas y confiables así como las artimañas más eficientes para poder enfrentar las condicionantes tan abundantes y variantes que puede presentar un proyecto dado con objeto de dar viabilidad a casos que se presentan con cada vez mayor grado de dificultad por el incremento poblacional, por el incremento y complicación cada vez más significativa de leyes, reglamentos y normas y por la creciente competitividad que se viene dando en el sector.

En los Anexos B y C del Capítulo 3 de esta tesis se dan una amplia gama de tecnologías que fueron incluidas como respuesta a la búsqueda de soluciones optimizadas y adecuadas al género de edificios de vivienda porque uno de los principales objetivos de este trabajo es el ofrecer información de referencia técnica para la selección y utilización de soluciones relativamente poco conocidas pero aprovechables en la práctica.

La información incluida también intenta contribuir a la obtención de conocimientos más detallados sobre las características de materiales y procedimientos de construcción que nos son familiares y de uso cotidiano para un uso optimizado.

Dada la vertiginosa velocidad con la que día a día la tecnología avanza y se expande en opciones, no es posible ser exhaustivos. Las propuestas presentadas son por tanto sólo ejemplos de aplicaciones óptimas posibles que tienen que analizarse con profundidad y costearse detalladamente antes de ser adoptadas.

Como experiencias directas que se han tenido, se relacionan en primera instancia varias iniciativas implantadas de forma tal que se han vuelto costumbres o estándares en la forma de trabajar y que han modificado los procesos de planeación y de ejecución. En este caso no se ahonda en la historia de aplicaciones sino sólo se comenta brevemente su ventaja de utilización.

Las iniciativas han sido tomadas del repertorio incluido en el capítulo 3 de este documento, algunas han sido implementadas en unos casos y han perdido su continuidad por varias razones y otras se han venido repitiendo rutinariamente.

De las soluciones utilizadas sistemática y rutinariamente enlistamos a continuación las siguientes:

- Empleo de acero de refuerzo electrosoldado (mallas y armaduras de diseño comercial y, eventualmente, de diseño especial) que reduce el habilitado de acero en obra.
- Empleo de piezas de block de concreto cuyo formato y dimensiones permiten formar un metro cuadrado con menor cantidad de piezas (12.5 piezas en vez de 45 a 50 piezas en el caso del uso del ladrillo normal), conformar muros reforzados interiormente que evita el cimbrado y el colado de castillos de confinamiento y las cadenas se integran al espesor de las losas.

Existe la posibilidad de utilizar piezas de 60 a 80 cm de largo, siempre que no se rebase el peso máximo de 18 kg que tienen los boques de 20 x 20 x 40 cm considerados como el estándar a nivel mundial; con ello, se puede formar un metro cuadrado con menos piezas, lo cual implica menor cantidad de juntas (consideradas como zonas débiles), menos consumo de mortero y más rendimiento de la mano de obra. Todas las piezas estándar van complementadas con piezas especiales y, muy principalmente, las medias piezas de 20 x 20 cm que gracias a un análisis previo de despiece en el proyecto se evitan cortes y desperdicios.

- Empleo de piezas de bock acabado esplitado o estriado con hidrofugante y color integral rejunteado con mortero de color integral que evita la necesidad de aplanar o de recubrir con varias capas a los muros de fachada.
- Fabricación y empleo de piezas precoladas de concreto, manuportables o montables con equipo elaboradas en talleres de obra (dinteles, repisones, remates, pozos de visita, registros, escaleras, piñones, lavaderos, guarniciones, etc.).
- Prefabricación de piezas de concreto vibrocomprimido en talleres de obra con la disposición de una máquina vibrocompresora (para la fabricación de bloques, tabicones, adoquines, losetas, placas de adopasto, piezas especiales, etc.).
- Instalación de centros de habilitado de acero de refuerzo con máquinas combi (cortadoras y dobladoras) en obra.
- Prefabricación de ramaleos de plomería para simplificar y apresurar la instalación en obra y reducir desperdicios de material.
- Cambio de tubos de cobre por tubería de CPVC para conducción, distribución y suministro de agua fría y caliente con la ventaja de eliminación de corrosión potencial y de sarro interno (con tendencia a la disminución del diámetro efectivo a través del tiempo). En este caso se obtienen como ventajas adicionales la reducción de costos de adquisición y la economía, sencillez, seguridad, ligereza y limpieza en el habilitado, armado y colocación de esta tubería eliminando a su vez los riesgos de quemaduras e incendios implícitos en los trabajos en caliente por el soldado de tubos de cobre. En un futuro muy próximo será también posible utilizar tubería plástica para la instalación de gas.

Dada la sensibilidad de este material a los rayos UV de la radiación solar del CPVC es necesario proteger con pintura vinílica a la superficie expuesta de estos tubos.

- Sustitución de aplanados de yeso (que tardan de uno a dos meses en secar) por recubrimiento de tablaroca antifuego en plafones (en los casos de protección de bovedillas de poliestireno expandido) y en doblajes de muros (en casos específicos).
- Empleo de selladores adherentes para la fijación de recubrimientos pétreos para usos varios, en vez de la utilización de morteros de adhesión en algunos casos específicos.
- Utilización de productos geosintéticos para la estabilización mecánica de suelos para rellenos de contención con muros segmentados apilados en seco, para la separación de arcillas de materiales granulares, para la conformación de drenes, etc.
- Estabilización química de suelos arcillosos o arcillo-limosos con cal, de suelos granulares con cemento y de suelos limo-arenosos o más combinados con cal y cemento.

Esto permite aprovechar el suelo del terreno para trabajos de relleno y de plataformas cumpliendo con las características requeridas y evitando excavaciones, acarreos a tiros autorizados y explotación de minas con el consecuente sobre costo e impacto ambiental.

- Utilización de pavimentos a base de adoquines y de losetas sobre cama de arena montados en seco y a tope. Es necesario conocer y practicar la tecnología implícita de estas opciones para asegurar su buen y económico comportamiento. Como posibilidad adicional de aprovecharse esta solución para la conformación de pavimentos filtrantes con bases granulares o con bases de bloques de plástico para la regulación y/o absorción del agua de lluvia.
- Empleo de viguetas de concreto armado de alma abierta o de alma llena de concreto presforzado semiresistentes (que requieren apuntalamiento) o autoresistentes (que no requieren apuntalamiento) con bovedillas de concreto o de poliestireno expandido. Las bovedillas de poliestireno expandido están siendo las de mayor empleo, por su ligereza, aislamiento y economía directa (de adquisición y de colocación) e indirecta (porque se pueden usar viguetas menos reforzadas y se logra economía en el dimensionamiento estructural, por lograrse menor carga muerta).

- Utilización de piezas de remate con gotero integrado para bardas y pretilas evitando con ello la infiltración del agua de lluvia y la impregnación de contaminantes arrastrados por los enrase libres de muros considerados como zonas altamente expuestas y, por lo tanto, sensibles al ataque de humedad y suciedad urbana. Ello ahorra costos de mantenimiento (limpiezas, resanes y pintura) y conserva el buen aspecto de bardas y fachadas a través de los años. Este tipo de piezas debe ser liso, de colores crudos (para disimular la suciedad) y deben estar bien junteados y sellados con sellador de alta resistencia al intemperismo.
- Empleo de repisones y de umbrales con gotero integrado bajo ventanas y bajo puertas exteriores respectivamente que impiden la infiltración del agua de lluvia en el enrase de los muretes bajo ventana y por la unión entre ventanas y obra de albañilería gracias a un realce o tacón de aumento que calza al manguete inferior y permite el libre flujo del agua y su caída al piso por medio del gotero evitando así manchar las fachadas. Los repisones, también necesitan tener una superficie impermeable y lisa, fácil de limpiar y con una fuerte pendiente de desagüe (10% mínimo). Es importante respetar su diseño geométrico para asegurar un buen comportamiento.
- Empleo de material reciclado, producto de la trituración del material de demolición o de desperdicio inerte (concretos, bloques, adoquines, losetas, etc.) para la conformación de rellenos y de bases o plataforma compactadas. El acero producto de demoliciones ha podido ser reutilizado en armados complementarios o como sustitución de refuerzo de estructura incrementando su cantidad en base a pruebas de resistencia efectuadas en laboratorio y a la aplicación de factores de seguridad adicionales.
- Reducción considerable de cimbras de contacto y de obra falsa improvisada de poca duración. Empleándose solamente medios de apuntalamiento industrializados de fácil, rápida y segura utilización, de fabricación industrializada. Se prefiere por ello emplear dinteles y trabes prefabricadas de rápido y fácil montaje manual o con equipo para evitar el empleo de cimbrados en el sitio que generan altos e incontrolables desperdicios.
- Tendido de redes sanitarias y de alimentación de agua potable con tubería de PVC con junta hermética de neopreno entre tubos y entre tubería y registros y/o pozos de visita así como también utilización de cisternas y tinacos de agua potable, depósitos de agua pluvial, cárcamos de rebombeo y biodigestores o fosas sépticas de gran capacidad de material plástico. La fabricación de estos depósitos por empresas especializadas que respetan normas de calidad asegura una estanqueidad e inocuidad total (lo cual generalmente es difícil de lograr a largo plazo en obras hechas de mampostería o de concreto). La tubería de plástico y los depósitos de plástico, por su ligereza permiten una colocación en frío sencilla, rápida y económica y sus uniones a través del empleo de juntas de neopreno garantizan la hermeticidad necesaria que evita fugas, contaminación y daños colaterales. En un futuro próximo es probable que nuevas empresas o las ya existentes ofrezcan también registros, trampas de grasas y aceites, decantadores, etc. así como pozos de visita de plástico a precios convenientes lo cual permitirá complementar sistemas integrales de redes hidráulicas y sanitarias para el logro completo de ventajas.

Se han llevado a cabo también aplicaciones muy concretas del tipo caso por caso de las cuales podemos mencionar brevemente las dos siguientes:

1.- Proyecto Lomas del Parque III, ubicado en Ciudad Labor, Tultitlán, Estado de México, propiedad del Infonavit consistente en una segunda etapa de 414 viviendas de interés social construidas por la empresa Geo, S.A. de C.V.

Los principales inconvenientes de este proyecto se gestaron por la accidentada topografía del terreno y la dureza del suelo y ello elevó los costos presupuestados al punto de llegar a sobrepasar los toques de precios tabulados por el Infonavit para la asignación de las viviendas.

Uno de los sbrecostos importantes era la de un muro de contención de 8 metros de altura para delimitar la propiedad y dar un nivel de vialidad adecuado para acceder a las viviendas y sus áreas de estacionamiento.

El costo de un muro de concreto armado, y de los movimientos de tierra y cimbra requeridos, era demasiado elevado y tardado en su construcción. Empleándose un relleno de tierra reforzada con georedes y con un chapeo de bloques de concreto de gran formato se erogó el 35% del costo del muro de concreto armado y se construyó en el 40% del tiempo con respecto a la opción inicialmente planteada.



Montaje de piezas de block mecanizado



Detalle de fijación de malla tendida en huecos de block rellenos con grava que funciona como filtro.



Compactación de suelo en capas de 20 cm



Vista de avance desde el borde del muro

Figura 5.11a– MURO DE CONTENCIÓN DE 8.00 m DE ALTURA A BASE DE RELLENO REFORZADO CON GEOREDES PLÁSTICAS Y CHAPEO CON BLOCKS HUECOS DE CONCRETO DE 40X 60X 20 cm, CON CARA APARENTE ESTRIADA APILADOS A TOPE - *Obra: Lomas del Parque III - INFONAVIT*

Figura 5.11A – APLICACIONES TÉCNICAS PARA AHORRO DE COSTOS Y TIEMPOS EN:
Obra Lomas del Parque III – Prop. Del INFONAVIT

Otra decisión que redujo al 30% los costos de excavación en macizos de roca y en excavación de tepetate extremadamente duro, consistió en sustituir el empleo de rompedoras neumáticas manuales accionadas por compresores rentados por la compra de dos martillos romperocas hidráulicos acoplados a dos cargadoras-retroexcavadoras o que sustituyeron a 18 rompedoras neumáticas rentadas con un rendimiento 5 veces mayor.



Figura 5.11b – EMPLEO DE DOS MARTILLOS ROMPEROCA (Marca MONTABERT BRH-125 y BRH-250) MONTADOS SOBRE 2 CARGADORAS-RETROEXCAVADORAS que permitieron un trabajo rápido y económico de excavación en tepetate duro y roca.

**Figura 5.11B – APLICACIONES TÉCNICAS PARA AHORRO DE COSTOS Y TIEMPOS EN:
*Obra Lomas del Parque III – Prop. Del INFONAVIT***

El costo de los martillos romperocas fue menor que la renta que se pagaba por el equipo neumático y dichos martillos quedaron como activo de la empresa para ser usados aún por varios años después.

El Infonavit en su carácter de contratante aseguró los costos de construcción de esta obra (que, en su primera etapa denominada Lomas del Parque I había sobrepasado el presupuesto inicial en un 25%) mediante la firma de un contrato a precio alzado y tiempo de entrega comprometido con multas por incumplimiento.

El contrato a precio alzado evitó un importante trabajo administrativo de revisión y aprobación de estimaciones semanales.

La empresa cumplió en costo y tiempo la obra contratada con las utilidades esperadas.

Hubo otras soluciones de economía adoptadas como el encostado de rellenos para evitar empujes a los muros de enrase de cimentación de las viviendas y, por tanto, evitar hacerlos de mayor espesor y de concreto armado (se hicieron de block reforzado interiormente) aunque con ahorros menos importantes en los costos.

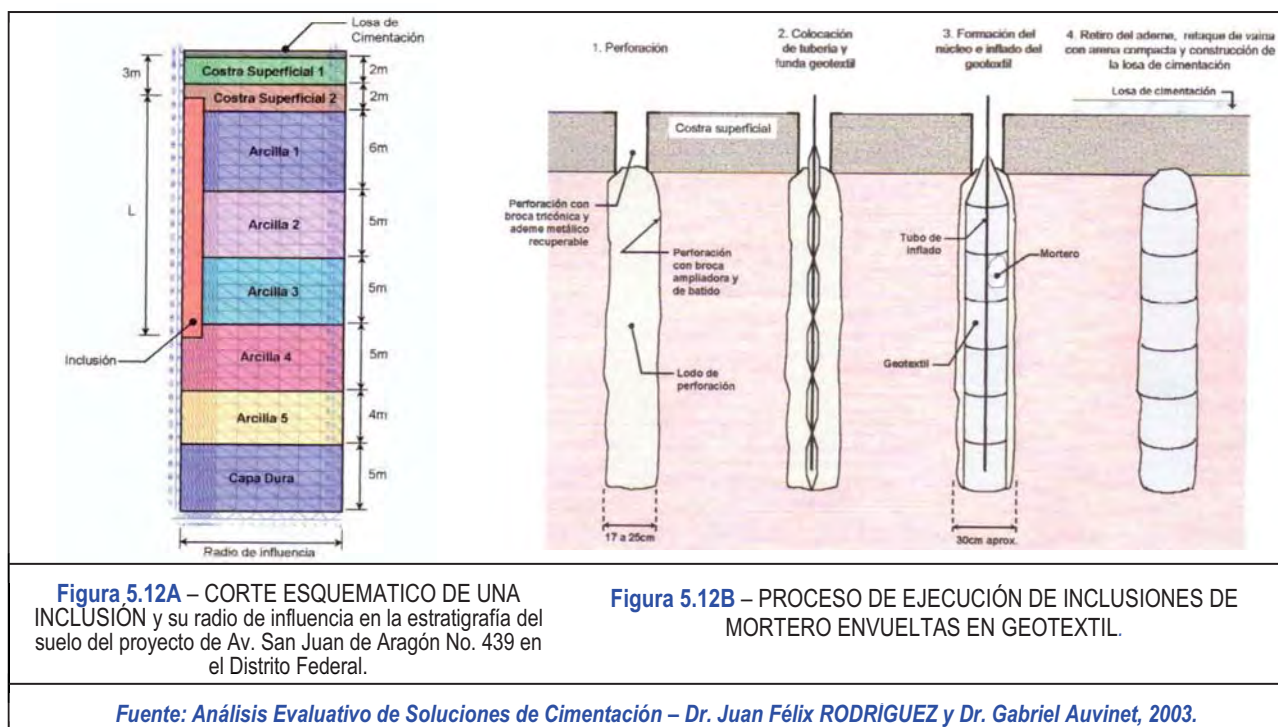
2.- Proyecto ubicado en la Av. San Juan de Aragón No. 439 que consta de 66 edificios de vivienda de interés social de 5 niveles. Desarrollado por la empresa Geo-ICA, S.A. de C.V.

En este caso, por la alta compresibilidad del suelo, el costo de la cimentación, inicialmente considerada a base de cajones de sustitución con una profundidad de 2.80 m, resultó con un monto del 70% adicional a lo esperado además de haberse notado muy riesgosa en su comportamiento a través de la vida útil de los edificios *por la alta compresibilidad del suelo y el alto nivel freático*

Ello motivó a ver otras alternativas de solución diseñadas y calculadas a detalle para obtener la necesaria certeza económica en el análisis comparativo.

Una propuesta fue una cimentación a base de pilotes de cimentación y otra propuesta fue una cimentación a base de inclusiones (solución de cimentación muy utilizada en cimentaciones de edificios sobre suelos de alta compresibilidad en Europa).

La opción más económica de estas dos propuestas fue una solución mixta a base de inclusiones de 30 a 40 cm Ø coladas con mortero a base de suelo-cal y cemento pobre sin refuerzo a 21 m de profundidad y enrasada a 3.00 m de profundidad sobre los cuales se tendió una base compactada de 30 cm de espesor para recibir una losa de cimentación rigidizada con contratraveses (ver figura siguiente).



Esta solución redujo los asentamientos máximos generados por los edificios de 150 cm sobre losa de cimentación a sólo 30 cm (permitidos por el Reglamento de Construcciones del D.F.).

Las inclusiones son más económicas que los pilotes de fricción por ser hechas de mortero pobre sin refuerzo de acero además de eliminarse dados de liga para recibir las cabezas de los pilotes y contratraveses peraltadas de liga y rigidización de concreto armado ya que esta solución costura y

refuerza al suelo para disminuir su asentamiento quedando desligada de la cimentación de los edificios por carecer de conexiones con la misma.

En general, se ha logrado, en la búsqueda y la utilización de materiales, la ligereza (se ha podido reducir el peso de una casa de interés social de 63 m² de 55 ton a 28 ton, por el empleo de materiales más ligeros que, sin embargo, cumplen con las necesidades y normas de calidad requeridas, la rapidez de ejecución (por el empleo de piezas de grandes formatos y por la colocación en seco, en los mayores casos posibles, que reducen tiempos de espera de endurecimiento y secado y facilitan el desmontaje, la recuperación del material y la modificación con operaciones simples).

Todo ello puede permitir economías inmediatas del 15% al 20% y economías posteriores que pueden incrementarse hasta llegar a ahorros de hasta del 30 al 35% gracias a las habilidades, destrezas y competencias de los equipos de trabajo de todo nivel asignados a un proyecto dado y al grado de madurez que la empresa haya podido lograr.