



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROYECTO DE INGENIERÍA Y ANÁLISIS DE  
FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE UN DESARROLLO  
INMOBILIARIO EN EL ESTADO DE  
GUERRERO”

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**PRESENTA**

MOISÉS TORRES SOLÍS

**DIRECTOR DE TESIS**

ING.ÓSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO



MÉXICO, D.F.

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/083/12

Señor  
MOISÉS TORRES SOLÍS  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ÓSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"PROYECTO DE INGENIERÍA Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE UN DESARROLLO INMOBILIARIO EN EL ESTADO DE GUERRERO"**

- INTRODUCCIÓN
- I. ESTUDIOS PRELIMINARES
- II. URBANIZACIÓN DEL DESARROLLO INMOBILIARIO
- III. INGENIERÍA DEL PROTOTIPO DE LA VIVIENDA
- IV. ESTUDIO DE MERCADO
- V. ESTUDIO ECONÓMICO
- VI. ESTUDIO FINANCIERO
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 2 de agosto del 2012.  
EL PRESIDENTE

  
M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ  
JLTS/MTH\*gar.

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1	11
ESTUDIOS PRELIMINARES	11
1.1 Localización del desarrollo	17
1.2 Uso actual del suelo	18
1.2.1 Descripción del proyecto.	19
1.3 Estudios de topografía	20
1.3.1 Planimetría	20
1.3.2 Altimetría	21
1.4 Estudios de mecánica de suelos	22
1.4.1 Marco geológico y tectónico	22
1.4.2 Sismicidad	24
1.4.3 Trabajos de campo	27
1.4.4 Ensayes de laboratorio	28
1.4.5 Interpretación estratigráfica.	28
1.4.6 Solución de la cimentación	33
1.4.7 Revisión con el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero	33
1.5 Estudios de impacto ambiental de los desarrollos inmobiliarios	34
1.5.1 Estudios de impacto ambiental de los proyectos de desarrollo	34
1.5.2 Procedimiento para realizar un estudio de impacto ambiental	35
1.5.3 Técnicas para la evaluación del impacto ambiental	35
1.5.4 Impacto ambiental del proyecto en estudio	38
1.5.5 Manifestación del impacto ambiental	39
CAPÍTULO 2	47
URBANIZACIÓN DEL DESARROLLO INMOBILIARIO	47
2.1 Lotificación	47
2.2 Proyecto de vialidades	49
2.2.1 Características de los materiales para terracerías	52
2.3 Instalaciones hidráulicas	55
2.3.1 Memoria de cálculo	55
2.3.2 Cálculo de la red hidráulica	55

2.3.3	Proceso constructivo de la red hidráulica	63
2.3.4	Cálculo de la cisterna	65
2.3.5	Características del equipo hidroneumático	66
2.4	Instalaciones sanitarias para aguas negras	66
2.4.1	Diseño y cálculo de la red de alcantarillado	68
CAPÍTULO 3		73
INGENIERÍA DEL PROTOTIPO DE LA VIVIENDA		73
3.1	Diseño arquitectónico	73
3.2	Diseño estructural	74
3.2.1	Estructuración de la casa prototipo	75
3.2.2	Análisis estructural	75
3.2.2.1	Acciones de diseño	76
3.2.2.2	Cargas unitarias de diseño	77
3.2.2.3	Diseño de losas	80
3.2.2.4	Diseño de trabes	87
3.2.2.5	Diseño de columnas	97
3.2.2.6	Diseño de muros	105
3.2.2.7	Diseño de cimentación	115
3.3	Cálculo de la red hidráulica interior de distribución	126
3.3.1	Carga de posición en el mueble más desfavorable	127
3.3.2	Pérdidas por fricción en la red	127
3.3.3	Perdida de energía por accesorios	127
3.3.4	Perdida de carga por velocidad	128
3.3.5	Carga en el mueble más desfavorable	128
3.3.6	Cálculo de diámetros de la red	128
3.3.7	Recálculo de la velocidad	129
3.3.8	Recálculo de carga en el mueble más desfavorable	129
3.4	Instalación eléctrica	130
3.4.1	Sistemas de operación	130
3.4.2	Sistema de iluminación	131
CAPÍTULO 4		134
ESTUDIO DE MERCADO		134
4.1	Oferta de productos inmobiliarios	134

4.2 Investigación de mercado	135
4.2.1 Metodología	136
4.2.2 Métodos cuantitativos de recolección de datos	136
4.2.3 Determinantes de la demanda de vivienda	137
4.3 Balance de oferta y demanda	139
4.4 Definición del producto	140
4.5 Determinación de precios	147
4.6 Organización de la comercialización	147
4.6.1 Promoción y venta	148
4.6.2 Publicidad	149
CAPÍTULO 5	152
ESTUDIO ECONÓMICO	152
5.1 Programación de actividades del desarrollo	152
5.2 Determinación de las cantidades de obra	156
5.3 Ingeniería de costos en desarrollos inmobiliarios	161
5.4 Análisis de precios unitarios	162
5.4.1 Costo directo de mano de obra	162
5.4.2 Costo directo de maquinaria y equipo	164
5.4.3 Costo directo de materiales	171
5.4.4 Costo indirecto	173
5.4.5 Cargo por financiamiento	174
5.4.6 Cargo por utilidad	174
5.4.7 Cargos adicionales	175
5.4.8 Integración de precios unitarios	175
5.4.9 Escalatoria o ajuste de costos	175
5.5 Estudio de caso: precios unitarios	177
CAPÍTULO 6	191
ESTUDIO FINANCIERO	191
6.1 Fuentes de financiamiento para desarrollos inmobiliarios	192
6.1.1 Créditos en el financiamiento de desarrollos inmobiliarios	192
6.1.2 Financiamiento de proyectos inmobiliarios de la banca	193
6.1.3 Financiamiento de proyectos del sector público	194
6.1.4 Obligaciones de empresas desarrolladoras	195

6.2 Riesgo financiero y liquidez de empresas desarrolladoras	196
6.3 Evaluación financiera y rentabilidad del desarrollo inmobiliario	198
6.3.1 Estudio financiero	199
6.3.2 Programa de ventas (ingresos)	201
6.3.3 Costos (egresos)	202
6.3.4 Métodos de evaluación financiera	203
6.3.5 Punto de equilibrio (PE)	203
6.3.6 Valor presente neto (VPN)	205
6.3.7 Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR)	211
CAPÍTULO 7	215
CONCLUSIONES	215
BIBLIOGRAFÍA	219

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Un breve vistazo a la actividad del sector inmobiliario en nuestro país corrobora la enorme oportunidad que se está desarrollando en México. Es innegable el crecimiento que el mercado inmobiliario ha tenido en los últimos años; la construcción de conjuntos habitacionales, de corredores comerciales, de oficinas en las principales ciudades del país y el desarrollo de nuevos parques industriales, son ejemplos latentes y patentes del crecimiento. Sin embargo, el diagnóstico de lo que le espera al negocio inmobiliario mexicano en un futuro puede entreverse por distintos escenarios, cuya forma se define en función del tipo y ubicación del producto. Para aprovechar al máximo esta gran oportunidad se deben conocer tópicos específicos que permitan profundizar en el conocimiento del sector inmobiliario.

Un proyecto inmobiliario, “Es aquél que busca una solución razonada y razonable para resolver un problema definido por una necesidad inmobiliaria específica; es un plan general que, si se le asigna determinado monto de capital y recursos necesarios, podrá producir un bien inmueble útil a la sociedad, generando al mismo tiempo la utilidad esperada por el inversionista”. Un desarrollo inmobiliario es, en términos generales, la producción y comercialización de bienes inmuebles con fines de lucro por medio de la venta o renta. Son bienes inmuebles, según el Código Civil del Distrito Federal en su artículo 750, Fracción I, “el suelo y las construcciones adheridas a él”.

En el presente trabajo se propone un conjunto de métodos para determinar si el desarrollo inmobiliario en estudio será técnica, ambiental, económica y financieramente factible. Incluye temas vinculados con la inversión en proyectos inmobiliarios, enfocando la atención en el proyecto de ingeniería y análisis de factibilidad económica de un desarrollo inmobiliario en el estado de Guerrero.

Se propone, la aplicación de la Ingeniería Civil, en la formulación de soluciones a la problemática planteada, por medio de una metodología que dé solución óptima en la planeación y construcción del desarrollo inmobiliario; se incluye: la planeación económica, el estudio financiero, estudio de mercado; se considera el medio ambiente, urbanismo, uso de suelo, etc.

La Ingeniería Civil en su contexto integral es una disciplina encargada de la planeación y ejecución de la infraestructura que permite mejores condiciones de vida del ser humano. De este modo crea carreteras, presas, puertos, sistemas de transporte, vivienda, etc. La Ingeniería Civil aplicada integralmente crea obras para la sociedad de manera planeada, de modo que permite proponer soluciones factibles desde el punto de vista técnico, económico y

ambiental con sus respectivas medidas de mitigación causando las menores alteraciones posibles al entorno ambiental; y se propone como una solución viable al problema de vivienda en la República Mexicana.

El estudio se presenta en dos partes divididas en siete capítulos. La primera parte incluye de los capítulos 1 al 3 y se refiere al proyecto de ingeniería que muestra las diferentes etapas del proyecto inmobiliario “Las Gaviotas”, en el capítulo 1 denominado “Estudios preliminares” se presentan las características y antecedentes del proyecto, tales como: localización, topografía; su infraestructura básica existente como electricidad, agua potable, teléfono y drenaje. Se estudia también su hidrografía, el clima y vegetación son elementos que se consideran en la elaboración de este tipo de proyectos. Se incluye la mecánica de suelos; que determina las condiciones estratigráficas del sitio, para definir el tipo óptimo de cimentación y su profundidad de desplante.

Dentro de los estudios preliminares se realizan los de tipo ambiental que permiten conocer y evaluar las condiciones del medio ambiente y los recursos naturales existentes para tomar las medidas precautorias y mitigar los efectos adversos que producirá la construcción de las viviendas.

En el capítulo 2 denominado “Urbanización del desarrollo inmobiliario” se presenta la lotificación general del conjunto, proyectado en su mayor parte por ángulos rectos y perpendiculares, cada lote estará dotado con frente a la calle principal y agrupado dentro de su respectiva manzana.

Se definen también las características de las terracerías y los materiales que se utilizan para las vialidades. Se diseña el tipo de pavimento que se colocará como carpeta asfáltica. En este apartado se diseña y genera el cálculo de las redes hidráulica y sanitaria siguiendo las normas de diseño.

En el capítulo 3 denominado “Ingeniería del prototipo de la vivienda” se refiere al diseño arquitectónico y estructural de la vivienda, así como sus instalaciones hidráulica, sanitaria y eléctrica considerando el reglamento de construcciones.

La segunda parte presenta el análisis de factibilidad económica y financiera del desarrollo inmobiliario contenido en los capítulos del 4 al 6. El capítulo 4 denominado “Estudios de mercado” plantea el método para realizar un estudio de mercado que sirve de base para conocer la demanda del producto inmobiliario que se propone, y se presentan las estrategias de comercialización del desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas” en Acapulco diamante en el estado de Guerrero.

La oferta inmobiliaria que se propone será de calidad, con un buen diseño arquitectónico y un precio competitivo. Esto hará que los productos inmobiliarios se vendan con rapidez y el desarrollador recupere su inversión en

el tiempo previsto. Por otro lado se programan las ventas de los productos inmobiliarios en función del análisis del mercado obteniendo de ello el programa de ventas.

En el capítulo 5 "Estudios económicos" se explica la ingeniería de costos que permite analizar los costos directos, indirectos y utilidad para determinar los precios unitarios que son la base del presupuesto de obra. Con lo anterior se programa la ejecución de la obra y se calendariza la inversión.

En el capítulo 6 denominado "Estudios financieros" se aplican los métodos de análisis financiero al programa de inversión del proyecto inmobiliario para determinar su viabilidad financiera. Con el programa de obra se realiza la evaluación financiera y se define: la inversión, los flujos anuales que genera el proyecto de inversión durante su vida económica, lo cual se denomina estado proforma del proyecto inmobiliario. En el estado proforma se analizan los flujos de los productos inmobiliarios en cada periodo y se obtiene el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), la cual definirá la viabilidad del proyecto. En resumen, el desarrollo inmobiliario "Las Gaviotas" es una oportunidad de negocio que se proyecta como una opción viable desde el punto de vista financiero y además resuelve los problemas de vivienda.

# Capítulo I

## ESTUDIOS PRELIMINARES

## CAPÍTULO I

### ESTUDIOS PRELIMINARES

La conformación de las ciudades a lo largo de la historia, ha estado vinculada a las necesidades básicas de desarrollo, como también a las culturales de cada región. El principio básico de las ciudades es lograr concentrar diversas actividades en un mismo lugar; vivienda, servicios, trabajo y recreación, todo con el objetivo de mejorar los tiempos de traslado y por ende la calidad de vida de sus habitantes. Esto en teoría parece ideal, sin embargo, al vivir en las ciudades podemos dar fe que la realidad es bastante distinta.

El acelerado crecimiento urbano no ha sido acorde al desarrollo económico que el país requiere, por lo cual será necesaria una política urbana para la República Mexicana que contenga un plan maestro de desarrollo urbano en donde se contemple el diseño de las ciudades, su ordenamiento y desarrollo urbano actual y futuro, teniendo como característica la regeneración urbana como eje central del plan. El desarrollo urbano se apoya en el conocido esquema de combinación de usos productivos, residenciales, comerciales, culturales y de recreación donde se integran un conjunto de elementos recurrentes meticulosamente diseñados: arquitecturas emblemáticas, proyectos urbanos, centros de convenciones, infraestructuras culturales y turísticas. La urbanización de suelos se percibe como una oportunidad excepcional para la producción de áreas con condiciones físicas necesarias para lanzar una política urbana de la ciudad mirando el conjunto de vacíos urbanos y tomado en consideración la experiencia internacional.

Con un plan de desarrollo urbano se alentará la inversión en infraestructura urbana que permita un crecimiento sustentable, con fácil acceso a las fuentes laborales, educación, salud con equilibrio ambiental y reduciendo el impacto sobre el territorio y los recursos naturales, incluyendo modelos urbanos que sean densos, mixtos y bien comunicados, con una política de vivienda con mecanismos que faciliten el acceso al suelo apto para la vivienda y que la vivienda en áreas de expansión urbana, cumpla con los requisitos de sustentabilidad.

Una de las soluciones de fondo es la construcción de desarrollos inmobiliarios. La planificación de desarrollos inmobiliarios para configurar territorios creativos ya no exige simplemente la puesta a disposición de espacios técnicos modernos sino que requiere aprovechar la inversión en la economía de la

innovación para un enfoque integrado de un proceso de desarrollo urbano con visión de futuro. Este cambio demanda nuevos instrumentos de desarrollo, nuevos conceptos del espacio de trabajo, nuevas sinergias entre vida personal y vida profesional y una mirada renovada sobre las infraestructuras sostenibles de las regiones urbanas que se inscriben dentro de la economía del conocimiento.

El papel que juegan los desarrollos inmobiliarios como catalizadores del éxito social y económico además de su capacidad de adaptación flexible a las nuevas tecnologías, de profundización en el proceso de participación en ecosistemas empresariales dinámicos; movilidad, exclusividad, sostenibilidad y adaptabilidad permanente de las redes productivas son las características que con frecuencia creciente, acompañan la innovación hacia el éxito. En la planificación de los desarrollos inmobiliarios es imprescindible atender a la ley federal que permite regular la expansión de las ciudades y realizar proyectos urbanos sustentables. En la figura 1.1 se presenta un ejemplo de planeación urbana.



Figura 1.1 Planeación urbana de un borde costero

Los desarrollos inmobiliarios se clasifican en los siguientes tipos:

1. Desarrollos inmobiliarios habitacionales

Bajo este concepto se trata de desarrollar terrenos que tengan el uso de suelo habitacional. El desarrollo consiste en proyectar y construir la infraestructura necesaria para los fraccionamientos y las construcciones con calidad y

dimensiones acordes al sector de la población al que se dirigen. Dentro de estos se tienen los siguientes:

a) Desarrollo inmobiliario habitacional, únicamente venta de terreno

Se trata principalmente del desarrollo de fraccionamientos cuyo objetivo es la venta de tierra en lotes pequeños al menudeo para la construcción de vivienda en sus diferentes clasificaciones. Se pueden vender sin urbanizar, urbanizados que incluyan servicios de: agua potable, drenaje, energía eléctrica, vialidades pavimentadas, áreas verdes, alumbrado público, áreas de donación, áreas comunes y otros.

En este tipo de desarrollos es necesario cuidar aspectos que pueden ser de gran valor para lograr el éxito del desarrollo; como el tamaño de los lotes adecuados a lo que el mercado está demandando, el tipo de urbanización que se da, por ejemplo, las redes subterráneas son elementos que aumentan la calidad del desarrollo, pero al mismo tiempo incrementan considerablemente el costo de la urbanización y pueden originar que el producto salga del mercado por un alto costo.

En términos generales los desarrollos de venta de tierra son un éxito si están planeados y desarrollados con base en un estudio de mercado que en el momento haya una alta demanda insatisfecha.

b) Desarrollo inmobiliario habitacional, vivienda

El desarrollo de vivienda puede clasificarse en varios tipos dependiendo principalmente a que mercado va dirigido el producto. Así, se puede clasificar según el reglamento de construcciones para el municipio de Acapulco de Juárez. La vivienda de interés social es aquella que está orientada a las personas de menores ingresos, por lo tanto se trata de vivienda de 24 a 45 m<sup>2</sup> de construcción; este tipo de vivienda puede desarrollarse en forma horizontal como vertical.

La vivienda media y la residencial, son tipos de vivienda que están orientados a estratos de mayor nivel socio-económico. Así este tipo de vivienda va desde los 60 a 92 m<sup>2</sup> como vivienda media y de los 92 m<sup>2</sup> en adelante como vivienda residencial y se puede encontrar también en desarrollos tanto verticales como horizontales.

Es importante hacer notar que este tipo de desarrollos habitacionales de vivienda media o vivienda residencial se pueden desarrollar para comercializar tanto venta como en renta; dentro de este aspecto, hay que contemplar los aspectos inherentes a un negocio de renta, tomando en consideración para su evaluación el posible valor de realización del inmueble, las tasas de interés y la plusvalía que se espera tenga el inmueble.

## 2. Desarrollo inmobiliario de oficinas

Otro tipo de desarrollo inmobiliario es el que se refiere a la construcción de áreas para oficinas ya sea para venta o renta. El terreno debe tener una zonificación de uso del suelo indicado para oficinas. En casi la totalidad de los casos se trata de desarrollos verticales, que requieren espacios suficientes para estacionamiento, con pocos acabados internos; las plantas en la mayoría de los casos se entregan limpias de divisiones y acabados para que el cliente las adapte a sus necesidades.

También es importante hacer notar que puede estar saturada la oferta de espacios para oficinas de tipo medio, pero oficinas de lujo, bien ubicadas y con todos los servicios siempre encuentran clientes.

## 3. Desarrollo inmobiliario industrial (parque industrial)

Este desarrollo inmobiliario consiste en la venta de lotes de una superficie considerable, en muchas ocasiones de hectáreas completas, obviamente la zona debe tener una clasificación de uso del suelo de carácter industrial. En la mayoría de las ocasiones los lotes se venden con la urbanización precisa para un desarrollo industrial, esto es, con la disposición de una subestación eléctrica, drenaje industrial, agua potable, fosas sépticas o planta de tratamiento de agua residual, vialidades anchas, etc.

## 4. Desarrollo inmobiliario turístico

Este desarrollo inmobiliario, también considera espacios grandes de terreno, y en él se construyen hoteles, áreas verdes, cuerpos de agua artificiales, restaurantes, centros comerciales, casinos, campos de golf, piscinas, pistas de autos, motocross, canchas de tenis, salones de espectáculos, etc., tienen como recurso primario a la naturaleza, virgen o acondicionada para desarrollar diferentes actividades como pueden ser: el campismo, la natación, la bicicleta de montaña, el montañismo, el rapel, la pesca, la motonáutica, actividades culturales, conferencias etc. En estos se rentan las instalaciones y se venden los servicios directamente o a través de membresías. La clasificación del uso del suelo debe ser turística.

## 5. Desarrollo inmobiliario comercial (centros comerciales)

Se entiende por centro comercial un grupo de inmuebles con establecimientos comerciales planeados, desarrollados, pertenecientes y dirigidos como unidad en cuanto a la ubicación, tamaño y tipo de comercios y con un área común de servicios, provisto de un amplio estacionamiento directamente relacionado con el tipo y tamaño de las tiendas.

## 6. Desarrollo inmobiliario hospitalario

Aquí se trata de desarrollar inmuebles con instalaciones especiales requeridas con el objeto de ofrecer servicios de atención a la salud como es el caso de hospitales de especialidades (cancerología, gastroenterología, neurología, estudios de laboratorio, etc.). Se pueden ver como negocio, por ejemplo, los hospitales dedicados a pediatría o maternidad, ya que la hospitalización es de pocos días y se tiene por lo tanto una gran rotación de enfermos.

La planeación de estos desarrollos inmobiliarios, dadas sus características tan especiales es sumamente compleja y se requiere conocer el funcionamiento de este tipo de servicios, para que el inmueble cumpla su función correctamente.

## 7. Desarrollos inmobiliarios hoteleros

El hotel es uno de los desarrollos inmobiliarios más característicos de países con alta potencialidad turística, en el caso de México es uno de los conceptos inmobiliarios que más se han desarrollado en los últimos años.

## 8. Desarrollos inmobiliarios deportivos (clubes deportivos)

El club deportivo como desarrollo inmobiliario es importante considerarlo principalmente en las grandes urbes; dentro de este concepto se considera al club de golf como una estrategia para el desarrollo de fraccionamientos.

## 9. Desarrollo inmobiliario saltem per acqua (SPA), salud por agua.

En los últimos años se ha desarrollado en Europa y en los Estados Unidos un nuevo concepto de desarrollo inmobiliario, un saltem per aqua (SPA), salud por agua. Se trata de un lugar de reposo, con tratamiento a base de masajes, saunas, vapores, lodos etc. Los alcances de un proyecto de desarrollo inmobiliario serán tan amplios o restringidos como se establezcan desde su inicio en los objetivos que le dan origen, y sobre todo en los alcances de la inversión que se asigna para llevarlo a cabo.

La figura 1.2 muestra la estructura general de planeación del proceso de desarrollo para cualquier proyecto inmobiliario con el fin de que conduzca al éxito comercial.

En el ciclo de vida de cualquier proyecto pueden distinguirse cuatro fases:

- Fase 1: Formulación y evaluación.

Comprende la realización de todas las actividades y estudios que permiten tomar una decisión fundamentada razonable y racionalmente respecto a la inversión. En la aplicación del proceso administrativo, corresponde a la planeación.

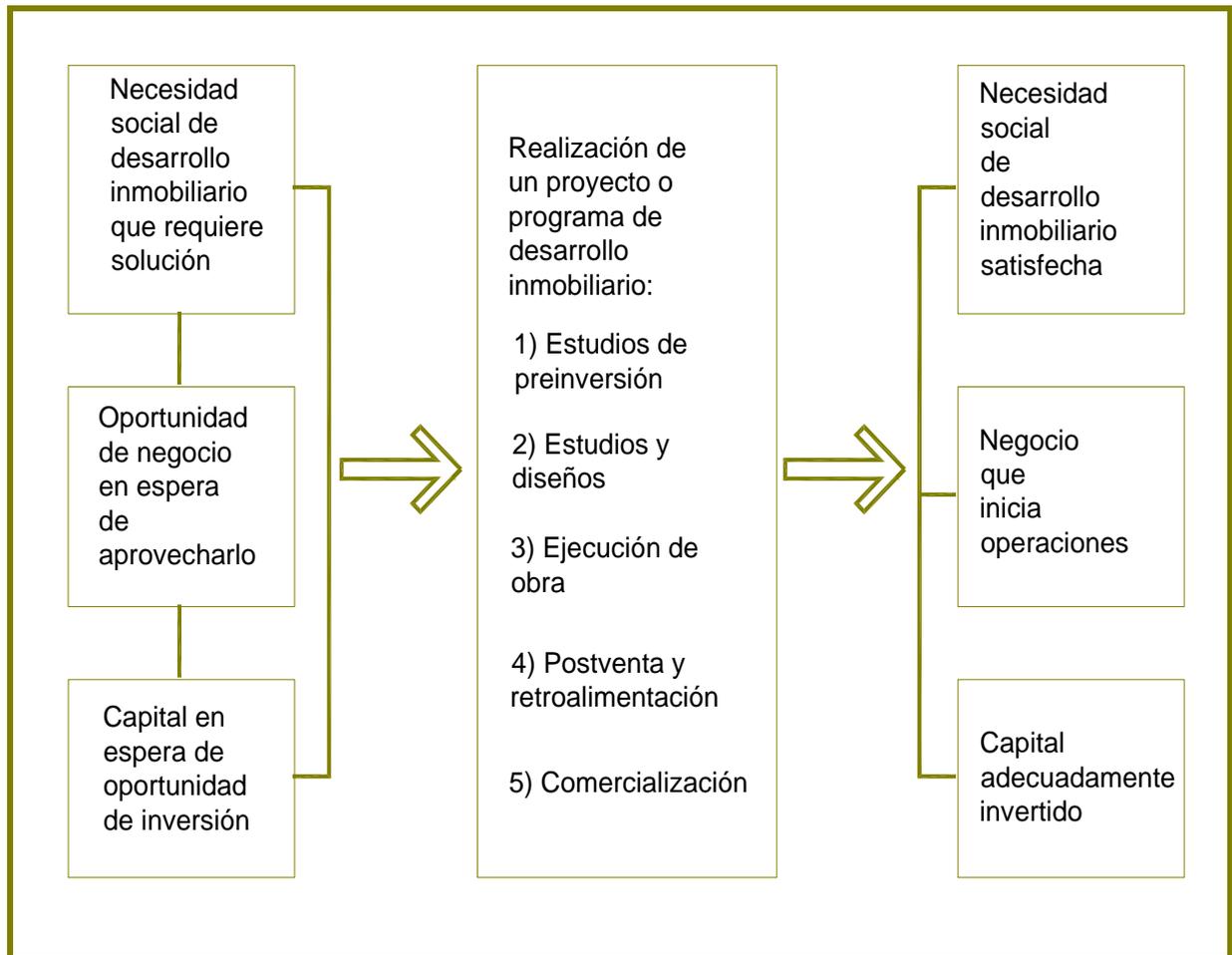


Figura 1.2. Entorno general de la realización de un proyecto inmobiliario

- Fase 2 : Planeación

Su fin es materializar el proyecto, partiendo de la definición de los planes para satisfacer la necesidad, hasta alcanzar el objetivo primigenio. Corresponde al crecimiento, y abarca las etapas de planeación y organización-integración.

- Fase 3 : Operativa

Se refiere a la productiva del objeto del proyecto; en ella se buscan los resultados esperados y la eficiencia. Representa la concreción del proyecto y permite hacer una evaluación a posteriori para verificar el cumplimiento de los supuestos que se establecieron como base del proyecto. Esta fase corresponde a la reproducción; puesto que a través de la eficiente operación y uso del producto se generan las utilidades que permitirán, en su caso, emprender nuevos proyectos.

- Fase 4: Entrega

Esta fase conlleva a la vida útil del proyecto y culmina con la entrega al dueño e inicio de las actividades que se llevarán a cabo en él, esta fase implica también una etapa de mantenimiento.

El tipo de desarrollo inmobiliario que se estudiará a lo largo del presente trabajo será un desarrollo inmobiliario habitacional residencial denominado “Las Gaviotas”, ubicado en la zona diamante de la Ciudad de Acapulco, Guerrero. En los siguientes apartados se definirán sus características y se determinarán los estudios correspondientes para la creación del proyecto inmobiliario agrupados en dos bloques, los de carácter técnico y los de carácter financiero.

En los primeros se realizan los estudios preliminares, la urbanización y el diseño de la casa prototipo. En los segundos el estudio de mercado y de factibilidad económica.

## 1.1 Localización del desarrollo

La zona donde se propone desarrollar el proyecto tiene un paisaje típico costero de anteplaya y playa; las elevaciones máximas están constituidas de arena de playa y arena arcillosa tipo continental. Al norte, a dos kilómetros, se encuentra la laguna de tres palos; está rodeado prácticamente por agua, al sur, a 300 m se localiza la playa costera del océano pacífico. En la foto 1 se muestra una vista aérea donde se ubica el desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas”. El predio se encuentra en la zona diamante del municipio de Acapulco, una de las zonas más atractivas de la ciudad de Acapulco, con un alto valor paisajístico, apta para el desarrollo de proyectos residenciales, turísticos exclusivos, comerciales y con un alto potencial de desarrollo.

La proyección que presenta esta zona como un polo de desarrollo turístico de primer nivel en cuanto a clase, calidad y exclusividad. La zona cuenta con energía eléctrica, red de agua potable, servicio de red sanitaria, así como una excelente vialidad que permite tener acceso a un gran número de servicios tales como: centros de diversión, plazas comerciales, aeropuerto internacional, terminal marítima, clínicas, escuelas, entre otros. Esta situación potencializa el valor comercial de la tierra, abriendo amplias perspectivas para obtener dividendos considerables con su incorporación al mercado inmobiliario local.

En la foto 2 se pueden observar las características de la zona donde se proyecta la construcción del desarrollo inmobiliario habitacional residencial.

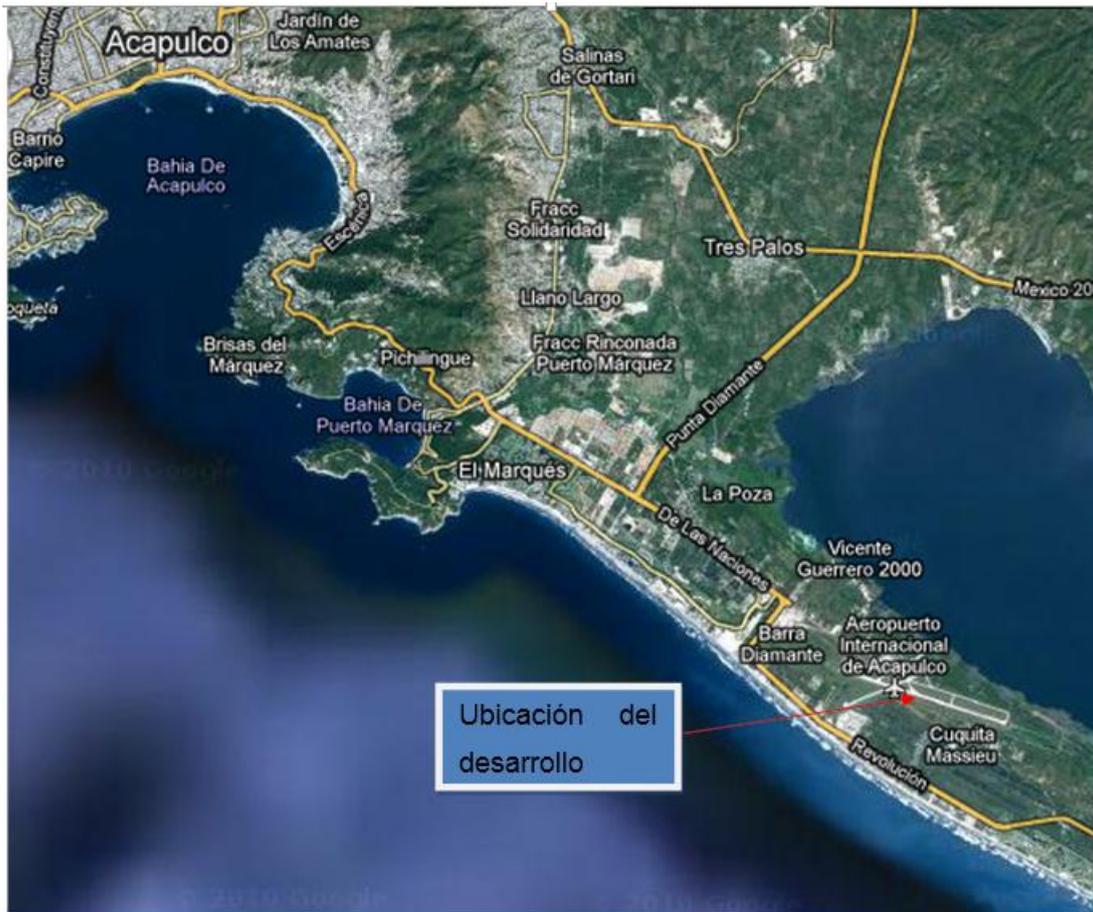


Foto 1 Vista aérea de la ubicación del desarrollo

## 1.2 Uso actual del suelo

El uso del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias lo señala el plan director de desarrollo urbano de la zona metropolitana de Acapulco de Juárez, Guerrero, como área denominada zona turística con vocación residencial y hotelera. Asignándosele una zona T-60-80; donde la densidad neta máxima es de 60 cuartos por hectárea; el coeficiente de ocupación del suelo permite el 20 % del área del terreno; dejando un área libre del 80 %. Este proyecto cumple con el coeficiente de ocupación del suelo con un 19.45 %. No existe algún cuerpo de agua que colinde con el predio.

La foto 3 nos muestra la ubicación del predio para el desarrollo inmobiliario habitacional "Las Gaviotas".



Foto 2 Ubicación del predio

### 1.2.1 Descripción del proyecto.

El presente proyecto forma parte del sector turismo, en la modalidad particular del proyecto de construcción, instalación y operación de un conjunto inmobiliario habitacional, denominado “Las Gaviotas”. El proyecto consiste en la construcción de un condominio horizontal en un terreno que ocupa una superficie de 29,442.65 m<sup>2</sup>, con vialidades interiores, áreas jardinadas, albercas, palapas, área de equipamiento y servicios, y un tanque de almacenamiento de agua potable de 1,000 m<sup>3</sup> de capacidad.

El prototipo de la vivienda consta de dos plantas en la planta baja se encuentra el vestíbulo, sala, comedor, cocina, baño, escalera, patio de servicio, jardín, estacionamiento, y la planta alta consta de tres recámaras, dos baños y balcón. El área que ocuparán las viviendas será de 18,243.75.00 m<sup>2</sup>.

La vialidad principal tendrá un ancho de 10 m y las secundarias de 8.00 m, la pavimentación será de tipo flexible; el arroyo y la banquetta de concreto común, en la zona de estacionamiento será de concreto permeable (también conocido como concreto ecológico), ya que permite la filtración del agua de lluvia. Se construirán las redes necesarias para la dotación de los servicios; agua potable, drenaje sanitario, drenaje pluvial, energía eléctrica, telefonía, sistemas

de cable. Contará con un área para servicios; tanque de almacenamiento de agua potable y subestación eléctrica.

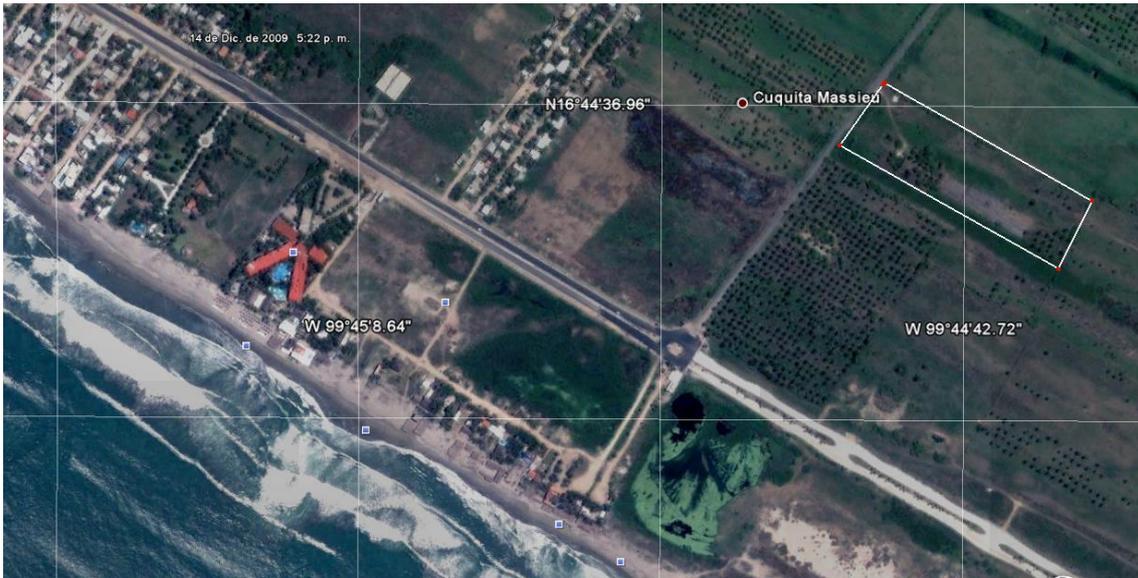


Foto 3 Vista del terreno

### 1.3 Estudios de topografía

El predio donde se proyecta construir el desarrollo inmobiliario habitacional “Las Gaviotas”, tiene una topografía irregular y con un desnivel de 1 a 2 m con respecto al nivel de la Av. Plan de los Amates. Se realizó el levantamiento topográfico del terreno y se obtuvo la geometría del polígono del terreno donde se construyen las sub-poligonales que forman las manzanas, calles, lotes y otras áreas interiores. Todas las sub-poligonales deben sumar la superficie total del terreno. Los trabajos topográficos se realizan en dos etapas; los de planimetría y de altimetría, cada una de ellos obtiene un conjunto de datos técnicos específicos.

#### 1.3.1 Planimetría

La planimetría incluye a todos los procedimientos para fijar posiciones de puntos, y obtener medidas en el terreno, para ser registradas en un plano (construcción de la poligonal del terreno), omitiendo las cotas o alturas de los accidentes del terreno.

Para ello, el topógrafo utilizó un sistema de coordenadas obtenido del sistema satelital con ayuda del receptor GPS, y determinó una mojonera de referencia principal como punto geográfico de todo el proyecto. Esta referencia es un punto de coordenadas UTM en  $X= 420377.418$ ,  $Y= 1851446.354$  y se utiliza para construir la poligonal del proyecto. A partir de esta mojonera base se ubica de modo secuenciado con el teodolito y el distanciómetro electrónico (estación

total), cada uno de los vértices (en donde también se construyen mojoneras); se calcula la distancia entre cada par de vértices con una precisión de hasta 3 decimales, y se precisa la orientación de cada lindero de acuerdo al GPS o mediante el uso del azimut y rumbos magnéticos, hasta llegar al vértice de origen.

Por su importancia en el proyecto urbano, el topógrafo registró en el plano las restricciones federales 20 m para las vías de comunicación, ríos o líneas eléctricas, las afectaciones por futuros caminos, así como: las calles o avenidas de acceso al terreno, los caminos internos, los postes de electrificación, el alumbrado, las líneas de agua potable, la telefonía, los pozos de visita cercanos y las construcciones dentro o próximas al terreno, masas de árboles, o árboles frondosos aislados, etc.

La información obtenida se presentará en un cuadro de coordenadas, para cada vértice de la poligonal se precisan las coordenadas "X" y "Y" referenciadas al GPS o al sistema de coordenadas UTM, la distancia de la línea que une cada par de vértices próximos, el ángulo de deflexión correspondiente (en grados, minutos y segundos) y la superficie total del terreno, obtenida mediante la aplicación de algún software de diseño asistido por computadora (CAD) disponibles o mediante el cálculo por coordenadas. Se hará la impresión de los datos en un plano, que por lo general se desarrolla a una escala de 1:1,000, se generará también, una memoria magnética de dicha información.

### 1.3.2 Altimetría

La altimetría tiene por objeto determinar o medir las cotas, alturas o elevaciones, de los puntos localizados previamente en el terreno, a partir de un plano horizontal de referencia prefijado, por lo regular, el nivel del mar, con el objeto de obtener el relieve topográfico del terreno estudiado. Aparte de las coordenadas de la mojonera base, con un altímetro, se registra su altitud sobre el nivel medio del mar (msnm). Esta mojonera base también podrá ser el banco de nivel a partir del cual se registran los relieves de todo el terreno.

Para ello, se "radian" lecturas en el teodolito, o con el uso de una estación total, hacia estadales que se mueven a su alrededor para registrar distancias y diferencias de altitud. A lo largo del levantamiento se ubican bancos (mojoneras) de apoyo que configuran el contorno topográfico del terreno. Cuando el terreno es muy plano, se recomienda que las curvas sean cada 20 cm (en cuanto a la distancia vertical de los planos de nivel) para tener información detallada de las pendientes suaves del terreno; si el terreno está en lomeríos, las curvas podrían hacerse cada 50 cm; conforme aumenta la pendiente es menos necesaria una información tan detallada, por lo que las

curvas de nivel pueden realizarse cada metro. Las curvas de nivel deben estar incluidas en la memoria magnética, en una capa específica o en un archivo por separado. En el caso en estudio se utilizó un teodolito con aproximación de 1", nivel y estatal. Se procedió a establecer la coordenada ( $x = 420377.418$ ,  $y = 1851446.354$ ) en el vértice 11, correspondiente a un punto de la banquetta de la Avenida Plan de los Amates, y en este mismo punto se ubicó el banco de nivel 1 con elevación 4.65 msnm. A partir de estas referencias se desarrolló el levantamiento topográfico arrojando los datos establecidos en la figura 1.3.

## 1.4 Estudios de mecánica de suelos

Para el proyecto inmobiliario "Las Gaviotas" se determinaron las condiciones del subsuelo y se establecieron los criterios de diseño geotécnico y de cimentación que regirán en el proyecto ejecutivo. Por tanto el objetivo de este apartado es establecer las condiciones estratigráficas del sitio para definir el tipo óptimo de cimentación y su profundidad de desplante, la capacidad de carga admisible del suelo de sustentación en condiciones estáticas y sísmicas y los asentamientos que se desarrollarán en la masa de suelo por la aplicación de la sobrecargas de las construcciones. El estudio abarca 7 aspectos que a continuación se detallan.

### 1.4.1 Marco geológico y tectónico

El sitio en estudio se ubica en la provincia geológica denominada sierra madre del sur, caracterizada por un ambiente tectónico intenso y por una morfología de cuerpos intrusivos.

La sismicidad del área corresponde a la de mayor intensidad del país y es el resultado de la subducción de la placa oceánica de cocos bajo la placa norteamericana, que forman las grandes brechas de Guerrero y de San Marcos. Investigaciones recientes indican que la región con mayor potencial sísmico en el país es el área cubierta por las brechas de Guerrero y San Marcos. En esta región se originó el gran terremoto del 7 de abril de 1845 con magnitud de ondas superficiales ( $M_s$ ),  $M_s = 8.2$ , aproximadamente. También se generaron grandes temblores en los años de: 1899 ( $M_s = 7.9$ ), 1907 ( $M_s = 7.7$ ), 1908 ( $M_s = 7.6$ ), 1909 ( $M_s = 6.9$ ), 1911 ( $M_s = 7.8$ ) y el 28 de julio de 1957 se generó otro gran temblor conocido como el "temblor del ángel". En esta zona existen grandes posibilidades de que ocurra un gran sismo, ya que en la zona noroeste cerca de Petatlán hasta Acapulco, no se han producido grandes temblores en los últimos 80 años y en la porción sureste, desde Acapulco hasta cerca de Ometepepec, no ha dado lugar a grandes temblores después del terremoto de 1957.

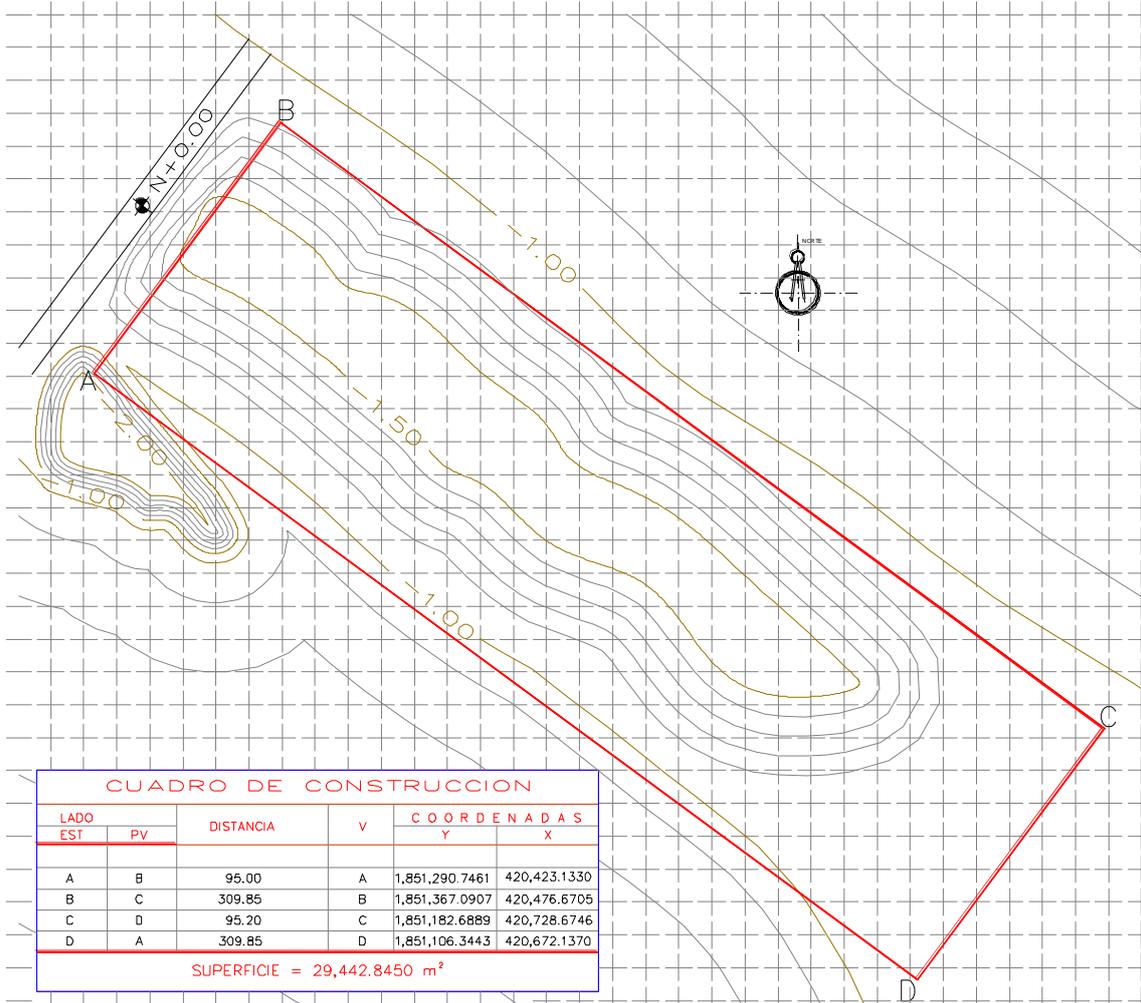


Figura 1.3 Plano topográfico del desarrollo habitacional residencial “Las Gaviotas”

Además se ha estimado que esta región puede producir un sismo con magnitud de ondas superficiales,  $M_s = 8.2$ , o bien, de dos a cuatro con magnitud de ondas superficiales,  $M_s = 7.9$ . El área de Acapulco se encuentra dentro de un tronco granítico, que está limitado hacia el norte por las rocas más antiguas (metamórficas), hacia el sureste y noroeste por las barras de las lagunas de Tres palos y de Coyuca de Benítez respectivamente y hacia el sur por el océano pacífico, véase la figura 1.4.

Fisiográficamente la región se puede dividir en cuatro zonas.

- a) Zona montañosa, formada por rocas metamórficas de la serie Solapa (Met).
- b) Zona de depresión granítica, sobre la que se ubica el puerto de Acapulco, que se levanta hacia el norte entrando en contacto con las rocas intrusivas (Igl).
- c) Zona de llanuras de deyección y de depósitos de corrientes aluviales, de los ríos de La Sabana y Papagayo (Da)

- d) Zona de depósitos de barra que forman las lagunas de Coyuca y la de Tres Palos (Dp).

De acuerdo con la zonificación geotécnica antes descrita, el sitio en estudio se localiza dentro de la zona de depósitos de barra, que forman las lagunas de Coyuca y la de Tres palos y que se caracteriza por la presencia de arena fina a media que corresponde a los médanos formados por la acción eólica. Estos materiales alcanzan espesores mayores de 45 m. De acuerdo a la estratigrafía detectada en los sondeos, el sitio se ubica en la zona II, (zona de transición).

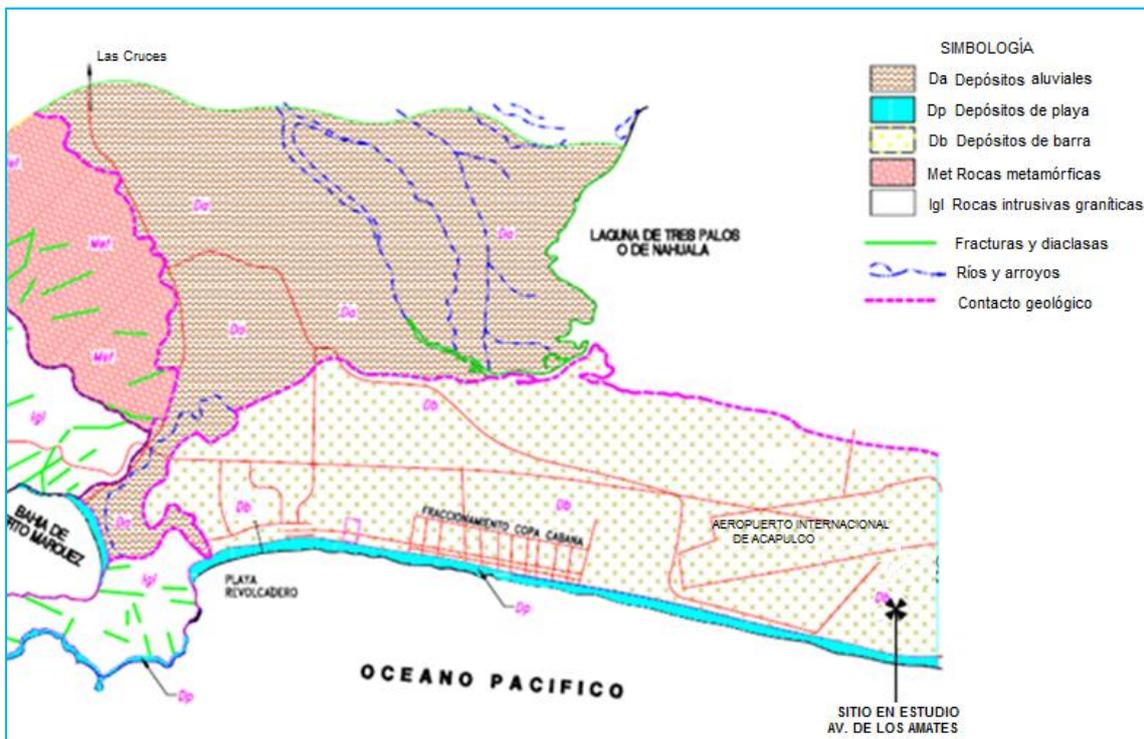


Figura 1.4 Geología del oriente de Acapulco, Guerrero

Clasificación definida en el Reglamento de Construcciones de Acapulco Guerrero, artículos 208 y 209, existen varias fallas en el Estado de Guerrero, donde se han generado sismos de gran magnitud, las más importantes son:

- La falla del Pacífico que se localiza frente a Zihuatanejo y Acapulco y sigue una dirección paralela a la costa hacia el golfo de Tehuantepec.
- Una falla continental, más corta que la anterior, que se inicia en Acapulco y sale del Estado de Guerrero después de tocar Ometepec, para internarse en el Estado de Oaxaca por Pinotepa Nacional.

#### 1.4.2 Sismicidad

De acuerdo con la regionalización sísmica propuesta en el Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el sitio de estudio se localiza en la zona sísmica D, la de mayor intensidad del país,

tanto por la frecuencia como por la liberación de energía de los sismos, ver figura 1.5.

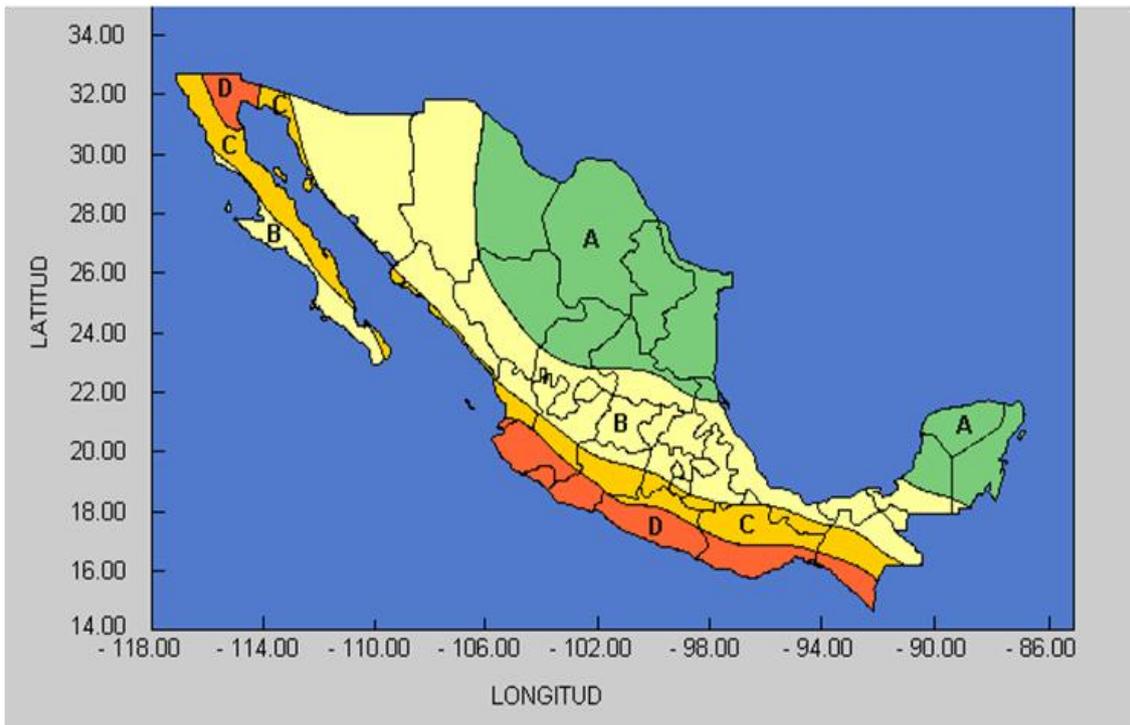


Figura 1.5 Regionalización sísmica de la República Mexicana

Las estructuras que ahí se desplantan pueden estar sujetas a acciones severas durante un sismo. De acuerdo con la zonificación geosísmica de la República Mexicana el sitio se encuentra en la zona D, según las características estratigráficas del sitio el suelo es tipo II, al que corresponde un coeficiente sísmico de 0.86 para estructuras del tipo B.

Siguiendo los lineamientos establecidos por el MDOC de la CFE y del Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero, la configuración del espectro de diseño sísmico que regirá durante el análisis estructural estático y dinámico, estará definido por las siguientes expresiones:

$$a = a_0 + (C - a_0) T/T_a \text{ cuando } T < T_a$$

$$a = c \text{ cuando } T_a \leq T \leq T_b$$

$$a = c(T_b/T)^r \text{ cuando } T > T_b$$

Siendo  $c$ , el valor del coeficiente sísmico que se asocia con la máxima ordenada espectral para estructuras del grupo B. Los parámetros  $T_a$  y  $T_b$ , son los periodos característicos que acotan la meseta de máximas aceleraciones en el espectro de diseño y  $r$  el exponente que define la caída del espectro. De acuerdo con el tipo de suelo presente en el sitio, y en función de la zona sísmica, los parámetros que definen la forma del espectro de diseño se presentan en las tablas 1.1 y 1.2.

Grupo Estructural	$a_0$	c	$T_a$	$T_b$	r
A	0.75	1.29	0.3	1.2	2/3
B	0.5	0.86	0.3	1.2	2/3

Tabla 1.1 Coeficientes sísmicos para el predio en estudio

Fuente: Reglamento de Construcciones para el Municipio de Acapulco

Grupo Estructural	$a_0$	c	$T_a$	$T_b$	r
A	0.12	0.48	0.3	2.03	2.0
B	0.08	0.32	0.2	1.35	1.33

Tabla 1.2 Coeficientes sísmicos para el predio en estudio

Fuente: Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF)

Los coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado de análisis sísmico, correspondientes a estructuras del grupo B, según el Reglamento de Construcciones del Municipio de Acapulco, Guerrero, se pueden ver en la tabla 1.3.

Para las estructuras del grupo A los coeficientes habrán de multiplicarse por 1.5.

Zona sísmica	Tipo de terreno	Muros de piezas macizas o diafragmas de madera contrachapada			Muros de piezas huecas o diafragmas de duelas de madera		
		Altura de construcción, m			Altura de construcción, m		
		Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
D	I	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33
	II	0.43	0.43	0.43	0.57	0.57	0.57
	III	0.43	0.43	0.43	0.57	0.57	0.57

Tabla 1.3 Coeficientes sísmicos para el método simplificado de análisis

### 1.4.3 Trabajos de campo

El predio donde se desarrolla el proyecto corresponde con un terreno de forma irregular, cuya topografía está definida por una plataforma que ocupa todo el predio y que presenta un desnivel de la vialidad de acceso, correspondiendo con la Av. Plan de los Amates. En la zona se observan estructuras de uso variado, presentando entre uno y más de cuatro niveles. Con objeto de observar las características y conocer la composición de los materiales del subsuelo, se realizaron dos pozos a cielo abierto (PCA). La profundidad máxima explorada a través de estos fue de 3 m. En las paredes de cada uno se midió la resistencia al esfuerzo cortante con penetrómetro de bolsillo y se realizó una descripción detallada de la estratigrafía observada. Adicionalmente, se obtuvieron muestras alteradas representativas. Las muestras obtenidas se empacaron y enviaron al laboratorio para su estudio. Además para precisar la estratigrafía se realizaron 3 sondeos de penetración estándar (SPT) a 18.60 m de profundidad, también se realizó un recorrido en los predios vecinos para detectar el material superficial y el comportamiento de las estructuras aledañas. La ubicación de los pozos a cielo abierto (PCA) y de los sondeos de penetración estándar (SPT) se indica de manera esquemática en la figura 1.6.

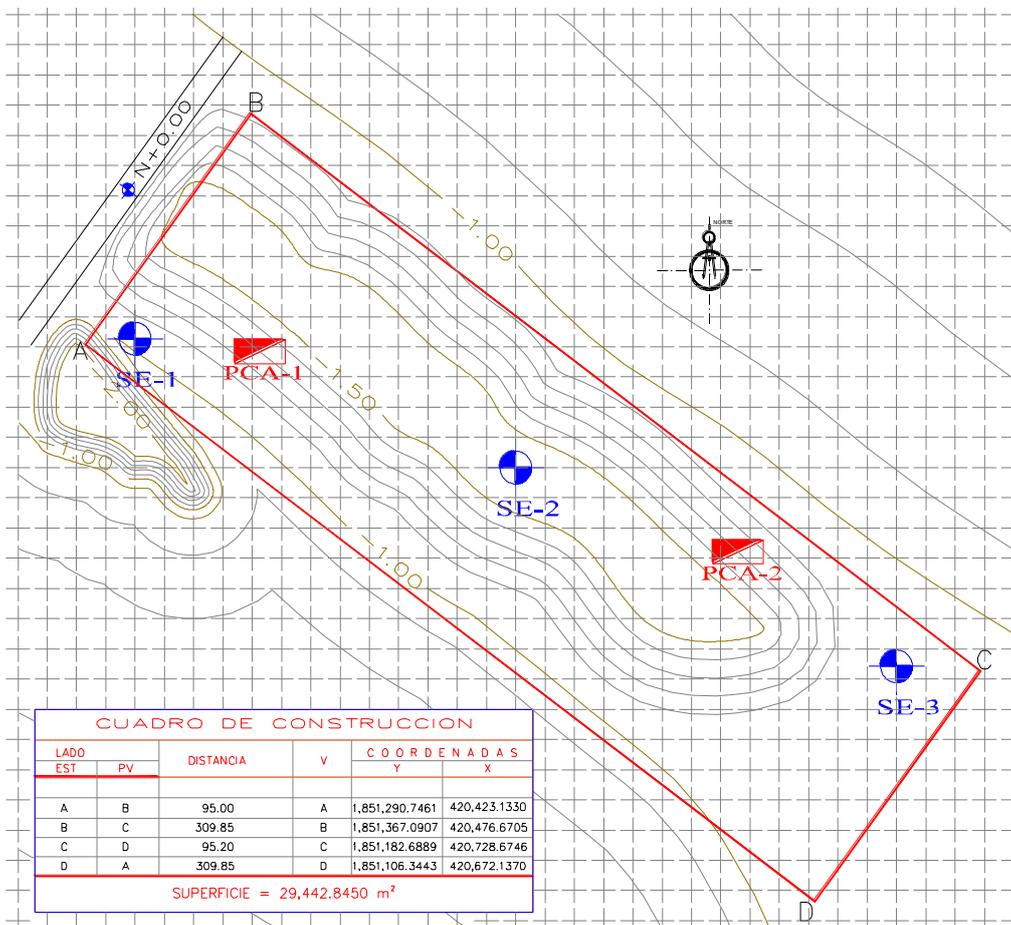


Figura 1.6 Ubicación en planta de los sondeos realizados

#### 1.4.4 Ensayes de laboratorio

En todas las muestras obtenidas se efectuaron los siguientes ensayos índices:

- Contenido de humedad natural.
- Contenido de finos.

Con estos resultados se identificó la naturaleza de los materiales, utilizando para ello el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Adicionalmente, en muestras seleccionadas se determinaron las siguientes propiedades:

- Densidad de sólidos,
- Límites de consistencia
- Peso volumétrico natural

Los perfiles estratigráficos determinados a partir de los trabajos de exploración y sus resultados se muestran en las figuras 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10.

#### 1.4.5 Interpretación estratigráfica.

Con base en la información de los sondeos realizados en el predio y del conocimiento que se tiene de la zona, se define el siguiente perfil estratigráfico medido a partir del nivel del terreno existente:

- De 0.0 a 0.60 m arena fina a media (capa vegetal), predominantemente de color café claro. La resistencia promedio registrada con la penetración estándar resulta de (Nspt) 15 (15 golpes por cada 30 cm de penetración).
- De 0.60 a 11.40 m arena fina a media de color café claro. Con fragmentos de conchas marinas en estado semi-compacto, el número de golpes registrado con la penetración estándar (Nspt) resultó superior de 47.
- De 11.40 a 18.60 m arena media de color café claro a café oscuro y algunas con gravillas en estado muy compacto. El número de golpes promedio con la prueba de penetración estándar es Nspt  $\approx$  35.

#### Condiciones hidráulicas.

El nivel de aguas superficiales se detectó en el sondeo SPT-2 a 2.8 m de profundidad y en el PCA-2 a 2.30 m, medidos desde el nivel de terreno natural. Esta diferencia de niveles muestra el flujo del agua freática hacia el nivel del mar.

### SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR

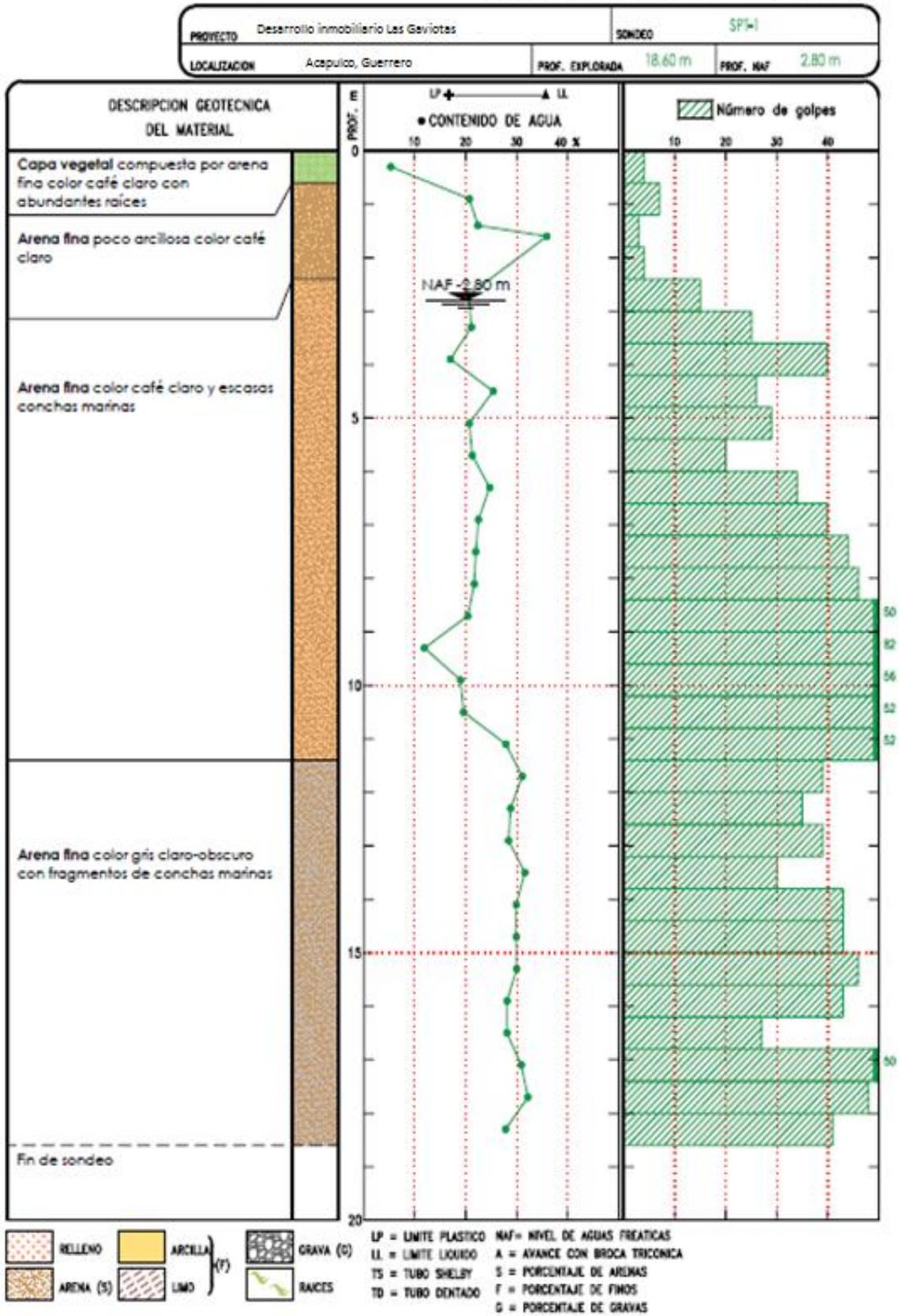


Figura 1.7 Sondeo de penetración estándar en el sitio 1

### SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR

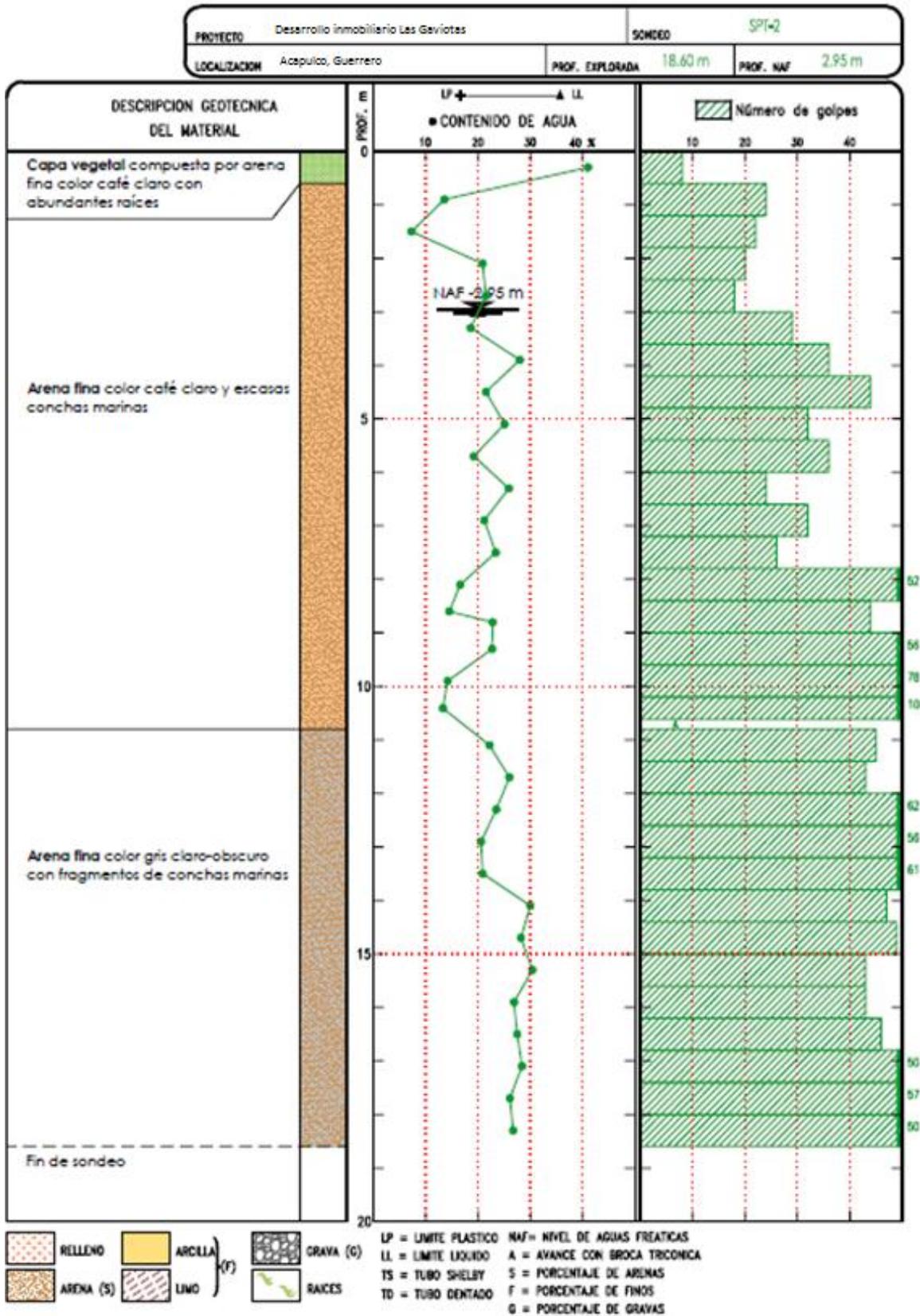


Figura 1.8 Sondeo de penetración estándar en el sitio 2

### SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR

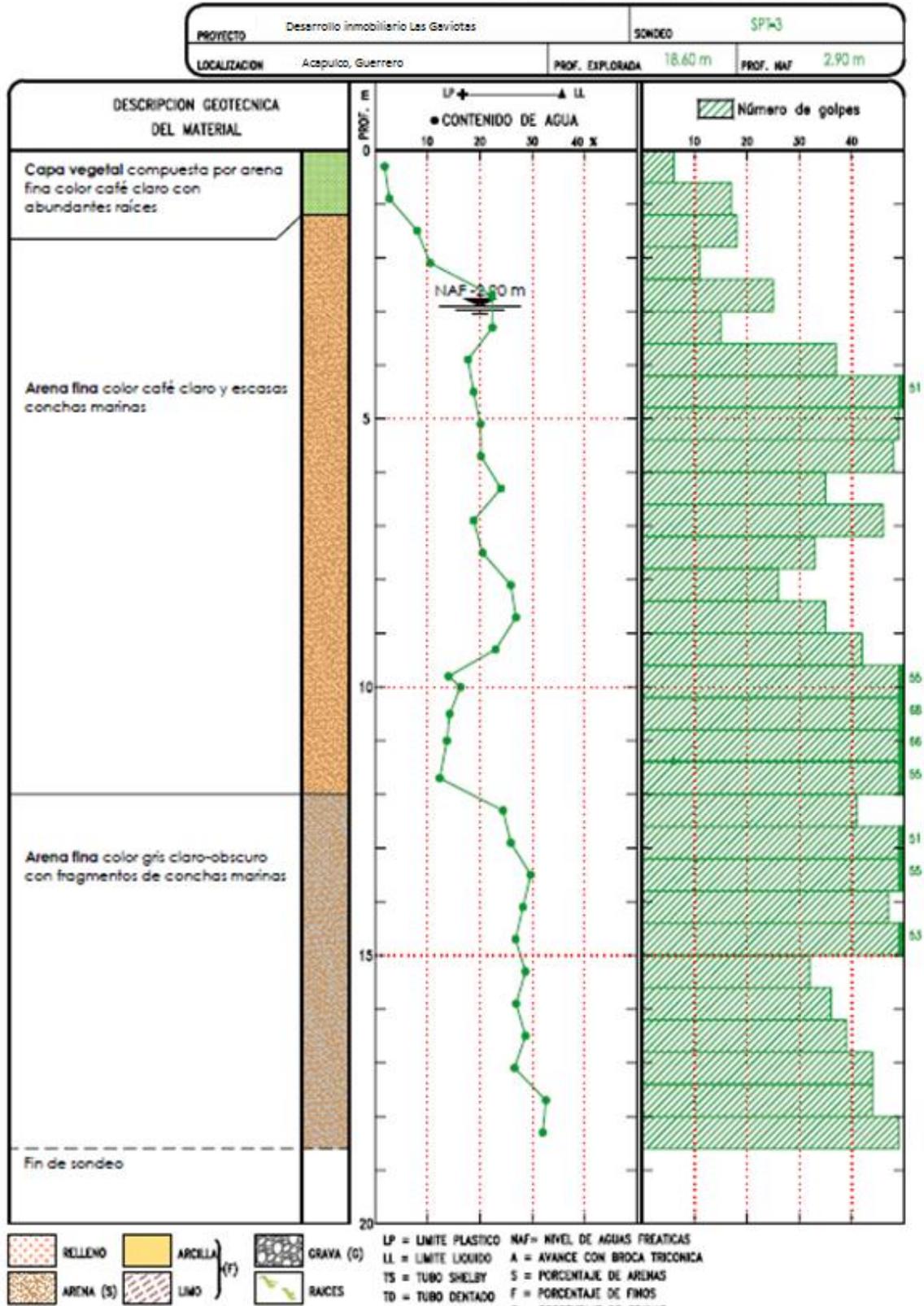
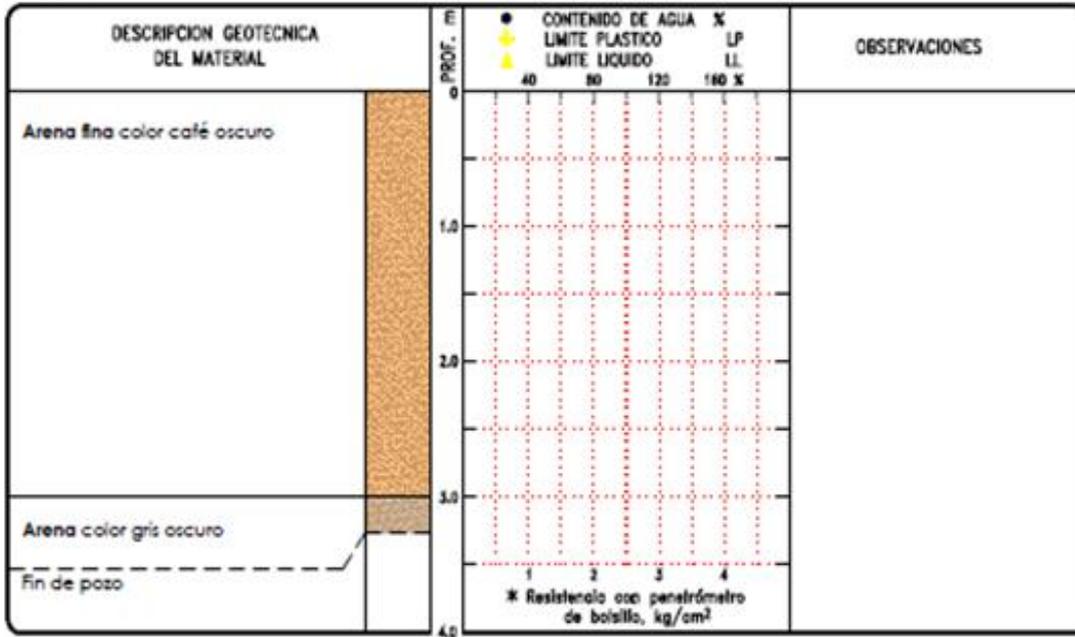


Figura 1.9 Sondeo de penetración estándar en el sitio 3

## POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO	DESARROLLO INMOBILIARIO LAS GAVIOTAS		
LOCALIZACION	Acapulco, Guerrero	Pozos a cielo abierto Nos	1 y 2

### PCA-1



### PCA-2

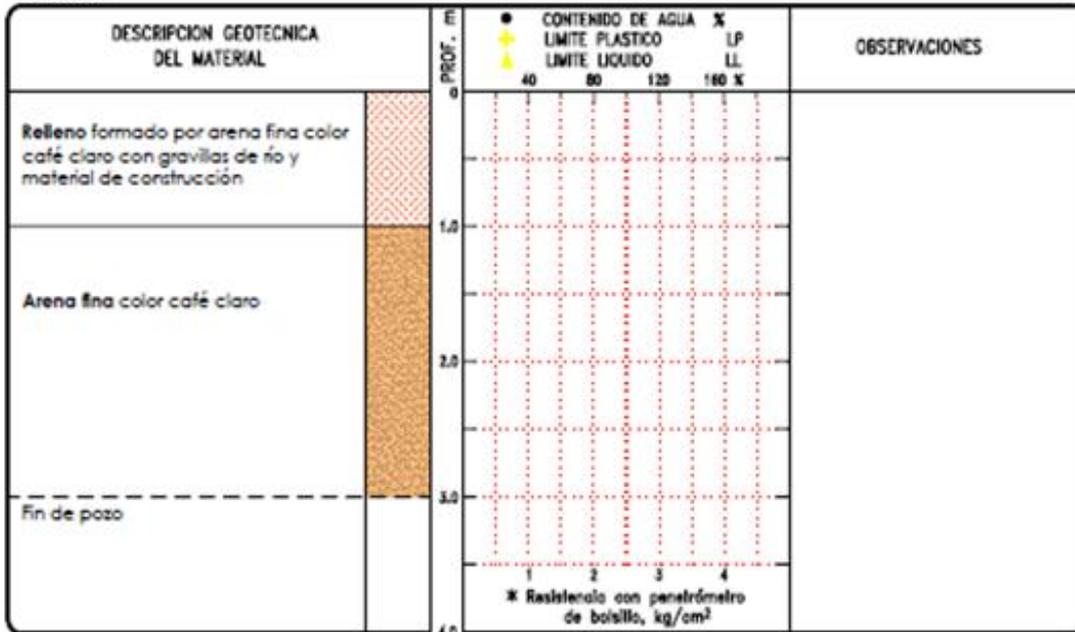


Figura 1.10 Pozos a cielo abierto en el lugar 1 y 2

#### 1.4.6 Solución de la cimentación

De acuerdo con la estratigrafía detectada en el predio y las cargas estimadas, la cimentación más conveniente para la casa prototipo será con losas de concreto armado apoyadas directamente sobre las plataformas de terracerías, el espesor de las losas será de 15 cm. Para el desplante de la cimentación de las viviendas, se realizará una compactación del fondo de las excavaciones con un equipo de compactación manual, al 85 % de su Peso Volumétrico Seco, y se aplicará una capa de tepetate de 60 cm de espesor, de igual manera compactado, al 90 % de su Peso Volumétrico Seco. De acuerdo con la geometría de la cimentación analizada y considerando los esfuerzos netos transmitidos al suelo a través de ellas, y considerando las propiedades de deformabilidad del estrato de apoyo, se estima que las deformaciones generadas durante la construcción serán inferiores a 3 cm. Los módulos de reacción unitarios para el modelado y diseño estructural pueden considerarse de 2.3 t/m<sup>2</sup>/cm.

La capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) del sistema suelo cimentación es de  $q_a = 8$  t/m<sup>2</sup>. Con este escenario y considerando un factor de seguridad  $F_s = 2$ , los esfuerzos netos transmitidos al suelo ante cualquier condición de carga a través de las losas deben ser inferiores a la capacidad de carga. En este análisis se consideró que la losa presenta un ancho unitario  $B = 1$  m.

Se puede presentar socavación de arena debido a un ciclón o tormenta tropical de esta forma se deberá prever que los niveles de proyecto así como la altura de los elementos de contención y/o protección como de los terraplenes se construyan considerando la altura del nivel de aguas máximo extraordinario que se ha presentado en la zona.

#### 1.4.7 Revisión con el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero

Límite de falla. La revisión de acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero, para cimentaciones superficiales, exige que la suma de las acciones verticales en la combinación para diseño, amplificada con un factor de carga de 1.4 para condiciones estáticas y 1.1 para condiciones sísmicas, sea menor a la capacidad última del terreno afectada por un factor de resistencia igual a 0.35. Esta condición se cumple y por lo tanto la cimentación resulta adecuada.

Estado límite de servicio. El buen comportamiento de la cimentación y por tanto de la estructura en conjunto, depende de la magnitud de las deformaciones verticales que se presenten en el suelo durante la vida útil de la estructura; por ello el Reglamento limita para el caso de asentamientos un valor máximo de 15

cm. Los asentamientos estimados para la estructura son menores que el citado límite.

## 1.5 Estudios de impacto ambiental de los desarrollos inmobiliarios

El impacto ambiental se define como cualquier alteración adversa y/o benéfica, que se percibe en el conjunto de elementos naturales y/o inducidos por el hombre y que son causados por la actividad humana o por la propia naturaleza.

El ambiente natural sufre continuos cambios; algunas alteraciones son ocasionadas por la naturaleza y otras por las actividades humanas. Cuando el hombre inicio su desarrollo social modificó poco su ambiente pero a medida que incremento y diversificó sus actividades, también aumentó el impacto sobre su ambiente. En la actualidad los impactos generados por el desarrollo urbano han alcanzado intensidades sin precedentes.

En las áreas urbanas se concentra una gran gama de actividades humanas para las cuales se requiere de la instalación de viviendas, comercios, industrias, etc. demandando cada una, diversas actividades. Debido a la concentración de actividades en una zona se producen disturbios ambientales provenientes de emisiones directas a la atmósfera por el tráfico, a las aguas por las descargas residuales, y al suelo por la generación de residuos sólidos entre otros. Los efectos adversos causados por las actividades humanas son temas extensos que generan amplia información pero no son objeto de estudio en el presente trabajo.

### 1.5.1 Estudios de impacto ambiental de los proyectos de desarrollo

El análisis de impacto ambiental generalmente varía de acuerdo al tipo de proyecto. Sin embargo, los efectos que deberán considerarse en toda aplicación serán en la calidad del aire, suelo, agua; la modificación climática, paisajes, zonas arqueológicas y en general sobre el medio ambiente.

Los estudios de impacto ambiental para cualquier proyecto describen de manera general lo siguiente:

- Plano topográfico de la región.
- El área afectada.
- Plano del proyecto y áreas de influencia.
- Resumen de las características de demografía, geología, flora, fauna, servicios, uso de suelo, vialidades, clima y paisaje.
- Desarrollo histórico de la región.
- Proyecciones de crecimiento de la población.

Los efectos provocados por las actividades humanas dependiendo del medio donde se realice el estudio repercutirán de manera general en la atmósfera, geología, geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, flora, fauna, ambiente socioeconómico y aspectos estéticos.

La escala de valores que se utilizan para calificar los impactos, evalúan la influencia en el contexto del sistema ecológico o región donde se ubica el proyecto acorde a las diversas metodologías existentes. Los procesos de análisis e impacto ambiental involucran los elementos principales de identificación, medida, interpretación, y comunicación de los impactos. Sin embargo, las técnicas de medición varían y su interpretación también. Por consiguiente, se ha desarrollado un número significativo de técnicas para la presentación de los resultados del impacto.

Los estudios encaminados a identificar, predecir, evaluar y presentar los impactos ambientales, deben realizarse previamente a la ejecución de las obras. Estos estudios se dividen en cuatro etapas. Sin embargo, para realizarse ordenadamente se sigue un procedimiento.

#### 1.5.2 Procedimiento para realizar un estudio de impacto ambiental

La primera etapa de un estudio de impacto ambiental consiste en describir las características del proyecto, las obras y actividades que en él se involucran en sus diferentes fases: selección del sitio, preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y abandono del lugar. Posteriormente debe hacerse una descripción de la situación ambiental existente en la zona de influencia del proyecto, haciendo énfasis en los posibles niveles de alteración. En este inciso se incluye también la predicción de las condiciones ambientales futuras que se tendrían si no se realizará el proyecto.

La segunda etapa consiste en la identificación, predicción y evaluación de los efectos adversos que tendrá el proyecto en sus diferentes etapas sobre el ambiente usando cualquiera de las técnicas adecuadas seleccionadas con el criterio descrito anteriormente.

En la tercera etapa del estudio se proponen las medidas de prevención, control y mitigación de los efectos negativos que ocasionaría el proyecto sobre el ambiente, tomando en cuenta el análisis anterior.

La cuarta parte del estudio consiste en comunicar los resultados del estudio por medio de la manifestación del impacto ambiental.

#### 1.5.3 Técnicas para la evaluación del impacto ambiental

Para llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental existen varias técnicas entre las cuales se incluyen diversas matrices de ponderación, listados, modelos de simulación por computadora. La finalidad de aplicar las técnicas de

evaluación es cubrir las fases de identificación, predicción, evaluación, las cuales se explican a continuación.

**Identificación:** En este apartado se identifican separadamente las actividades del proyecto que podrían provocar los impactos sobre el ambiente identificando, los factores ambientales y sus atributos que se verían afectados.

**Predicción:** Se predice la naturaleza y extensión de los impactos ambientales de las actividades identificadas. En esta fase se requiere cuantificar el significado de los impactos.

**Evaluación:** consiste en evaluar los impactos ambientales cuantitativa y cualitativamente para que al conocer la naturaleza y dimensión de un impacto sea posible tomar una decisión tal como: diseñar una medida de mitigación o determinar una alternativa de proyecto que genere impactos de menor magnitud e importancia.

La clasificación más ampliamente aceptada divide a las técnicas para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales en los siguientes grupos: Procedimientos pragmáticos, listados, matrices, redes, modelos, sobre posiciones, procedimiento adaptativo. A continuación se presenta una breve descripción de las características generales de las técnicas enunciadas.

#### Procedimientos pragmáticos

Consiste en integrar un grupo de especialistas en diferentes disciplinas para identificar los impactos en sus áreas de especialidad tales como flora, fauna, contaminación, aspectos económicos etc., buscando satisfacer los requerimientos de la legislación ambiental. En esta metodología no se definen parámetros específicos que deben ser identificados, ni se realiza una evaluación formal de la magnitud de los impactos.

#### Listados

En estas técnicas se parte de una lista que muestra de factores ambientales y/o impactos; seleccionándose y evaluándose aquellos impactos esperados para el proyecto y sus acciones específicas. Este tipo de listas se elaboran con un criterio interdisciplinario para identificar las acciones del proyecto que puedan causar los impactos significativos.

#### Matrices

Consisten básicamente en listados generalizados de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales potencialmente impactados. Ambas listas se colocan indistintamente en las columnas o renglones de la matriz. La utilización de matrices difiere de los listados en que se identifican las posibles interacciones del proyecto y el ambiente; asimismo, permiten definir

las acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción. La mayoría de los sistemas basados en las matrices, utilizan una escala que permite al evaluador la oportunidad de registrar niveles de intensidad.

Los métodos matriciales, básicamente incorporan una lista de actividades o acciones del proyecto con las características del ambiente que pueden ser afectados. Combinando la lista horizontal con la vertical se identifica la causa-efecto relacionadas entre las actividades específicas y los impactos. Los componentes en cada celda de la matriz pueden estimar cuantitativa o cualitativamente las relaciones entre las causas y los efectos.

Dentro de los métodos matriciales la identificación y descripción de los impactos se realizan con base en las interacciones del proyecto con el ambiente que lo sustenta, considerando las acciones generadoras y las áreas ambientales receptoras del impacto, durante cada etapa de desarrollo del proyecto; una vez identificados se procede a evaluarlos.

En las columnas de la matriz se anotan las actividades específicas que se deben realizar para ejecutar las obras requeridas por el proyecto, marcando una sección particular para cada una de las etapas de desarrollo de éste. La evaluación se efectúa asignando criterios de significancia en función del beneficio o de lo adverso que el proyecto representa para el ambiente en sus diversos componentes (medio natural y socioeconómico) considerando en general adversos a los daños y/o alteraciones que afecten el medio natural y reduzcan la producción o bienestar social del área donde se ubica el proyecto, mientras que los efectos benéficos de una acción serán aquellos que incrementan el desarrollo productivo y social del área; así como la preservación de los recursos naturales de la misma.

Finalmente la significancia se establece con dos grados de magnitud, definiéndose impactos significativos y no significativos, los cuales a su vez pueden representar efectos adversos o efectos benéficos. En realidad, ningún elemento ambiental queda sin interacción, sin embargo, algunas de las actividades no evidencian este hecho, razón por la cual los cuadros aparecen en blanco.

#### Redes

Estas técnicas amplían el concepto de las matrices mediante la introducción de una red de causa-condición-efecto representada por matrices.

#### Modelos

Un modelo es una representación física, matemática, que reproduce las condiciones y características de un ecosistema, de modo que analizando esta

información y las interacciones existentes, se puede llegar a la percepción y comprensión del comportamiento del sistema en estudio.

#### Sobre posiciones

Estas técnicas están basadas en el uso de una serie de mapas transparentes que se pueden sobreponer para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales o características del suelo y la distribución superficial del proyecto. Este enfoque es efectivo para seleccionar alternativas e identificar ciertos tipos de impacto, ya que esta técnica localiza los factores limitativos para ciertos usos pudiéndose así conocer los factores del ambiente más sensibles de ser afectados.

#### Procedimiento adaptativo

Debido a que las técnicas antes descritas no cubren las tres fases de estudio, es necesario complementarias o combinarlas, resultando ser un procedimiento adaptativo.

El análisis ambiental parte de la medición de parámetros físicos, químicos y biológicos en un sistema natural que sirve de referencia para compararlo con el ambiente alterado. Por medio del análisis ambiental se obtiene información acerca de las especies naturales, las posibles perturbaciones y los tipos de degradadores ambientales presentes (contaminantes) en el medio ambiente. De esta manera las alteraciones pueden ocasionar daños ambientales a los animales y al hombre mismo; otras pueden causar contaminación a las fuentes vitales para el desarrollo de las actividades humanas tales como: el aire, agua y suelo.

La evaluación del impacto ambiental permite elaborar un análisis descriptivo por etapas para las interacciones entre proyecto y ambiente, así como elaborar una evaluación global de los impactos debido al proyecto, explicando sus alcances y los considerados para su clasificación.

#### 1.5.4 Impacto ambiental del proyecto en estudio

Las afectaciones ambientales del presente proyecto se determinan por medio del método que se conoce como la matriz de Leopold y se clasifica dentro de los sistemas de red y gráficos denominados matrices causa-efecto. Estos son métodos cualitativos, para valorar diversas alternativas del proyecto. Este método consiste en un cuadro de doble entrada (matriz) en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Lo anterior permite apreciar si alguna actividad en particular va afectar a algún(os) componente(s) del ambiente listado(s); se coloca un

símbolo en el respectivo cuadro de intersección, con el cual se va a identificar el impacto.

Una vez identificado el impacto, se describe la interacción en términos de magnitud e importancia, entendiéndose la primera en un sentido de extensión o escala, y la segunda en términos de efecto (ecológico) en los elementos del medio.

Esta metodología permite identificar los impactos en las diversas fases del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, etc.). La matriz producida finalmente contiene los diferentes impactos y algunas de sus características-categorías. Estos juicios de valor o características se establecen con el trabajo de un equipo multidisciplinario encargado de elaborar el estudio de impacto ambiental, utilizando criterios cualitativos.

A continuación se presenta la manifestación de impacto ambiental correspondiente al desarrollo inmobiliario habitacional “Las Gaviotas”.

#### 1.5.5 Manifestación del impacto ambiental

La elaboración de la valoración del inventario ambiental se realiza por medio de una valoración que se obtiene de todos los componentes ambientales que confluyen en torno al proyecto, la cual se clasifica como bajo, medio y alto. En este criterio de valoración se describe el escenario ambiental, se identifica la interrelación de los componentes y se detectan los puntos críticos del diagnóstico por medio de los normativos y de calidad.

Elaborado el diagnóstico ambiental, se presentan puntos críticos a considerar en la puesta en marcha del proyecto.

#### Lista de indicadores de impacto

Los indicadores considerados en el presente estudio, e incluidos en las matrices de evaluación de impactos son: hidrología superficial y subterránea.

- a) Suelo
- b) Calidad del aire
- c) Vegetación terrestre
- d) Fauna
- e) Paisaje
- f) Factores socioeconómico

#### Metodologías de Evaluación

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o

aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámicos otros, etc. Sin embargo, por ahora solo nos concretaremos al método de la matriz de Leopold.

En la tabla 1.4 se muestra la matriz causa-efecto en la fase de preparación del sitio, matriz que justifica su uso con base en la descripción del inventario ambiental. En la tabla 1.5a y 1.5b se presentan las matrices causa-efecto en la fase de construcción y en la tabla 1.6 la matriz causa-efecto de fase de operación.

Identificación, evaluación y cuantificación de impactos ambientales de la matriz de impactos

Entre los impactos benéficos que se producirían con el desarrollo de este proyecto destacan: un mejoramiento de la calidad de vida de las personas que se emplearán, dado que tendrán un empleo temporal, y algunas, uno permanente. Este factor crea en su entorno un efecto multiplicador con relación a los demás sectores económicos de la región, al verse incrementada la demanda de productos y servicios relacionados con la instalación, operación y mantenimiento de este proyecto.

Los impactos adversos asociados al presente proyecto se producirán básicamente durante la etapa de preparación del sitio, como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal; en este sentido se tomarán medidas de protección consistentes en la designación de áreas de conservación ecológica, que albergarán un número importante de especies arbóreas de distribución local, con lo que se podrá introducir un ambiente propicio para conservar el hábitat de algunas especies de fauna silvestre, constituidas sobre todo por aves.

En su etapa de construcción, el tendido de cemento y edificación provocarán impactos permanentes muy difícilmente mitigables, por cambiar la composición natural del suelo; por lo que, solo se ocupará el área proyectada por el diseño arquitectónico y respetando la demás área del terreno. La etapa de operación y mantenimiento del proyecto, generará residuos, representando un impacto adverso permanente poco significativo, puesto que los residuos que se derivarán de su operación serán de tipo doméstico, por lo cual serán factibles de clasificar para ser reciclados o reutilizados, en el caso de los desechos inorgánicos.

SIMBOLOGÍA MATRIZ DE IMPACTOS			ACTIVIDADES PREVISTAS																			
			Desmonte y despalme	Limpieza del sitio	Movimiento de equipo y maquinaria	Mano de obra	Aguas residuales negras	Manejo de residuos sólidos	Alteración del drenaje	Cercado del predio	Emissiones a la atmósfera	Manejo de combustible	Requerimientos de agua									
A Adverso significativo, sin medida de mitigación A* Adverso significativo, con medida de mitigación a Adverso no significativo, sin medida de mitigación a* Adverso no significativo, con medida de mitigación B Benéfico significativo B* Benéfico no significativo			ÁREA POTENCIAL RECEPTORA DE IMPACTOS	f. ABIÓTICOS	Agua	Superficial								a*								
						Subterránea																
			Suelo		Erosión	a*																
					Características fisicoquímicas								a*									
					Drenaje vertical	a*																
					Escurrimiento superficial	a*							a*									
					Característica geomorfológicas																	
					Estructura del suelo				a*													
			Atmósfera		Calidad del aire	a*	a*	a*					a*				a*	a*				
					Visibilidad	a*	a*						a*				a*	a*				
					Estado acústico natural				a*													
					Microclima	a*																
F. BIÓTICOS	Flora	Terrestre	A*				a*															
		Fauna	Terrestre	a*																		
	Paisaje	Relieve																				
		Apariencia visual	a*	a*	a*					a*			a*	a*	a*							
F. SOCIOECONÓMICOS	Social	Bienestar social					B*											B*				
		Económico	Transporte																			
	Empleo e ingreso regional		B*	B*	B*	B*				B*								B*				

Tabla 1.4 Matriz causa-efecto, fase preparación del sitio

<b>SIMBOLOGÍA MATRIZ DE IMPACTOS</b> A Adverso significativo, sin medida de mitigación A* Adverso significativo, con medida de mitigación a Adverso no significativo, sin medida de mitigación a* Adverso no significativo, con medida de mitigación B Benéfico significativo B* Benéfico no significativo			ACTIVIDADES PREVISTAS												
			Manejo materiales de construcción	Obras de drenaje	Relleno	Compactación	Tendido de cemento y edificación	Obras complementarias	Movimiento del equipo	Manejo y disposición de residuos	Reforestación	Manejo de combustible			
ÁREA POTENCIAL RECEPTORA DE IMPACTOS	F. ABIÓTICOS	AGUA	Superficial								a*	B*			
			Subterránea					a					B*		
		SUELO	Erosión											B*	
			Características fisicoquímicas					A				a*			
			Drenaje vertical	a*		a*	a*	a*							
			Escurrimiento superficial			a*	a								
			Característica geomorfológicas		A										
			Estructura del suelo					A		a*					
	ATMÓSFERA	Calidad del aire	a*						a*	a*	B*				
		Visibilidad	a*												
		Estado acústico natural							a*						
		Microclima					a	a							
	F. BIÓTICOS	FLORA	Terrestre										B*		
		FAUNA	Terrestre										B*		
		PAISAJE	Relieve												
			Apariencia visual	a*	a				a*	a*	a*	B*			
		Calidad del ambiente						a*	a*	B*					
F. SOCIOECONÓMICOS	SOCIAL	Bienestar social					B*								
	ECONÓMICO	Transporte													
		Empleo e ingreso regional						B*							

Tabla 1.5a Matriz causa-efecto, fase de construcción

<b>SIMBOLOGÍA MATRIZ DE IMPACTOS</b> A Adverso significativo, sin medida de mitigación A* Adverso significativo, con medida de mitigación a Adverso no significativo, sin medida de mitigación a* Adverso no significativo, con medida de mitigación B Benéfico significativo B* Benéfico no significativo				ACTIVIDADES PREVISTAS										
				Mano de obra	Requerimientos de agua	Requerimientos de combustible	Excavación	Alteración del drenaje	Emissiones a la atmósfera	Manejo de productos químicos	Residuos domésticos	Aguas residuales negras		
ÁREA POTENCIAL RECEPTORA DE IMPACTOS	F. ABIÓTICOS	AGUA	Superficial				a*				a*			
			Subterránea				a							
		SUELO	Erosión											
			Características fisicoquímicas									a*		
			Drenaje vertical											
			Escurrimiento superficial					A*						
			Característica geomorfológicas											
			Estructura del suelo				a							
		ATMÓSFERA	Calidad del aire				a*		a*					
			Visibilidad				a*		a*					
	Estado acústico natural													
	Microclima													
	F. BIÓTICOS	FLORA	Terrestre	a*			a*							
		FAUNA	Terrestre	a*										
		PAISAJE	Relieve				a							
			Apariencia visual				a		a*		a*			
			Calidad del ambiente	a*										
	F. SOCIOECONÓMICOS	SOCIAL	Bienestar social		B*				a*					
		ECONÓMICO	Transporte	B*										
			Empleo e ingreso regional	B*	B*	B*	B*							

Tabla 1.5b Matriz causa-efecto, fase de construcción

SIMBOLOGÍA MATRIZ DE IMPACTOS A Adverso significativo, sin medida de mitigación A* Adverso significativo, con medida de mitigación a Adverso no significativo, sin medida de mitigación a* Adverso no significativo, con medida de mitigación B Benéfico significativo B* Benéfico no significativo			ACTIVIDADES PREVISTAS											
			Requerimientos de energía	Circulación vehicular	Manejo y disposición de residuos	Mantenimiento	Mano de obra	Jardinería	Demanda de agua	Aguas residuales negras	Demanda de transporte público	Emisiones a la atmósfera		
ÁREA POTENCIAL RECEPTORA DE IMPACTOS	F. ABIÓTICOS	AGUA	Superficial			a*			B*		a*			
			Subterránea						B*	a*	a*			
		SUELO	Erosión											
			Características fisicoquímicas			a*				B*				
			Drenaje vertical											
			Escurrimiento superficial											
			Característica geomorfológicas											
			Estructura del suelo											
		ATMÓSFERA	Calidad del aire		a*									a*
			Visibilidad											
	Estado acústico natural			a*										
	Microclima													
	F. BIÓTICOS	FLORA	Terrestre							B*				
		FAUNA	Terrestre											
		PAISAJE	Relieve											
			Apariencia visual			a*				B*				
			Calidad del ambiente			a*								
	F. SOCIOECONÓMICOS	SOCIAL	Bienestar social	B*		a*	B*		B*		a*			
		ECONÓMICO	Transporte										B*	
			Empleo e ingreso regional	B*		B*	B*	B*	B*	B*	B*	B*		

Tabla 1.6 Matriz causa-efecto fase de operación

Con la implementación correcta y responsable de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas en el presente estudio, así como el seguimiento de la normatividad ambiental vigente, se puede considerar que el desarrollo del proyecto inmobiliario habitacional “Las Gaviotas” es viable desde el punto de vista ambiental, y benéfico en el aspecto socioeconómico.

El desarrollo inmobiliario habitacional “Las Gaviotas” se diseñó cumpliendo con las especificaciones y requerimientos específicos de desarrollo urbano, ecológico y ambiental. Esto es de enorme trascendencia para la economía del puerto de Acapulco y para el país, por lo que este destino turístico representa en el ámbito nacional.

## Capítulo 2

# URBANIZACIÓN DEL DESARROLLO INMOBILIARIO

## CAPÍTULO 2

### URBANIZACIÓN DEL DESARROLLO INMOBILIARIO

El presente capítulo propone un procedimiento adecuado para la creación de espacios urbanos sustentables como los desarrollos inmobiliarios. La construcción de este tipo de obras permitirá la edificación de desarrollos apegados a la normatividad vigente que cumplan con las normas técnicas, así como con los requisitos ambientales.

A lo largo del presente capítulo se plantean soluciones al proyecto, altamente competitivas adaptadas a los nuevos retos urbanos, económicos, sociales y medioambientales que se convierten en la base del desarrollo de las ciudades, lo anterior como una propuesta viable desde el punto de vista urbano.

#### 2.1 Lotificación

Como criterio fundamental para realizar una lotificación el diseñador urbano debe buscar racionalizar las superficies viales en función de la superficie de los lotes. Por su importancia en la rentabilidad del proyecto, vale la pena elaborar mayores detalles sobre lo mismo. El principio es sencillo, la superficie de los lotes representa los ingresos del proyecto, y la superficie de las vialidades significan erogaciones, por lo que entre mayor sea la superficie vendible y menor la superficie vial en el proyecto urbano, mayor será su rendimiento financiero.

Con base en la experiencia en el diseño de fraccionamientos y en el análisis de factibilidad, se estableció que la superficie de vialidad no deberá ser mayor del 30 % de la superficie total del terreno; mejor aún, si la superficie vendible tiende hacia el 65 % y la superficie vial es menor del 30 % de la superficie del terreno se procurará un colchón financiero para enfrentar cualquier contingencia, como el retraso de las obras, lo cual representa tiempo y dinero que afecta de manera negativa la recuperación de la inversión.

La experiencia también demuestra que en realidad cualquier límite es virtual y debe ser flexible, pues es tan difícil llegar al 25 % de la superficie vial tanto como alcanzar el 70 % en la superficie vendible, pero siempre hay que

intentarlo. De este modo se intenta establecer un criterio de diseño que permita evaluar las distintas opciones de tamaño de los lotes y de las secciones viales para racionalizar el aprovechamiento del terreno.

La determinación del tipo de calle dependerá de la topografía, de la forma del terreno, del tamaño y ubicación de las vialidades principales de entronque, y de las necesidades de tránsito de la población del fraccionamiento. La vialidad que se diseña en el desarrollo inmobiliario es de tipo local donde la velocidad máxima permitida es de 20 km/hr, es de tercer nivel de importancia y en ellas circulan los vehículos de los residentes de esa calle y también los servicios necesarios. Es imprescindible analizar con minuciosidad las vialidades de acuerdo con el tamaño de los lotes para determinar su impacto en el aprovechamiento del terreno por lógica será la mayor sección vial (avenida principal) donde se deben ubicar los lotes de mayor superficie y en las calles angostas los lotes de menor superficie. Por otra parte, el factor que más influye en la determinación de la eficiencia del terreno es el ancho de lote, pues de esta depende su área tributaria de pavimentación y longitud de redes de infraestructura. A continuación se presentan unos ejemplos para un lote con un área de 200 m<sup>2</sup> en el que se varían sus proporciones ancho-largo, pero se mantiene constante el ancho de una calle local de 12 m.

Proporción ancho-largo 2:1, es decir 20 m de frente y 10 m de fondo, lo que es igual a una superficie de 200 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área tributaria vial} = 6 \text{ m} * 20 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$$

Relación de eficiencia =  $120 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = 0.6$ ; lo que significa que de esta relación el 60 % es superficie vial, una proporción ineficiente.

Proporción ancho-largo 1:2, es decir 10 m de frente y 20 m de fondo, lo que es igual a una superficie de 200 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área tributaria vial} = 6 \text{ m} * 10 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$$

Relación de eficiencia =  $60 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = 0.3$ ; lo que significa que de esta relación el 30 % es superficie vial, estamos en el porcentaje límite máximo de eficiencia de aprovechamiento del terreno.

Proporción ancho-largo 1:3, es decir 8 m de frente y 25 m de fondo, lo que es igual a una superficie de 200 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área tributaria vial} = 6 \text{ m} * 8 \text{ m} = 48 \text{ m}^2$$

Relación de eficiencia =  $48 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = 0.24$ ; lo que significa que de esta relación el 24 % es superficie vial, una proporción de lote-calle eficiente y rentable.

Considerando lo anterior, el lote es de 7 m de ancho y 18.75 de fondo, lo que es igual a una superficie de 131.25 m<sup>2</sup>.

El área tributaria vial = 6m \* 7 m = 42 m<sup>2</sup>, la relación de eficiencia será de 42/131.25 = 0.32, lo que implica que el 32 % es superficie vial. En la figura 2.1 se muestra el tamaño del lote

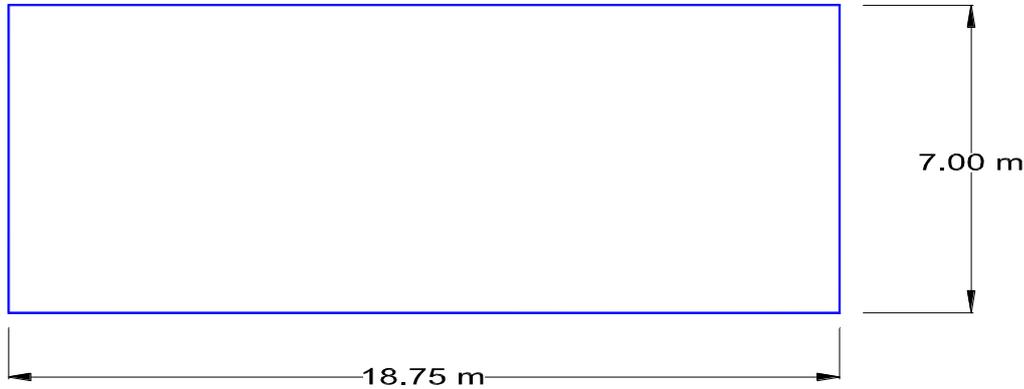


Figura 2.1 Tamaño de lote tipo del desarrollo

El predio considerado para el desarrollo del conjunto inmobiliario está fraccionado en 139 lotes, los cuales están designados para viviendas de 7 metros de ancho por 18.75 metros de largo con un área por lote de 131.25 m<sup>2</sup>. Los lotes están agrupados en cuatro manzanas que se ubican en el terreno; no se consideran cajones de estacionamiento para visitas. Cuenta con 2 áreas de 2850 m<sup>2</sup> destinados a áreas verdes con alberca, sus dimensiones son de 30 por 95 metros. Las calles privadas o Clúster requieren de un retorno vehicular al extremo para evitar que los residentes efectúen maniobras de retorno a la mitad de la calle. Para solucionar este problema se verificaron los radios de giro de los autos y camiones (autos medianos de 7.5 m) para hacer el retorno circular. En la figura 2.2 se muestra la lotificación del desarrollo.

## 2.2 Proyecto de vialidades

La urbanización del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas” requiere de una superficie transitable con condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento como las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar fallas y agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas acorde a los lineamientos de diseño establecidos.

El objetivo es obtener una condición de apoyo uniforme y una estructura de rodamiento que permita darle al usuario un manejo cómodo durante toda su vida útil.

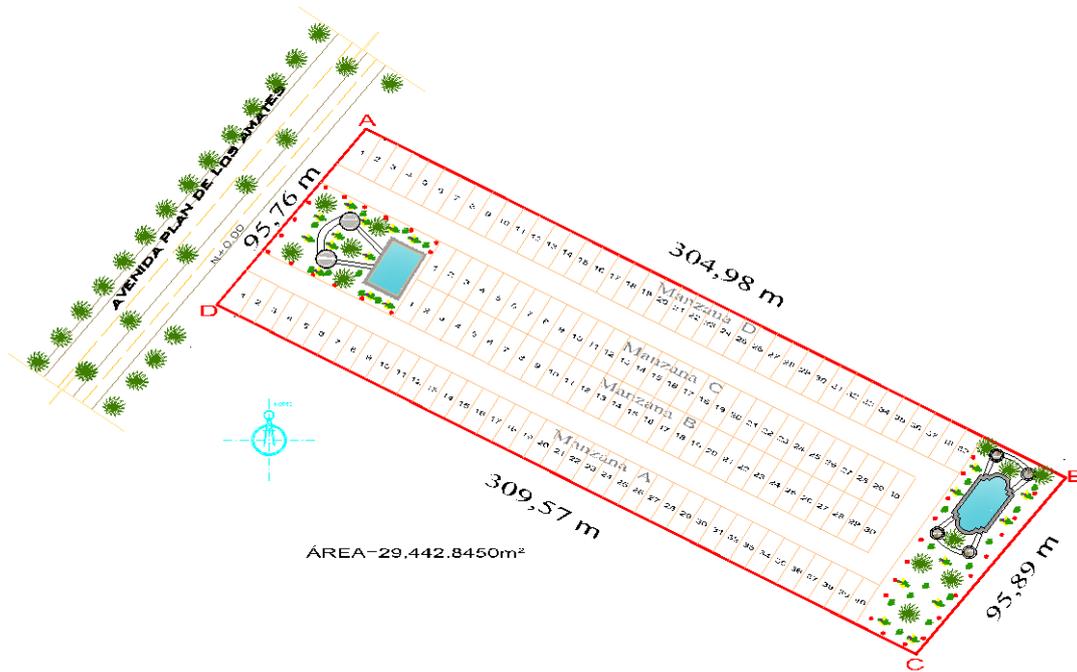


Figura 2.2 Lotificación del desarrollo inmobiliario

En el presente proyecto se tienen 6,045 m<sup>2</sup> de vialidades internas de 10 metros de arroyo que permite la libre circulación por todas las instalaciones del proyecto, en la figura 2.3 se muestran las características de las vialidades las cuales cumplen con los requisitos necesarios para soportar las cargas del tránsito vehicular, esta superficie se denomina pavimento.

El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. La estructura típica de una sección transversal de un pavimento flexible se presenta en la figura 2.4, formada por una mezcla asfáltica de agregado pétreo y dos capas, una base y otra sub-base. La base es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos y la carpeta se coloca sobre esta base. Esta capa se compacta y se mejora con cementantes para recibir las cargas de tránsito sin deformarse y para transmitir las cargas a las capas inferiores.

La sub-base, formada por un suelo granular, se puede admitir suelos de menor calidad con mayor contenido de finos porque está más alejada de la superficie de rodamiento. La sub-base impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y sea absorbida por la sub rasante.

Bajo la sub-base se dispone de otra capa llamada sub-rasante la cual es de terracería. La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además se considera como la cimentación del pavimento entre mejor calidad tenga esa capa el espesor del pavimento será más reducido y permitirá ahorro en los costos.

La división en capas obedece al factor económico y su resistencia dependerá de los materiales que las constituyan y del procedimiento constructivo que se realice. Los esfuerzos en el pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales con mayor capacidad de carga en las capas superiores y de menor capacidad en las capas inferiores. Todas las capas influyen en el desempeño global del pavimento que incluye tanto el desempeño estructural como el desempeño funcional de la estructura del pavimento.

El pavimento que se utilizará en el desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas” será del tipo flexible. Un pavimento flexible es más económico en su construcción inicial y tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, la base y la sub-base.

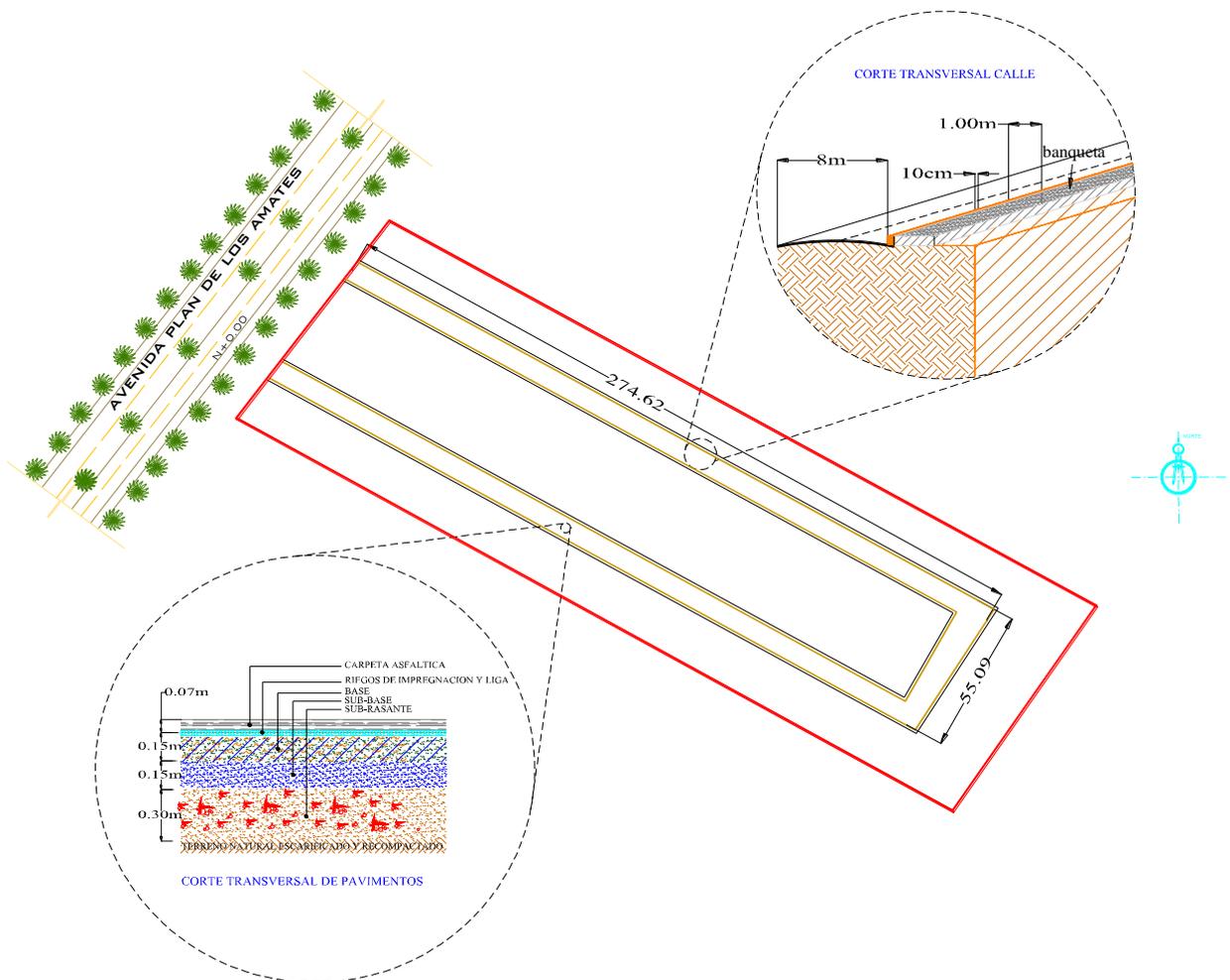


Figura 2.3 Vialidades del desarrollo inmobiliario

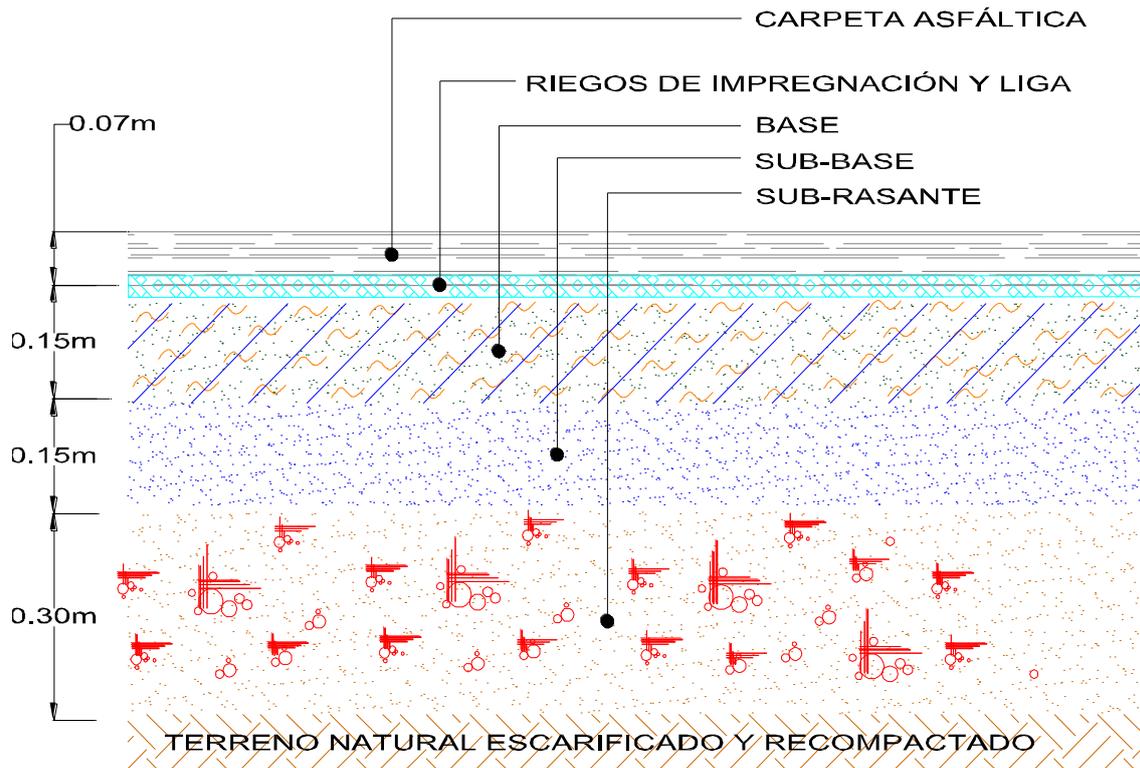


Figura 2.4 Sección transversal de un pavimento flexible

El desempeño estructural describe la capacidad del pavimento para soportar la carga del tráfico sin deformaciones permanentes, desmoronamiento del borde, agrietamiento, etc. En la tabla 2.1 se muestran los espesores de la sección del pavimento.

SECCIÓN EN TERRAPLÉN	ESPESOR EN (cm)
Espesor total del pavimento	52
Espesor de la base	15
Espesor de la sub-base	30
Espesor de la carpeta en vialidades	7

Tabla 2.1 Espesores de las secciones del pavimento

### 2.2.1 Características de los materiales para terracerías

Debido a las condiciones topo-hidráulicas del sitio y las características del proyecto, será necesaria la conformación de la superficie mediante la colocación de rellenos controlados para alcanzar los niveles de proyecto. Los rellenos quedarán confinados por muros de contención o por taludes perimetrales con relación V:H de 1:2, ver figura 2.5, adicionalmente se considerará un sobre-ancho perimetral de 3 m, como mínimo.

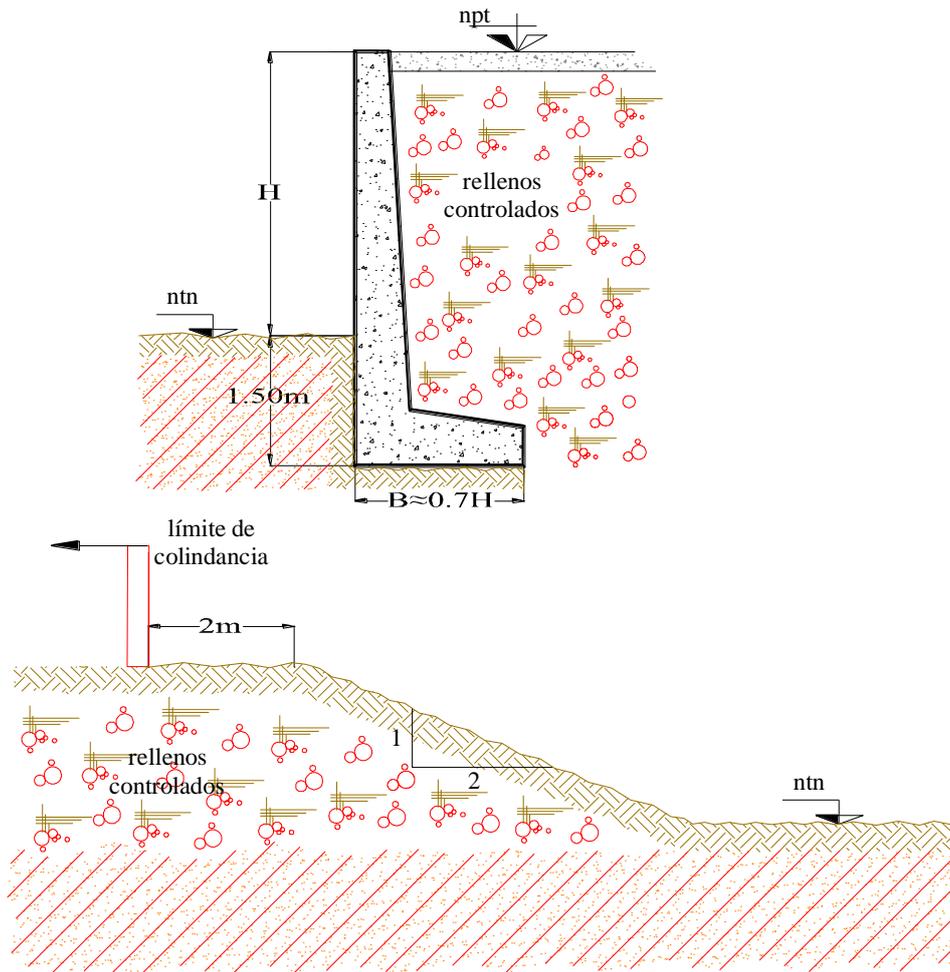


Figura 2.5 Detalles de confinamiento de rellenos

Para la formación de los rellenos controlados, se despalmará y conformará el terreno, retirando la capa superficial de suelos orgánicos en al menos 15 cm. En las áreas verdes y zona de estacionamientos este espesor se podrá reducir a 10 cm. Posteriormente se escarificará y recompactará al 90 % (mínimo) de su peso volumétrico seco máximo (pvs<sub>m</sub>) los 15 cm superficiales; durante esta etapa se retirarán los materiales con excesiva humedad, raíces y en general aquellos materiales que pudieran ocasionar hundimientos excesivos de las terracerías y estructuras. Posteriormente se rellenará con materiales inertes, pudiendo emplear las arenas de médano del sitio. Los rellenos se colocarán en capas, cuyo espesor suelto no exceda los 30 cm y se compactarán al 95 % de su pvs<sub>m</sub>, utilizando para su compactación un rodillo vibratorio de peso considerable. En los rellenos controlados se verificará un valor relativo de soporte (VRS) mayor a 20 %. La parte superficial de los rellenos constituirán la capa sub-rasante de los pavimentos, por lo que solo en ella se deberán alojar las instalaciones.

Como superficie de rodamiento se propone la construcción de un pavimento flexible, integrado por una carpeta asfáltica de 7 cm de espesor, colocada sobre una capa de sub-base de 30 cm de material granular, formada directamente sobre las terracerías. En cuestión de la terracería, para la construcción de los terraplenes se utilizarán mezclas de gravas, arenas y material fino. La construcción de los pavimentos, deberá realizarse una vez que los trabajos de movimiento de tierra, construcción de cimentación y obra negra hayan concluido.

En mezclas asfálticas se deberá buscar un contenido óptimo; ya que en una mezcla de este elemento forma una membrana alrededor de las partículas de espesor tal que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie, para calcular ese óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas en frío y la prueba Marshall para muestras en caliente. Para construir la carpeta asfáltica se utilizó concreto asfáltico mezclado en caliente del número 6, como lo muestra la tabla 2.2.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA NUMERO 6	
Penetración	80 – 100 grados
Punto de inflamación	232 <sup>o</sup> C mínimo
Ductilidad	100 cm mínimo
Solubilidad	99.5 % mínimo
Viscosidad	85 mínimo

Tabla 2.2 Características del concreto asfáltico número 6

Las características físicas del agregado pétreo deberán satisfacer los valores que muestra la tabla 2.3.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO PÉTREO	VALORES
Tamaño máximo	¾ de pulgada
Contracción lineal	2 % máximo
Desgaste	40 % máximo
Forma de partículas	35 % máximo
Equivalente de arena	55 % máximo
Desprendimiento por fricción	25 % máximo
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua	25 % máximo

Tabla 2.3 Características físicas del agregado pétreo

## 2.3 Instalaciones hidráulicas

Todo desarrollo habitacional cuenta con un sistema y una red de distribución de agua, un sistema de bombeo y los recipientes de almacenamiento para alimentar un gasto y una presión a todos los equipos que están conectados a la red.

En ésta sección se calculará la instalación hidráulica del conjunto inmobiliario “Las Gaviotas” la cual incluye el almacenamiento y distribución del agua potable en todas las áreas del fraccionamiento en cantidad suficiente según las necesidades de las viviendas, las áreas verdes y albercas etc. El desarrollo inmobiliario recibe su abastecimiento de una línea abierta, llamada conducto municipal, la cual alimenta el tanque de almacenamiento, ubicado en un nivel menor a la línea conexión. Para dar una presión adecuada a la red de abastecimiento de agua potable del conjunto habitacional se utilizará un sistema hidroneumático colocado en la cisterna para bombear el agua de almacenamiento a la red de distribución del fraccionamiento. La mejor opción será una red de circuito cerrado, ya que ésta puede alimentar tuberías abiertas de menor diámetro, como en el caso de calles locales tipo clúster o cerradas.

### 2.3.1 Memoria de cálculo

El cálculo de los diámetros de las tuberías de agua fría se realiza sobre la base del gasto máximo instantáneo por el método de las probabilidades o método de Hunter, sumando las unidades mueble correspondientes a cada mueble de uso sanitario. El diseño de las líneas y columnas de alimentación se basa en unidades mueble teniendo como restricciones la velocidad del flujo, por lo cual, se considerará para evitar sedimentaciones una velocidad mínima de 0.7 m/s, y una velocidad máxima de 2.5 m/s, para evitar ruidos, vibraciones y desgaste, con una pérdida de carga de 10 m cada 100 m. A continuación se presenta la memoria descriptiva del proyecto, el diseño, cálculo y proceso constructivo de la red y el sistema de distribución de agua potable del conjunto inmobiliario, haciendo mención de las normas de agua potable y las especificaciones constructivas.

### 2.3.2 Cálculo de la red hidráulica

En este apartado se realizan los cálculos de la toma, de la cisterna y de la red. La toma municipal se diseñó en función del máximo consumo horario, teniendo un tiempo de suministro de 24 horas y se afecta por un coeficiente de variación diaria correspondiente a los criterios establecidos por el SACM del GDF.

Los datos de proyecto son los siguientes:

- Población del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas” se obtiene considerando la habitaciones de la vivienda multiplicadas por dos más uno, es decir, son tres recámaras multiplicadas por dos más uno, se obtienen 7 habitantes por vivienda teniendo una población de proyecto,  $P_p$ , de:

$$P_p = 139 \text{ casas} * 7 \text{ hab} = 973 \text{ hab}$$

- Dotación: La dotación establecida en el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero, artículo 82 del capítulo III.

$$D = 350 \text{ litros/habitante/día}$$

- Consumo de agua potable para el desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas”

a) Volumen medio anual ( $m^3$ )

$$V_{ma} = \frac{350 * P_p * 365}{1000} = \frac{350 * 973 * 365}{1000} = 124300.75 \text{ m}^3$$

b) Volumen medio diario anual ( $m^3$ )

$$V_{md} = \frac{D * P_p}{1000} = \frac{350 * 973}{1000} = 340.55 \text{ m}^3$$

c) Gasto medio diario (l/s); es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio

$$Q_m = \frac{350 * 973}{86400} = 3.94 \text{ l/s}$$

d) Gasto máximo diario (l/s); es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día máximo de consumo, el cual varía del 1.2 a 1.5 del gasto medio diario. El IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) recomienda tomar un valor de 1.4.

$$Q_{Md} = Q_m * CVD$$

Dónde: CVD es el coeficiente de variación diaria:

$$CVD = \frac{V_{max}}{V_{med}}$$

$$Q_{Md} = 3.94 * 1.4 = 5.52 \text{ l/s}$$

e) Gasto máximo horario (l/s); Es el gasto del día de máximo consumo del año a la hora de máximo consumo de ese día.

$$Q_{MH} = Q_{Md} * CVD * CVH$$

$$CVH = \frac{Q_{max}}{Q_{med}}$$

Dónde:  $CVH$  es el coeficiente de variación horaria. De acuerdo a los lineamientos técnicos de la Comisión Nacional del Agua el valor usado para proyectos en la República Mexicana es 1.5.

$$Q_{MH} = 1.5 * 1.4 * 5.52 = 11.6 \text{ l/s}$$

El diámetro se calcula aplicando la ecuación de continuidad y del cuadro 6.10, “velocidades máximas recomendadas” del libro “Abastecimiento de Agua Potable” de Enrique César Valdez, se considera una velocidad de 1 m/s.

$$\phi = \sqrt{\left(\frac{4Q_{MH}}{\pi V}\right)}$$

$$\phi = \sqrt{\left(\frac{4 * 0.0116}{\pi * 1}\right)} = 0.122 \text{ m}$$

De donde se determina un diámetro comercial de 5 pulgadas para la toma municipal y será de polipropileno.

La toma domiciliaria abastece a las cisternas de almacenamiento, donde queda en forma accesible a las válvulas tipo flotador que regulan la salida de agua. En la figura 2.7 se presentan los detalles de las tomas domiciliarias del conjunto.

El Dr. Roy B. Hunter quien después de varias experiencias y con la aplicación de la teoría de la probabilidad, determinó un método práctico para calcular los gastos de las tuberías. Hunter asumió que la operación de las instalaciones principales de un sistema, puede ser considerada como un evento aleatorio, por lo que la utilización de los muebles sanitarios y su tiempo de operación podía analizarse con el apoyo en la teoría de las probabilidades.

De este modo Hunter estimó la frecuencia máxima de uso de los muebles que forman una instalación hidrosanitaria, basados sus resultados en mediciones hechas en hoteles y edificios de departamentos, y a la vez, teniendo como objetivo determinar el gasto que deberá ser conducido por las tuberías de un sistema de distribución para rendir un servicio satisfactorio definido este como un sistema dimensionado de tal forma que el gasto demandado por un número “m” del total de muebles “n” es suministrado cuando por lo menos los “m” muebles están trabajando simultáneamente.

Hunter ideó un método simple que dio resultados satisfactorios. Asignó factores de carga a los muebles y las instalaciones en (unidades mueble), asignándole un valor de 10 a un inodoro con fluxómetro con un tiempo de operación de 9 segundos, un gasto promedio de 1.7 lps y un intervalo de operación de 5 minutos, de este partió para asignarle un número de unidades mueble a los

demás muebles sanitarios. En la tabla 2.4 podemos observar las equivalencias de los muebles en unidades y gasto.

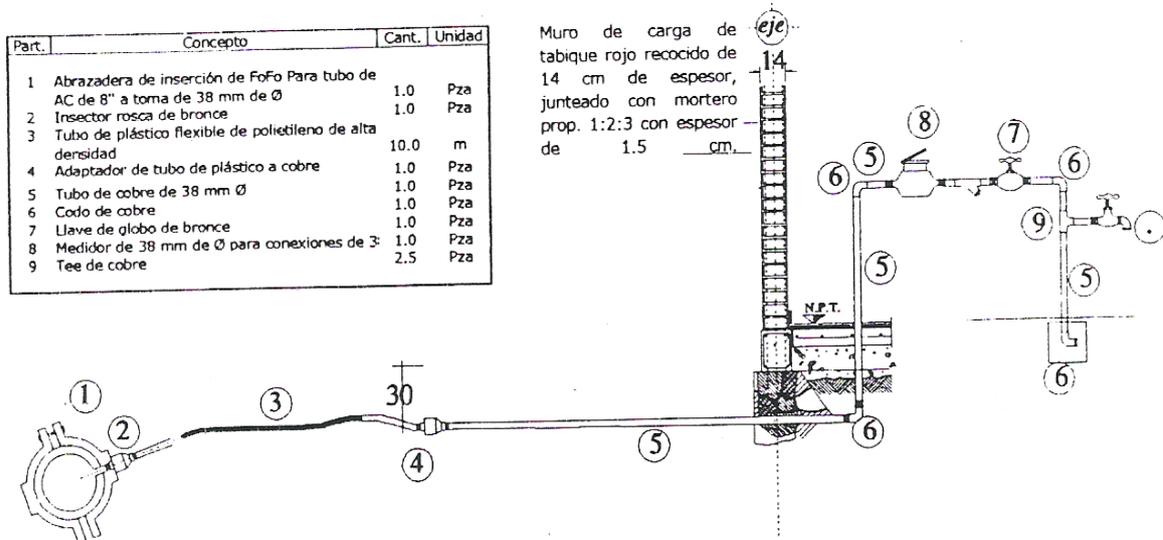


Figura 2.7 Toma domiciliar

Para la aplicación del método, se deberá definir el trazo de las líneas alimentadoras, debiéndose tomar en cuenta para la definición de estas líneas los siguientes puntos.

- La trayectoria hasta donde sea posible paralela a los ejes principales de las construcciones.
- En las edificaciones con uso diferente al habitacional, se deberá dejar cuando menos una válvula de seccionamiento en cada núcleo de servicios, con el fin de poder hacer reparaciones sin dejar sin servicio a los demás.
- Deberá tomarse en cuenta que mientras más muebles existan, la probabilidad que todos estén trabajando al mismo tiempo disminuye, por lo que no se deberán sumar los gastos que converjan a un ramal o línea alimentadora, sino que se deberán sumar las unidades mueble y con este resultado obtener el gasto en cada tramo.

Para el cálculo de la red de distribución se aplicó la siguiente secuencia de cálculo:

- 1 Se efectúa el trazo de la red de distribución sobre el plano de urbanización del conjunto inmobiliario se inicia en el punto de entrega de agua, se trazan los ejes de la red por las vialidades formadas para este conjunto de redes abiertas, y se miden las longitudes de cada tramo que se encuentra entre cruceros y entre tramos, uniones de tramos con características diferentes.
- 2 Se asignan unidades mueble de acuerdo con la tabla 2.5.

Q	Unidades mueble		Q	Unidades mueble		Q	Unidades mueble	
	Tanque	Fluxómetro		Tanque	Fluxómetro		Tanque	Fluxómetro
0.06	0		2.84	107	37	9.14	611	521
0.13	1		2.9	111	39	9.46	638	559
0.19	3		2.96	115	42	9.77	665	596
0.25	4		3.03	119	44	10.09	692	631
0.32	6		3.09	123	46	10.4	719	666
0.38	7		3.15	127	48	10.72	748	700
0.44	8		3.22	130	50	11.04	778	739
0.5	10		3.28	135	52	11.35	809	775
0.57	12		3.34	141	54	11.67	840	811
0.63	13		3.41	148	57	11.99	874	850
0.69	15		3.47	151	60	12.62	945	931
0.76	16		3.53	155	63	13.25	1018	1009
0.82	18		3.6	160	66	13.88	1091	1091
0.88	20		3.66	165	69	14.51	1173	1173
0.95	21		3.72	170	73	15.14	1254	1254
1.01	23		3.78	175	76	15.77	1335	1335
1.07	24		3.91	185	82	16.4	1418	1418
1.13	26		4.04	195	86	17.03	1500	1500
1.2	28		4.16	205	95	17.66	1583	1583
1.26	30		4.29	215	102	18.29	1668	1668
1.32	32		4.42	225	108	18.92	1755	1755
1.39	34	5	4.54	236	116	19.55	1845	1845
1.45	36	6	4.67	245	124	20.19	1926	1926
1.51	39	7	4.79	254	132	20.82	2018	2018
1.58	42	8	4.92	264	140	21.45	2110	2110
1.64	44	9	5.05	275	148	22.08	2204	2204
1.7	46	10	5.17	284	158	22.71	2298	2298
1.77	49	11	5.3	294	168	23.34	2388	2388
1.83	51	12	5.43	305	176	23.97	2480	2480
1.89	54	13	5.55	315	186	24.6	2575	2575
1.95	56	14	5.68	326	195	25.23	2670	2670
2.02	58	15	5.8	337	205	25.65	2765	2765
2.08	60	16	5.93	348	214	26.49	2862	2862
2.14	63	18	6.06	359	223	27.13	2960	2960
2.21	66	20	6.18	370	234	27.76	3060	3060
2.27	69	21	6.31	380	245	28.38	3150	3150
2.33	74	23	6.62	406	270	31.54	3620	3620
2.4	78	25	6.94	431	295	34.7	4070	4070
2.46	83	26	7.25	455	329	37.85	4480	4480
2.52	86	28	7.57	479	365	44.15	5380	5380
2.58	90	30	7.89	506	396	50.47	6280	6280
2.65	95	31	8.2	533	430	56.77	7280	7280
2.71	99	33	8.52	569	460	63.08	8300	8300
2.77	103	35	8.83	585	490			

Tabla 2.4 Conversión de unidades mueble a litros por segundo

Mueble	Servicio	Tipo de control	U.M Gasto
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque	5
Ming. Pedestal	Público	Fluxómetro	10
Ming. Pared	Público	Fluxómetro	5
Ming. Pared	Público	Tanque	3
Lavabo	Público	Llave	2
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Bebedero	Público	Llave	0.5
Fregadero	Restaurante	Llave	4
Vertedero	Oficinas	Llave	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque	3
Lavabo	Privado	Llave	1
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	2
Bidet	Privado	Llave	1
Lavadora	Privado	Llave	2
Lavalozas	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	W.C. Fluxómetro	8
Grupo baño	Privado	W.C. Tanque	6

Tabla 2.5 Equivalencia de los muebles en unidades de gasto

3 Se determina la cantidad de muebles por casa. Las unidades mueble se van acumulando desde los puntos más alejados, hasta la entrada de la casa, de ese origen hacia las líneas alimentadoras y posteriormente sobre esas siempre avanzando hacia la entrada, obteniéndose el total de unidades mueble correspondiente al gasto que se suministra desde cualquiera de las estructuras citadas. En la tabla 2.6 se obtiene la cantidad total de muebles sanitarios por residencia y por el total del conjunto residencial “Las Gaviotas”.

4 Posteriormente se calcula el gasto máximo instantáneo, el cual se integra de la siguiente manera: en la tabla 2.6 se obtiene la cantidad de muebles por residencia, en la tabla 2.5 las unidades mueble y en la tabla 2.4 el gasto. Finalmente en la tabla 2.7 se calcula el gasto acumulado en l/s.

	RESIDENCIAS		TOTAL
	1	139	MUEBLES
Inodoro	4	556	556
Lavabo	4	556	556
Regadera	4	556	556
Fregadero	1	139	139
Lavadero	1	139	139
Lavadora	1	139	139
Lavalozas	1	139	139

Tabla 2.6 Cantidad de muebles de las residencias

Mueble	Cantidad	Gasto		
		UM (Parcial)	UM (Acumulado)	l/s
Inodoro	4	3	12	0.57
Lavabo	4	1	16	0.76
Regadera	4	2	24	1.07
Fregadero	1	2	26	1.13
Lavadero	1	2	28	1.2
Lavadora	1	2	30	1.26
Lavaloza	1	2	32	1.32

Tabla 2.7 Gasto por residencia

5 El cálculo de la red hidráulica considera (las unidades mueble parciales y acumuladas) para cada tramo de alimentación de las casas, así como el gasto instantáneo que va requiriendo cada tramo y línea principal de alimentación, la integración se realiza de la siguiente manera:

- Las unidades mueble por cada casa se obtuvieron de la tabla 2.7
- El gasto en lps se obtiene de la tabla 2.4
- Se determina el diámetro de la tubería con la siguiente fórmula y considerando una velocidad de 1 m/s.

$$\phi = \sqrt{\left(\frac{4QM}{\pi V}\right)}$$

- Las pérdidas por fricción en la tubería se calculan utilizando la fórmula de Mannig.

Por lo que se tiene:

$$h_f = K L Q^2$$

Donde:

$h_f$  Pérdidas de energía por fricción en la línea de conducción, en m

K Coeficiente de conducción, en  $s^2/m^6$

L Longitud de la línea de conducción, en m

Q Gasto de diseño, en  $m^3/s$

Para el cálculo de K se utiliza la siguiente ecuación:

$$K = \frac{10.3n^2}{D^{16/3}}$$

Donde:

K Coeficiente de conducción, en  $s^2/m^6$

n Coeficiente de rugosidad de Manning

## D Diámetro de la tubería, en m

Para el caso de tuberías, se resumen los valores de "n" en la tabla 2.8:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING			
Material	n	Material	N
Plástico (PVC)	0,006-0,010	Fundición	0,012-0,015
Poliéster	0,009	Hormigón	0,012-0,017
Acero	0,010-0,011	Hormigón	0,016-0,022
Hierro galvanizado	0,015-0,017	Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

Tabla 2.8 Coeficiente de rugosidad de Manning

Conexiones								
Ø Nominal		Codo de 45°	Codo de 90° estándar	Codo de 90° radio grande	Tee 	Tee 	Tuerca unión	Cople
mm	pulg							
13	1/2	0.25	0.47	0.32	0.32	0.95	0.32	0.32
19	3/4	0.33	0.63	0.42	0.42	1.26	0.42	0.42
25	1	0.42	0.80	0.53	0.53	1.60	0.53	0.53
32	1 1/4	0.56	1.06	0.70	0.70	2.10	0.70	0.70
38	1 1/2	0.65	1.22	0.82	0.82	2.45	0.82	0.82
50	2	0.84	1.58	1.05	1.05	3.15	1.05	1.05
64	2 1/2	1.00	1.88	1.25	1.25	3.76	1.25	1.25
75	3	1.24	2.33	1.56	1.56	4.68	1.56	1.56
100	4	1.63	3.06	2.05	2.05	6.14	2.05	2.05
125	5	2.05	3.84	2.56	2.56	7.69	2.56	2.56
150	6	2.46	4.62	3.08	3.08	9.24	3.08	3.08
200	8	3.24	6.08	4.05	4.05	12.16	4.05	4.05
250	10	4.07	7.63	5.09	5.09	15.27	5.09	5.09
300	12	4.85	9.10	6.06	6.06	18.19	6.06	6.06

Válvulas								
Ø Nominal		válvula de compuerta	válvula de globo		válvula de "check"			válvula de macho
mm	pulg		asiento sin guía	con asiento con guía	horizontal de charnela	tipo globo		
				sin guía		con guía		
13	1/2	0.21	5.37	7.11	2.13	5.37	7.11	0.28
19	3/4	0.27	7.12	9.42	2.83	7.12	9.42	0.38
25	1	0.35	9.06	11.99	3.60	9.06	11.99	0.48
32	1 1/4	0.46	11.92	15.77	4.73	11.92	15.77	0.63
38	1 1/2	0.53	13.90	18.4	5.52	13.90	18.40	0.74
50	2	0.68	17.85	23.63	7.09	17.85	23.63	0.95
64	2 1/2	0.82	21.32	28.22	8.47	21.32	28.22	1.13
75	3	1.01	26.50	35.07	10.52	26.50	35.07	1.40
100	4	1.33	34.77	46.02	13.81	34.77	46.02	1.84
125	5	1.67	43.59	57.69	17.31	43.59	57.69	2.31
150	6	2	52.38	69.32	20.80	52.38	69.32	2.77
200	8	2.64	68.92	91.22	27.37	68.92	91.22	3.65
250	10	3.31	86.53	114.53	43.46	86.53	114.53	4.58
300	12	3.94	103.10	136.45	40.94	103.10	136.45	5.46

Tabla 2.9 Longitud equivalente de conexiones

Para el cálculo de las pérdidas de fricción en las conexiones existentes en la red se obtiene su longitud equivalente en la tabla 2.9, las cuales se suman a la longitud total de cada tramo. El método de la longitud equivalente considera que la conexión o válvula equivalen a un incremento de longitud en la tubería que las contiene, debiéndose calcular las pérdidas totales, es decir, la suma de las pérdidas por fricción y locales pero en función de una longitud total de la tubería dada por la siguiente expresión:  $L = L_m + L_e$ .

Donde:

$L$  = Longitud total en metros

$L_m$  = Longitud real de la tubería en metros.

$L_e$  = Longitud equivalente de las conexiones y válvulas en el tramo de longitud  $L_m$ , en metros.

La tabla 2.10 presenta el cálculo de la red de agua potable y en la figura 2.8 se muestra el plano de la red hidráulica.

Tramo		Unidades Mueble		Q	Vel.	Diámetro		Longitud en m.			Hf	hf m
Casas	Crucero	Parcial	Acumulado	l/s	m/s	ø"	Comercial	Real	Equiv.	Total	100 m	Tramo
A40 - A38		32	96	2.65	1	2.3	2	26.4	4.74	31.14	0.723	5.463
A37 - A30		32	352	6	1	3.4	3	70.4	11.06	81.46	1.23	12.29
A29 - A19		32	704	10.2	1	4.5	4	95	15.8	110.8	1.07	16.87
A18 - A1		32	1280	15.5	1	5.5	6	158.4	28.44	186.84	1.41	29.85

Tabla 2.10 Cálculo de la red de agua potable del conjunto habitacional

### 2.3.3 Proceso constructivo de la red hidráulica

La red de alimentación tiene la finalidad de proporcionar el agua al usuario en cantidad y calidad adecuada, con presiones que varían de 1.0 a 4.5 kg/cm<sup>2</sup> el servicio es proporcionado de manera continua por la toma domiciliaria. Las tuberías principales salen del cuarto de bombas e inician su recorrido por las vialidades principales del lado derecho (en sentido de la alimentación) y forman un peine para alimentar las casas, cada vivienda cuenta con un cuadro de medidor a la entrada, este contiene una válvula de seccionamiento. La línea de alimentación es de 5 pulgadas, teniendo en cada una los medidores de agua correspondientes, de la alimentación principal sube a la azotea donde se encuentra la válvula eliminadora de aire.

El procedimiento constructivo de la red de agua potable se detalla a continuación:

- 1 Se realizó el trazo y la nivelación topográfica del terreno, marcando referencias, ejes para vialidades y la red de distribución de agua potable, la cual corre por la vialidad principal del lado derecho.
- 2 Se excavan las cepas de acuerdo a las dimensiones necesarias para alojar los diámetros de las tuberías correspondientes. Para la realización de los trabajos de excavación se utilizarán zanjadoras, retroexcavadoras y en algunos casos en forma manual (pico y pala). Las dimensiones de las zanjas serán de 1 x 0.6 m de ancho. En los extremos de las tuberías se dejó una preparación (concha) para facilitar las maniobras de instalación en las uniones, válvulas y sellos de tubería.
- 3 Antes de tender las tuberías se coloca una plantilla de arena de 10 cm de espesor (cama) donde descansa la tubería, se cuidará que la tubería y piezas especiales se coloquen en la zanja con cuidado para no dañar la tubería, en los tramos en los que se tenga que quedar inconcluso el tendido de la tubería se deberá verificar que estos extremos queden perfectamente taponados; se deberá tomar en cuenta la preparación de atraques necesarios para los cambios de diámetro y de dirección de la tubería.
- 4 Se conectarán las tomas domiciliarias, en los frentes de cada predio, de 13 mm de diámetro (1/2 pulgada).
  - Las pruebas de presión en las tuberías se realizan para aquellas que se encuentren en condiciones de máxima hermeticidad; para lo cual se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:
  - Óptimo manejo en el transporte y descarga de las tuberías.
  - Correcto almacenaje en la obra
  - Preparación adecuada en la zanja, de acuerdo con las especificaciones antes mencionadas
  - Correcta colocación de las gomas en las juntas
  - Relleno y compactación correctamente ejecutadas.
  - Atraques adecuados.
  - Llenado de agua y la expulsión del aire perfectamente efectuados.
  - Cualquier tubo puede fallar si su instalación es deficiente.
  - Las tuberías deberán quedar perfectamente asentadas en el fondo de la zanja para evitar flexiones.
  - El equipo de prueba consiste en una bomba de embolo accionada con motor de combustión o a mano, provista de válvulas de retención y manómetro; posteriormente hay que bombear lentamente y observar el manómetro que indicará si la presión permanece constante con lo que comprobamos que no hay fugas en las tuberías.
- 5 Se construyen atraques de concreto en todos los cambios de dirección.
- 6 Se construyen cajas de válvulas forjadas con registros.
- 7 Los rellenos de las zanjas y cepas donde se aloja la tubería se realizan con material mismo de la excavación eliminando las partículas mayores

de 3 cm que pudiera tener. Para descansar la tubería se construye un encarnado de 10 cm de espesor, después se coloca la tubería y se van rellenando los costados en capas de 10 cm humedeciendo y compactando; al llegar al lomo de la tubería se continúa con éste procedimiento en capas de 20 cm hasta el nivel de la superficie del terreno (según proyecto).

- 8 El diseño de las conexiones en las uniones de las tuberías de la red primaria con las secundarias, los cambios de dirección y de diámetro, las uniones llamadas conexiones o cruceros de tuberías de diferente material y diámetro eterno, así como las terminales de los conductos, se diseñan por medio de piezas especiales.

#### 2.3.4 Cálculo de la cisterna

De acuerdo con el artículo 150 del RCDF se cuenta con cisternas calculadas para almacenar dos veces el máximo consumo probable diario de agua potable, más la reserva de un día y equipadas con sistema de bombeo. Las cisternas serán de concreto y están diseñadas estructuralmente con muros de concreto de 20 cm de espesor, armados a doble parrilla de acero del número 3 @ 20 cm en ambos sentidos, con una losa de fondo armada con doble parrilla de 20 cm de espesor y contiene muros divisorios de carga intermedios formando celdas, unidas por ventanas y tienen una losa tapa de 13 cm de espesor con una parrilla de acero del número 3 @ 15 cm, en el claro corto 18 cm. Cada cisterna cuenta con un cárcamo o foso en el fondo donde se realiza la succión con el fin de utilizar el total del agua.

La cisterna se calcula considerando las dotaciones marcadas por el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero, la capacidad de la cisterna es la siguiente:

De los datos anteriores

$$Vmd = \frac{Vma}{365} = \frac{124300.75}{365} = 340.55 \text{ m}^3/\text{día}$$

Más un día de almacenamiento 340.55 m<sup>3</sup>/día, da un total de 681.1 m<sup>3</sup>/día, lo que será el volumen de almacenamiento de la cisterna.

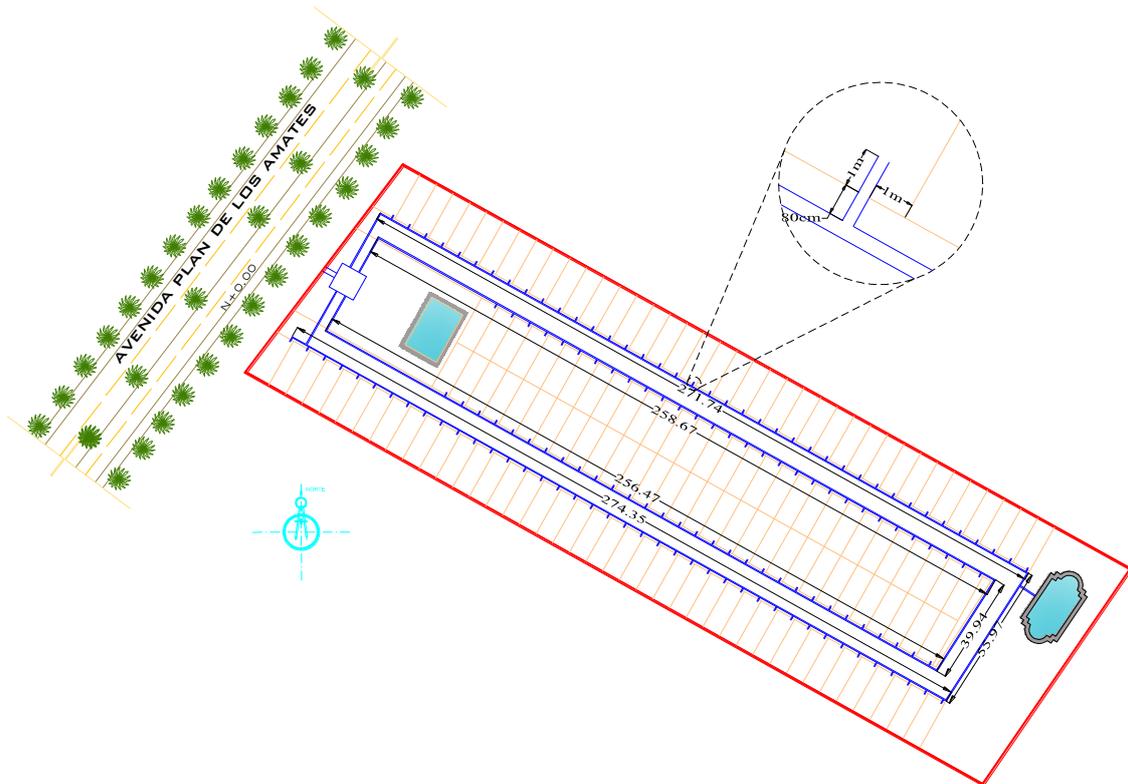


Figura 2.8 Red general de agua potable del desarrollo inmobiliario

### 2.3.5 Características del equipo hidroneumático

Se utilizará un sistema hidroneumático triplex para todo el conjunto inmobiliario, está compuesto por tres bombas, que manejan un gasto de 150 a 300 gpm, un tanque hidroneumático, un sistema de carga de aire, un tablero de fuerza de control y diversos accesorios.

El control realiza las siguientes funciones: opera dos bombas y la tercera la alterna por tiempo, cuenta con alarma de bajo nivel de la cisterna para la protección de las bombas. El diseño del equipo se realizó en función de la carga dinámica al 100 % y el gasto al 50 % para cada bomba. Cuando operan dos bombas se tiene el 100 % del gasto y la tercera bomba esta en reserva para utilizarla en caso de emergencia.

## 2.4 Instalaciones sanitarias para aguas negras

Las instalaciones sanitarias tienen por objeto retirar las aguas negras y pluviales, de las construcciones en forma segura, aunque no necesariamente económica, además de establecer obturaciones o trampas hidráulicas, para evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las

materias orgánicas, salgan por donde se usan los muebles sanitarios o por las coladeras en general.

Las instalaciones sanitarias deben proyectarse y construirse, procurando sacar el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados, e instalarse en forma lo más práctica posible, previendo un mínimo mantenimiento, el cual consistirá en dar limpieza periódica requerida a través de los registros en condiciones normales de funcionamiento.

Lo anterior quiere decir, que independientemente de que se proyecten y construyan las instalaciones sanitarias en forma práctica y en ocasiones hasta cierto punto económico, no debe olvidarse de cumplir con las necesidades higiénicas, la eficiencia y funcionalidad sean las requeridas en las construcciones actuales.

Planeadas y ejecutadas con estricto apego a lo establecido en los Códigos y Reglamentos Sanitarios, que son los que determinan los requisitos mínimos que deben cumplirse para garantizar el funcionamiento de las instalaciones particulares, que redundan en óptimo servicio de las redes de drenaje general. A pesar de que en forma universal, a las aguas evacuadas se les conoce como aguas negras, suele denominárseles como aguas residuales, por la gran cantidad y variedad de residuos que arrastran, o también se les puede llamar y con toda propiedad como aguas servidas, porque se desechan después de aprovecharse en un determinado servicio.

Los conductos que integran el sistema de alcantarillado son:

- a) Atarjeas: Son los conductos de menor diámetro en la red, reciben directamente las aguas residuales domiciliarias; dentro de los predios urbanos reciben el nombre de albañal y su diámetro mínimo es de 20 centímetros.
- b) Subcolectores: Tuberías que captan las aguas recolectadas por las atarjeas; generalmente son de mayor diámetro que las atarjeas, sin embargo en un principio pueden tener el mismo diámetro.
- c) Colectores: Sistemas que captan el agua de los subcolectores y de las atarjeas por lo que son de mayor diámetro que estos.
- d) Emisor: Es el conducto al cual ya no se conectan descargas de aguas residuales, ni pluviales, y tiene como objetivo el conducir los volúmenes de agua captados por todo el sistema de tuberías que integra la red de alcantarillado hasta el lugar donde se tratarán o se verterán las aguas residuales.

Las obras que integran el sistema de alcantarillado de este conjunto inmobiliario son:

Obras de captación: su finalidad es conducir las aguas residuales de las fuentes de emisión.

Obras de conducción: es la red de drenaje principal su finalidad es conducir las aguas residuales a los cárcamos de bombeo.

Obras de descarga final: su función es disponer las aguas residuales.

El desarrollo inmobiliario se encuentra en una zona plana, el desalojo de la red principal será por gravedad. El diseño del sistema se basará en unidades de desagüe teniendo como restricción una velocidad mínima de 0.6 m/s y una máxima de 3 m/s. El desalojo de la red es con un diámetro mínimo de 30 cm. En esta sección se presenta el cálculo de la red del desarrollo inmobiliario.

#### 2.4.1 Diseño y cálculo de la red de alcantarillado

El sistema de alcantarillado es de tipo peine que permite realizar las descargas rápidas de las atarjeas a los subcolectores, en la figura 2.9 se observa la red sanitaria del condominio, con el fin de conducir el agua residual por un sistema de tuberías hasta descargar en una planta de tratamiento designada por el Ayuntamiento de Acapulco para posteriormente descargar al canal existente.

El cálculo de la red de alcantarillado tiene por objeto determinar el diámetro de las atarjeas y de los colectores para que el agua residual tenga las velocidades recomendables que están en función de las pendientes de la tubería. Para efectuar los cálculos se debe realizar previamente el trazo de la red, con la numeración de los pozos con objeto de hacer referencia a cualquier tramo comprendido entre ellos. Los datos para la elaboración del proyecto fueron definidos de las recomendaciones de las normas técnicas de diseño.

Número de viviendas en el fraccionamiento	139 viviendas
Densidad de población	7 habitantes/vivienda

La población total se obtiene al multiplicar el número de viviendas que comprende el fraccionamiento por la densidad de población:

Población total (Pt)= 139 viviendas x 7 habitantes/vivienda = 973 habitantes. La dotación de agua potable es de 350 litros/habitante/día.

Para el diseño del sistema de alcantarillado del fraccionamiento se toma en cuenta que está integrado por 139 viviendas, con una densidad de población de 7 habitantes por vivienda, lo que arroja un total de 973 habitantes. La

longitud total de la red es de 551.53 m, las velocidades de escurrimiento permisibles de las aguas residuales, lo define la pendiente que debe tener la plantilla para que el sistema funcione con eficiencia, ya que de esta depende la capacidad de evacuación de las aguas residuales y de las dimensiones que presente la tubería para el desalojo de dichas aguas. La pendiente mínima. Es aquella que produce una velocidad de 0.6 m/s a tubo lleno. Y la pendiente máxima es la que produce una velocidad de 3 m/s a tubo lleno. Las ecuaciones utilizadas son las de Mannig y las de Harmon. Para el cálculo del drenaje sanitario se considera un sistema por gravedad con descarga al colector principal y una aportación de agua de 280 litros por habitante.

Es decir:

$$\text{Aportación} = 0.80 * (\text{Dotación} = 350 \text{ l/s}) = 280 \text{ l/s}$$

$$\text{Gasto medio (Qm)} = (\text{Aportación} * \text{Población})/86400$$

$$Qm = (280 * 973 \text{ hab})/86400 = 3.15 \text{ l/s}$$

$$\text{Gasto Mínimo} = Qm/2 = 1.57 \text{ l/s}$$

El gasto máximo es el resultado de multiplicar el gasto medio total por un coeficiente conocido como "Coeficiente de Harmon", el cual es un coeficiente de variación instantánea y trata de cubrir la variabilidad en las aportaciones por descargas domiciliarias durante el año y el día.

$$\text{Coeficiente de Harmon: } (\mu) = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{0.3}} = 4.0$$

Donde P es la población en miles de habitantes. Por norma el coeficiente de Harmon se aplica en tramos que tienen más de 1000 habitantes, en caso contrario se considera constante e igual a 3.8.

$$\text{Gasto hidráulico máximo} = Qm * \mu.$$

Entonces:

$$Q_{\max} = 3.15 * 3.8 = 11.98 \text{ l/s}$$

El gasto máximo extraordinario es el resultado de multiplicar el gasto máximo total por un coeficiente de prevención, el cual trata de cubrir la variación extraordinaria que pueda presentarse en las descargas. Para el diseño en el fraccionamiento este coeficiente tiene un valor de 1.50, por lo que el gasto hidráulico máximo extraordinario

$$(Q_{\max \text{ ext}}) = 11.98 * 1.5 = 17.97 \text{ l/s}$$

El cálculo de la red se realizó empleando la ecuación de Manning, revisando que las velocidades reales que se presentan con el gasto calculado para cada

tramo en estudio, este dentro del rango permisible para la pendiente y el diámetro propuesto. Para efectuar los cálculos se requirió tener previamente el trazo de la red, con la numeración de los pozos con el objeto de hacer referencia a cualquier tramo comprendido entre ellos, por facilidad de manejo y comprensión se presentan los datos en forma tabular, tanto los datos como los resultados. El cálculo de la red tiene por objeto determinar el diámetro de las tuberías que conducen las aguas negras a los cárcamos de bombeo. El procedimiento del cálculo de la red de alcantarillado se presenta en la tabla 2.11.

Tramo	Longitudes			Densidad	Población	Fórmula del coeficiente de Harmon	Coeficiente de Harmon*	Gastos						
	Propia	Tributaria	Acumulada					Infiltración	Medio	Minimo	Medio**	Minimo**	Máximo instantáneo	Máximo extraordinario
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	23.91	0.00	23.91	1.71	40.89	4.3316	3.8000	0.00	0.1363	0.0681	1.5	1.5	5.7	0.00855
2-3	50.00	23.91	73.91	1.71	126.39	4.2143	3.8000	0.00	0.4213	0.2106	1.5	1.5	5.7	0.00855
3-4	50.00	73.91	123.91	1.71	211.89	4.1388	3.8000	0.00	0.7063	0.3531	1.5	1.5	5.7	0.00855
4-5	50.00	123.91	173.91	1.71	297.39	4.0801	3.8000	0.00	0.9913	0.4956	1.5	1.5	5.7	0.00855
5-6	50.00	173.91	223.91	1.71	382.89	4.0311	3.8000	0.00	1.2763	0.6381	1.5	1.5	5.7	0.00855
6-7	50.00	223.91	273.91	1.71	468.39	3.9887	3.8000	0.00	1.5613	0.7806	1.5	1.5	5.7	0.00855

Cotas del terreno		Pendiente del terreno	Pendiente de plantilla***	Relación	Diámetro teórico (m)	Diámetro comercial*** (m)	Condición de tubo lleno		Q <sub>máxext</sub> /Q <sub>TLL</sub>	Q <sub>min</sub> /Q <sub>TLL</sub>	V <sub>máx</sub> /V <sub>TLL</sub>	V <sub>min</sub> /V <sub>TLL</sub>
Inicial	Final						V <sub>TLL</sub>	Q <sub>TLL</sub>				
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
3.49	3.47	0.84	0.004	0.005624	0.1433	0.20	0.6603	20.7436	0.4122	0.0723	0.94	0.58
3.47	3.46	0.20	0.004	0.005624	0.1433	0.20	0.6603	20.7436	0.4122	0.0723	1.02	0.6
3.46	3.45	0.20	0.004	0.005624	0.1433	0.20	0.6603	20.7436	0.4122	0.0723	1.12	0.68
3.46	3.25	4.20	0.005	0.005030	0.1374	0.20	0.7382	23.1920	0.3687	0.0647	0.91	0.48
3.25	3.03	4.40	0.005	0.005030	0.1374	0.20	0.7382	23.1920	0.3687	0.0647	0.91	0.48
3.47	3.03	8.80	0.012	0.003247	0.1166	0.20	1.1437	35.9289	0.2380	0.0417	0.78	0.46

Velocidades de trabajo		Cotas de plantilla		Ancho de Zanja	Profundidad		Volumenes			Observaciones
V <sub>máx</sub>	V <sub>min</sub>	Inicial *****	Final		Pozo	Media	Excavación	Plantilla	Relleno	
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
0.6207	0.3830	2.49	2.39	0.65	1.08	1.038	16.13	1.55	13.82	
0.6735	0.3962	2.47	2.27	0.65	1.19	1.095	35.59	3.25	30.77	
0.7395	0.4490	2.44	2.24	0.65	1.21	1.115	36.24	3.25	31.42	
0.6718	0.3543	2.44	2.19	0.65	1.06	1.040	33.80	3.25	28.98	
0.6718	0.3543	2.2	1.95	0.65	1.08	1.065	34.61	3.25	29.79	
0.8920	0.5261	2.47	1.87	0.65	1.16	1.080	35.10	3.25	30.28	

Tabla 2.11 Cálculo de la red de alcantarillado



## Capítulo 3

# INGENIERÍA DEL PROTOTIPO DE LA VIVIENDA

## CAPÍTULO 3

### INGENIERÍA DEL PROTOTIPO DE LA VIVIENDA

La vivienda es un eje fundamental de la familia, pues configura el camino para el acceso a otros satisfactores sociales, tanto por su localización como por sus características físicas. La propia vivienda incide en la salud, al mismo tiempo que permite que en ella se desarrollen actividades económicas para mejorar el ingreso familiar.

La vivienda es el espacio construido para el desarrollo del núcleo familiar, es un bien patrimonial por excelencia, duradero, que al poseerse genera un sentimiento de arraigo y seguridad. La vivienda es para la mayor parte de la población su bien más costoso; por lo que se recurre a procesos paulatinos de construcción y a créditos a largo plazo.

La ingeniería de detalle tiene como objetivo diseñar de manera eficiente, funcional y segura la estructura de la casa prototipo del desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas”; tomando en consideración los aspectos arquitectónicos, el diseño estructural, las instalaciones sanitarias, eléctricas y otros servicios.

#### 3.1 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico es un proceso que empieza por identificar las necesidades o requerimientos de los futuros usuarios. El segundo paso es conceptualizar una solución: esbozos, apuntes, dibujos, maquetas y el tercer paso es el desarrollo del proyecto a nivel de diseño en planos arquitectónicos.

El diseño arquitectónico también provee de estructuras y formas decorativas: diseño de muebles, diseño interior etcétera. El diseño arquitectónico definió para la construcción de la casa prototipo lotes de terreno con una superficie de 131.25 m<sup>2</sup>, 7 de frente por 18.75 m de largo. La distribución de espacios se muestra en el plano 3.1 plantas, fachadas y acabados.

La superficie construida será de 70.21 m<sup>2</sup> en dos niveles, planta baja y planta alta, en la planta baja se tendrá: estacionamiento, jardín, vestíbulo, estancia, comedor, cocina, escaleras, patio de servicio, medio baño y cisterna. En la



Para el análisis, diseño de la estructura de la casa prototipo y su cimentación se consideraron los parámetros y lineamientos establecidos actualmente en el Reglamento de Construcciones del Estado de Guerrero, además de la información proporcionada en el estudio geotécnico, elaborado específicamente para el proyecto del desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas”, para el establecimiento de especificaciones en el diseño de la cimentación. Una vez contempladas todas las bases de diseño, se buscó que el inmueble ofreciera un óptimo desempeño desde un punto de vista estructural.

### 3.2.1 Estructuración de la casa prototipo

El diseño determina la forma global de la estructura de la casa prototipo, los materiales con los que se va a construir, el arreglo de los elementos estructurales así como la definición de sus dimensiones preliminares, las cuales serán revisadas posteriormente como parte del proceso del diseño estructural.

La estructuración de la casa se hará mediante muros de mampostería confinados desplantados sobre una losa de cimentación, los sistemas de piso serán de losas macizas de concreto armado.

Los materiales estructurales serán de concreto en losas y columnas: se utilizará concreto clase I; con peso volumétrico en estado fresco mínimo de 2.2 t/m<sup>3</sup> y la resistencia especificada del concreto será de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ . Para castillos, trabes y dalas se usará concreto  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y para plantillas se usará concreto  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ . El acero de refuerzo que se utilizará será un acero con  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ . En castillos se utilizará alambroón como estribo, con un  $f_y = 2,500 \text{ kg/cm}^2$ . Se utilizará mortero tipo I, con una resistencia nominal en compresión de  $f_j^* = 125 \text{ kg/cm}^2$ .

En las piezas de mampostería: se utilizará tabique de barro recocido con un peso volumétrico neto mínimo en estado seco de 1300 kg/m<sup>3</sup>. La resistencia de diseño a compresión de muretes debe ser de al menos  $f^*m = 60 \text{ kg/cm}^2$  sobre el área bruta. La resistencia a la compresión diagonal de muretes se obtendrá mediante la fórmula para tal fin o se tomará el valor dado por la tabla de la sección 2.8.5 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería, el cual es de esfuerzo cortante de diseño  $V^*m = 3.50 \text{ kg/cm}^2$  sobre el área bruta.

### 3.2.2 Análisis estructural

En esta etapa de análisis se realiza la determinación de la respuesta estructural, es decir, los efectos que las acciones de diseño producen sobre la estructura. Estos efectos se describen en términos de fuerzas internas,

esfuerzos, deformaciones y desplazamientos. Para determinar la respuesta de la estructura es necesario desarrollar su modelo matemático, el cual es una representación idealizada de la estructura real para el propósito de análisis.

### 3.2.2.1 Acciones de diseño

Según el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), del año 2004, para el análisis estructural se consideran tres categorías de acciones, de acuerdo a la duración en que obra sobre la estructura con su intensidad máxima:

Las acciones permanentes incluyen la carga muerta, el empuje estático de suelos y líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco en el tiempo como los debidos a presfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

Las acciones variables: la carga viva, los efectos de la temperatura, las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado.

Las acciones accidentales: las acciones sísmicas, los efectos del viento, las cargas de granizos, los efectos de explosiones, los efectos de incendios y cualquier otro fenómeno que pueda presentarse en forma extraordinaria.

El análisis estructural de la vivienda del desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas” tomará el efecto de las cargas muertas, las cargas vivas y del sismo, considerados como los de mayor incidencia en este tipo de construcciones; sobre todo este último ya que el predio se encuentra en una zona sísmica de alta intensidad.

La carga muerta es el conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso propio de la estructura y el de los elementos no estructurales como los muros divisorios, los revestimientos, pisos, muros interiores, fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan de forma continua sobre la estructura.

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta. Entonces, la carga viva incluye; las cargas debidas a muebles, mercancías, equipos y personas.

El sismo considera las fuerzas sísmicas, variables en el tiempo, generadas por las ondas sísmicas al incidir en la cimentación de la estructura.

La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones: acciones permanentes y acciones variables

### 3.2.2.2 Cargas unitarias de diseño

Determinación de la carga muerta unitaria de distintos elementos de la vivienda del desarrollo habitacional residencial “Las Gaviotas”:

En las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 se considera lo dispuesto, para cargas muertas, por las NTC sobre criterios y acciones para diseño estructural de las edificaciones. En la tabla 3.5 se pueden obtener los valores correspondientes de la carga viva al diseño de la vivienda en estudio. En esta tabla no se transcribieron las observaciones indicadas en la columna cinco de la misma.

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMÉTRICO	CARGA
	m	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Impermeabilizante	-	-	5.00
Enladrillado	0.02	1,650.00	33.00
Mortero	0.03	2,000.00	60.00
Relleno de tezontle	0.08	1,550.00	124.00
Losa	0.10	2,400.00	240.00
Yeso	0.015	1,500.00	22.50
Carga muerta adicional*	-	-	40.00
		SUMA	524.50

\*5.1.2 De las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para Diseño Estructural de las Edificaciones

Tabla 3.1 Carga muerta unitaria en losa de azotea

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMÉTRICO	PESO
	m	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Loseta de cerámica	-	-	25.00
Pegazulejo	0.015	2,000.00	30.00
Losa	0.10	2,400.00	240.00
Yeso	0.015	1,500.00	22.50
Carga muerta adicional*	-	-	40.00
		SUMA	357.50

\*5.1.2 De las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para Diseño Estructural de las Edificaciones

Tabla 3.2 Carga muerta unitaria en losa de entrepiso

Muros:

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMÉTRICO	PESO
	m	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Azulejo	0.008	1,800.00	25.00
Mortero	0.020	2,100.00	42.00
Tabique	0.12	1,600.00	192.00
Mortero	0.020	2,100.00	42.00
Pasta texturizada	0.006	1,600.00	9.60
		SUMA	310.60

Tabla 3.3 Carga muerta unitaria en muro tipo

Escalera:

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMÉTRICO	PESO
	m	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Losa	0.100	2,400.00	240.00
Plafón de yeso	0.015	1,500.00	22.50
Escalones de tabique	0.090	1,500.00	135.00
Loseta de cerámica	-	-	25.00
Pegazulejo	0.015	2,000.00	30.00
Carga muerta adicional*	-	-	40.00
			492.50

Tabla 3.4 Carga muerta unitaria en escalera

Losa de azotea:

Objetivo	Carga Muerta	Carga Viva	Suma
Carga para Diseño Estructural	524.50	100	624.50 kg/m <sup>2</sup>
Carga para Diseño Sísmico	524.50	70	594.50 kg/m <sup>2</sup>

Tabla 3.6 Resumen de carga en losa de azotea

DESTINO DE PISO O CUBIERTA	W	Wa	Wm
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Habitación (Casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.70	0.90	1.70
	70.00	90.00	170.00
Oficinas, despachos y laboratorios	1.00	1.80	2.50
	100.00	180.00	250.00
Aulas	1.00	1.80	2.50
	100.00	180.00	250.00
Comunicación para peatones (pasillo, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.40	1.50	3.50
	40.00	150.00	350.00
Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.40	3.50	4.50
	40.00	350.00	450.00
Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.40	3.50	4.50
	40.00	350.00	450.00
Comercios fábricas y bodegas	0.8 Wm	0.9 Wm	Wm
Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15	0.70	1.00
	15.00	70.00	100.00
Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otra cubiertas cualquier pendiente	0.05	0.20	0.40
	5.00	20.00	40.00
Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15	0.70	3.00
	15.00	70.00	300.00
Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.40	1.00	2.50
	40.00	100.00	250.00

Tabla 3.5 Cargas vivas establecidas por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

Losa de entrepiso:

Objetivo	Carga Muerta	Carga Viva	Suma
Carga para Diseño Estructural	357.50	170	527.50 kg/m <sup>2</sup>
Carga para Diseño Sísmico	357.50	90	447.50 kg/m <sup>2</sup>

Tabla 3.7 Resumen de carga en losa de entrepiso

Escalera:

Objetivo	Carga Muerta	Carga Viva	Suma
Carga para Diseño Estructural	492.50	170	662.50 kg/m <sup>2</sup>
Carga para Diseño Sísmico	492.50	90	582.50 kg/m <sup>2</sup>

Tabla 3.8 Resumen de carga en escalera

### 3.2.2.3 Diseño de losas

Para el análisis de losas existen varios métodos como son: el de la teoría de la elasticidad, de elementos finitos, de diferencias finitas, etc. El método de análisis de losas más empleado en la práctica consiste en el uso de tablas de coeficientes de momentos, obtenidas mediante alguno de los métodos más refinado como los mencionados anteriormente, a éste se le conoce como método aproximado de Marcus o de las Rigideces Relativas. La tabla 3.9 es la tabla correspondiente en las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

#### Losa de planta alta

La figura 3.4 muestra la división de tableros y se determina el peralte mínimo, este se obtiene del tablero crítico, como puede observarse en este caso, es el tablero II. Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF indican en la sección 6.3.3.5 que, cuando sea aplicable la tabla 3.9 podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre 250 para concreto clase I y 170 para concreto clase 2. En este cálculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará 50 % si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella, y 25 % cuando lo sean. En losas alargadas no es necesario tomar un peralte mayor que el que corresponde a un tablero con  $a_2 = 2a_1$ .

Entonces:

$$\text{Perímetro del tablero II} = 15.70 + (4.7 + 3.15) 0.25 = 17.66 \text{ m}$$

$$\text{Peralte efectivo; } d = 1,766 / 250 = 7.06 \text{ cm}$$

Lo anterior está limitado a:

$$f_s = 2,520 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } w \leq 380 \text{ kg/m}^2$$

Para otras combinaciones de  $f_s$  y  $w$ , el peralte efectivo mínimo se obtendrá multiplicando el valor obtenido por siguiente expresión:

$$0.032^4 \sqrt{f_s w}$$

En esta expresión  $f_s$  es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, y  $w$  es la carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio. ( $f_s$  puede suponerse igual a  $0.6 f_y$ ,  $f_s$  y  $w$  en  $\text{kg/cm}^2$  y  $\text{kg/m}^2$ , respectivamente).

$$0.032^4 \sqrt{4200 \times 0.6 \times 624.50} = 1.13$$

Peralte efectivo mínimo;  $d_{\min} = 7.06 \times 1.13 = 7.98 \text{ cm}$

Por lo tanto,  $h = 10 \text{ cm}$ .

Una vez determinado el peralte, se procede a calcular los momentos flexionantes últimos por unidad de ancho con la ayuda de la tabla 3.9. Los coeficientes de dicha tabla multiplicados por  $W_u a_1^2 10^{-4}$ , nos dan los momentos (en  $\text{kg-m/m}$ ).

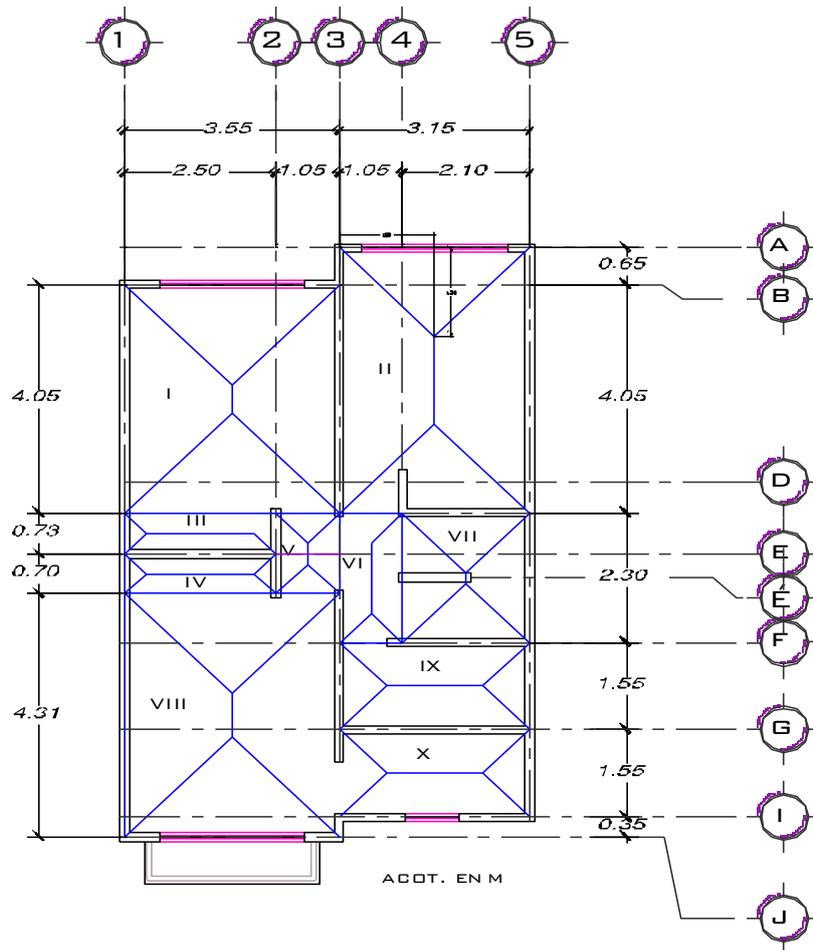


Figura 3.4 Tableros de losa de planta alta

Las tablas 3.10 y 3.11 presentan los valores calculados. Definido el peralte y los momentos actuantes, se propone una cantidad mínima de acero para la sección.

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I <sup>2</sup>	II <sup>3</sup>	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Neg. en	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Neg. en	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Positivo	corto	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		largo	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
De borde Un lado largo discontinuo	Neg. en	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Positivo	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Neg. en	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Positivo	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
Extremo Tres bordes discontinuos un lado largo continuo	Neg. en	corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
		largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
	Positivo	corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
		largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540
Extremo Tres bordes discontinuos un lado corto continuo	Neg. en	corto	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
		largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
	Positivo	corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520
		largo	200	250	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540
Aislado Cuatro lados discontinuos	Neg. en	corto	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
	Positivo	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830
		largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830

1 Para las franjas extremas multiplíquense los coeficientes por 0.60.

2 Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

3 Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Tabla 3.9 Coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales

Tablero	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> /a <sub>2</sub>	W <sub>u</sub>	a <sub>1</sub> <sup>2</sup>	W <sub>u</sub> a <sub>1</sub> <sup>2</sup> 10 <sup>-4</sup>	Negativo lado corto continuo	Negativo lado largo continuo	Negativo lado corto discontinuo
I	3.55	4.05	0.88	874.30	12.60	1.1018	371	360	219
II	3.15	4.70	0.67	874.30	9.92	0.8675	471	429	277
III	0.73	2.50	0.29	874.30	0.53	0.0466	568	409	0
IV	0.70	2.50	0.28	874.30	0.49	0.0428	568	409	0
V	1.05	1.44	0.73	874.30	1.10	0.0964	432	371	0
VI	1.05	2.30	0.46	874.30	1.10	0.0964	553	409	0
VII	2.10	2.30	0.91	874.30	4.41	0.3856	346	317	219
VIII	3.55	4.31	0.82	874.30	12.60	1.1018	419	394	250
IX	1.55	3.15	0.49	874.30	2.40	0.2101	568	409	
X	1.55	3.15	0.49	874.30	2.40	0.2101	598	475	362

Tabla 3.10 Momentos de tableros de losa de planta alta

Negativo lado largo discontinuo	Positivo lado corto	Positivo lado largo	Momentos (kg-m/m)					
206	176	138	408.78	396.66	241.30	226.98	193.92	152.05
236	259	142	408.60	372.17	240.30	204.74	224.69	123.19
258	329	142	26.46	19.06	0.00	12.02	15.33	6.62
258	329	142	24.33	17.52	0.00	11.05	14.09	6.08
0	228	130	41.64	35.76	0.00	0.00	21.98	12.53
0	312	139	53.30	39.42	0.00	0.00	30.07	13.40
0	164	134	133.41	122.22	84.44	0.00	63.23	51.67
222	216	140	461.67	434.12	275.46	244.61	238.00	154.26
258	329	142	119.31	85.91	0.00	54.19	69.11	29.83
258	358	152	125.61	99.77	76.04	54.19	75.20	31.93

Tabla 3.10 (continuación) Momentos de tableros de losa de planta alta

Tablero	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> /a <sub>2</sub>	W <sub>u</sub>	a <sub>1</sub> <sup>2</sup>	W <sub>u</sub> a <sub>1</sub> <sup>2</sup> 10 <sup>-4</sup>	Negativo lado corto continuo	Negativo lado largo continuo	Negativo lado corto discontinuo
I	1.40	3.55	0.39	738.50	1.96	0.145	598	475	362
II	1.40	3.15	0.44	738.50	1.96	0.145	598	475	362
III	3.38	3.55	0.95	738.50	11.42	0.844	357	326	
IV	3.15	3.38	0.93	738.50	9.92	0.733	371	360	219
V	3.55	4.42	0.80	738.50	12.60	0.931	397	379	250
VI	1.15	1.90	0.61	738.50	1.32	0.098	0	0	530
VII	1.25	3.12	0.40	738.50	1.56	0.115	553	409	0
VIII	1.15	1.90	0.61	738.50	1.32	0.098	0	0	530
IX	1.55	1.90	0.82	738.50	2.40	0.177	419	394	250
X	1.30	3.15	0.41	738.50	1.69	0.125	598	475	362
XI	0.60	3.55	0.17	738.50	0.36	0.027	1,060	0	0

Tabla 3.11 Momentos de tableros de losa de planta baja

Tabla 3.11 (continuación) Momentos de tableros de losa de planta baja

Negativo lado largo discontinuo	Positivo lado corto	Positivo lado largo	Momentos (kg-m/m)					
258	358	152	86.56	68.75	52.40	37.34	51.82	22.00
258	358	152	86.56	68.75	52.40	37.34	51.82	22.00
206	167	129	301.20	275.04	0.00	173.80	140.90	108.84
206	176	138	271.86	263.80	160.48	150.95	128.97	101.12
0	202	135	369.49	352.73	232.67	0.00	188.00	125.64
330	800	500	0.00	0.00	51.76	32.23	78.13	48.83
0	312	139	63.81	47.19	0.00	0.00	36.00	16.04
330	800	500	0.00	0.00	51.76	32.23	78.13	48.83
222	216	140	74.34	69.91	44.36	39.39	38.32	24.84
258	358	152	74.63	59.28	45.18	32.20	44.68	18.97
326	751	191	28.18	0.00	0.00	8.67	19.97	5.08

Acero mínimo por cambio volumétrico (efecto de la temperatura).

Según las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF en el subíndice 5.7 indican que en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, el área de refuerzo que se suministre no será menor que:

$$a_{s1} = \frac{660x_1}{f_y(x_1 + 100)}$$

$a_{s1}$  Es el área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza,  $\text{cm}^2/\text{cm}$ , el ancho mencionado se mide perpendicularmente a dicha dirección y a  $x_1$ ; y

$x_1$  Dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo, cm.

Si  $x_1$  no excede de 15 cm, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si es mayor de 15 cm, el refuerzo se colocará en dos capas próximas a las caras del elemento.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no será menor de  $1.5 a_{s1}$ .

Por sencillez, en vez de emplear la fórmula anterior puede suministrarse un refuerzo mínimo con cuantía igual a 0.002 en elementos estructurales protegidos de la intemperie, y 0.003 en los expuestos a ella, o que estén en contacto con el terreno.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 50 cm ni de  $3.5 x_1$ .

Entonces, en el caso de un elemento expuesto a la intemperie, como es el caso de la losa de azotea.

$$A_{s \text{ mín}} = 0.003 bd = 0.003 \times 100 \times 10 = 3.0 \text{ cm}^2$$

Separación por cambio volumétrico; considerando acero del #3

$$S = (a_s/A_{s \text{ mín}}) 100 = (0.71/3.0) 100 = 23.7 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm} \leq 3.5 (10) = 35 \text{ cm (separación máxima)}$$

Con la cantidad de acero definida se procede a revisar la sección por resistencia a flexión.

Momento resistente de la losa (con acero mínimo)

De la sección 2.2.4 de las NTC para Diseño y Construcción del RCDF, se tiene que para una sección rectangular sin acero de compresión el momento resistente está dado por:

$$M_R = F_R b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q)$$

$$\text{ó } M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5q)$$

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

$$q = \frac{p f_y}{f_c''}$$

Donde:

$b$  Ancho de la sección

$d$  Peralte efectivo

$f_c''$  Esfuerzo uniforme de compresión

$A_s$  Área del refuerzo de tensión

Entonces, para este caso se tiene que:

$$A_s = 5(0.71) = 3.55$$

$$p = \frac{3.55}{100(8.5)} = 0.00418$$

$$q = \frac{0.00418(4200)}{170} = 0.103$$

$$M_R = (0.9)(3.55)(4200)(8.5)(1 - 0.5 \times 0.103) = 108,187 \text{ kg} - \text{cm}$$

$M_R = 1,082 \text{ kg} - \text{m}$ ;  $1,082 \text{ kg} - \text{m} > 462 \text{ kg} - \text{m}$ , momento actuante mayor, tabla 3.10.

Para la losa de entrepiso el porcentaje de acero mínimo

$$A_{s \text{ mín}} = 0.002 \text{ bd} = 0.003 \times 100 \times 10 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Separación por cambio volumétrico; considerando acero del # 3

$$S = (a_s / A_{s \text{ mín}}) 100 = (0.71 / 2.0) 100 = 35.5 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.34(0.71) = 2.37$$

$$p = \frac{2.37}{100(8.5)} = 0.0028$$

$$q = \frac{0.0028(4200)}{170} = 0.069$$

$$M_R = (0.9)(2.37)(4200)8.5(1 - 0.5 \times 0.069) = 73,521 \text{ kg} - \text{cm}$$

$M_R = 735 \text{ kg} - \text{m}$ ;  $735 \text{ kg} - \text{m} > 369 \text{ kg} - \text{m}$ , momento actuante mayor, tabla 3.11.

Revisión por cortante

De la sección 6.3.3.6 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, la fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se calcula con la expresión:

$$V = \left[ \frac{a_1}{2} - d \right] \left[ 0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right] W_u$$

En tableros con bordes continuos y discontinuos se incrementará en un 15 %.  
La resistencia de la losa a fuerza cortante, se supondrá igual a:

$$V_R = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c}^*$$

De aquí que, utilizando el tablero más crítico de la losa de azotea, tablero II.

$$V = \left[ \frac{3.15}{2} - 0.085 \right] \left[ 0.95 - 0.5 \frac{3.15}{4.70} \right] 874.30(1.15) = 921 \text{kg}$$

$$V_R = 0.5(0.8)(100)(8)\sqrt{200} = 4,525 \text{kg}$$

$V \leq V_R$ , la losas resistirá el cortante aplicado satisfactoriamente.

Dado el valor del cortante resistente, se deduce que la losa de la planta baja tampoco presentará problema para resistir el cortante actuante.

### 3.2.2.4 Diseño de trabes

Propiedades de los materiales:

$$f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

#### Diseño de T-1

Para el análisis estructural, la viga se idealizará como simplemente apoyada, o pertenece a un marco rígido.

#### Flexión

De las fórmulas de refuerzo mínimo, refuerzo Máximo y momento resistente a flexión para secciones rectangulares sin acero de compresión, indicadas en las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, secciones 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.4 respectivamente, se tiene que:

El porcentaje mínimo de acero es:

$$P_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$P_{\min} = 0.0024$$

Falla balanceada; es aquella que ocurre cuando simultáneamente el acero ha alcanzado su esfuerzo de fluencia y el concreto su deformación máxima de 0.003 en compresión. Al porcentaje de acero que permite que se desarrolle este tipo de falla se le conoce como porcentaje balanceado.

$$p_b = \frac{f'_c}{f_y} \frac{6000\beta_1}{f_y + 6000}$$

$$p_b = 0.016$$

Porcentaje máximo; con el afán de que los elementos se comporten en una forma dúctil y no fallen en forma repentina se recomienda un porcentaje máximo.

$$p_{m\acute{a}x} = 0.75 p_b$$

$$p_{m\acute{a}x} = 0.75 \times 0.16 = 0.012$$

La fórmula para calcular la resistencia de elementos a sujetos flexión es:

$$M_R = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

De aquí

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_u}{F_R f'_c q (1 - 0.5q) (b/d)}}$$

Donde:

$$b/d = 0.4$$

$$F_{\text{carga}} = 1.4$$

$$F_R = 0.9$$

$$f'_c = 0.8 F'_c = 160 \text{ kg/cm}^2$$

$$f''_c = 0.85 f'_c = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_{\text{diseño}} = 0.009$$

$$q = p_{\text{diseño}} (f_y / f''_c) = 0.28$$

$$M_u = (F_{\text{carga}})(M_{\text{máx}}) = 1.4 \times 1,047 = 146,580 \text{ kg-cm}$$

$M_{\text{máx}}$  se obtiene de la figura 3.5 diagramas de momentos y cortantes de trabe T-1

$$d = \sqrt[3]{\frac{146,580}{0.9 \times 136 \times 0.28(1 - 0.5 \times 0.28)(0.4)}} = d = \sqrt[3]{12,433} = 23.17 \text{ cm}$$

De la ecuación anterior se obtiene el peralte efectivo,  $d$ , sería igual a 24 cm y el ancho,  $b$ , de 10 cm; sin embargo, tomamos como peralte efectivo 28 cm y el ancho de 15 cm.

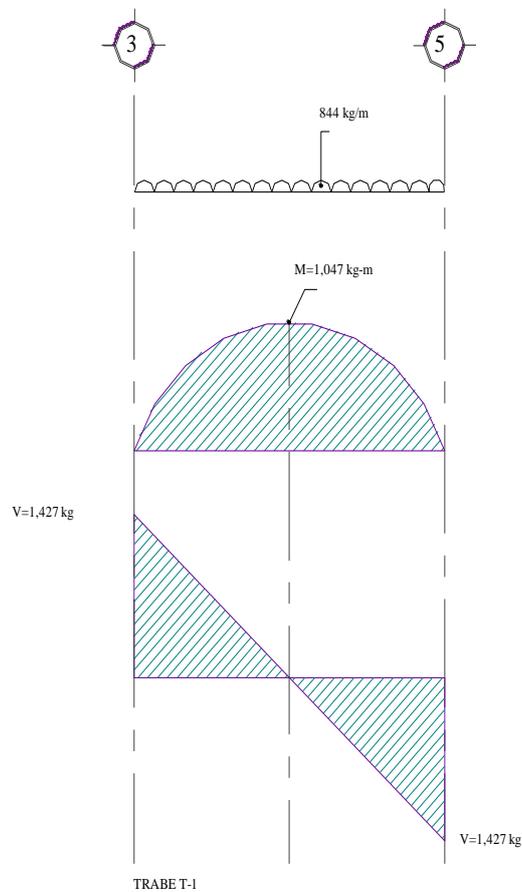


Figura 3.5 Diagramas de momentos y cortantes de trabe t-1

Para calcular el área de acero necesaria se parte de la relación  $M_u/bd^2$ , y se hace uso de las tablas a.9 del Anexo A, que proporcionan los porcentajes de acero para estas condiciones. En este caso:

$$M_u/bd^2 = 146,580/(28)^2(15) = 12.46$$

$$P = 0.0036, \text{ por lo que}$$

$$A_s = P (bd) = 1.51\text{cm}^2$$

Si se colocarán barras del # 3, las cuales tienen un área de  $0.71 \text{ cm}^2$ , se utilizarían tres piezas en la zona de tensión. Sin embargo, como hemos explicado anteriormente las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, establecen en su sección 2.2.1 que el área mínima de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, no sea menor que:

$$A_{s,\text{mín}} = \frac{0.7\sqrt{f_c'}}{f_y}(bd)$$

$$A_{s,\text{mín}} = 1.41\text{cm}^2$$

Lo anterior indica que, con las tres varillas del # 3 se estaría cumpliendo con el requisito de acero mínimo. Más sin embargo, en su sección 6.1.1, las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto indican que el área de acero en cada lecho de vigas no será menor que lo considerado en la fórmula de  $A_{s,\text{mín}}$  pero que al menos constará de dos barras corridas de 1.27 cm de diámetro (número 4). Se colocarán dos barras del # 4 en ambos lechos.

### Cortante

En vigas sin presfuerzo, con relación claro a peralte total,  $L/h$ , no menor que 5, la fuerza cortante que toma el concreto,  $V_{CR}$  se calcula con el criterio siguiente:

$$\text{Si } p \leq 0.015$$

$$V_{CR} = F_R bd(0.2 + 20p)\sqrt{f_c'}$$

$$\text{Si } p \geq 0.015$$

$$V_{CR} = 0.5F_R bd\sqrt{f_c'}$$

$L/h = 315/30 = 10.5$ ;  $10.5 > 5$ , se pueden utilizar las fórmulas anteriores.

En las fórmulas todos los parámetros han sido definidos con anterioridad a excepción del factor de resistencia  $F_R$ , que ahora tomará el valor de 0.8 y el porcentaje de acero que contribuye a resistir el cortante será igual a (solo se toma el acero que sale de la zona de tensión en el diagrama de momentos):

$$P = \frac{A_s}{bd} = (7.14 \times 1.27)/(15 \times 100) = 0.006; 0.006 < 0.015$$

Por lo que el cortante que toma el concreto será:

$$V_{CR} = 0.8(15)(100)(0.2+20 \times 0.006)14.14 = 5,430 \text{ kg}$$

Separación del refuerzo transversal; cuando  $V_u$  sea mayor que  $V_{CR}$ , la separación,  $s$ , del refuerzo por tensión diagonal requerido se determina con la siguiente expresión:

$$s = \frac{F_R A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{sR}}$$

$$V_u = F_{\text{carga}} \times V = 1,427 \times 1.4 = 1,998 \text{ kg}$$

$V$  se obtiene de la figura 3.5 diagramas de momentos y cortantes de la trabe T-1.

$A_v$  = área transversal del refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia  $s$ .

$V_{sR}$  = fuerza cortante de diseño que toma el acero transversal.

$$V_{sR} = V_u - V_{CR} = 1,998 - 1,360 = 638 \text{ kg},$$

Entonces la separación de estribos será:

$$s = 0.8(0.99)(4200)(28)/638 = 164 \text{ cm}$$

Si  $V_u$  es mayor que  $V_{CR}$  pero menor o igual que

$$1.5bd\sqrt{f_c}^*$$

La separación máxima será 0.5  $d$ .

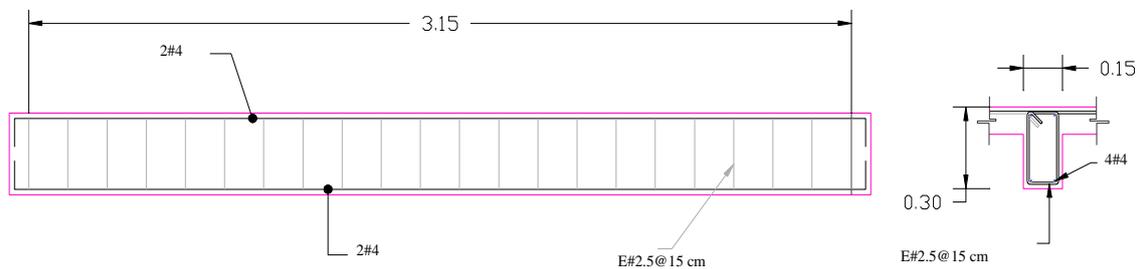
$$1.5bd\sqrt{f_c}^* = 1.5(15)(28)12.65 = 7970 \text{ kg}; 1,998 < 7,970$$

Además en la sección 2.5.2.2 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, se indica que el área de acero mínima

estará suministrada mediante estribos verticales de diámetro no menor de 7.9 mm (número 2.5) y cuya separación no excederá de medio peralte efectivo.

Por lo que se colocarán estribos del # 2.5 @ 15 cm.

La colocación de acero y las dimensiones determinadas para la trabe T-1 se muestran en la figura 3.6.



### TRABE T-1

#### Diseño de trabe T-10

El diagrama de momentos se presenta en la figura 3.7

$$p_{\min} = 0.0024$$

$$p_b = 0.016$$

$$p_{\max} = 0.75 \times 0.16 = 0.012$$

$$d/b = 0.5$$

$M_u = (F_{\text{carga}})(M_{\text{máx}}) = 1.4 \times 5,848 = 8,187 \text{ kg-cm}$  ( $M_{\text{máx}}$  se obtiene de la figura 3.7).

$$d = \sqrt[3]{\frac{818,700}{0.9 \times 136 \times 0.28(1 - 0.5 \times 0.28)(0.5)}} = d = \sqrt[3]{55,554} = 38 \text{ cm}$$

El peralte efectivo,  $d$ , sería igual a 40 cm y el ancho,  $b$ , de 20 cm.

Calculando la relación  $M_u/bd^2$  y haciendo uso de tablas a.9 del Anexo A, se tiene:

$$M_u/bd^2 = 818,700/(38)^2(20) = 28.35$$

$$P = 0.0086, \text{ por lo que}$$

$$A_s = P (bd) = 6.50 \text{ cm}^2$$

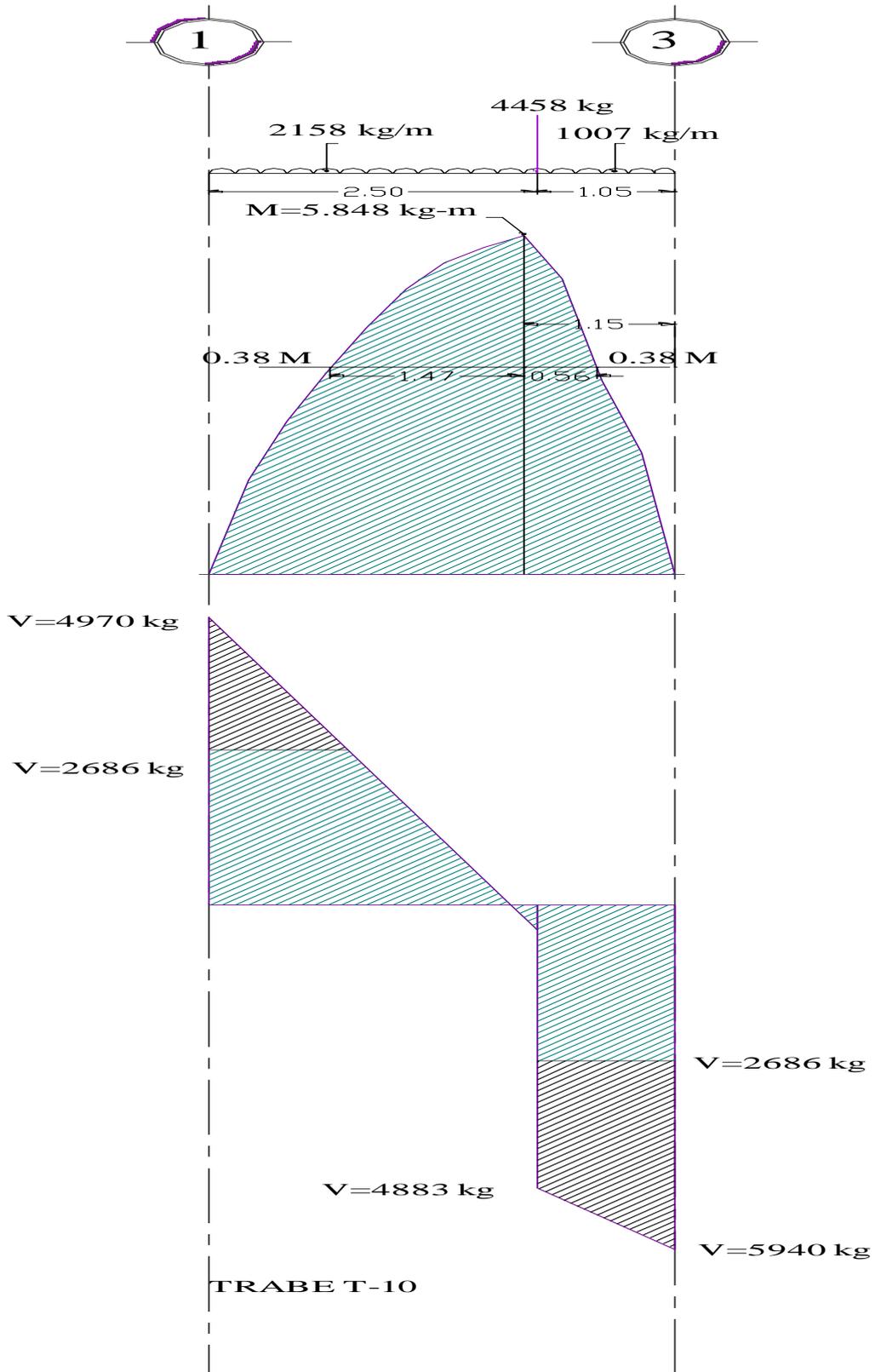


Figura 3.7 Diagramas de momentos y cortantes de trabe T-10

Se pueden colocar dos barras del # 5 corridas a todo lo largo de la trabe, con sus extremos terminando en gancho estándar, con lo cual se está cumpliendo con lo establecido en el inciso d) y a) de las secciones 5.1.4.1 y 5.1.4.2, respectivamente, de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, que dicen:

- Cada barra para momento positivo que llega a un extremo libremente apoyado, se prolonga más allá del centro de apoyo y termina en un dobléz de 90 o 180 grados, seguido por un tramo recto de 12db o 4db, respectivamente. El dobléz debe cumplir con los requisitos de la sección 5.5. En caso de no contar con espacio suficiente para alojar el dobléz, se empleará un anclaje mecánico.
- En extremos libremente apoyados se prolongará, sin doblar, hasta dentro del apoyo, cuando menos la tercera parte del refuerzo de tensión para momento positivo máximo. En extremos continuos se prolongará la cuarta parte. Y colocar dos barras cortadas del # 4, que sobresalgan del diagrama de momentos una longitud de, por lo menos, un peralte efectivo, con ello se pretende cumplir con lo establecido en el inciso a) de la sección 5.1.4.1 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, que dice: a) Las barras que dejan de ser necesarias por flexión se cortan o se doblan a una distancia no menor que un peralte efectivo más allá del punto teórico donde, de acuerdo con el diagrama de momentos, ya no se requieren.

Para ello, habrá que definir el momento que absorben las barras del # 5, en seguida, marcar este nivel de momento mediante una línea horizontal en el diagrama de momentos y cortantes para definir la longitud de las barras # 4. Entonces, el momento que absorben dos barras del # 5 es:

$$818,700/6.50 = x/3.96; x = 498,777 \text{ kg-cm}$$

Como el diagrama de momentos no es una parábola, la longitud de la barra a cada lado de la sección crítica (zona de momento máximo) es diferente, tomamos la menor y la comparamos con la longitud de desarrollo que establecen las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en su sección 5.1.2.1. Inicialmente se tiene que calcular la longitud de desarrollo básica con la expresión siguiente:

$$L_{db} = \frac{a_s f_y}{3(c + K_{tr})\sqrt{f'_c}} \geq 0.11 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Donde:

$a_s$  Área transversal de la barra;

$d_b$  Diámetro nominal de la barra;

$c$  separación o recubrimiento; úsese el menor de los valores siguientes:

- 1) distancia del centro de la barra a la superficie del concreto más próxima;
- 2) la mitad de la separación entre centros de barras.

$K_{tr}$  Índice de refuerzo transversal; en forma conservadora se puede tomar igual a cero.

$$L_{db} \#5 = \frac{1.98(4200)}{3(2+0)\sqrt{200}} = 98 \text{ cm}$$

$$L_{db} \#4 = \frac{1.27(4200)}{3(2+0)\sqrt{200}} = 63 \text{ cm}$$

Limitante de la longitud de desarrollo

$$L_{db} \#5 = (0.11) \frac{1.98(4200)}{\sqrt{200}} = 65 \text{ cm}$$

$$L_{db} \#4 = (0.11) \frac{1.27(4200)}{\sqrt{200}} = 42 \text{ cm}$$

Rigen los primeros valores

A las longitudes de desarrollo básicas se les debe multiplicar por los valores de la tabla 3.12, para obtener la longitud de desarrollo,  $L_d$ . La tabla 3.12 es una transcripción de la tabla 5.1 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

$$L_d \#5 = 98 \times 0.8 \times 1.3 = 102 \text{ cm}$$

$$L_d \#4 = 63 \times 0.8 \times 1.3 = 66 \text{ cm}$$

Condición del refuerzo	Factor
Barras de diámetro igual a 19.1 mm (número 6) o menor	0.8
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo ellas se cuelen más de 300 mm de concreto	1.3
En concreto ligero	1.3
Barras con $f_y$ mayor de 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	$2 - \frac{4200}{f_y}$
Barras torcidas en frío de diámetro igual o mayor que 19.1 mm (número 6)	1.2
Acero de flexión en exceso barras lisas	
Barras lisas	2.0
Barras cubiertas con resina epóxica , o con lodo bentonítico	
Recubrimiento libre de concreto menor que $3 d_b$ , o Separación libre entre barras menor que $6 d_b$	1.5
Otras condiciones	1.2
Todos los otros casos	1.0

Si se aplican varias condiciones al mismo tiempo, se multiplican los factores correspondientes

Tabla 3.12 Factores que modifican la longitud básica de desarrollo

Para las barras del # 5; la menor longitud de barra disponible, del paño exterior del apoyo menos su recubrimiento hasta la sección de momento máximo, es de 120 cm, que es mayor que 102 cm, por lo cual se cumple con la longitud de desarrollo necesaria. Para las barras del # 4; la menor longitud de barra disponible, de la sección de momento máximo hasta donde termina el corte de barra, es de 94 cm, que es mayor que 66 cm, por lo cual se cumple con la longitud de desarrollo necesaria. La colocación de acero y las dimensiones determinadas para la trabe T-10 se muestran en la figura 3.8. Para el cálculo de las trabes de la casa prototipo se sigue el mismo procedimiento de diseño.

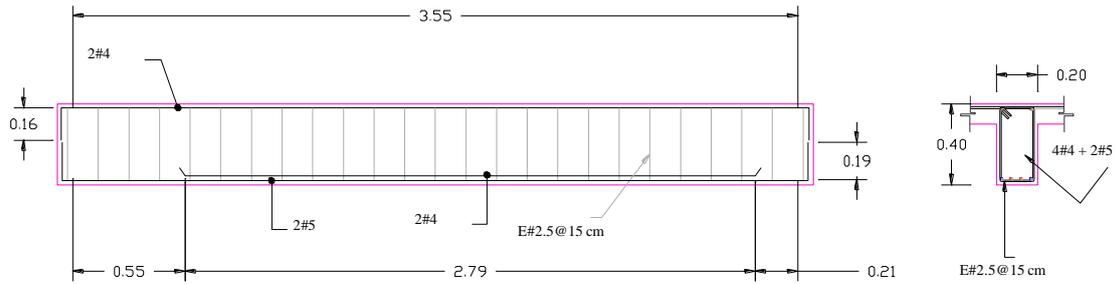


Figura 3.8 Armado de trabe T-10

### 3.2.2.5 Diseño de columnas

#### Diseño de columna C-1

La columna C-1 se ubica en la intersección de los ejes 3 y E, La columna está sujeta a la aplicación de una carga vertical excéntrica que le ocasionará un momento flexionante. Por ello, se analizará como un elemento sujeto a flexocompresión. Ver figura 3.9.

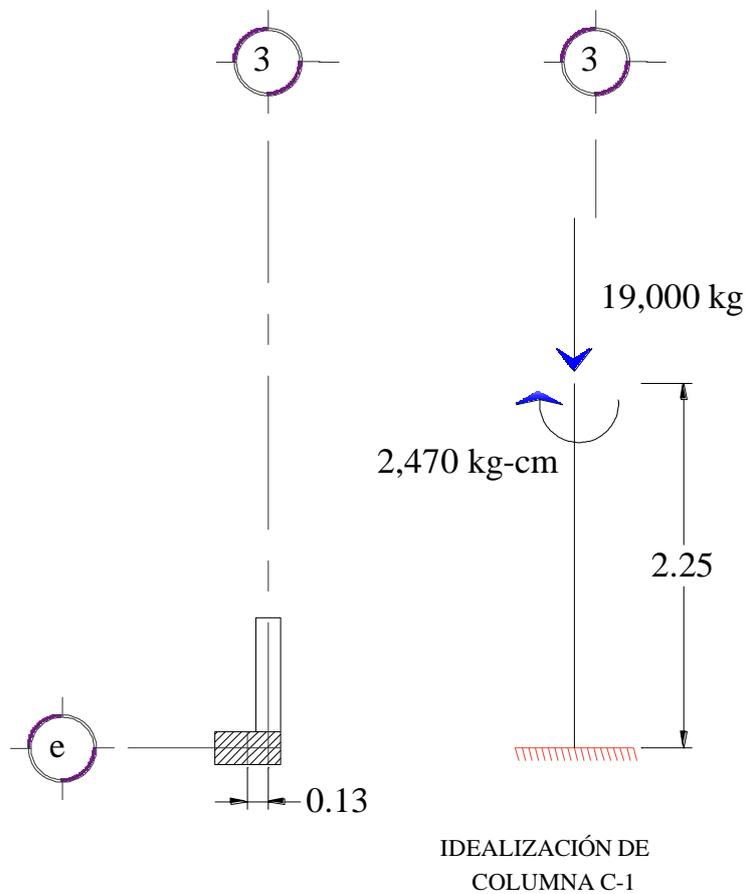


Figura 3.9 Idealización de columna C-1

## Flexocompresión

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en el subíndice 2.3, indican que toda sección sujeta a flexocompresión se dimensionará para la combinación más desfavorable de carga axial y momento incluyendo los efectos de esbeltez. El dimensionamiento puede hacerse a partir de las hipótesis generales o bien con diagramas de interacción contruidos de acuerdo con ellas. Para tomar en consideración los efectos de esbeltez se disponen de dos métodos; uno de amplificación de momentos flexionantes y otro de análisis de segundo orden.

Para considerar los efectos de esbeltez de la columna C-1 se utilizará el primer método.

Primeramente, debemos diferenciar si el elemento a analizar corresponde a una estructura que puede sufrir desplazamientos laterales considerables o no, ya que esto nos indicará si se considera como un elemento con extremos restringidos lateralmente o con extremos sin restricción lateral.

Para determinar si un elemento se considera restringido lateralmente o no, se manejan dos criterios: uno cuando el elemento forma parte de una estructura que se considera restringida lateralmente, y el otro, cuando dicha estructura no lo está.

Se considera que una estructura está restringida lateralmente si contiene elementos de una elevada rigidez como pueden ser los contravientos o muros, que en el entrepiso donde se ubica el elemento analizado, representen al menos el 85 % de la rigidez total del entrepiso. Además, la rigidez de cada diafragma horizontal, losa, o los que lleguen a la columna, no debe ser menor que 10 veces la rigidez de entrepiso del marco al que pertenece la columna en estudio. También puede considerarse restringida lateralmente, si la estructura por sí misma, puede resistir las cargas aplicadas sin sufrir desplazamientos laterales apreciables.

En los elementos que tienen sus extremos restringidos lateralmente pueden desprejarse los efectos de la esbeltez si la relación:

$$H'/r < 34 - 12M_1/M_2$$

En la expresión anterior,  $M_1$  es el menor y  $M_2$  es el mayor de los momentos flexionantes en los extremos del miembro; el cociente  $M_1/M_2$  es positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura simple y negativo cuando lo hace en curvatura doble:

Si  $M_1 = M_2 = 0$ , el cociente  $M_1/M_2$  se tomará igual a 1.0.

$r = 0.3h$  o  $r = 0.3b$ , según sea la dirección en que se realice el análisis.

La columna que se pretende diseñar pertenece a una estructura a base de muros de carga por lo que se considera restringida lateralmente, además, por su longitud libre y la dimensión mínima de su sección se puede considerar como un elemento corto, en el cual los efectos de la esbeltez podrían ser despreciables.

Chequeo para verificar si se pueden despreciar los efectos de la esbeltez.  
Propiedades de la columna y vigas que concurren a los nodos del entrepiso.

Momentos de inercia

$$I = bh^3 / 12$$

$$I_{cy} = 40^3 \times 20 / 12 = 106,667 \text{ cm}^4$$

$$I_{cx} = 20^3 \times 40 / 12 = 26,667 \text{ cm}^4$$

$$I_v = 35^3 \times 15 / 12 = 53,594 \text{ cm}^4$$

$$I_v = 40^3 \times 20 / 12 = 106,667 \text{ cm}^4$$

$$I_v = 30^3 \times 15 / 12 = 33,750 \text{ cm}^4$$

Rigideces

$$k = \frac{I}{L}$$

Dirección x

$$k_{cAB} = 106,667/225 = 474$$

$$k_{cBC} = 0$$

$$k_{vB} = 106,667/355 = 300$$

$$k_{vB} = 33,750/125 = 270$$

Dirección y

$$k_{cAB} = 26,667/225 = 119$$

$$k_{cBC} = 0$$

$$k_{vB} = 53,594/338 = 159$$

$$k_{vB} = 53,594/312 = 172$$

Rigidez del nodo B (dirección x y y)

$$\Psi = \frac{\sum k_c}{\sum k_v}$$

$$\Psi_x = (474 + 0)/(300 + 270) = 0.83$$

$$\Psi_y = (119 + 0)/(159 + 172) = 0.36$$

Rigidez del nodo A (dirección x y y)

$$\Psi_x = 0 \text{ (por ser empotramiento)}$$

$$\Psi_y = 0 \text{ (por ser empotramiento)}$$

Del nomograma utilizado para determinar la longitud efectiva  $H'$ , en miembros a flexocompresión con extremos restringidos lateralmente, localizado en el subíndice 1.4.2.2 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF;

$$k_x = 0.65$$

$$k_y = 0.57$$

Longitud efectiva de pandeo;

$$H'_x = 0.65 \times 2.25 = 1,46 \text{ m}$$

$$H'_y = 0.57 \times 2.25 = 1,28 \text{ m}$$

En miembros con extremos restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez pueden despreciarse cuando;

La relación  $H'/r < 34 - 12M_1/M_2$ ,  $r = 0.3h$  o  $r = 0.3b$ , según sea la dirección en que se realice el análisis.

$$r_x = 0.3 \times 40 = 12.0$$

$$r_y = 0.3 \times 20 = 6.0$$

$$H'_x/r_x = 146 / 12 = 12$$

$$H'_y/r_x = 128 / 6 = 21$$

$$34 - (12M_1/M_2) = 34 - (12(0/2,938)) = 34$$

Por tanto para la dirección x como en la dirección y, se satisface la condición anterior, se desprecia el efecto de la esbeltez. El factor de amplificación tendría un valor de 1.

En los incisos c), d) y e) de la sección 1.4.2.2 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, se establece que los miembros sujetos a flexocompresión se dimensionarán para la carga axial de diseño,  $P_u$ , obtenida de un análisis estático de primer orden y un momento amplificado  $M_c$ , el cual se obtendrá aplicando un factor de amplificación,  $F_{ab}$ , al

mayor de los momentos flexionantes actuantes en los extremos del elemento, considerando la excentricidad mínima, esto en el caso de elementos restringidos lateralmente. Para elementos no restringidos lateralmente; los momentos máximos y mínimos de los extremos del elemento, separando los momentos que no causan un desplazamiento lateral apreciable y momentos que si causan un desplazamiento lateral apreciable (debidos a las cargas accidentales), se afectarán por un factor amplificación  $F_{ab}$  y  $F_{as}$ , respectivamente. En este caso no aplicaremos los momentos de amplificación. De acuerdo a la sección 2.3.2 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF; para dimensionar un elemento sujeto a flexocompresión son aplicables las hipótesis de la teoría de la elasticidad, pero, para secciones cuadradas o rectangulares puede aplicarse la siguiente expresión.

$$P_R = \frac{1}{1/P_{R_x} + 1/P_{R_y} + 1/P_{RO}}$$

Donde:

$P_R$  carga normal resistente de diseño, aplicada con las excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ ;

$P_{RO}$  carga axial resistente de diseño, suponiendo  $e_x$  y  $e_y$  igual a cero;

$P_{R_x}$  carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad  $e_x$  en un plano de simetría; y

$P_{R_y}$  carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad  $e_y$  en el otro plano de simetría.

Por efectos gravitacionales, en ambas direcciones:

$$P_u = 19,000 \times 1.4 = 26,600 \text{ kg}$$

Las excentricidades accidentales  $e_a$  no deben ser menores de 20 mm

$$e_{ax} = 0.05 \times 0.40 = 0.02 = 0.02 \text{ m}$$

$$e_{ay} = 0.05 \times 0.25 = 0.0125 \approx 0.02 \text{ m}$$

Momento en dirección x =  $1.4 (2,470 \text{ kg-m} + 19,000 \times 0.02) = 3,990 \text{ kg-m}$

Momento en dirección y =  $1.4 (0 \text{ kg-m} + 12,731 \times 0.02) = 380 \text{ kg-m}$

Por efectos gravitacionales y sísmicos; para las dos direcciones es prácticamente lo mismo ya que no se consideraron momentos por sismo, dirección x:

$$P_u = 0 \text{ kg}$$

$$M_{2x} = (2,850 + 0)1.1 (F_a = 1.0) = 3,135 \text{ kg-m}$$

$$M_y = (380 + (0.30 \times 0))1.1 (F_a = 1.0) = 418 = 356 \text{ kg-m}$$

La columna se dimensionará por flexocompresión biaxial con los datos siguientes:

$$P_u = 19,000 \times 1.4 = 26,600 \text{ kg}$$

$$M_x = 3,390 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 380 \text{ kg-m}$$

Las excentricidades son:

$$e_x = 3,390 / 26,600 = 0.127 \text{ m}$$

$$e_y = 380 / 26,600 = 0.014 \text{ m}$$

Se tiene que realizar varios tanteos hasta lograr que la carga resistente sea igual a la carga aplicada.

Suponiendo que  $p = 0.01$

$$A_s = 0.01 \times 40 \times 20 = 8 \text{ cm}^2$$

$$P_{RO} = F_R (A_c f'_c + A_s F_y) = 0.7 (136,000 + 33,600) = 169,600 \text{ kg}$$

Para calcular  $P_{RX}$  y  $P_{RY}$ ; supóngase el refuerzo distribuido en la periferia

$$d/h = 0.9, \quad q = p(F_y / F'_c)$$

$$q = 0.25 \text{ y } e_x/h_x = 13/40 = 0.33$$

De las gráficas de interacción para diseño de columnas de concreto reforzado del Apéndice C, del libro "Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado" de Oscar M. González Cuevas y Francisco Robles Fernández-Villegas, tercera edición, 1999.

$$k = 0.57 \quad P_{RX} = k F_R b h f'_c = 0.57(0.7) (136,000) = 54,264 \text{ kg}$$

$$q = 0.25 \text{ y } e_y/h_y = 1 / 20 = 0.05$$

$$k = 1.10 \quad P_{RY} = 1.10(0.7) (136,000) = 104,720 \text{ kg}$$

Sustituyendo en la ecuación de resistencia:

$$P_R = 1 / (1 / 169,600 + 1 / 54,264 + 1 / 104,720) = 29,521 \text{ kg} > 26,600 \text{ kg}$$

Si colocamos 4 varillas del # 5;

$$A_s = 4 \times 1.98 = 7.92 \approx 8.0 \text{ cm}^2$$

Cortante

De la sección 2.5.1.3 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF; en miembros a flexocompresión en los que el valor absoluto de la fuerza axial de diseño,  $P_u$ , no exceda de:

$$F_R(0.7f_c * A_g + 2000A_s)$$

La fuerza cortante que toma el concreto,  $V_{cR}$ , se obtendrá multiplicando los valores dados por las ecuaciones para vigas sin presfuerzo por:

$$1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g}$$

Al evaluar la cuantía  $p$  para determinar que ecuación de las dispuestas para vigas sin presfuerzo utilizar, se usará el área de las barras de la capa más próxima a la cara de tensión o a la de compresión mínima en secciones rectangulares.

Si  $P_u$  es mayor que

$$F_R(0.7f_c * A_g + 2000A_s)$$

$V_{cR}$  se hará variar linealmente en función de  $P_u$ , hasta cero para

$$P_u = F_R(A_g f_c'' + A_s f_y)$$

La columna se dimensionará por cortante con los datos siguientes:

$$P_u = 26,600 \text{ kg}$$

$$M_x = 3,390 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 380 \text{ kg-m}$$

$$V_u = M_y / L$$

$$V_u = 3,390 / 2.25 = 1,507 \text{ kg};$$

$$F_R(0.7f_c * A_g + 2000A_s) = 0.7(0.7 \times 200 \times 20 \times 40 + 2,000 \times 7.92) = 89,488 \text{ kg}$$

89,488 kg > 26,600 kg; utilizamos las ecuaciones para vigas sin presfuerzo.

$$1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g} = 1 + 0.007(26,600) / 800 = 1.23$$

Como el  $p = (2 \times 1.98)/800 = 0.005$ ; y  $0.005 < 0.015$ , por lo que:

$$V_{CR} = 0.7 \times 20 \times 38(0.2+20 \times 0.005)14, 14 = 2,257 \text{ kg}, 1.23 \times 2,257 = 2,776 \text{ kg};$$

$2,776 \text{ kg} > 1,507 \text{ kg}$ , por lo que no se requiere acero por cortante, sin embargo, las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en su sección 6.2.3.2 indican, que en secciones rectangulares, todas las barras deben restringirse contra el pandeo con estribos, con separación no mayor que  $850/\sqrt{f_y}$  veces el diámetro de la barra más delgada, o 48 diámetros de la barra del estribo, o que la mitad de la dimensión menor de la columna.

$$(850 / 64.81) 1.59 = 20.85 \text{ cm}; 48 \times 1.59 = 76.32 \text{ cm}; 0.5 \times 10 = 10 \text{ cm}$$

En la columna, un sexto de su altura libre, 600 mm; arriba y abajo de cada unión de columna con traveses o losas, medida a partir del respectivo plano de intersección. Por lo especificado en los párrafos anteriores, en la parte central se colocarán estribos del # 2.5 @ 10 cm, y en los extremos, a cada 5 cm, en una dimensión de 60 cm. La columna C-1 quedará armada como se muestra en figura 3.10.

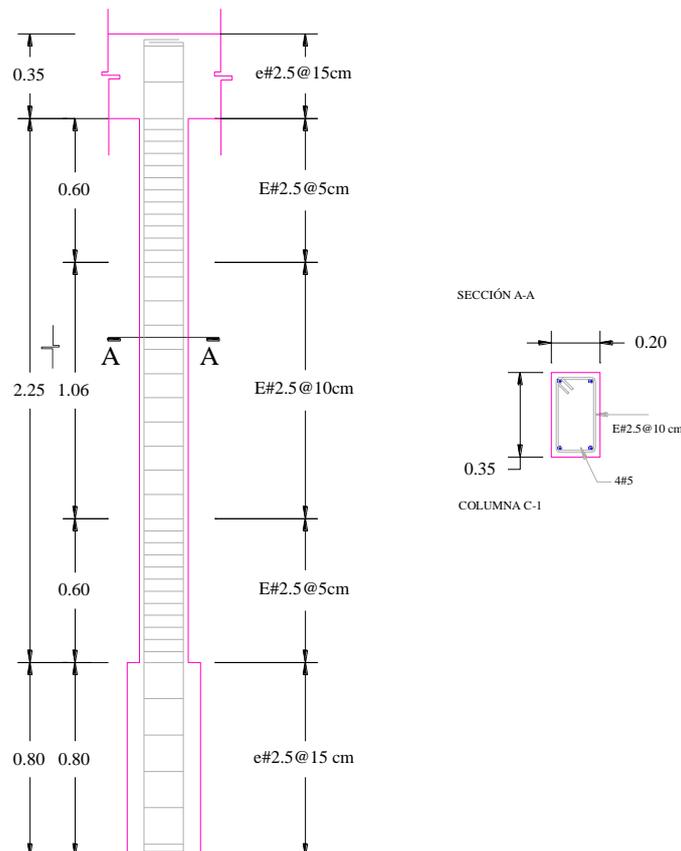


Figura 3.10 Armado de columna C-1

Rige la última condición

Las mismas normas indican también, que la separación máxima se reducirá a la mitad de la antes indicada en una longitud no menor que: La dimensión transversal máxima.

### 3.2.2.6 Diseño de muros

Para el diseño de muros por compresión, se tomarán las cargas gravitacionales que bajan sobre cada tramo de muro. Para efecto del diseño por cortante generado por la presencia de fuerzas laterales provocadas por la acción sísmica, se tomarán las cargas que consideran la carga viva adecuada para sismo.

Resistencia a compresión

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF, en su sección 5.3.1 definen la fórmula mediante la cual se obtendrá la resistencia de muros confinados, como es el caso de este ejemplo:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 4) A_T$$

$F_R$  Es un factor de resistencia que se tomará igual a 0.6

$F_E$  Es un factor de que considera los efectos de excentricidad y esbeltez; para este caso se tomará igual a 0.7.

$f_m^*$  Es un factor de resistencia, que toma en consideración el tipo de pieza utilizada, el tipo de mortero y los resultados de ensayos de pilas; cuando no se dispone de ensayos se podrán tomar los valores indicativos de la tabla 3.13.

$A_T$  = Área bruta del muro.

Tipo de pieza	$f_m^*$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60$ kg/cm <sup>2</sup> )	15	15	15
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> )	40	40	30
Bloque de concreto (pesado) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	20	15	15
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	20	15	15

Con peso volumétrico seco no menor de 2000 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 3.13 Factor de resistencia de mampostería

De la bajada de cargas, se determina que el mayor valor de carga se localiza en el tramo G – H, con una longitud de 1.46 m y una carga de 11,804 kg, por lo que la carga última será de:

$$P_R = 0.6 \times 0.7 (15 + 4)2,190 = 17,476 \text{ kg; y}$$

$$P_U = 11,804 \times 1.4 = 16,526 \text{ kg;}$$

Como  $17,476 > 16,526 \text{ kg}$ , no habrá ningún problema con la resistencia a la compresión de los muros.

#### Análisis y diseño por cargas laterales (sismo)

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF, en su sección 3.2.3.1 establecen que para determinar las fuerzas y momentos internos que actúan en los muros, las estructuras de mampostería se podrán analizar mediante métodos dinámicos o estáticos, o bien empleando el método simplificado de análisis.

En la sección 3.2.3.3 de las mismas normas indican que será admisible considerar que la fuerza cortante que toma cada muro o segmento es proporcional a su área transversal, ignorar los efectos de torsión, de momento de volteo y de flexibilidad de diafragma, y emplear el método simplificado de diseño sísmico especificado en el capítulo 7 de las NTC para Diseño por Sismo del RCDF, cuando se cumplan los requisitos especificados en el capítulo 2 de las normas citadas y que son los siguientes:

- a) En cada planta, incluyendo a la apoyada en la cimentación, al menos el 75 % de las cargas verticales están soportadas por muros continuos en elevación y ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de pisos suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales. Para ello la excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , no excederá del 10 % de la dimensión en planta del entrepiso medida paralelamente a dicha excentricidad, B. La excentricidad torsional  $e_s$  podrá

estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área efectiva total de los muros orientados en la dirección de análisis. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro,  $A_T$ , y el factor  $F_{AE}$ , que está dado por :

$$F_{AE} = 1; \text{ si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = (1.33 \frac{L}{H})^2; \text{ si } \frac{H}{L} > 1.33$$

Donde H es la altura libre del muro y L es la longitud efectiva del muro. En todos los pisos se colocarán como mínimo dos muros de carga perimetrales paralelos con longitud total de al menos igual a la mitad de la dimensión de la planta del edificio en la dirección de análisis

Centro de cortantes: se define como el punto de intersección de las líneas de acción de las fuerzas cortantes que actúan en las direcciones X y Y. Las coordenadas del centro de cortante del i –ésimo entrepiso están dadas por:

$$X_{ci} = \frac{\sum_i^n P_{yi} \cdot x_{cmi}}{V_{yi}} \quad X_{ci} = \frac{\sum_i^n P_{xi} \cdot y_{cmi}}{V_{xi}}$$

Donde:

$P_{Xi}$  y  $P_{Yi}$  son las fuerzas sísmicas laterales aplicadas en los centros de masa del nivel i.

$V_{Xi}$  y  $V_{Yi}$  son los cortantes del entrepiso i en las direcciones X y Y respectivamente.

$x_{CMi}$  y  $y_{CMi}$  son las coordenadas del centro de masas en el nivel i.

- b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excede de 2 a menos que, para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación longitud a ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo se revise en forma independiente en su resistencia a efectos sísmicos.

c) La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no exceda de 1.5 y la altura del edificio no sea mayor de 13 m.

En lo que se refiere al inciso a); en las tablas 3.14 y 3.15, podemos observar los valores de la excentricidad torsional. Para obtener los centros de torsión se debe calcular con anticipación los centros de gravedad de cada nivel, utilizando la bajada de cargas por cada muro o tramo del mismo, posteriormente, con los centros de gravedad se obtienen los centros de cortante y, por último los centros de torsión. Los centros de torsión son:

Planta alta:

$$e_{sx} = 0.06 \text{ m}$$

$$e_{sy} = 1.57 \text{ m}$$

Planta baja:

$$e_{sx} = 0.22 \text{ m}$$

$$e_{sy} = 1.06 \text{ m}$$

Estos valores de excentricidad torsional indican que prácticamente se cumple con una distribución simétrica de muros.

Para el inciso b); la relación largo-ancho de la planta del edificio es:

$$L = 10.45 \text{ m}$$

$$B = 6.70 \text{ m}$$

Por lo que

$L / B = 10.45 / 6.70 = 1.56$ ; menor que 2, por lo que se cumple con lo solicitado.

Para el inciso c); la relación altura-dimensión mínima de la base es:

$$h = 6.10 \text{ m}$$

$$B = 6.70 \text{ m}$$

Entonces

$H / B = 6.1 / 6.7 = 0.91$ ; este valor es menor que el límite de 1.5, se cumple con lo solicitado en las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF.

Eje	Tramo	Altura	Longitud	Espesor	Área (A <sub>T</sub> )	H/L	1.33 (L/H)	F <sub>AE</sub>	x <sub>i</sub>	Momentos respecto a y	Momentos negativos respecto a y	Momentos positivos respecto a y	Diferencia de momentos	F <sub>AE</sub> (A <sub>T</sub> )	e <sub>sx</sub>
1	B-J	2.3	9.95	0.15	1.49	0.23	1.00	1.00	3.59	5.36	5.36	0.00		1.49	
2	D-E''	2.3	1.43	0.15	0.21	1.61	0.83	0.68	1.09	0.16	1.07	0.00		0.15	
3	A-D	2.3	4.85	0.15	0.73	0.47	1.00	1.00	0.04	0.03	0.03	0.00		0.73	
3	D-E	2.3	0.73	0.15	0.11	3.15	0.42	0.18	0.04	0.00	0.08	0.00		0.02	
3	E''-G'	2.3	3.07	0.15	0.46	0.75	1.00	1.00	0.04	0.02	0.02	0.00		0.46	
3	I-J	2.3	0.35	0.15	0.05	6.57	0.20	0.04	0.04	0.00	0.16	0.00		0.00	
4	C''-D	2.3	0.85	0.15	0.13	2.71	0.49	0.24	1.01	0.03	0.00	1.67		0.03	
5	A-I	2.3	10.25	0.15	1.54	0.22	1.00	1.00	3.11	4.78	0.00	4.78	0.26	1.54	0.06
											6.71	6.45		4.42	
Eje	Tramo	Altura	Longitud	Espesor	Área (A <sub>T</sub> )	H/L	1.33 (L/H)	F <sub>AE</sub>	y <sub>i</sub>	Momentos respecto a x	Momentos negativos respecto a x	Momentos positivos respecto a x	Diferencia de momentos	F <sub>AE</sub> (A <sub>T</sub> )	e <sub>sy</sub>
A	3-5	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	5.68	0.08	0.00	0.08		0.01	
A	3-5	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	5.68	0.08	0.00	0.08		0.01	
B	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	5.03	0.07	0.00	0.07		0.01	
B	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	5.03	0.07	0.00	0.07		0.01	
D	4-5	2.3	2.10	0.15	0.32	1.10	1.00	1.00	0.98	0.31	0.00	0.31		0.32	
E	1-2	2.3	2.50	0.15	0.38	0.92	1.00	1.00	0.25	0.09	0.00	0.09		0.38	
F	4-5	2.3	2.10	0.15	0.32	1.10	1.00	1.00	1.32	0.42	0.42	0.00		0.32	
G	3-5	2.3	3.00	0.15	0.45	0.77	1.00	1.00	2.87	1.29	1.29	0.00		0.45	
I	3-5	2.3	3.00	0.15	0.45	0.77	1.00	1.00	4.42	1.99	1.99	0.00		0.45	
J	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	4.77	0.07	0.07	0.00		0.01	
J	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	0.38	0.14	4.77	0.07	0.07	0.00	3.13	0.01	1.57
											3.83	0.70		1.99	

Tabla 3.14 Centro de torsión en planta alta

Eje	Tramo	Altura	Longitud	Esesor	Área (A <sub>T</sub> )	H/L	1.33 (L/H)	F <sub>AE</sub>	x <sub>i</sub>	Momentos respecto a y	Momentos negativos respecto a y	Momentos positivos respecto a y	Diferencia de momentos	F <sub>AE</sub> (A <sub>T</sub> )	e <sub>gx</sub>
1	B-H	2.3	9.35	0.15	1.40	0.25		1.00	3.63	5.09	5.09	0.00		1.40	
3	B-C'	2.3	1.97	0.15	0.30	1.17		1.00	0.08	0.02	0.02	0.00		0.30	
3	D-E	2.3	0.91	0.15	0.14	2.53	3.36	11.30	0.08	0.12	0.12	0.00		1.54	
3	G-H	2.3	1.46	0.15	0.22	1.58	2.10	1.00	0.08	0.02	0.02	0.00		0.22	
4	D-E	2.3	0.70	0.15	0.11	3.29	4.37	19.10	1.17	2.35	0.00	2.35		2.01	
4	E-E'	2.3	0.60	0.15	0.09	3.83	5.10	25.99	1.17	2.74	0.00	2.74		2.34	
4	F'-G	2.3	0.85	0.15	0.13	2.71	3.60	12.95	1.17	1.93	0.00	1.93		1.65	
5	B-H	2.3	9.35	0.15	1.40	0.25		1.00	3.07	4.31	0.00	4.31		1.40	
											5.26	11.32	-6.07	10.86	-0.56

Eje	Tramo	Altura	Longitud	Esesor	Área (A <sub>T</sub> )	H/L	1.33 (H/L)	F <sub>AE</sub>	y <sub>i</sub>	Momentos respecto a x	Momentos negativos respecto a x	Momentos positivos respecto a x	Diferencia de momentos	F <sub>AE</sub> (A <sub>T</sub> )	e <sub>gy</sub>
B	3-5	2.3	3.3	0.15	0.50	0.70		1.00	4.67	2.31	0.00	2.31		0.50	
C	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	4.71	22.15	3.27	0.32	0.00	0.32		2.16	
C	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	4.71	22.15	3.27	0.32	0.00	0.32		2.16	
C	3-5	2.3	2.35	0.15	0.35	0.98		1.00	3.27	1.15	0.00	1.15		0.35	
E	1-3	2.3	0.35	0.15	0.05	6.57	8.74	76.39	0.11	0.01	0.01	0.00		4.01	
E	1-3	2.3	0.35	0.15	0.05	6.57	8.74	76.39	0.11	0.01	0.01	0.00		4.01	
E'	4-4'	2.3	1.00	0.15	0.15	2.30	3.06	9.36	0.53	0.08	0.08	0.00		1.40	
F	4-5	2.3	2.05	0.15	0.31	1.12		1.00	1.68	0.52	0.52	0.00		0.31	
G	3-5	2.3	2.17	0.15	0.33	1.06		1.00	3.23	1.05	1.05	0.00		0.33	
H	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	4.71	22.15	4.53	0.44	0.44	0.00		2.16	
H	1-3	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	4.71	22.15	4.53	0.44	0.44	0.00		2.16	
H	3-5	2.3	0.65	0.15	0.10	3.54	4.71	22.15	4.53	0.44	0.44	0.00		2.16	
											2.98	4.10	-1.12	21.70	-0.05

Tabla 3.15 Centro de torsión en planta baja

En la tabla 3.16 se consideran las cargas en los diferentes centros de masa de la estructura de la casa:

<b>Carga en el nivel 2:</b>			
Concepto	Carga en (kg)	Factor de carga	Carga última
Tinaco	1,654	1.10	1,819.64
Muros de azotea	13,063	1.10	14,369.19
Muros de entrepiso 2	18,535	1.10	20,388.57
Losa nivel 2	40,173	1.10	44,190.15
			<b>80,767.55</b>
<b>Carga en el nivel 1:</b>			
Concepto	Carga en (kg)	Factor de carga	Carga última
Muros de entrepiso 2	18,535	1.10	20,388.50
Muros de entrepiso 1	14,657	1.10	16,122.92
Losa nivel 1	28,836	1.10	31,720.07
			<b>68,231.49</b>

Tabla 3.16 Cargas en los centros de masa

Las fuerzas laterales por sismo se obtienen utilizando la misma expresión que en el método estático de análisis sísmico.

$$p_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} c_s \sum W_i$$

Donde

Wi Peso de la i-ésima masa;

hi Altura de la i-ésima masa sobre el desplante; y

c Coeficiente sísmico reducido,

Se tomará de la tabla 1.3 “Coeficiente sísmico para el método simplificado de análisis” del capítulo 1.

La tabla 3.17 muestra las fuerzas laterales que debe resistir la estructura por efecto de la acción sísmica.

Entrepiso	Nivel	W <sub>i</sub>	h <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> h <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> h <sub>i</sub> / ΣW <sub>i</sub> h <sub>i</sub>	C <sub>s</sub>	P <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
	<b>2</b>	80,768	5.20	419,994	0.70	0.43	<b>44,849</b>	<b>44,849</b>
<b>2</b>								
	<b>1</b>	68,231	2.60	177,401	0.30	0.43	<b>19,221</b>	<b>64,070</b>
<b>1</b>								
		148,999		597,395				

Tabla 3.17 Fuerzas laterales por efecto de sismo

La figura 3.11 muestra la manera en que se ha idealizado la estructura para su análisis por fuerzas laterales

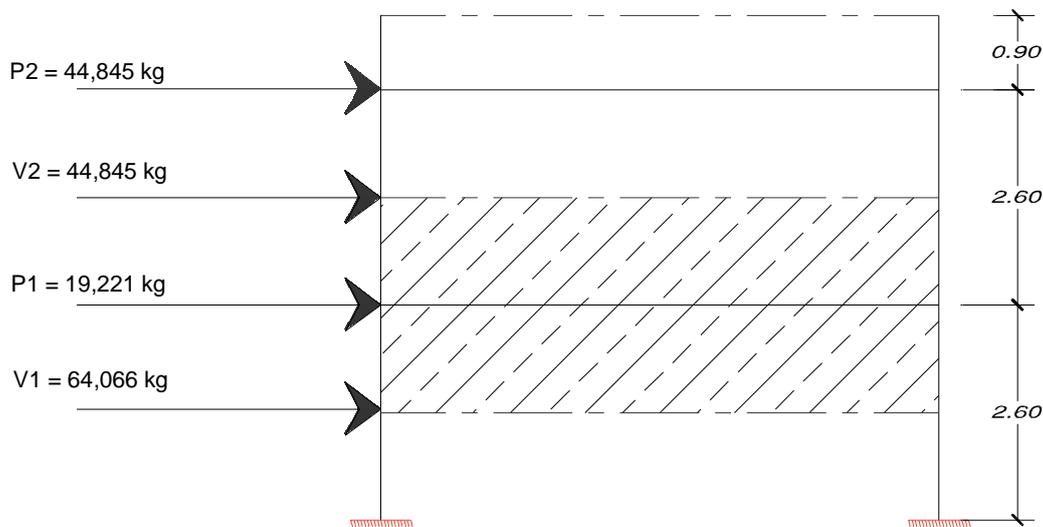


Figura 3.11 Idealización de la estructura

En la sección 5.4.2 de las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF, se observa la fórmula para obtener la fuerza cortante que resiste la mampostería,  $V_{mR}$ .

$$V_{mR} = F_R (0.5V_m^* A_T + 0.3P) < 1.5F_R V_m^* A_T$$

Donde

$V_m^*$  es el esfuerzo resistente a compresión diagonal de la mampostería, la tabla 3.18 muestra los valores sugeridos por las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF, en su sección 2.8.5.  $A_T$  es el área bruta del muro,  $P$  es la carga que soporta cada muro. Para la

aplicación de la expresión anterior, es válido realizar la siguiente simplificación en la determinación del esfuerzo vertical que actúa en los muros respectivos; considerar que el esfuerzo vertical es el mismo en todos los muros de la planta respectiva.

Pieza	Tipo de mortero	$V_m^*$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3.5
	II y III	3.0
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3.0
	II y III	2.0
Bloque de concreto (pesado) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3.5
	II y III	2.5
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	I	3.0
	II y III	2.0

Tabla 3.18 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta

Por lo tanto, para la planta baja, el valor de este esfuerzo será:

$$\sigma_p = \frac{P_T}{tL_m}$$

$$L_m = 3,933 \text{ cm}$$

$$t = 15 \text{ cm}$$

$$P_T = 158,906 \text{ kg}$$

$$\sigma_p = \frac{158,906}{15 \times 3,933} = 2.69 \text{ kg/cm}^2;$$

por lo que el esfuerzo resistente será:

$$\frac{V_{mR}}{A_T} = 0.7(0.5 \times 3.5 + 0.3 \times 2.69) = 1.79 \text{ kg/cm}^2$$

La tabla 3.19 muestra el valor de la fuerza resistente de los muros el sentido **X**.

Eje	entre	L	H	H/L	$(1.33L/H)^2$	$A_T$	$\frac{V_{mR}}{A_T}$	$V_{mR}$
A	3-5	3.30	2.30	0.69	1.00	4,950	1.79	8,861
B	1-1'	0.65	2.30	3.54	0.14	975	1.79	244
B	2'-3	0.65	2.30	3.54	0.14	975	1.79	244
B	3'-5	2.34	2.30	.98	1.00	3510	1.79	6,283
E'	4-4'	1.00	2.30	2.30	0.34	1,500	1.79	913
F	4-5	2.05	2.30	1.12	1.00	3,075	1.79	5,504
G	4-5	2.15	2.30	1.07	1.00	3,225	1.79	5,773
H	1-1'	0.65	2.30	3.54	0.14	975	1.79	244
H	2'-3	0.65	2.30	3.54	0.14	975	1.79	244
H	4"-5	0.65	2.30	3.54	0.14	975	1.79	244
								<b>28,554 kg</b>

Tabla 3.19 Cortante que resisten los muros en dirección x

Al valor de resistencia le tenemos que agregar la contribución de las dos columnas C-1, considerando el valor de cortante que absorbe el concreto y el acero de refuerzo, que es de:

$$V_{sR} = \frac{F_R A_v f_y d}{s}$$

$$V_{sR} = 2 \left( \frac{0.7(0.49 \times 2)4200 \times 38}{5} \right) = 2(21,897) = 43,794 \text{ kg}$$

$$V_{cR} = 2 \times 2,776 = 5,552 \text{ kg}$$

$V_{mR \text{ total}} = 5,552 + 43,794 + 28,554 = 77,900 \text{ kg}$ ;  $77,900 \text{ kg} > 64,066 \text{ kg}$ , por lo que no existe ningún problema por efecto del sismo en el sentido X.

Al valor de resistencia se le tiene que agregar la contribución de las dos columnas C-1, se considera únicamente el valor que absorbe el acero de refuerzo, que es de:

$$V_{sR} = \frac{F_R A_v f_y d}{s}$$

$$V_{sR} = 2\left(\frac{0.7(0.49 \times 2)4200 \times 18}{5}\right) = 2(10,372) = 20,745 \text{ kg}$$

$V_{mR \text{ total}} = 20,745 + 61,178 = 81,923 \text{ kg}$ ;  $81,923 \text{ kg} > 64,066 \text{ kg}$ , por lo que no existe ningún problema por efecto del sismo en el sentido Y.

En la tabla 3.20 se presenta la revisión de la resistencia al cortante de los muros de planta baja en el sentido Y:

Eje	entre	L	H	H/L	$(1.33L/H)^2$	$A_T$	$\frac{V_{mR}}{A_T}$	$V_{mR}$
1	B-H	9.35	2.30	0.25	1.00	14,025	1.79	25,105
3	B-C´	1.97	2.30	1.17	1.00	2,955	1.79	5,289
3	C´-D	0.71	2.30	3.24	0.17	1,065	1.79	324
3	G-H	1.46	2.30	1.58	0.71	2,190	1.79	2,783
4	D-E´	1.30	2.30	1.77	0.58	1,950	1.79	2,024
4	F´-G	0.85	2.30	2.71	0.24	1,275	1.79	548
5	B-H	9.35	2.30	0.25	1.00	14,025	1.79	25,105
								<b>61,178 kg</b>

Tabla 3.20 Cortante que resisten los muros en dirección y

### 3.2.2.7 Diseño estructural de la losa de cimentación

Como se mencionó en el capítulo 1 la cimentación del prototipo de casa será una losa plana. De los estudios de mecánica de suelos se determinó la capacidad de carga admisible del terreno,  $8.0 \text{ t/m}^2$ .

De acuerdo a la carga que se transmitirá al suelo y a las características mecánicas del mismo, se espera que los probables asentamientos sean alrededor de 3 cm, lo cual queda dentro de los valores permisibles del Reglamento de Construcciones del Municipio de Acapulco.

En la figura 3.12 se observan las dimensiones de la placa de cimentación, el centro de gravedad obtenido de la bajada de cargas y las excentricidades respectivas.

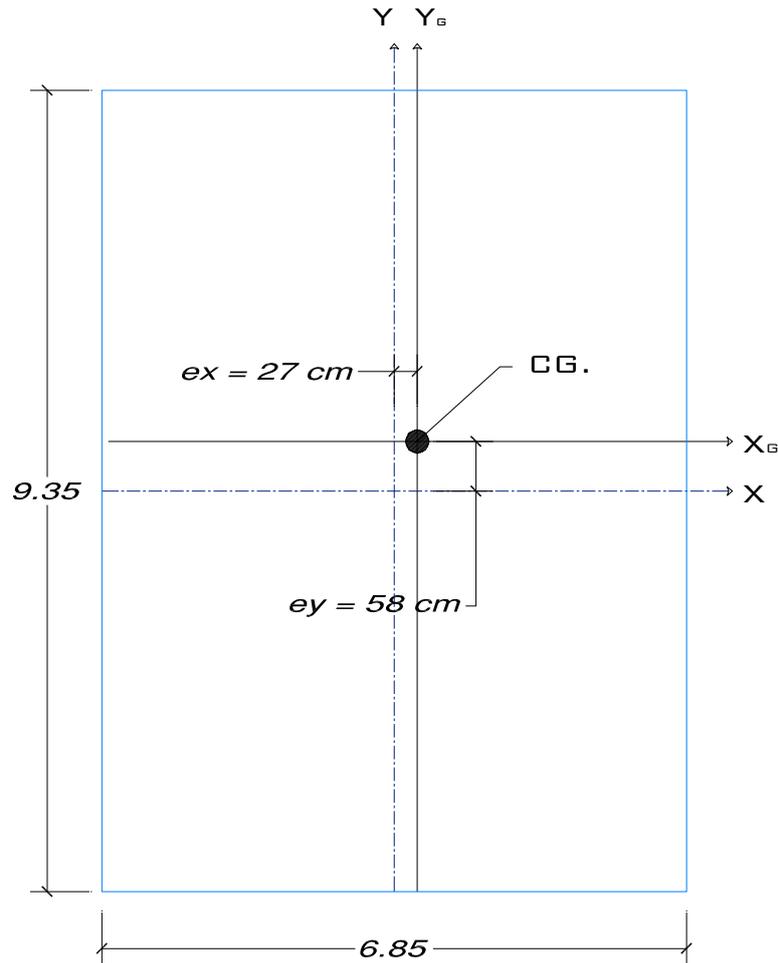


Figura 3.12 Dimensiones de placa de cimentación

La carga de la estructura es de:

$$Pe = 160,915 \text{ kg}$$

El peso de la placa de cimentación será de (se propone una cimentación de 15 cm de espesor):

$$Pc = 6.85 \times 9.35 \times 0.15 \times 2,400 = 23,057 \text{ kg}$$

El peso total será de:

$$Pt = 160,915 + 23,057 = 183,972 \text{ kg}; \text{ aplicando el factor de carga, } 1.4 \times 183,972 = 257,561 \text{ kg.}$$

Aplicando la fórmula siguiente obtenemos los esfuerzos en las esquinas de la placa de cimentación

$$q = \frac{p_t}{A} \pm \frac{M_y x}{I_y} \pm \frac{M_x y}{I_x}$$

Los momentos de inercia son:

$$I_x = (6.85 \times 9.35^3) / 12 = 467 \text{ cm}^4$$

$$I_y = (9.35 \times 6.85^3) / 12 = 250 \text{ cm}^4$$

$$M_x = 0.58 \times 160,915 \times 1.4 = 130,663 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 0.27 \times 160,915 \times 1.4 = 60,826 \text{ kg-m}$$

$$q = \frac{257,561}{9.35 \times 6.85} \pm \frac{60,826 \times 3.43}{250} \pm \frac{130,663 \times 4.93}{467} = 4,021 + 835 + 1,379 = 6,235 \text{ kg/m}^2$$

Como  $6,235 \text{ kg/m}^2 < 8,000 \text{ kg/m}^2$  el suelo soportará adecuadamente la carga que se le transmitirá. El peralte se determinará con la placa de losa de cimentación dividida en tableros, como se puede ver en la figura 3.13, el tablero más crítico es el tablero VI.

El tablero se clasifica como de esquina. La relación  $a_1/a_2 = 355/442 = 0.80$ , el perímetro es de 2,391 cm, el peralte mínimo =  $2,391/250 \approx 10$  cm, el recubrimiento necesario para elementos en contacto con el terreno es de 3.5 cm libres; h será de 15 cm.

Definido el peralte y los momentos actuantes, se propone una cantidad mínima de acero para la sección.

$$A_{s \text{ mín}} = 0.003 bd = 0.003 \times 100 \times 15 = 4.5 \text{ cm}^2$$

Separación por cambio volumétrico; considerando acero del # 3

$$S = (a_s/A_{s \text{ mín}}) 100 = (0.71/4.5) 100 \approx 15 \text{ cm}$$

$15 \text{ cm} \leq 3.5 (15) \approx 50 \text{ cm}$  (separación máxima), se cumple.

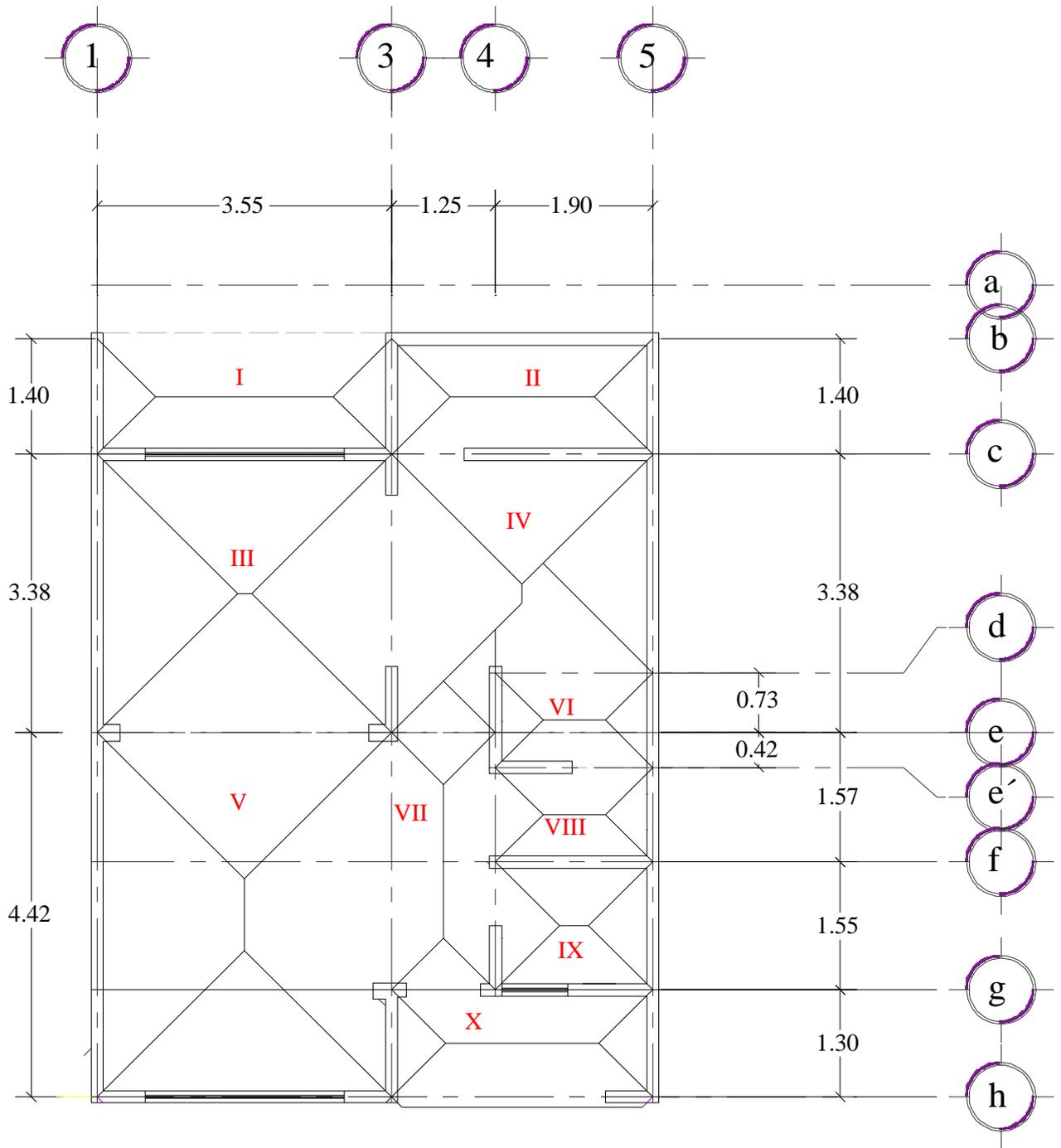


Figura 3.13 Distribución de tableros de losa de cimentación

Con la cantidad de acero definida se procede a revisar la sección por resistencia a flexión el momento resistente de la losa (con acero mínimo). Los factores de momento y los momentos se muestran en la tabla 3.21.

Tablero	Negativo lado corto continuo	Negativo lado largo continuo	Negativo lado corto discontinuo	Negativo lado largo discontinuo	Positivo lado corto	Positivo lado largo
Factores	419	394	250	222	216	140
Momentos $Wua_1^2 10^{-4}$ (kg-m)	3,292	3,096	1,964	1,744	1,697	1,100

Tabla 3.21 Momentos de tablero crítico en cimentación

De la sección 2.2.4 de las NTC para Diseño y Construcción del RCDF, se tiene que para una sección rectangular sin acero de compresión el momento resistente está dado por:

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5q)$$

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

$$q = \frac{p f_y}{f_c''}$$

Donde:

$b$  = ancho de la sección

$d$  = peralte efectivo

$f_c''$  = esfuerzo uniforme de compresión

$A_s$  = área del refuerzo de tensión

Entonces:

$$A_s = 7(0.71) = 4.97 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{4.97}{100(11)} = 0.00452$$

$$q = \frac{0.00452(4200)}{170} = 0.1117$$

$$M_R = (0.9)(4.97)(4200)(11)(1 - 0.5 \times 0.1117) = 195,111 \text{ kg} - \text{cm}$$

$M_R = 1,951 \text{ kg} - \text{m}$ ;  $1,951 \text{ kg} - \text{m} < 3,292 \text{ kg} - \text{m}$ , momento actuante mayor, como se observa no se cumple, por lo cual se propone un diámetro mayor.

Ahora se propone acero del # 4 @ 14 cm

$$A_s = 7.14(1.27) = 9.07 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{9.07}{100(11)} = 0.0082$$

$$q = \frac{0.0082(4200)}{170} = 0.20$$

$$M_R = (0.9)(9.07)(4200)(11)(1 - 0.5 \times 0.20) = 339,418 \text{ kg} - \text{cm}$$

$M_R = 3,394 \text{ kg} - \text{m}$ ;  $3,394 \text{ kg} - \text{m} > 3,292 \text{ kg} - \text{m}$ ; la sección resistirá satisfactoriamente el momento aplicado.

### Revisión por cortante

La fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se calcula con la expresión

$$V = \left[ \frac{a_1}{2} - d \right] \left[ 0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right] W_u$$

En tableros con bordes continuos y discontinuos se incrementará en un 15 %.

La resistencia de la losa a fuerza cortante, se supondrá igual a:

$$V_R = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c} *$$

Para el tablero en estudio

$$V = \left[ \frac{3.55}{2} - 0.11 \right] \left[ 0.95 - 0.5 \frac{3.55}{4.42} \right] 6,235(1.15) = 6,566 \text{ kg}$$

$$V_R = 0.5(0.8)(100)(12)\sqrt{200} = 6223 \text{ kg} ; 6,788 \text{ kg} > 6,566 \text{ kg, se cumple}$$

Revisión del esfuerzo cortante alrededor de la columna C-1

Después de hacer varios tanteos se optó por incrementar el espesor de la placa de cimentación, de 15 a 30 cm, alrededor de la columna C-1, debido a que 15 cm fueron insuficientes para resistir el esfuerzo aplicado en la sección crítica. El área de incremento de espesor fue de 1.20 por 1.20 m.

Se procederá a revisar la resistencia al cortante alrededor de la columna C-1

Los elementos mecánicos transmitidos por la columna a la cimentación son:

$$P_u = 19,000 \times 1.4 = 26,600 \text{ kg}$$

$$M_x = 3,390 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 380 \text{ kg-m}$$

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en su sección 2.5.9 indican que la resistencia de losas y zapatas a fuerza cortante en la vecindad de cargas o reacciones concentradas será la menor de las correspondientes a las dos condiciones que siguen:

- a) Condición de viga ancha
- b) Acción en dos direcciones (penetración)

Aplicando el criterio de penetración:

Sección crítica

La sección crítica se supondrá perpendicular al plano de la losa o zapata y se localizará de acuerdo con lo siguiente:

Si el área donde actúa la reacción o la carga concentrada no tiene entrantes, la sección crítica formará una figura semejante a la definida por la periferia del

área cargada, a una distancia de ésta igual a  $d/2$ , donde  $d$  es el peralte efectivo de la losa.

El perímetro crítico de la columna C-1 se muestra en la figura 3.14.

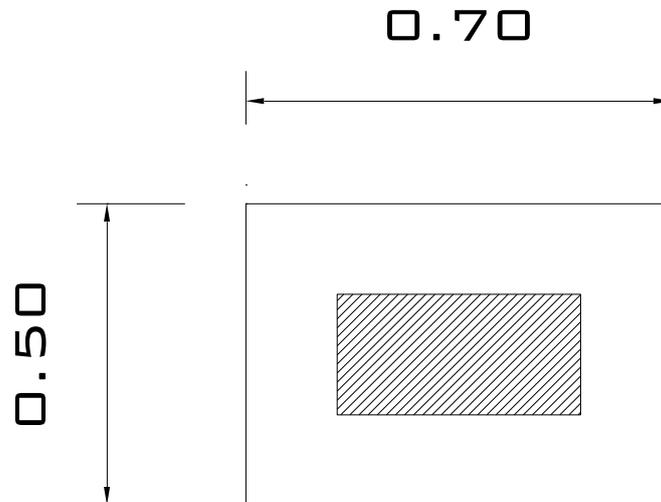


Figura 3.14 Perímetro crítico

$$b_o = (0.50 + 0.70)2 = 2.40 \text{ m}$$

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en su sección 2.5.9.2 indican que el esfuerzo cortante de diseño se puede obtener de dos maneras:

a) Si no hay transmisión de momento entre la losa o zapata y la columna, o si el momento flexionante por transmitir,  $M_u$ , no excede de  $0.2V_u d$ , el esfuerzo cortante de diseño,  $v_u$ , se calculará con la expresión siguiente:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d}$$

Donde  $b_o$  es el perímetro de la sección crítica y  $V_u$  la fuerza cortante de diseño en dicha sección.

b) Cuando haya transferencia de momento flexionante, se supondrá que una fracción del momento dada por:

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{(c_1 + d)(c_2 + d)}}$$

Se transmite por excentricidad de la fuerza cortante total, con respecto al centroide de la sección crítica definida antes. El esfuerzo cortante máximo de diseño,  $v_u$ , se obtendrá tomando en cuenta el efecto de la carga axial y del momento, suponiendo que los esfuerzos cortantes varían linealmente. En columnas rectangulares  $c_1$  es la dimensión paralela al momento transmitido y  $c_2$  es la dimensión perpendicular a  $c_1$ .

Checando la condición de:  $0.2V_u d = 0.2 \times 19,000 \times 1.4 \times 15 = 79,800 \text{ kg-cm}$ ;  $798 \text{ kg-m} < M_x = 3,390 \text{ kg-m}$ ; por lo que se tiene que considerar el efecto del momento en la evaluación del cortante de diseño. En la figura 3.15 se observa cómo se puede obtener el cortante último de diseño.

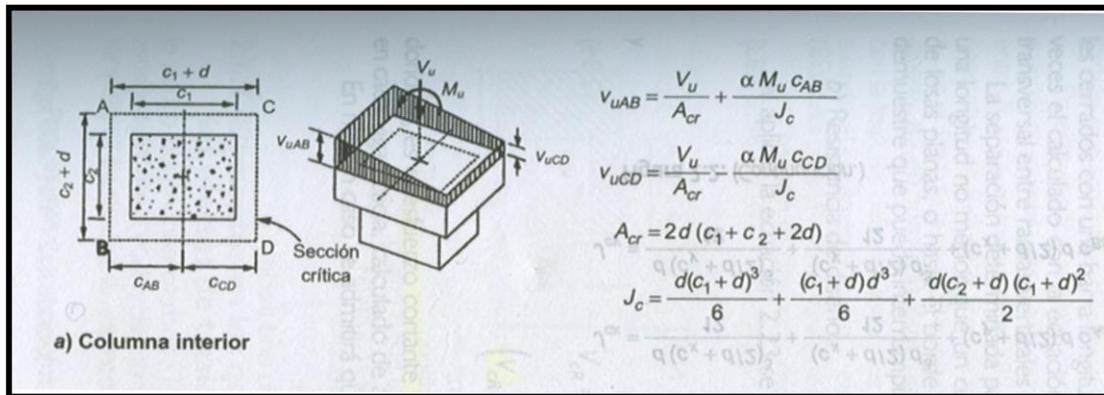


Figura 3.15 Transmisión de momento entre columna rectangular, interior, y losa

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67\sqrt{(0.70)(0.50)}} = 0.28$$

$$J_c = \frac{d(c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d)d^3}{6} + \frac{d(c_2 + d)(c_1 + d)^2}{2}$$

$$J_c = \frac{0.30(0.70)^3}{6} + \frac{(0.70)0.30^3}{6} + \frac{0.30(0.50)(0.70)^2}{2} = 0.0172 + 0.0032 + 0.0368 = 0.0572$$

$$v_{uAB} = \frac{V_u}{A_{cr}} + \frac{\alpha M_u c_{AB}}{J_c}$$

$$v_{uCD} = \frac{V_u}{A_{cr}} - \frac{\alpha M_u c_{CD}}{J_c}$$

La reacción en el área de la sección crítica será de:

$$R = (0.70 \times 0.50 \times 6,235) / 1.4 = 1,559 \text{ kg}$$

$$V_u = 19,000 - 1,559 = 17,441 \text{ kg}$$

$$v_{uAB} = \frac{17,441 \times 1.4}{2.40 \times 0.30} + \frac{0.28 \times 3,390 \times 0.35}{0.0572} = 33,913 + 5,808 = 39,721 \text{ kg/m}^2$$

$$v_{uCD} = 33,913 - 5,808 = 28,105 \text{ kg/m}^2$$

Las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF, en su sección 2.5.9.3 indican que el esfuerzo cortante máximo de diseño obtenido con los criterios anteriores no debe exceder de:

$$F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f_c^*}; \text{ ni de } F_R \sqrt{f_c^*}$$

A menos que se suministre acero de refuerzo para resistir el cortante excedente.

En la expresión anterior,  $\gamma$  es la relación de lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción,

El área de sustentación necesaria;  $26,000 / 6,235 = 4.27 \text{ m}^2$ ;

Suponiendo que  $B = L = \sqrt{4.27} = 2.07 \text{ m}$

$$\gamma = 2.4 / 3.90 = 1.0$$

$$F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f_c^*} = 0.8 (0.5 + 1.0) 14.14 = 16.97 \text{ kg/cm}^2$$

$F_R \sqrt{f_c^*} = 0.8 \times 14.14 = 11.31 \text{ kg/cm}^2 > 3.97 \text{ kg/cm}^2$ ; por lo que por el efecto de penetración la losa no presentará algún problema. Aplicando el criterio de comportamiento como viga ancha

### Tensión diagonal

Con la presión máxima de 6,235 kg/m<sup>2</sup> y considerando un área sustentación de 4.27 m<sup>2</sup>, con las siguientes dimensiones L igual a 2.07 m y B igual 2.07 m, el cortante  $V_u$  y el momento a un peralte del paño de la columna para una viga ancha de b igual 1.0 m será de:

$$V_u = 6,235 \times 0.82 = 5,113 \text{ kg};$$

$$M = 6,235(0.82)^2 / 2 = 2,096 \text{ kg-m}$$

Según las NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero del RCDF, en su sección 2.5.1.2 en elementos anchos, como son las losas, en los que el ancho B no sea menor que cuatro veces el peralte efectivo d, con espesor hasta de 600 mm y donde la relación M/Vd no exceda de dos, la fuerza resistente  $V_{CR}$  puede tomarse igual a  $0.5F_Rbd\sqrt{f_c^*}$ , independientemente de la cuantía de refuerzo, entonces:

$$M/Vd < 2; 4,123/(7,170 \times 0.27) = 2.13$$

Como no se cumple esta condición, la resistencia al esfuerzo cortante se valorará con el criterio que se aplica a vigas:

$$A_s = 7.14(1.27) = 9.07 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{9.07}{100(27)} = 0.00756 < 0.0034$$

$V_{CR} = 0.8(100)(27)(0.2+20 \times 0.0034) 14.14 = 8,185 \text{ kg}; 8,185 \text{ kg} > 5,113 \text{ kg}$  el cortante será bien absorbido.

### Flexión

Momento en la sección crítica

$$M = 2,096 \text{ kg-m}$$

$$P_{\min} = 0.0026$$

$$P_{bal} = (170/4,200)(4,800/6,000+4,200) = 0.019$$

$$P_{m\acute{a}x} = 0.75 \times 0.019 = 0.014$$

$$q = 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f'_c}} = q = 1 - \sqrt{1 - \frac{2(209,600)}{0.9(100)(27)^2 170}} = 0.019$$

$$P = q f'_c / f_y = 0.00077$$

$A_s = 100 \times 27 \times 0.00077 = 2.07 \text{ cm}^2$ ; es menor que la indicada al inicio que fue de  $9.07 \text{ cm}^2$ .

### 3.3 Cálculo de la red hidráulica interior de distribución

El cálculo hidráulico de la red interior de distribución se realiza bajo las siguientes consideraciones:

- La red debe ser diseñada para conducir un gasto máximo instantáneo, mismo que será distribuido a lo largo de la red interior de distribución.
- La carga hidráulica del mueble más desfavorable debe permitir el correcto funcionamiento de este mueble.

A continuación se presenta el análisis hidráulico de la red.

#### 3.3.1 Análisis hidráulico de la red interior de distribución

La determinación de la carga del mueble más desfavorable, se obtendrá con la siguiente expresión:

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{f1}$$

$H_r$  Carga requerida en el mueble más desfavorable, en m

$z_2$  Carga de posición del mueble más desfavorable, en m

$P_2 / \gamma$  Carga de operación del mueble más desfavorable, en m

$v_2^2 / 2g$  Carga de velocidad a la llegada al mueble más desfavorable, en m

$v_1^2 / 2g$  Carga de velocidad en la derivación hacia el edificio, en m

$\Sigma h_f$  Pérdidas por fricción en la tubería, en m

A continuación se calculan cada uno de los parámetros indicados.

### 3.3.1 Carga de posición en el mueble más desfavorable

La determinación de la carga de posición del mueble más desfavorable, se define como la diferencia entre la cota de llegada del agua en el mueble más desfavorable y la cota de la tubería que alimenta a la edificación, por lo que se tiene:

$H_f$  = Cota de llegada en el mueble más desfavorable menos cota de la tubería que alimenta a la edificación:

$$H_f = 4.85 - 3.20 = 1.65 \text{ m}$$

El mueble más desfavorable en este caso es el lavabo que requiere una carga de operación de 3.0 m. La carga de velocidad a la llegada del mueble más desfavorable y la carga de velocidad en la derivación hacia el edificio, se desprecian por ser muy pequeñas, más adelante se calcularán para obtener su valor.

### 3.3.2 Pérdidas por fricción en la red

El cálculo de las pérdidas de energía por fricción en la línea de conducción se realiza con la ecuación de Manning siguiendo el mismo procedimiento como se mencionó en el apartado 2.3.2.

Por lo que se tiene:

$$h_f = K L Q^2$$

### 3.3.3 Pérdida de energía por accesorios

La obtención del valor de las pérdidas de energía por cada uno de los accesorios se puede determinar en base a la tabla 2.9 de pérdida de carga en conexiones, esta tabla considera una longitud equivalente de tubería en función a la pieza especial considerada y su diámetro, o bien considerando un porcentaje de las pérdidas por fricción, ese porcentaje se considera del 5 % al 10 %.

$$h_s = 0.10 h_f$$

### 3.3.4 Pérdida de carga por velocidad

Para el cálculo de las pérdidas de carga por velocidad, se considera el diámetro interior de la línea de conducción, para este caso el material considerado es cobre, por lo que su diámetro interior, el área hidráulica, la velocidad media y la carga por velocidad valen:

$$\begin{aligned}D_{int} &= 3/4'' = 0.020599 \text{ m} \\A_{hid} &= (3.141516 \times 0.020599^2) / 4 = 0.00033 \text{ m}^2 \\V &= (0.0002 / 0.00033) = 0.606 \text{ m/s} \\h_v &= (0.606^2 / 19.62) = 0.0187 \text{ m}\end{aligned}$$

### 3.3.5 Carga en el mueble más desfavorable

La obtención de la carga en el mueble más desfavorable, se determina con la siguiente expresión.

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{f1}$$

Como la carga en el punto de entrega al edificio debe ser mayor a 10.00 m, la red interior de distribución funciona correctamente.

### 3.3.6 Cálculo de diámetros de la red

Para el diseño de la red de distribución se recomienda que la velocidad del flujo de agua en las tuberías se sitúe entre 1.0 y 1.5 m/s, el diámetro se calcula con la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Dónde:

- d diámetro de la tubería, en m
- Q gasto en la tubería, en m<sup>3</sup>/s
- v Velocidad dentro de la tubería, en m/s

Por lo que el diámetro teórico calculado para cada tramo de tubería se presenta en la tabla 3.22.

Tramo de derivación	Diámetro teórico (m)	Diámetro comercial (m)-(pulg)
Lavabo-inodoro	0.011	(0.014453)-(1/2)
Inodoro-línea de abastecimiento	0.016	(0.020599)-(3/4)

Tabla 3.22 Cálculo del diámetro teórico y diámetro comercial

### 3.3.7 Recálculo de la velocidad

Para el recálculo de la velocidad de diseño, se utiliza la ecuación de continuidad:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Donde:

$v$  Velocidad dentro de la tubería, en m/s

$A$  área transversal de la tubería, en m<sup>2</sup>

$Q$  gasto en la tubería, en m<sup>3</sup>/s

Por lo que la velocidad para cada tramo se muestra en la tabla 3.23.

Tramo de derivación	Diámetro (m)	Velocidad (m/s)
Lavabo-inodoro	0.014453	0.609
Inodoro-línea de abastecimiento	0.020599	0.600

Tabla 3.23 Recalculo de la velocidad por tramo

### 3.3.8 Recálculo de carga en el mueble más desfavorable

La obtención de la carga en el mueble más desfavorable, se determina con la siguiente expresión:

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{f1}$$

Como la carga en el punto de entrega al edificio es mayor a 10.00 m, la red interior de distribución funciona correctamente.

Cantidad	Pieza	Carga ( m )
$z_2$	Carga de posición del mueble más desfavorable	1.650
$P_2 / \gamma$	Carga de operación del mueble más desfavorable	3.000
$v_2^2 / 2g$	Carga de velocidad a la llegada al mueble más desfavorable	0.019
$v_1^2 / 2g$	Carga de velocidad en la derivación hacia el edificio	0.018
$\Sigma h_f$	Pérdidas por fricción en la tubería	1.018
$H_r$	Carga requerida en el mueble más desfavorable	5.705

### 3.4 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica comprende al conjunto de tuberías y canalizaciones como son registros, elementos de unión entre tuberías, conductores eléctricos, accesorios de control y protección necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes o tomas de energía eléctrica con los receptores a partir de la propuesta de necesidades de salida de alumbrado y contactos en los puntos de aplicación y uso en áreas construidas interiores y exteriores del inmueble proyectado.

Los conductores eléctricos empleados deberán ser con recubrimiento de aislante (THW) resistentes al calor a una temperatura de 90 oC como mínimo y resistentes a la humedad, calculados para evitar sobrecalentamientos. Las tuberías y accesorios deberán cumplir con las especificaciones de la secretaría de economía. Las normas básicas a las que se apega el proyecto son: las NTC para Instalaciones Eléctricas del RCDF, según gaceta oficial del 10 de octubre de 1994.

#### 3.4.1 Sistemas de operación

Para alimentar las cargas demandadas por este proyecto de vivienda independientes cada una de ellas se ha considerado.

Suministro.- sistema bifásico con potencial de 220 voltaje corriente alterna (VCA). Alimentado con tres líneas (3H) desde el suministro hasta el interruptor general, dos fases (2F) de 127 VCA cada una y 60 Hz

Distribución en vivienda de 127 volts, tres hilos, 60 Hz, Iluminación.- 127 volts.

Las instalaciones eléctricas comprenden los siguientes sistemas:

Acometida. El servicio de acometida será vía subterránea, trifásica (3F) a 220 VCA. Los conductores irán alojados en tubería conduit galvanizada pared delgada.

Protección y control. El sistema proporcionará la protección y control del sistema eléctrico y de todos los motores y equipos conectados al mismo. Los controles previstos contemplan: operación de motores individuales (manual y automático). Operación de equipos de iluminación. El sistema estará integrado por tablero de alumbrado, contactos e interruptores.

Sistemas de fuerza menor. El sistema estará constituido por contactos para una carga según el artículo 5 fracción VII del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas. Para vivienda y residencias con una demanda de 100 a 200 watts utilizándose para este caso una carga de 125 watts para cada contacto y una salida especial de 220 watts para conectar una bomba bifásica de 2.0 HP.

#### 3.4.2 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación deberá utilizar fuentes de luz de eficiencia alta y de vida útil prolongada. El control de iluminación en áreas comunes se hará desde el tablero de alumbrado general y áreas privadas mediante apagadores.

En el diagrama eléctrico de la casa realizamos un censo de carga para saber cuál será nuestra demanda de energía eléctrica para calcular el calibre de cable que se ocupará para suministrar energía desde la subestación.

Planta baja:

14 lámparas de 45 watts

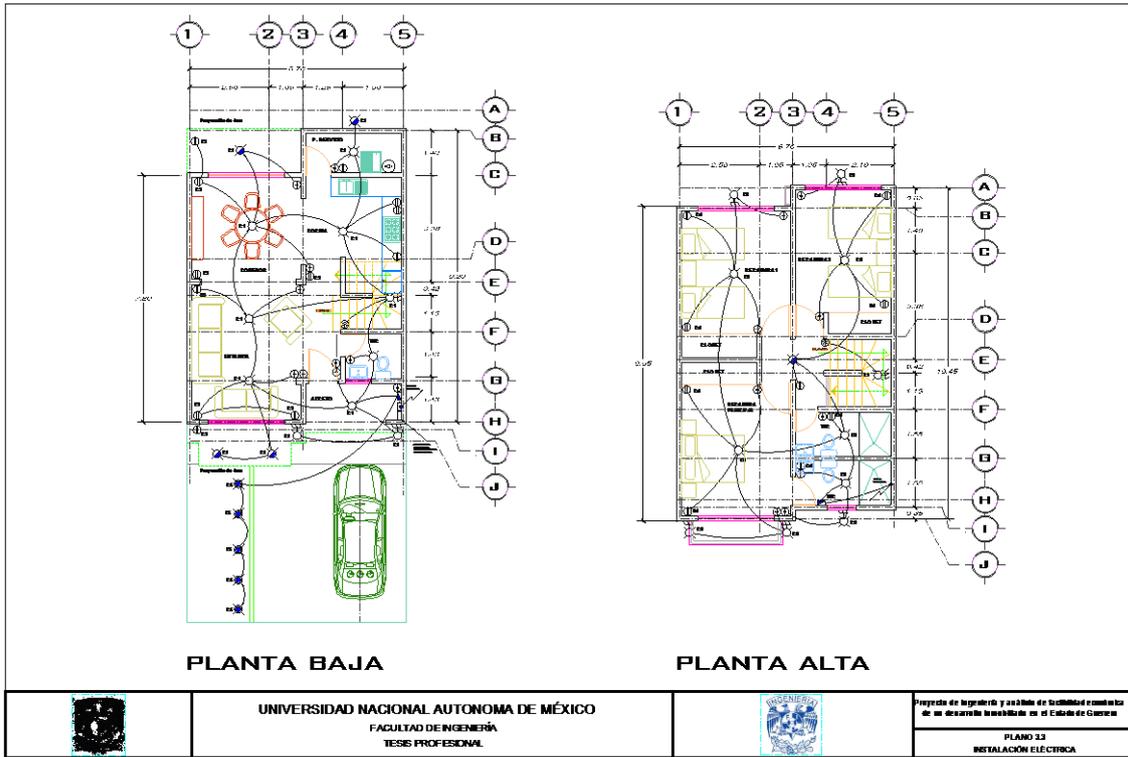
14 contactos de 75 watts

Planta alta

12 lámparas de 45 watts

12 contactos de 75 watts

Sumando lámparas y contactos tenemos una demanda de 3,120 watts, tomamos en cuenta un factor del 20 % adicional. Tenemos en total una demanda de 3,744 watts redondeando nos queda de 4 kilowatts (kw). En el plano 3.3 se muestra la instalación eléctrica de la vivienda prototipo.



## Capítulo 4

# ESTUDIO DE MERCADO

## CAPÍTULO 4

### ESTUDIO DE MERCADO

Se entiende por mercado al área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados. También puede considerarse al mercado como al conjunto de personas o unidades de negocios que compran y venden determinados productos o a quienes se puede inducir para que lo compren o vendan. En el mercado se realiza un proceso de intercambio, que requiere lo siguiente: identificar las necesidades existentes del mercado, crear un producto con ventajas competitivas, coordinar su proceso comercial, buscar la satisfacción del cliente (dándole beneficios y valor agregado). En el presente capítulo se desarrollarán estrategias de mercado para la comercialización del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas”.

#### 4.1 Oferta de productos inmobiliarios

La comercialización exitosa de un desarrollo inmobiliario debe responder a las fuerzas de la oferta y la demanda del mercado inmobiliario, de modo que éste satisfaga las necesidades del mercado y se incorpore al ambiente urbano en que se encuentra. El propósito es identificar las preferencias inmobiliarias en calidad, cantidad y costo de la demanda para determinar si la oferta es atractiva para el comprador.

La oferta es la cantidad de bienes o servicios que cierto número de oferentes (productores) pone a disposición del mercado a un precio determinado.

La oferta de vivienda está constituida por el acervo de vivienda de calidad que existe en un momento dado y la construcción de vivienda nueva que incrementa dicho acervo cada año. El sondeo de la oferta debe concretarse en un inventario disponible de productos inmobiliarios que puede ser competencia de la empresa desarrolladora que realiza el proyecto.

El suelo es insumo básico en la producción de vivienda porque sin suelo no puede haber vivienda y además representa una parte significativa del costo global de la vivienda. Sólo a partir del momento en que se tiene seguridad

sobre la tenencia de la tierra es cuando se generan las fuerzas dinámicas que llevan a la realización de los proyectos inmobiliarios.

El crecimiento de la población urbana ha transformando la tierra en un recurso muy escaso, de ahí que el acceso al suelo se encuentre marcado por la especulación, el aumento del precio y los mecanismos irregulares para su obtención. El mercado del suelo comprende los segmentos del mercado habitacional, comercial, industrial, de gobierno y ha servido de base para la construcción de todos los tipos de desarrollos inmobiliarios.

En los últimos años el mercado del suelo ha tenido que enfrentar dificultades asociadas a la escasez de grandes extensiones de terrenos. Las dificultades para adquirir tierras han influido en las prácticas de los promotores, desplazando sus actividades hacia ciudades intermedias en donde la demanda por este tipo de terreno ha ido en aumento, lo que ha llevado a realizar fraccionamientos cada vez más alejados de los centros urbanos. En gran medida éste ha sido el origen de un crecimiento preocupante y anárquico de las ciudades que presentan mayor concentración de la actividad económica. Sin duda el caso más alarmante está representado por la zona metropolitana de la Ciudad de México donde, en los últimos cinco años, la mancha urbana se ha extendido a un promedio anual de 28.8 kilómetros cuadrados.

## 4.2 Investigación de mercado

Se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. La demanda real se refiere al grupo o estrato socioeconómico con posibilidades para adquirir una oferta inmobiliaria en las condiciones crediticias actuales y por demanda potencial a la conformación de un sector socioeconómico que en un futuro cercano puede comprar los productos inmobiliarios que se ofrecen al disminuir o aumentar este nicho de mercado, lo que depende tanto de variaciones demográficas de la ciudad como de la contracción o apertura de la demanda debido a una crisis o bonanza económica.

El propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuales son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto al producto; la demanda está en función de una serie de factores como son: la necesidad real que se tiene del producto, precio, población, ingresos, etc. La investigación de mercado de productos inmobiliarios consiste en obtener información confiable que sirva de base para la toma de decisiones al definir el perfil de los compradores y su volumen para determinado tiempo.

Por lo tanto, el objetivo de la investigación de mercados es conocer al consumidor (demanda) para ofrecerle productos que necesite o desee y con ello disminuir riesgos en la inversión inmobiliaria.

#### 4.2.1 Metodología

El estudio de mercado se estructura como sigue:

- **Objetivos:** Debe plantearse con mucha claridad qué nicho (espacio del mercado que se considera demanda real o demanda potencial que puede presentar un producto inmobiliario) de mercado se investigará y con qué propósito
- **Formulación de una hipótesis:** Debe tener por lo menos una hipótesis, es preciso formularse qué información puntual se requiere y cómo recabarla asegurará la venta de productos inmobiliarios dentro del mercado
- **Métodos:** Descripción del método a emplear en la recolección de información, así como las técnicas a utilizar en el procesamiento, análisis y la presentación de resultados
- **Muestreo:** Se define cuál será la muestra a emplear, cómo se determinará el universo o tamaño del muestreo, su representatividad y de qué manera se elegirán los sujetos a entrevistar
- **Cronograma:** Calendario de realización en la concreción de cada etapa de la investigación con los resultados
- **Costo:** El monto requerido para la investigación y el costo por etapa

El proyectista debe estar enterado de los alcances y resultados del trabajo de la investigación de mercados para interpretarlo y convertirlo en el programa urbano, que debe ser rector en su diseño.

#### 4.2.2 Métodos cuantitativos de recolección de datos

La investigación de mercados utiliza muestreos para obtener información directa de la demanda y asegurar su congruencia y confiabilidad. Para ello, en primer término es necesario elaborar un cuestionario que ordene la información por temas o datos personales, como sexo, edad, estado civil o número de hijos; datos económicos, como trabajo e ingresos; datos acerca de expectativas de vida y gustos, los cuales ya deben estar codificados para su procesamiento. Por su facilidad en la codificación, con frecuencia las preguntas del cuestionario son cerradas (sí o no), de opción múltiple o en batería (serie de preguntas secuenciadas que permiten profundizar sobre un tema), aunque es deseable dejar abierta alguna opción para que el entrevistado exprese su opinión con libertad.

Hay diversos métodos para obtener información, entre los que destacan:

- Entrevista por correo y correo electrónico. Se envía el cuestionario y se estimula a que lo regresen por la misma vía. Como resulta de bajo costo, puede cubrir encuestas a nivel nacional, pero con la desventaja de que se requiere de un directorio enorme y estos canales de comunicación con frecuencia están saturados.
- Entrevista por teléfono. El método permite tener la mínima información con la mayor rapidez, sirve para determinar preferencias del público o medir su grado de retención.
- Entrevista personal. Es el método más utilizado y el que proporciona mejores resultados, ya que el entrevistado está presionado a contestar y permite al entrevistador, a través de la observación, tomar notas sobre el entrevistado y captar mejor sus ideas.
- Paneles de consumidores o de especialistas. Se trata de reunir y evaluar las respuestas de un conjunto de sujetos, hogares o establecimientos que pudieran entrevistarse para obtener su opinión sobre un producto inmobiliario.

#### 4.2.3 Determinantes de la demanda de vivienda

En 1994 el país contaba con 95 millones de habitantes y para principios del siglo XXI con 104 millones. El crecimiento demográfico es el factor principal que determina la demanda de vivienda, pues en la medida en que la población crece las necesidades de vivienda aumentan.

Además del crecimiento de la población, los flujos migratorios también juegan un papel preponderante, tanto en el número de viviendas necesarias como en la distribución regional de la demanda misma. La migración rural-urbana crea una fuerte presión sobre el espacio en las ciudades. Se estima que el movimiento migratorio hacia las grandes ciudades ha aumentado en 600 % en las últimas tres generaciones y la dinámica de expansión poblacional de los principales centros urbanos se sitúa entre 3.5 % y 4.5 % al año. La concentración poblacional en la Ciudad de México es la más alarmante, porque representa a la quinta parte de la población del país asentada en tan sólo el 0.1 % del territorio. La estimación de la demanda de vivienda parte de supuestos diferentes con respecto a las tendencias del crecimiento poblacional, las tendencias en el tamaño de las familias y el grado de deterioro de la vivienda ya existente. Así, dichas estimaciones sugieren la necesidad de construir entre 600,000 y 800,000 viviendas anuales, lo que obviamente implica movilizar los recursos financieros requeridos, crear los mecanismos distributivos para asegurar que las viviendas lleguen a quienes más las necesitan y en las regiones geográficas en donde la presión de la demanda se manifiesta con

mayor intensidad, asegurando también que estas viviendas cumplan con el mínimo que las califica como dignas.

Atendiendo, por un lado, a la distribución del ingreso entre la población y, por el otro, a la existencia de mecanismos de financiamiento o subsidios orientados a la adquisición o mejora de viviendas, es posible identificar tres segmentos distintos en la estructura del mercado habitacional de México. El primer segmento está integrado por unidades familiares de ingresos altos, es decir ingresos familiares que equivalen o son superiores a una cifra del orden de diez veces el salario mínimo. Este segmento del mercado, por sus ingresos, puede acceder al tipo de vivienda de mayor calidad. El ingreso de este tipo de unidades familiares garantiza la rentabilidad de la inversión en vivienda y el buen funcionamiento de la intermediación financiera.

El segundo segmento es el que comprende al sector de ingresos familiares medios, o sea aquéllos que se ubican en un rango que va de dos y medio hasta diez veces el salario mínimo. Ese sector ha sido el destinatario por excelencia de los programas institucionales de crédito; de ahí que sus integrantes (independientemente de los ahorros que hayan logrado acumular), por sus ingresos y por las características de su ocupación, han sido los beneficiarios potenciales y reales de los mecanismos de crédito que resultan de la política habitacional del gobierno.

El tercer segmento del mercado habitacional comprende al sector más pobre formado por unidades familiares cuyos ingresos son menores a dos y media veces el salario mínimo. En este sector pertenece la mayoría de la población; es de rápido crecimiento y habita generalmente zonas que se construyen con una alta densidad y que frecuentemente carecen de infraestructura o servicios urbanos comunitarios. Incluye a extensos grupos del sector informal, auto-empleados y subempleados que no cuentan con una fuente fija de ingresos y no disfrutan de las formas establecidas de seguridad social, lo que reduce aún más sus oportunidades de acceder a los mecanismos institucionales de crédito.

Empleando las categorías de demanda en materia de vivienda previamente introducida, queda claro que la demanda efectiva es la originada por el segmento de altos ingresos del mercado habitacional y por la porción del segmento intermedio que llega a tener acceso a los créditos subsidiados destinados a la adquisición o mejora de vivienda. La demanda insatisfecha corresponde a aquellos grupos que, cumpliendo todas las condiciones establecidas para recibir este tipo de créditos, no llegan a disfrutar de ellos por la insuficiencia de su oferta. Finalmente, es el tercer segmento el de ingresos mínimos e inestables el que da lugar a lo que se ha denominado demanda potencial.

Para entender mejor la situación actual y poder planear escenarios, es importante revisar las variables económicas por ejemplo el producto interno bruto (PIB), para el año 2009 la inflación fue casi la misma que para el 2004, por lo cual, se recomienda utilizar el financiamiento para la producción inmobiliaria y tomar en cuenta, que el proceso de recuperación para la economía Mexicana podría ser lento, pero la ventaja es que esta economía se impulsa por las necesidades de la creciente población. Para cubrir la demanda inmobiliaria ligada al crecimiento poblacional, la empresa de mercadotecnia inmobiliaria softec pronostica que para 2030 se requerirán 10 millones de viviendas en las 80 zonas urbanas del país, de las cuales el mayor crecimiento se registrará en la clase media entre 400,000 y 1,000,000 de pesos. Esto significa que el segmento medio podría pasar de una participación en el mercado del 19 % del total de la demanda que tenía en el año del 2007, al 30 % en el año 2030, y el 13 % para la vivienda económica en ese mismo año. Además del factor económico, el mercado habitacional se definirá por edad y tipología de hogar. Para el 2030 el grupo de mayor crecimiento son personas de 65 años. Esta situación obliga a replantearse el perfil de los clientes, saber para quien hacemos los inmuebles marcará el éxito de los productos inmobiliarios, además la claridad en los derechos de propiedad, ligados a las ciudades y abastecidos de áreas verdes, transporte comercios, y servicios serán una pieza clave en la construcción de nuevos desarrollos inmobiliarios. En cuanto a las ventas nacionales de vivienda, estas seguramente seguirán bajando, un poco. Pero las ventas están ligadas a los inventarios, se está vendiendo menos porque hay menos inventarios del producto habitacional. Por tanto, la clave para incrementar las ventas es tener listas más viviendas cuando se acabe el inventario; tomando en cuenta el perfil y la amplitud real del mercado al que se construirán los nuevos desarrollos inmobiliarios.

Para abastecer el nuevo mercado habitacional se deberá ubicar los inmuebles habitacionales en zonas de buen acceso con crecimiento demográficamente positivo y suficiente abasto de comercios y servicios. Dirigir los productos inmobiliarios a un mercado específico de clientes aunque sea pequeño esto ayuda a tener ventas más rápidas y con mayor margen de utilidad. Tomar en cuenta también la tendencia de crecimiento del grupo económico de la población y del tipo.

### 4.3 Balance de oferta y demanda

Con una información confiable y actualizada sobre la oferta y la demanda del mercado inmobiliario para productos específicos, el cliente está en posición de tomar decisiones conscientes sobre la configuración de la oferta del proyecto

urbano. Es responsabilidad del proyectista solicitar al promotor inmobiliario que precise por escrito el tipo, la calidad y la cantidad de productos inmobiliarios a incorporar en el proyecto urbano, lo debe hacer antes de iniciarlo. El programa urbano consiste en especificar el tipo y el número de productos que debe ofrecer el proyecto urbano, así como sus características como tamaño, forma de agrupación, precio y ubicación preferencial, entre otras.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), establece para 1980 un déficit acumulado de 4,678 millones de unidades y permiten estimar que, de continuar la tendencia que se ha venido observando en el déficit habitacional acumulado, el déficit de viviendas alcanzará la cifra de 6.4 millones de unidades para el año 2000. Una cifra igual de alarmante es la que se desprende de un estudio para estimar el déficit habitacional en el Distrito Federal, realizado por el propio Gobierno del Distrito Federal, en el que se estima el monto del déficit habitacional en 2.7 millones de casas habitación. El mismo estudio indica que en la Ciudad de México, el 65 % de la población no tiene posibilidad alguna de obtener una vivienda decorosa y que el 47 % carece de capacidad de compra en el mercado inmobiliario.

La solución o el atenuamiento del problema de la vivienda en México implica la efectiva puesta en práctica del abatimiento de los costos, incremento de la oferta y mayor accesibilidad a los financiamientos a través de esquemas crediticios que neutralicen los efectos de la inflación, elevando de esta manera la oferta efectiva de vivienda con el financiamiento disponible. Por otro lado, la mayor parte de los créditos otorgados actualmente para la adquisición de vivienda han adolecido de severas limitaciones en su accesibilidad debido a las altas tasas de interés nominales vigentes establecidas en razón de las expectativas inflacionarias.

#### 4.4 Definición del producto

La definición del producto se refiere a las características de la vivienda que la empresa ofrece al mercado. Al definir el producto inmobiliario se debe responder lo siguiente: qué sector de la población satisface, qué características debe tener, su tamaño, presentación, normas de calidad y materiales. En sentido riguroso, un producto es el conjunto de atributos conjugados en forma identificable. Todo producto o servicio es un satisfactor a partir de las necesidades que cubre, es un elemento que cuenta con características tangibles (diseño, color y tamaño) e intangibles (imagen, servicio, estatus) y cubre las necesidades de los consumidores. Otro atributo importante de los productos es el beneficio que ofrecen, conformado por los servicios y beneficios adicionales para el consumidor, como garantía, servicio posventa,

crédito, mantenimiento, instalación. El producto es el paquete de beneficios que obtienen los consumidores en un proceso de intercambio. Definir un producto exitoso es sumamente difícil, sobre todo con qué parámetros debe medirse dicho éxito; en ocasiones el retorno sobre la inversión, la satisfacción en los clientes, los años que lleva en el mercado, su crecimiento son algunos elementos que podrían apoyarnos como parámetros.

El éxito de los productos se centra en un conocimiento profundo de las necesidades del consumidor. El desarrollador es quien debe considerar todo lo anterior, hacer un sondeo de la demanda y de la oferta en la zona en que se ubicará el proyecto y determinar qué tipo de productos ofrecen, qué ubicaciones tienen y qué rangos de precios manejan. Con la información obtenida decidirá qué productos inmobiliarios ofrecerá al mercado para obtener mayor rentabilidad del proyecto; como pueden ser diferentes tipos de lotes, de viviendas, locales comerciales, etc.

Se deberá establecer un proceso ordenado para realizar los estudios que produzcan la información requerida, tal como se muestra a continuación:

- En primer término, identificar a la competencia. Si hay una saturación de algún producto inmobiliario en el lugar donde se pretende realizar el proyecto, el promotor podrá reconsiderar otras ideas más originales.
- Enseguida, el desarrollador debe definir algunos conceptos para el producto inmobiliario que quiere realizar; por ejemplo, en el caso de viviendas, el estilo, de tal manera que éste ofrezca perspectivas distintas a las existentes en el mercado que pretende incursionar. Aquí puede ser valiosa la consulta de revistas especializadas en inmuebles o decoración, que tal vez generen ideas de lo que se busca en el proyecto.
- Es recomendable realizar visitas personales a cada uno de los productos que se consideran como la competencia más cercana al proyecto en desarrollo. En la visita personal es deseable tomar fotografías, entrevistar a los vendedores y obtener toda la información posible sobre el producto (características, superficie, acabados, precios de venta y facilidades de pago).
- A la luz de estos conceptos iniciales se analiza la información recabada para seleccionar cuál de los productos inmobiliarios de la oferta serán competitivos en el mercado que se incursiona. Y se decida el grupo de productos que debe ofrecer el proyecto inmobiliario.

En el caso del desarrollo inmobiliario habitacional residencial “Las Gaviotas”, se definieron lotes comerciales y viviendas como productos inmobiliarios que representan la mayor parte de la demanda. Los productos que se ofrecerán en el desarrollo inmobiliario se describen a continuación:

- Locales comerciales. Un atractivo adicional para la comercialización del proyecto son los comercios que sirven para satisfacer la demanda de los residentes como: supermercado, tintorería, farmacia, panadería, papelería y demás. Lo que interesa buscar en este sondeo son los tipos de locales y definir para qué tipo de comercios son adecuados, así como sus superficies y parámetros de costos.
- Viviendas. Después de visitar los fraccionamientos de la competencia se registraron en forma minuciosa las características formales, espaciales y funcionales de sus viviendas; sus tipos de lotes, formas, superficies, calidad, servicio, los precios de venta y sus créditos disponibles. Con base en esta información, se define que uno de los productos que se ofrecerán como oferta del desarrollo inmobiliario son casas de nivel residencial alto las características de las viviendas, sus fachadas se integraron al conjunto. Existe una congruencia formal entre el diseño de viviendas y el de los espacios urbanos exteriores lo cual permitirá una imagen urbana más vigorosa al proyecto.
- Servicios. Los servicios que se incorporarán al proyecto urbano serán: la seguridad, que tanto preocupa a la población y que en general se implanta una vez que el proyecto ha sido construido. Las áreas recreativas comunes, se consideran un atractivo dentro del proyecto urbano para que éste tenga mayor aceptación entre la demanda y se venda con mayor rapidez.
- Equipamiento. La superficie que se dejó como área de donación es el 10 % de la superficie vendible del fraccionamiento, la cual se destinará a obras de equipamiento municipal.

En las figuras 4.1, 4.2, 4.3, y 4.4 se presentan las características del producto inmobiliario que se ofrecerá en el desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas”. La oferta inmobiliaria; será de mejor calidad, con un buen diseño arquitectónico, con un precio competitivo para elevar el nivel de competitividad e inducir así la demanda. Esto hará que los productos inmobiliarios se vendan con rapidez y el desarrollador recupere su inversión en el tiempo previsto. En el plano 4.1 se presenta la planta de conjunto del desarrollo inmobiliario.

Para realizar las cuantificaciones de uso de suelo se consideró el siguiente criterio: la vialidad se cuantifica entre los límites de propiedad. Sí el terreno tiene una afectación por una avenida municipal que lo atravesará o tiene el derecho de vía de una línea de alta tensión, de una carretera federal o estatal, o bien de un cauce de agua de temporal, es necesario agregarla al cuadro para que los usos del suelo del proyecto urbano para que totalicen el 100 % de la superficie del terreno.

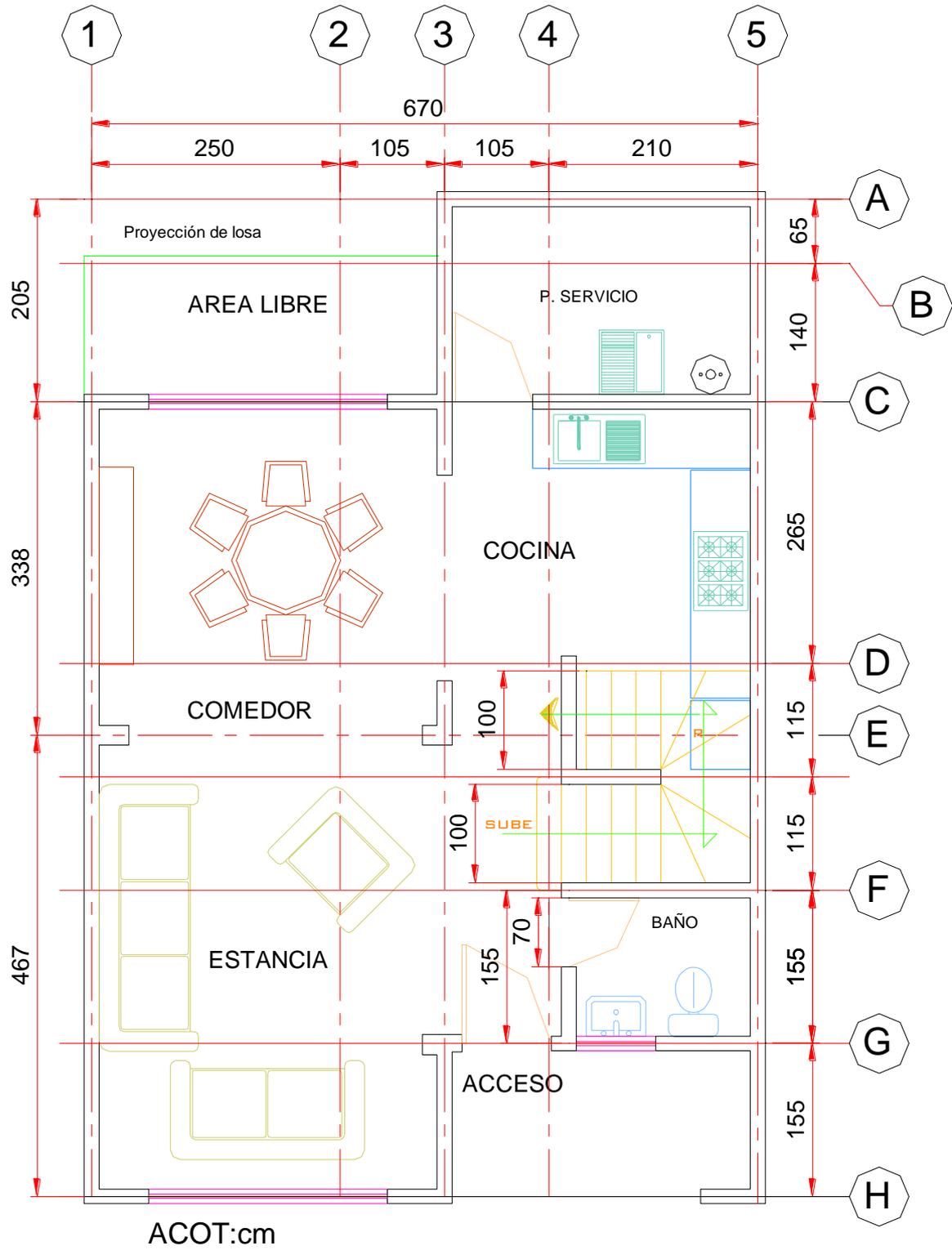


Figura 4.1 Planta baja

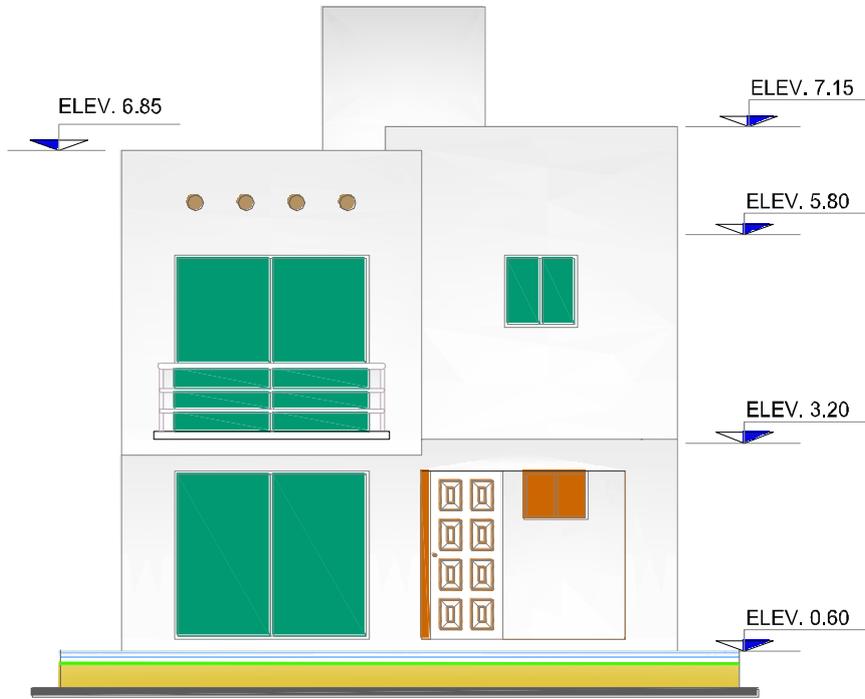


Figura 4.2 Fachada principal

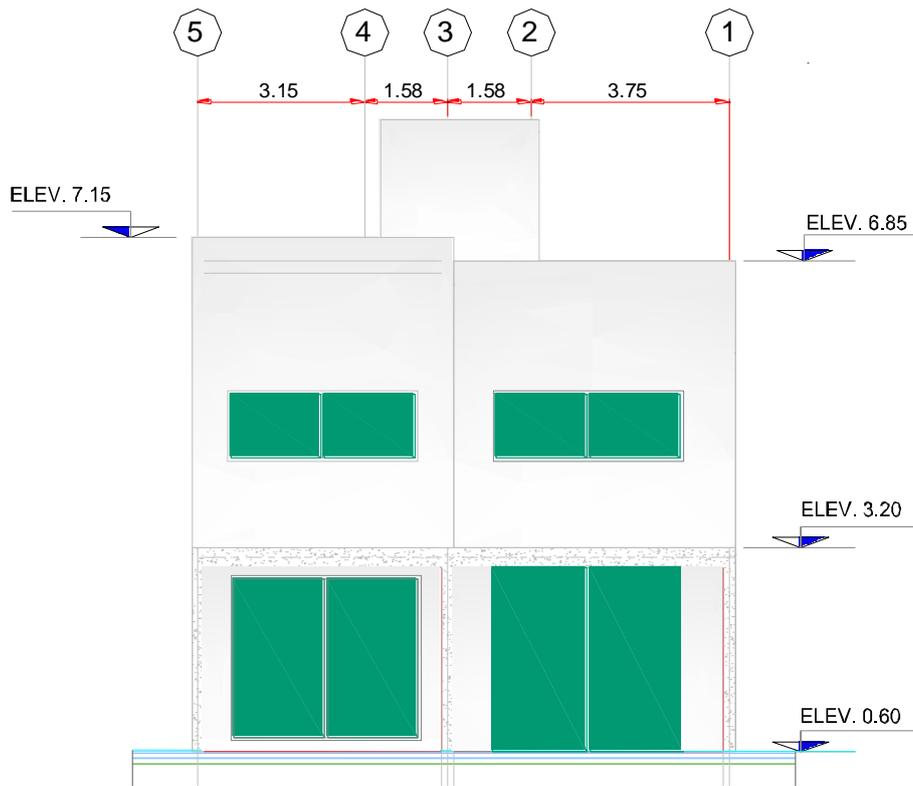


Figura 4.3 Fachada posterior

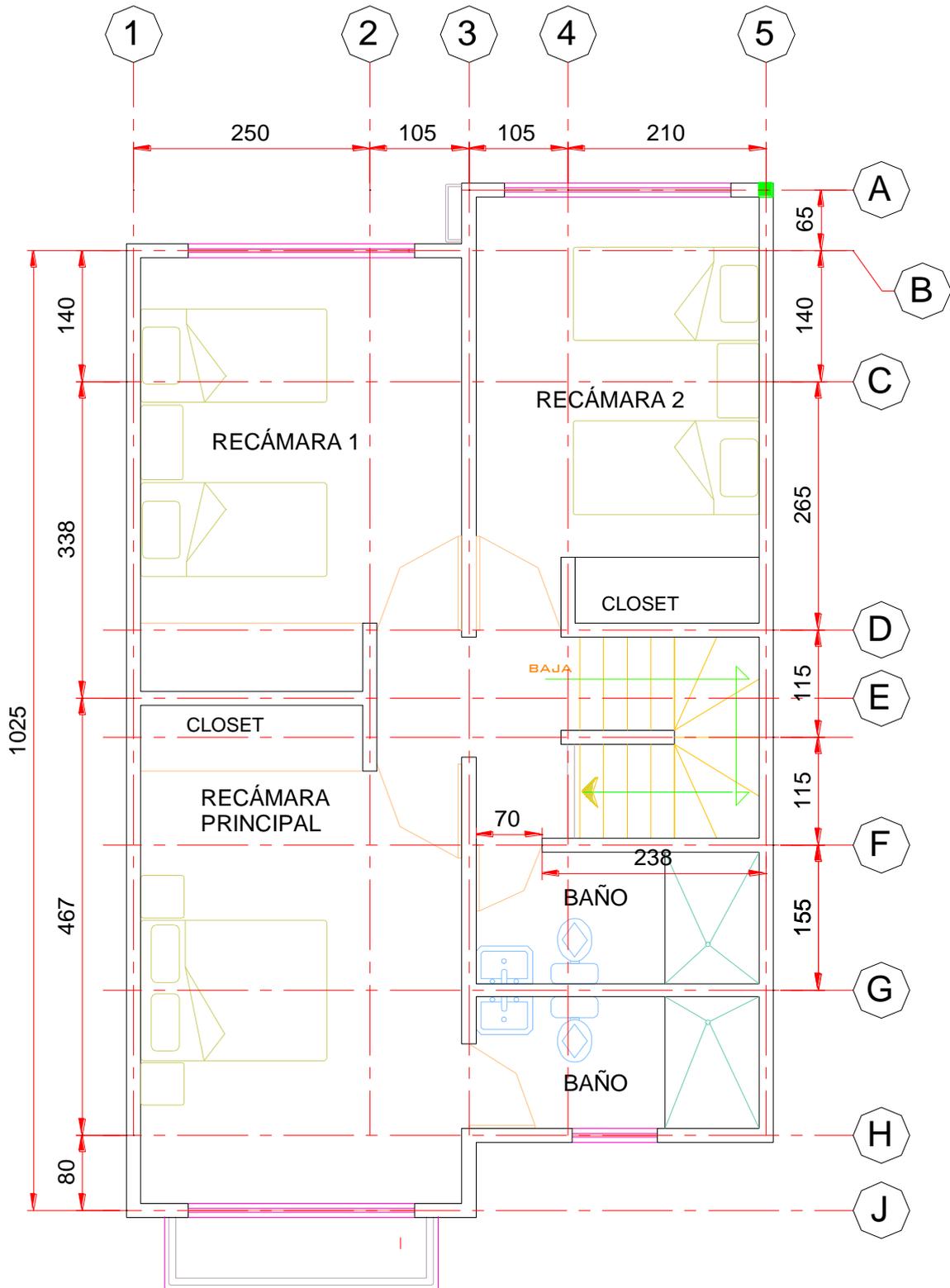


Figura 4.4 Planta alta

Por lo general la afectación y derechos de vía se descuentan de la superficie aprovechable del terreno sobre la que se realiza el proyecto inmobiliario, pero es recomendable aprovecharlas, previa consulta con las autoridades estatales

del desarrollo urbano, como parte de la vialidad para maximizar la superficie vendible del terreno. Cada reglamento estatal de fraccionamientos tiene su normatividad de los tamaños mínimos de lotes, de secciones viales; y dependerá del talento del proyectista combinar superficies y proporciones de ancho, largo de lotes para que el aprovechamiento del terreno sea lo más eficiente y rentable posible. Como el área de donación representa un porcentaje fijo de la superficie del terreno, sólo queda la superficie de vialidad y la vendible para encontrar el punto de equilibrio y hacer rentable el proyecto urbano.

En la tabla 4.1 se presenta la superficie de urbanización del proyecto inmobiliario.

<b>SUPERFICIE DE URBANIZACIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Pavimentación con guarniciones y banquetas	m <sup>2</sup>	5889.4
Red de agua potable	m	599
Red de drenaje sanitario	m	599
Red de electrificación y alumbrado	m	599
Plaza recreativa	m <sup>2</sup>	200
Obras de cabecera (cisterna, tanques, etc.)	m <sup>2</sup>	200
Caseta de control	m <sup>2</sup>	25
<b>Superficie de vialidad</b>	m <sup>2</sup>	Máximo 30 %
<b>SUPERFICIE VENDIBLE</b>		
Lote tipo I	m <sup>2</sup>	850
Vivienda tipo I	m <sup>2</sup>	18,243.75
<b>Superficie vendible</b>		Mínimo 60 %
<b>ÁREA DE DONACIÓN</b>		
Jardines	m <sup>2</sup>	3000
Alberca	m <sup>2</sup>	400
Otros	m <sup>2</sup>	300
<b>Superficie de donación</b>	m <sup>2</sup>	Promedio 10 %
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO</b>	m <sup>2</sup>	100 %

Tabla 4.1 Cuantificación de usos de suelo

Es recomendable que la superficie destinada a vialidad no exceda 30 % del total de superficie del terreno, sí es un conjunto inmobiliario con una densidad de 200 habitantes por hectárea, es decir, de lotes unifamiliares puede

incrementarse en forma proporcional conforme aumenta la densidad, ya que el costo de la urbanización se prorratea entre más personas, por lo que tiende a disminuir el costo por vivienda y, por ende, a aumentar los márgenes de utilidad.

#### 4.5 Determinación de precios

Desde el punto de vista de la mercadotecnia, podemos definir el precio como la cantidad de dinero que una organización establece por un producto o servicio que ofrece al mercado. El precio es el valor monetario que el cliente pagará por el producto o servicio que la empresa desarrolladora le proporciona. Para determinar el precio de venta es necesario tomar en cuenta los costos de producción, costos directos e indirectos, de financiamiento; impuestos, la recuperación sobre la inversión y el margen de ganancia que se pretende obtener, la inflación, la situación del precio en relación con la competencia.

Se define qué estrategia se seguirá, por ejemplo, establecer un precio de introducción más bajo que el de la competencia y con mejores opciones de crédito. Otra más puede ser la suma de los beneficios o valores percibidos por el cliente o usuario y que está dispuesto a intercambiar por una unidad monetaria establecida en el mercado.

Finalmente de acuerdo con la estrategia de comercialización para encontrar el punto de riesgos mínimos y el máximo retorno del capital es conveniente establecer un precio que ayude al éxito comercial de la venta de viviendas. Para las viviendas mostrada en el plano se definió un precio de 1.75 millones de pesos.

#### 4.6 Organización de la comercialización

Las estrategias de mercado tienen que ver con los planes, decisiones y acciones que las organizaciones inmobiliarias toman y están directamente relacionadas con los posibles logros en cualquiera de los siguientes términos: número de clientes, volumen de ventas, participación en el mercado y utilidades o beneficios. Se diseñan con el fin de causar una reacción en la demanda que logre conseguir la estabilidad y el crecimiento de la empresa.

El concepto de estrategia incluye los conceptos de plaza, promoción y publicidad. Al hablar de la plaza en realidad se trata de un concepto de estrategias de distribución. De esta manera, la distribución se define como el conjunto de tareas que de manera sistemática realiza una empresa inmobiliaria que sus productos se ubiquen de manera oportuna y económica ante sus

consumidores. Para hacer llegar el producto inmobiliario al mercado, se requiere de un sistema de distribución basado en puntos de venta. Un punto de venta es un área de exhibición que sirve para cumplir con el objetivo primordial que es vender.

#### 4.6.1 Promoción y venta

El objetivo de la promoción es comunicar la existencia de un producto, dar a conocer sus características, ventajas y las necesidades que satisface. Es la actividad de llevar o acercar el producto al consumidor, hacerlo accesible. Para que un producto tenga éxito, en su etapa de lanzamiento debe ser dado a conocer a los consumidores. Es una práctica común que las inmobiliarias permitan ver físicamente los distintos modelos de viviendas. Es importante que los atributos de un producto puedan ser fácilmente observados e identificados por los consumidores. La tarea aquí mostrar las ventajas que ofrecen los productos inmobiliarios.

La promoción es básicamente un intento por influir en el público, en los sentimientos, creencias o comportamiento del receptor o destinatario. En sentido amplio, tiene como finalidad:

- 1) Incentivar la compra de un producto o servicio. Comunicar a los consumidores información valiosa para apoyar su decisión de consumo.
- 2) Generar ventas de corto y largo plazo. Por medio de una adecuada promoción que incluya la publicidad, la promoción de ventas.
- 3) Ofrecer información inmediata al consumidor. Por medio de un anuncio, la visita de un vendedor, una llamada telefónica o información impresa que explica las características del producto y orienta al consumidor en su decisión de consumo.
- 4) Diferenciar productos similares con algún tipo de beneficio e incentivo para el consumidor. Cuando dos productos o más son iguales o parecidos en la realidad o ante la percepción del cliente, la promoción incentiva la diferencia dando algún premio al consumidor para que elija su marca; por ejemplo descuentos, cupones, etc.
- 5) Obtener apoyo para las ventas al detalle por parte de los comerciantes. Las ventas por medio de detallistas han crecido por la importancia que estas han adquirido; los planes de promoción pueden interesar a los detallistas para facilitar el ingreso de los productos en estos puntos de venta.
- 6) Generar por medio de la publicidad, conciencia de la marca y un buen posicionamiento del producto. Por medio de la publicidad, la promoción permite que los consumidores tengan presente una marca, conozcan

sus atributos, la diferenciación de la competencia, logrando una posición específica en el mercado.

- 7) Aumentar el valor de la marca. Mediante un manejo promocional adecuado, un producto incrementa su valor por el aprecio que de él tienen los consumidores.

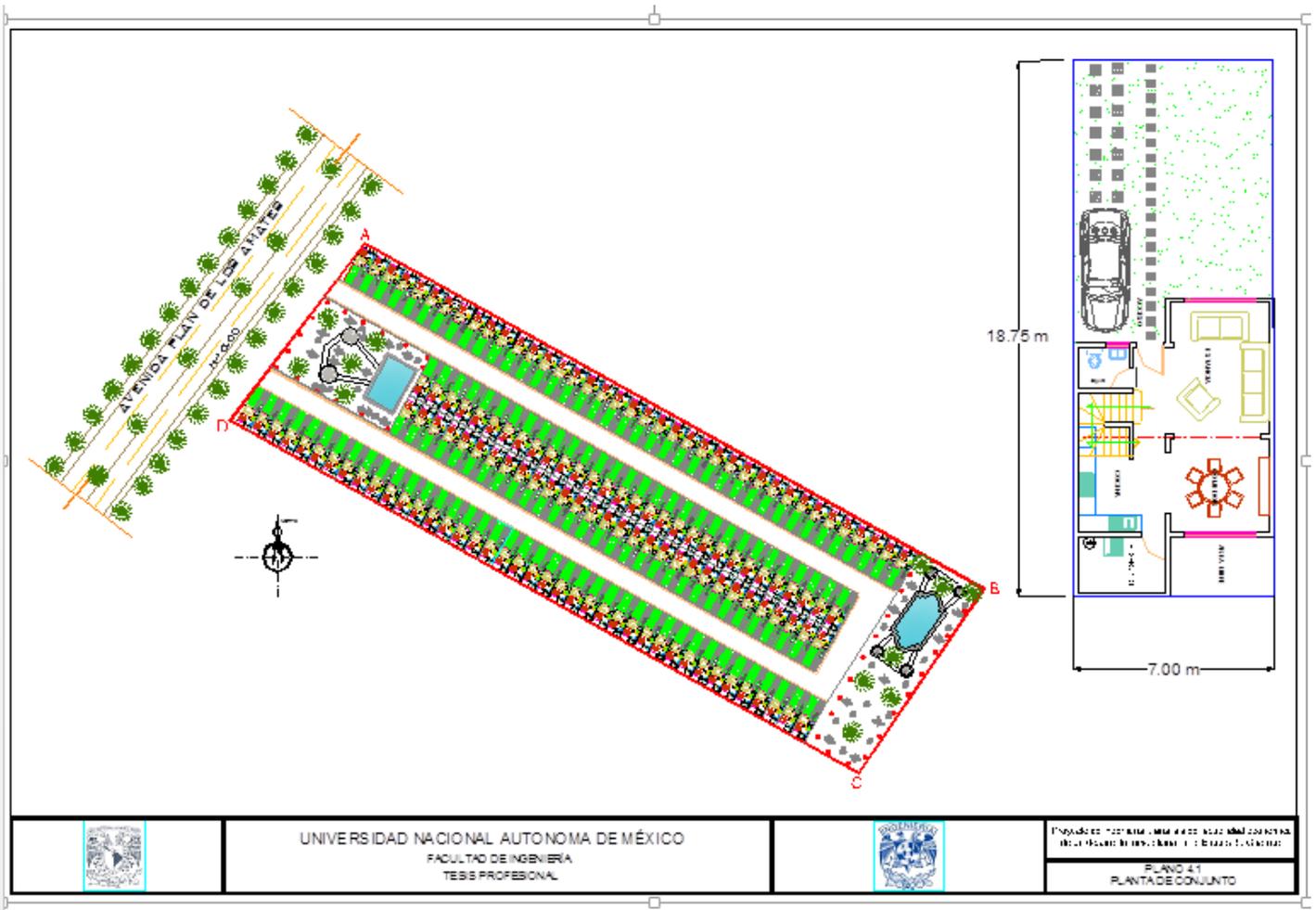
#### 4.6.2 Publicidad

La publicidad tiene como objetivo comunicar al mercado las características de los productos y servicios; diseñar mensajes impresos; periódicos, revistas, cartelera, espectaculares o audiovisuales, para radio, televisión, cines e internet. La publicidad produce anuncios, estructura y diseña creativamente los mensajes, selecciona los medios publicitarios y prepara una propuesta de campaña. Es una forma organizada de informar, argumentar, persuadir y transmitir la información al segmento de mercado que va dirigido el producto. Una campaña de publicidad es un plan organizado de comunicación que por lo general implica la definición del alcance publicitario, mediante el estudio del problema y la asignación de un presupuesto. La campaña publicitaria incluye lo siguiente:

- El análisis de la situación comercial de la empresa, el cual estudia con detenimiento la etapa comercial por la que pasa la empresa, su imagen, su historial en cuanto a ventas, éxitos y fracasos.
- El análisis del consumidor, el cual investiga quienes son los clientes, cuántos son, dónde se encuentran, cuáles son sus motivos de compra, su perfil, qué información tiene de la empresa y los satisfactores que produce.
- El análisis de mercado que implica definir cuáles son los segmentos que se desea atender y si el volumen de clientes justifica o no una estrategia publicitaria.
- El análisis del producto o servicio, en el cual, se identifican claramente las principales características del satisfactor, el grado de conocimiento del producto y su imagen.
- Las estrategias generales, mediante la definición de los objetivos, por la cual se fijan los resultados a los que se desea llegar con la campaña publicitaria, además de establecer el mensaje, el auditorio al que se dirigirá y la duración de la campaña.
- La selección del tema central, es decir, los elementos que dan continuidad y unidad a la campaña, el argumento central, los elementos publicitarios que permanecerán en los mensajes (logotipo, eslogan, música, tipografía, personajes, etc.).
- La selección de los medios publicitarios, en la cual, se elige una mezcla de medios; es la esencia de la campaña consiste en convertir de manera

creativa la información en mensajes comprensibles, asimilables, y aceptables de los competidores, que mantengan la presencia e identidad de la empresa.

- La frecuencia con que se difundirá y su desarrollo; producción, implica definir que anuncios deben imprimirse, grabarse, filmarse, etc.
- La contratación de los medios, la empresa o agencia de publicidad debe realizar con oportunidad la contratación del tiempo y espacio necesario para la difusión de los mensajes.



## Capítulo 5

# ESTUDIO ECONÓMICO

## CAPÍTULO 5

### ESTUDIO ECONÓMICO

Como cualquier obra de ingeniería, la construcción de un desarrollo inmobiliario debe planearse utilizando diferentes estrategias que permitan lograr su factibilidad técnica y económica. La realización ordenada de cualquier proyecto requiere de un estudio sistematizado que guíe los procesos de acción en cada etapa del proyecto. Una toma de decisiones acertada permite un diseño óptimo del proyecto en estudio. Un buen diseño inmobiliario debe incluir una secuencia lógica en el estudio y ejecución del proyecto; la citada secuencia puede ser brindada por la planeación.

Los procesos de planeación utilizados en los proyectos de desarrollos inmobiliarios ayudan a la realización de proyectos factibles. Durante la planeación se definen las actividades que se ejecutarán para el proyecto en estudio. Las actividades del proyecto se miden y se evalúan de manera sistemática con el propósito de presentar un conjunto de alternativas de solución, de definición de necesidades, de implantación del proceso de ejecución y del logro de los objetivos del proyecto por medio de planes, programas y metodologías generales que indiquen como hacer el diseño, representado gráficamente como una serie de actividades en forma secuencial, ordenada y coherente.

#### 5.1 Programación de actividades del desarrollo

La programación del desarrollo utilizará el método de la ruta crítica (CPM), en México se empezó a utilizar este método desde 1961 por la Secretaría de Obras Públicas para la construcción de edificios, desde entonces a la actualidad se utiliza como una herramienta de trabajo para una programación lógica y controlable. Es una técnica utilizada para la planeación y programación de las obras, se basa en la obtención de un modelo gráfico de un proyecto y en un programa de obra. El sistema (CPM) consiste en un método administrativo de tres pasos necesarios para realizar un proceso productivo los cuales son: la planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes del proyecto en estudio que deben realizarse dentro de un tiempo crítico y a un costo óptimo.

La planeación incluye:

- Lista de actividades
- Tabla de secuencias
- Dibujo de diagramas

La programación incluye:

- Valuación de tiempos
- Obtención de ruta crítica
- Análisis y reducciones

El control incluye:

- Repartición de recursos
- Reducción de tiempos

A continuación se explican.

Lista de actividades

En este apartado se consideran los tiempos necesarios para proyectos, trámites etc. Indispensables para la ejecución de la obra, así como las actividades específicas de la construcción. La lista de actividades se puede representar en una tabla de secuencias en la cual, se deberá señalar las actividades simultáneas, las inmediatas anteriores y las inmediatas posteriores.

El primer paso a seguir para realizar el listado de actividades consiste en identificar los conceptos del proyecto de edificación de 139 casas cuyas características fueron descritas en el capítulo 3. En la construcción de las casas se utilizará un sistema industrializado el cual optimizará los recursos y procesos de construcción lo que redundará en un ahorro significativo de recursos monetarios.

La construcción de las casas se dividió en las siguientes actividades:

- Cimentación: En este caso se tiene una losa de cimentación de concreto armado de 15 cm de espesor.
- Estructura: Los muros serán de concreto reforzado de 10 cm de espesor, en las dos plantas.
- Losas de entrepiso: Ambas serán de concreto reforzado.
- Rampas de escalera: Será de concreto armado de 10 cm de espesor y se apoyará sobre los muros de concreto.
- Impermeabilización: Será mediante una membrana de asfalto.
- Acabados en muros: En exteriores, el acabado será con mortero cemento - arena, acabado fino. En interiores, el acabado será

texturizado con relieves finos. En los baños se colocará azulejo, así como en algunas partes de la cocina.

- Acabados en plafones: En losas de entrepiso, el fondeo se realizará con mortero cemento arena, acabado fino con recubrimiento texturizable tipo tirol.
- Acabado en pisos: Se rellenará con tepetate compactado, en losa de concreto armado y de entrepiso, y en escaleras se colocará piso de azulejo.
- En losa de azotea: La impermeabilización será a base de membrana.

Con respecto a las partidas de la urbanización del desarrollo inmobiliario, se desglosan las actividades de terracerías, su construcción se inicia con el trazo y nivelación topográfica de las vialidades, con los datos obtenidos se procede a retirar la capa vegetal en este caso una profundidad de 10 cm, ya retirada la capa vegetal se realiza el mejoramiento de la sub rasante agregando cal al 5 % y se compacta al 90 % proctor.

La construcción de la sub base es por medio del relleno de 40 cm tepetate compactado al 90 % proctor. La base que alojará el pavimento será de tezontle y tepetate de 20 cm de espesor. Para el tendido de la línea sanitaria primero se traza la línea y se colocan los bancos de nivel en la proximidad; un operador excava la cepa longitudinalmente con medios mecánicos (una retroexcavadora) a la profundidad requerida y carga los camiones con parte del escombros de la excavación (la otra parte se queda para el posterior relleno de la cepa). Conforme avanza, otra cuadrilla pone una cama de grava, nivela y tiende la tubería de menor diámetro (la de mayor diámetro la colocan con la retroexcavadora), y se encarga de las juntas en las uniones entre los tubos. También se dejan las preparaciones para las conexiones domiciliarias. Otra cuadrilla rellena y compacta con material de excavación, al final deja el espesor necesario para realizar después la compactación de la base, sub-base y pavimentación de la calle, para lo cual, en forma previa, una cuadrilla construye los pozos de visita en los cruces de las vialidades. De hecho, antes de rellenar y compactar es necesario supervisar que los niveles y las uniones de juntas estén bien realizados. Los pozos de visita se hacen una vez que las tuberías están colocadas.

Trabajos similares se realizarán para la red de agua potable y para las instalaciones subterráneas como el alumbrado. Finalmente se pavimentará con una carpeta de concreto asfáltico de 7 cm de espesor y se construirán las guarniciones y banquetas así como el equipamiento que incluye la construcción de jardines, albercas y juegos infantiles.

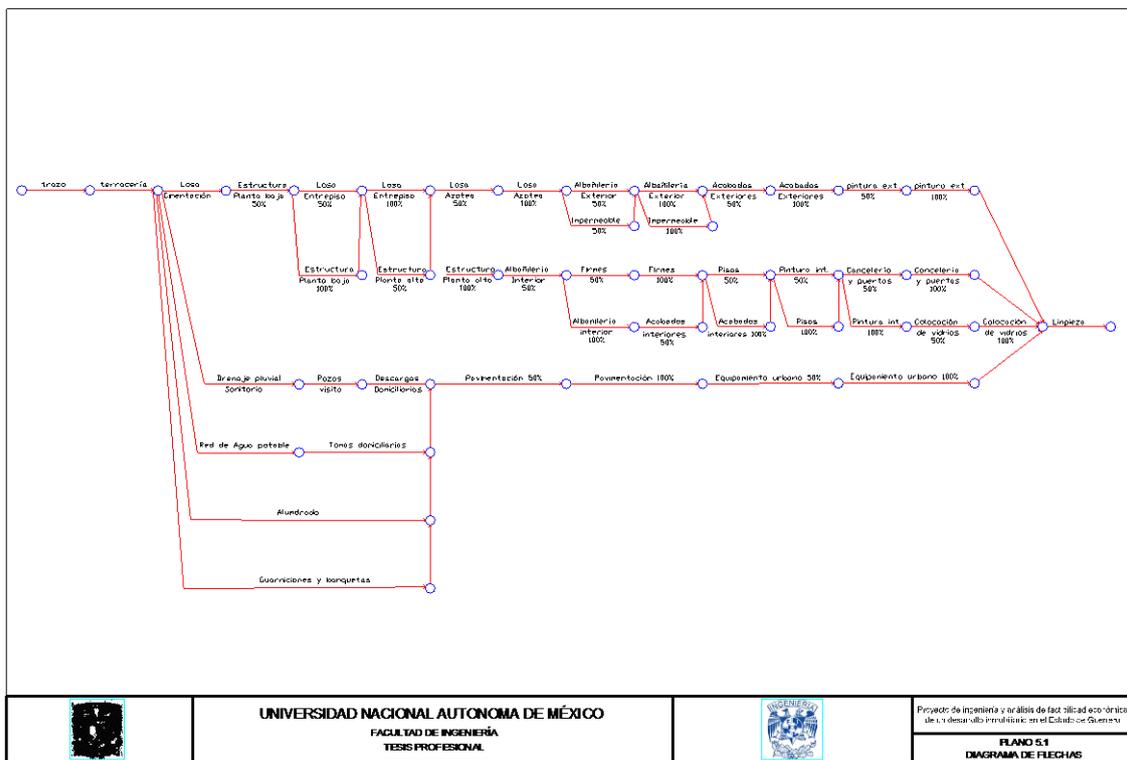
El proyecto fue dividido en grupos de actividades que se refieren a los trabajos de construcción y urbanización del desarrollo inmobiliario.

En la realización de la tabla de secuencias se considera que actividades preceden inmediatamente a la ejecución de ésta, que actividades deben llevarse a cabo inmediatamente después de realizar ésta, y cuales actividades se pueden realizar simultáneamente. En la tabla 5.1 se describen las secuencias de las actividades para la construcción del desarrollo inmobiliario y se presenta su dependencia entre ellas.

	<b>Actividades</b>	<b>Anterior</b>	<b>Simultánea</b>	<b>Posterior</b>
1	Terracerías	-	-	2,3,6,8,9
2	Cimentación	1	3,6,8,9	11,23
3	Drenaje pluvial y sanitario	1	2,6,8,9,11	4
4	Pozos de visita	3	7,8,9	5
5	Descargas domiciliarias	3	7,8,9,11	10
6	Red de agua potable	1	2,3,8,9	7
7	Tomas domiciliarias	6	5,8,9	10
8	Alumbrado	1	3,6,9	10
9	Guarniciones y banquetas	1	2,3,6,8,9	10
10	Pavimentación	1,3,6,8,9	2,11	27
11	Estructura planta baja	2	15,23	12,17
12	Losa de entrepiso	11	15	13
13	Estructura planta alta	12	15,16,17	14
14	Losa de azotea	13	15,16,17	18
15	Escaleras	2	11,12,13,14	17
16	Albañilería exterior	14	18,22	21
17	Albañilería interior	14	16,22	20
18	Impermeabilización	14	16,17	28
19	Cancelería y puertas	20,21,24	22,25	28
20	Acabados interiores	17	21,22,24	28
21	Acabados exteriores	16	20	28
22	Colocación de muebles de baño	23,14	20,21	28
23	Firmes	2	13	24
24	Colocación de pisos	23,14	20,21	26
25	Vidrios	20,21	26,27	28
26	Barandal	15	26,27	28
27	Equipamiento urbano	10		28
28	Limpieza	26,27	-	-

Tabla 5.1 Tabla de secuencias de actividades del desarrollo inmobiliario

Esta división de actividades servirá para dibujar su diagrama de flechas respetando las condiciones de dependencia entre ellas. El diagrama de flechas está formado por eventos y actividades; el evento se representa por un círculo y significa el inicio o terminación de la actividad, los eventos se enumeran de tal manera que el número del evento inicial corresponda a un numeral menor. La actividad se representa por una flecha y es la ejecución física de la labor que consume tiempo y recursos. Cada actividad se representa solo por una flecha y su duración se coloca en la parte inferior de la flecha. Posteriormente se obtienen los volúmenes de obra y los rendimientos de los recursos humanos y materiales que servirán de base para calcular los tiempos de duración de cada actividad, los cuales se anotarán en el diagrama de flechas. En el plano 5.1 se presenta el diagrama de flechas del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas”.



## 5.2 Determinación de las cantidades de obra

Las cantidades de obra del desarrollo inmobiliario se obtienen por medio de la cuantificación de la obra y por el cálculo de los números generadores, estos son una estimación de los recursos que se utilizarán a lo largo de la obra. Son cuantificados por medio de los planos de la obra y se manejan en diferentes unidades como m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, lt, piezas, etc. algunas especificaciones son establecidas por la constructora y en algunos casos también influye el criterio de la persona que los calcula. Los resultados obtenidos proporcionan los

requerimientos de los insumos del proyecto. Existen distintas formas de calcular los generadores de obra, para mostrar cómo se obtuvieron, en este estudio se tomará como ejemplo la actividad excavación para la cimentación en donde se utilizará la figura 5.1.

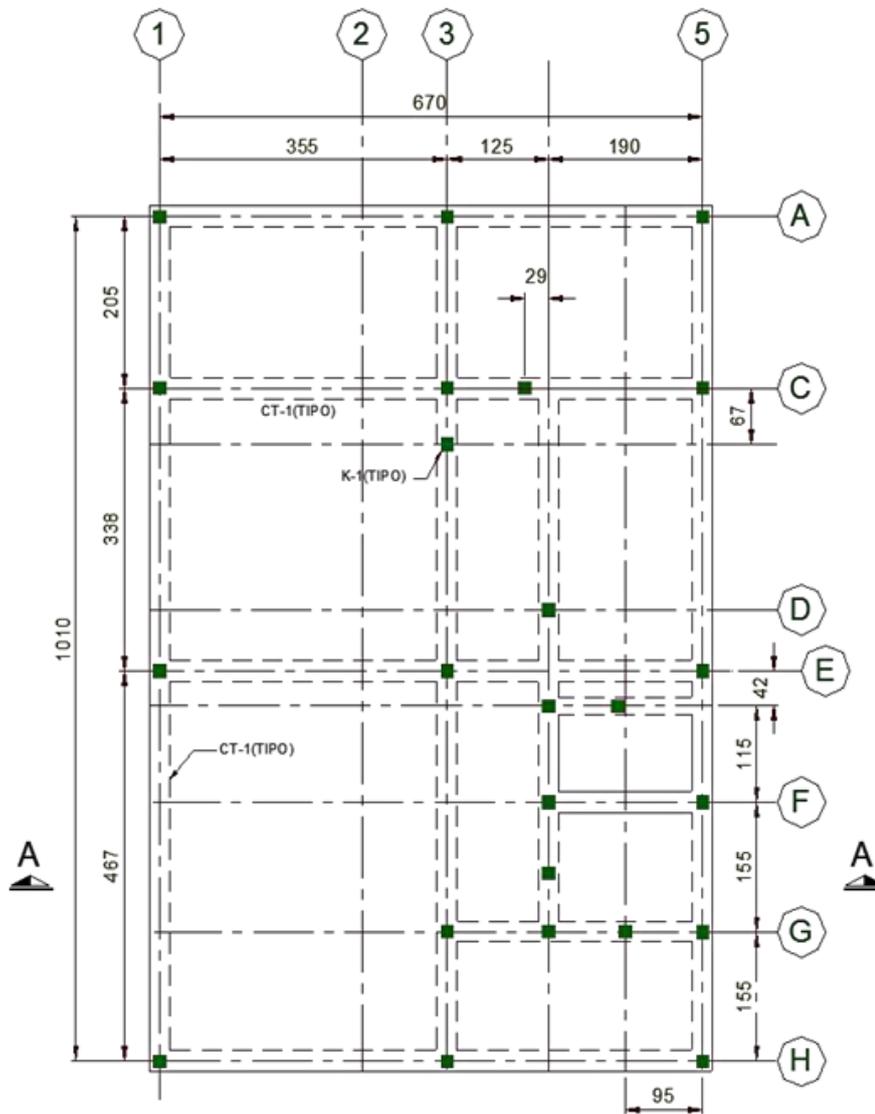


Figura 5.1 Plano de cimentaciones

Los pasos para cuantificar la cantidad de materiales son los siguientes:

- Ubicar la actividad en el plano
- Ubicar los ejes verticales y horizontales que coinciden con la actividad
- Ejes verticales: 1, 2, 3, 4, 5
- Ejes horizontales: A, B, C, D, E, F, G, H

Identificar las medidas de las actividades en los ejes verticales. Columna “largo”, renglones A-H. Identificar las medidas de las actividades en los ejes horizontales, verificando que no se repitan las que ya se contabilizaron por los ejes verticales

Los datos anteriores se colocan en una hoja de cálculo llamada números generadores, se realizan los cálculos y se obtiene la cuantificación de la cimentación. En la tabla 5.2 se presenta un ejemplo que muestra el procedimiento para cuantificar el volumen de excavación. Para obtener la cantidad total de obra del desarrollo inmobiliario se cuantifican los volúmenes de obra para cada una de las actividades que representa la construcción del desarrollo. El proceso anterior se ordena en un formato llamado generador (tabla 5.2) y se aplica a todas y cada una de las actividades de la obra dando como resultado el volumen total de la obra.

HOJA GENERADORA DE		OBRA: DESARROLLO INMOBILIARIO "LAS GAVIOTAS"			
VOLUMENES DE OBRA		ELABORÓ:			H.G.
CLAVE:					No.
CONCEPTO:					UNIDAD: m <sup>3</sup>
<b>EXCAVACIÓN</b>					
LOCALIZACIÓN	PZA.	ALTO	LARGO	ANCHO	TOTAL
<b>Excavación de Contratraves</b>					
Eje 1: A y H	1	0.2	10.4	0.25	0.52
Eje 3: A y H	1	0.2	10.4	0.25	0.52
Eje 5: A y H	1	0.2	10.4	0.25	0.52
Eje 4: C y G	1	0.2	6.5	0.25	0.325
<b>Excavación Losa de Cimentación</b>					
Eje A: 1 y 5	1	0.2	7	0.25	0.35
Eje C: 1 y 5	1	0.2	7	0.25	0.35
Eje E: 1 y 5	1	0.2	7	0.25	0.35
Eje F: 4 y 5	1	0.2	1.9	0.25	0.095
Eje F: 4 y 5	1	0.2	1.9	0.25	0.095
Eje G: 3 y 5	1	0.2	3.15	0.25	0.1575
<b>VOLUMEN TOTAL DE EXCAVACIÓN</b>					<b>14.203</b>

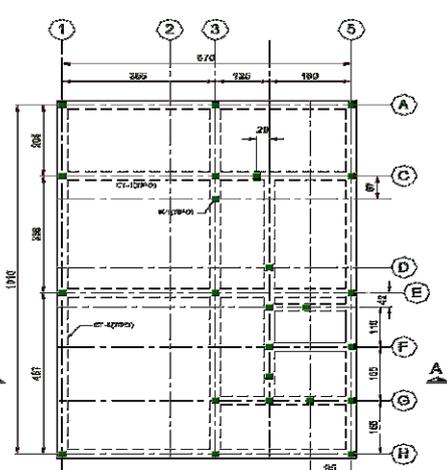


Tabla 5.2 Hoja generadora de los volúmenes de obra

### Asignación de tiempo

La estimación de la duración de una actividad se basa en el procedimiento de construcción, en los recursos disponibles, en los rendimientos de la mano de obra, de los equipos y volumen de la obra a ejecutar. Tomando en cuenta las limitaciones de espacio, de recursos y de la decisión del responsable se procede a la valuación del tiempo de cada una de las actividades. Para realizar la valuación de tiempos se utilizarán los rendimientos de la mano de obra en cada frente considerando el número de horas efectivas de trabajo, así como el arreglo de grupos de trabajo que se planeen utilizar con el fin de atacar uno o varios frentes al mismo tiempo y acelerar la terminación de los trabajos por lo que es necesario elaborar una programación detallada de las cuadrillas para evitar tiempos muertos o cuellos de botella en el avance de la obra. En cambio,

las cuadrillas de instalaciones y los colocadores de pisos, cancelería y carpintería, son especializadas y realizan de manera puntual, o no continua, sus actividades en cada vivienda. En la tabla 5.3 se presenta la duración de cada actividad del desarrollo inmobiliario.

	<b>Actividades</b>	<b>Duración (días)</b>
1	Trazo y nivelación	2
1	Terracerías	15
2	Cimentación	2
3	Drenaje pluvial y sanitario	7
4	Pozos de visita	7
5	Descargas domiciliarias	7
6	Red de agua potable	15
7	Tomas domiciliarias	7
8	Alumbrado	20
9	Guarniciones y banquetas	20
10	Pavimentación	7
11	Estructura planta baja	6
12	Losa de entepiso	6
13	Estructura planta alta	6
14	Losa de azotea	6
16	Albañilería exterior	3
17	Albañilería interior	3
18	Impermeabilización	2
19	Cancelería y puertas	3
20	Acabados interiores	7
21	Acabados exteriores	3
22	Colocación de muebles de baño	3
24	Colocación de pisos	14
26	Barandal	2
27	Equipamiento urbano	7
28	Limpieza	1

Tabla 5.3 Asignación de tiempo

El equipo de construcción del desarrollo inmobiliario considera la dificultad de ejecución de los trabajos, que se traduce en tiempos y movimientos. De

acuerdo con el proceso de construcción industrializado antes detallado y con sus cantidades de obra se puede determinar el programa específico para cada casa, en este ejemplo se determinaron 7 semanas para la terminación de cuatro casas con una cuadrilla y un juego de cimbras. Si se consideran cinco frentes de ataque de cuatro casas cada uno, se terminarían las primeras 20 casas en 10 semanas. Considerado lo anterior y la duración de cada actividad se determina la programación de la obra.

La programación de la obra se representa mediante un diagrama de barras que muestra, en el sentido vertical las actividades enumeradas que intervienen en el proyecto y en el sentido horizontal se representa el tiempo que se estima para cada una de las actividades enumeradas. Las actividades se han propuesto de manera lógica, de tal modo que la secuencia de ejecución no se contraponen con otras actividades (por ejemplo: para armar una cimentación es necesario tener antes la plantilla y para colar la plantilla, es necesario realizar antes la excavación, etc.).

En la programación se obtuvieron los tiempos de ejecución de cada una de las actividades del proyecto y se trasladaron al diagrama de barras. La formulación del diagrama anterior tiene la ventaja de que también se observan los inicios y términos de las actividades, así como la secuencia que se guarda entre las mismas. La programación de esta obra se estimó con tiempos reales de cada una de las actividades y todas las actividades integran un calendario de ejecución de la obra. La programación de la edificación de la obra se realizó con el diagrama de Gantt. Este programa ejemplifica los elementos que intervienen en el proyecto y procedimiento constructivo para el desarrollo inmobiliario. En la tabla 5.4 se presenta la formulación del programa de obra del desarrollo inmobiliario en un diagrama de barras.

Es necesario considerar la llegada a la obra de todos y cada uno de los materiales que intervienen en la misma, esto con el fin de no provocar retrasos en el programa general. Las cantidades de materiales a ocupar se obtienen del análisis de la cantidad de obra del desarrollo inmobiliario. Se generará entonces la cantidad global por surtir, del mismo modo funciona con la mano de obra y los equipos de instalación permanente. En este ejemplo se consideran las actividades como un vector que tiene dirección, magnitud y sentido.

En la tabla 5.4 se presenta el programa de obra en un diagrama de barras del desarrollo inmobiliario.



precios unitarios que permita un buen resultado en cuanto al grado de competitividad de la propuesta económica, siempre y cuando se ejecute la obra de acuerdo a la programación de la obra y se estimen correctamente los costos, requisitos importantes para tener éxito en el negocio inmobiliario.

## 5.4 Análisis de precios unitarios

La mayoría de las licitaciones de obra pública se realizan o se llevan a cabo bajo el esquema de precios unitarios, ya sean éstas para concursos de construcción de carreteras, infraestructura hidráulica y sanitaria, plantas hidroeléctricas, construcción de presas, proyectos arquitectónicos, vivienda, es decir, en cualquier campo de la ingeniería se aplica el sistema de presupuestos con base en precios unitarios. Los precios unitarios contienen: el costo directo total de la obra que es la suma de los costos directos de la mano de obra, maquinaria y equipo y de materiales; el costo indirecto, el cargo por financiamiento y el cargo por utilidad. A continuación se describe el procedimiento que se sigue para calcular los precios unitarios.

### 5.4.1 Costo directo de mano de obra

El costo directo de mano de obra se compone de las erogaciones que realice el contratista por el pago de salarios integrados al personal que interviene directamente en la ejecución de los conceptos de trabajo. Dentro de este costo no se consideran las percepciones del personal de dirección, administración, supervisión y vigilancia, pues éstos se incluyen en los costos indirectos. El costo de mano de obra se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$Mo = \frac{Si}{R}$$

Donde:

- Mo = Representa el costo por mano de obra
- Si = Representa el salario integrado que interviene en la ejecución de cada concepto por jornada de ocho horas, incluyendo todas las prestaciones derivadas de la ley federal del trabajo, Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Ley del Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) o de los contratos

colectivos de trabajo en vigor. Para la obtención de este rubro, se deben considerar los salarios base (Sb) de las diferentes categorías y especialidades de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos, los que deberán afectarse por el factor de salario integrado (FSI).

- R= Representa el rendimiento, es decir la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que intervienen una jornada de ocho horas, considerando siempre las condiciones topográficas y ambientales de la zona donde se ejecuten.

El factor de salario integrado (FSI) es el resultado de dividir el total de los días pagados en un período anual, considerado éste de enero a diciembre, entre los días laborados durante el mismo período. El factor de salario integrado permanecerá fijo hasta la terminación de los trabajos contratados, incluidos los convenios que se celebren. La Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CNSM) dependiente de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), tiene dividida a la República Mexicana para efecto de la aplicación de los salarios en tres zonas geográficas denominadas "A", "B" y "C". Para el cálculo del salario mínimo se utilizará la zona geográfica que corresponda y el salario vigente.

Sin embargo, los costos reales de mano de obra están en el mercado muy por arriba de lo que maneja la CNSM para efectos del presente trabajo se aplican las matrices de precios unitarios del programa Neodata que incluyen la metodología para calcular el factor de salario integrado que a su vez consideran el salario base de cotización, el factor resultante entre días pagados y días laborados y pago de cuotas al IMSS para obtener el salario integrado, lo anterior se muestra en la tabla 5.6.

En la integración del salario no deberán incluirse los conceptos siguientes:

Transporte, instalaciones y servicios de comedor, campamentos, instalaciones deportivas y recreación, así como los que sean para fines sociales de carácter sindical, instrumentos de trabajo tales como: herramientas, ropa, cascos, zapatos, guantes y otros similares, alimentación y hospedaje que se le proporcione a los trabajadores, viáticos y pasajes de personal especializado y cantidades aportadas para los fondos de pensiones establecidos por el patrón o derivados de la contratación colectiva. Cuando los conceptos anteriores sean

procedentes, su importe deberá ser considerado en el análisis de los costos indirectos.

CÁLCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL				
CONCEPTOS			DÍAS	FACTOR
<b>SALARIO MÍNIMO DEL DISTRITO FEDERAL</b>				
<b>PRESTACIONES</b>				
SALARIO BASE			1	
DÍAS CALENDARIO			365	
PRIMA VACACIONAL	25%	6	1.5	
DÍAS AGUINALDO			15	
		suma	381.5	<b>1.04521</b>
<b>FACTOR DE SALARIO BASE COTIZACIÓN (FSBC)</b>				<b>0.04521</b>
<b>DÍAS NO LABORABLES</b>				
DOMINGOS			52	
1 DE ENERO			1	
5 DE FEBRERO			1	
21 DE MARZO			1	
1 DE MAYO			1	
16 DE SEPTIEMBRE			1	
20 DE NOVIEMBRE			1	
25 DE DICIEMBRE			1	
<b>DÍAS FESTIVOS POR LEY</b>			<b>7.17</b>	
VACACIONES MÍNIMAS			6	
DÍAS DE COSTUMBRE			4	
DÍAS DE ENFERMEDAD			2	
LLUVIA Y MAL TIEMPO			1	
<b>DÍAS NO LABORABLES</b>			<b>72.17</b>	
<b>DÍAS EFECTIVOS DE TRABAJO</b>			<b>292.83</b>	<b>1.3028</b>
				<b>0.3028</b>
<b>FACTOR DEL IMSS</b>				
IMSS (%)		PATRÓN	TRABAJADOR	
<b>Riesgo de trabajo</b>		7.588%	0	
<b>Enfermedad y maternidad</b>		8.750%	3.125%	
<b>Invalidez, vejez, cesantía y muerte</b>		5.95%	2.125%	
<b>SUMA</b>		<b>22.288%</b>	<b>5.250%</b>	
<b>PRESTACIONES SOCIALES DEL IMSS</b>		<b>27.538%</b>		<b>0.35877</b>
Guardería		1.00%	0	<b>0.01303</b>
Impuestos locales		0.00%		
Impuestos sobre nomina		0.00%		
<b>OBLIGATORIEDAD DE PRESTACIONES</b>				<b>0.37179</b>
<b>FACTOR DE SALARIO REAL</b>				<b>1.7198</b>

Tabla 5.6 Análisis del factor de salario integrado

#### 5.4.2 Costo directo de maquinaria y equipo

El costo directo de maquinaria o equipo de construcción es el que resulta de las erogaciones que realice el contratista por el uso de las máquinas o equipos apropiados para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo al programa de ejecución y conforme a lo establecido en las normas de calidad y las

especificaciones determinadas en el contrato. El costo horario por maquinaria o equipo de construcción resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo, en la misma unidad de tiempo.

El costo directo por maquinaria o equipo de construcción, se obtiene de la expresión:

$$ME = \frac{Chm}{Rhm}$$

Donde:

- ME = Representa el costo de la maquinaria o equipo
- Chm = Representa el costo directo por hora efectiva de trabajo. Para la determinación de este costo es necesario que la operación y uso de dicho equipo corresponda con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación por hora efectiva de trabajo.
- Rhm = Representa el rendimiento por hora de la maquinaria o equipo. Es la cantidad de unidades de trabajo que la maquinaria o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, como lo determinan los manuales de los fabricantes.

Cabe señalar que en el análisis de los costos horarios de la maquinaria, el valor de adquisición de ésta, debe ser el correspondiente al de un equipo nuevo de acuerdo a lo señalado en la Ley de Obra Pública en vigor. Los costos fijos corresponden a la depreciación, inversión, seguros y mantenimiento de la maquinaria o equipo. El costo por depreciación; es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria o equipo de construcción como consecuencia de su uso durante su vida útil. Para calcularlo, se considerará una depreciación lineal, es decir, se deprecia en una misma cantidad por unidad de tiempo. Aunque para efectos de cálculo se considera que el equipo de construcción se deprecia en 5 años, es decir se aplica una depreciación del 20 % anual. Cuando proceda, al calcular la depreciación deberá deducirse el costo de las llantas y el costo de las piezas especiales.

La depreciación se obtendrá por medio de la expresión:

$$D = \frac{(Vm - Vr)}{Vu}$$

Donde:

- D = Costo horario por depreciación de la maquinaria o equipo
- Vm = Valor de la maquinaria o equipo nuevos a la fecha de presentación de la propuesta, descontando en su caso el valor de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales.
- Vr = Representa el valor de rescate de la máquina o equipo por su venta al término de su vida útil.
- Vu= La vida útil de la máquina o equipo estimada por el contratista, atendiendo a las especificaciones del fabricante y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir, el tiempo en que puede operar y producir trabajo en forma de coeficiente dando el mantenimiento adecuado.

El costo por inversión son los intereses del capital invertido en la maquinaria o equipo de construcción y se obtiene mediante:

$$Im = \frac{(Vm + Vr)i}{2Hea}$$

Donde:

- Im = Representa el costo horario de la inversión de la maquinaria o equipo de construcción nuevo.
- Vr = Representa el valor de rescate de la máquina o equipo por su venta al término de su vida útil.
- Vm = Valor de la maquinaria o equipo nuevos a la fecha de presentación de la propuesta, descontando en su caso el valor de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales.
- Hea = Es el número de horas efectivas que la maquinaria o equipo trabaja durante el año
- i = Representa la tasa de interés anual expresada en fracción decimal.

Para el análisis de los costos horarios, la tasa de interés deberá ser referida a un indicador económico específico, tal como la tasa de interés de los CETES a 28 días, Tasa de equilibrio interbancario (TIIE). etc.

El costo por seguros es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo por siniestros que sufra. Este costo forma parte del costo horario, sin importar si la maquinaria o equipo está asegurada por una compañía o si la empresa hace frente a los riesgos de uso con recursos propios.

El costo se obtiene de la siguiente expresión:

$$Sm = \frac{(Vm - Vr)s}{2Hea}$$

Donde:

- Sm = Representa el costo horario por seguros de la maquinaria o equipo de construcción.
- Vr = Representa el valor de rescate de la máquina o equipo por su venta al término de su vida útil.
- Hea = Representa el número de horas efectivas que la maquinaria o equipo trabaja durante el año.
- s = Representa el valor de la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la maquinaria o equipo, y expresada en fracción decimal.

Para el análisis del costo horario, se considerará la prima anual promedio del seguro, la que deberá estar referida a un indicador específico del mercado de seguros. Por la experiencia se considera entre el 4 y 6 % del costo total del equipo.

El costo de mantenimiento mayor o menor resulta de los gastos para conservar en buenas condiciones de trabajo la maquinaria o equipo de construcción durante toda su vida útil. El costo de mantenimiento mayor resulta de las reparaciones de la maquinaria o equipo por personal especializado y que requiera trasladarlos fuera de los frentes de trabajo. El costo incluye: la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria o equipo, así como otros materiales que sean necesarios. El costo de mantenimiento menor

resulta del pago de las reparaciones y cambios de repuestos de la maquinaria o equipo que se efectúan en las propias obras; así como los cambios de líquidos para mandos hidráulicos, de transmisión, filtros, grasas, incluye: los repuestos, el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento.

El costo se obtiene mediante expresión:

$$Mn = Ko \times D$$

Donde:

- Mn = Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria o equipo de construcción.
- Ko = Es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de maquinaria o equipo de que se trate y se fija con base a la experiencia estadística.
- D = Representa la depreciación de la maquinaria o equipo, calculada de acuerdo a lo expuesto anteriormente.

Los costos por consumos resultan del pago de combustibles o de otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas. El costo por combustibles resulta de todas las erogaciones por consumos de gasolina o diesel para el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria o equipo.

El costo se obtiene mediante:

$$Co = Gh \times Pc$$

Donde:

- Co = Es el costo horario del combustible por hora efectiva de trabajo.
- Gh = La cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, y de la cantidad de combustible que consume la maquina por hora. Se considera para motores a gasolina de 0.24 lt por caballo de operación en una hora de trabajo y para una máquina diesel de 0.20 lt por caballo de operación en una hora (HP de op/hr). El factor de eficiencia del equipo, son los caballos de operación, se considera del 70 %.

- $P_c$  = Precio del combustible puesto en la máquina o equipo de construcción. El costo por otras fuentes de energía es el derivado por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados. La determinación de este costo requerirá en cada caso de un estudio especial.

El costo por lubricantes resulta por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores el costo se obtiene mediante la expresión:

$$L_b = (A_h + G_a)P_a$$

Donde:

- $L_b$  = Es el costo horario por consumo de lubricantes.
- $A_h + G_a$  = La cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación. Para maquinas menores de 100 caballos de fuerza se utilizará la siguiente expresión  $A_h = c/t + 0.0030 * HP$  Op. y para maquinas con más de 100 HP se usará la expresión que a continuación se describe  $A_h = c/t + 0.0035 * HP$  Op. Donde  $c$  = capacidad del cárter y  $t$  = tiempo entre cambios de aceite, por lo general son de 200 hr de operación.
- $P_a$  = Representa el precio de los aceites lubricantes puestos en la máquina o equipo.

El costo por llantas se refiere al desgaste de éstas durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción.

Su costo se determina mediante la expresión:

$$L_l = \frac{P_{ll}}{V_{ll}}$$

Donde:

- $L_l$  = Representa el costo por consumo de las llantas de la maquinaria o equipo.
- $P_{ll}$  = Es el valor de las llantas nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante.

- VII = Las horas de vida útil de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo. Se determinarán de acuerdo con las tablas de estimaciones de la vida de los neumáticos sustentadas en la experiencia de los fabricantes, considerando entre otros: presiones de inflado, velocidad máxima de trabajo, condiciones relativas del camino que transite, pendientes, curvas superficies de rodamiento las cargas que soporten y el mantenimiento, en general se consideran 5,000 horas de la vida útil de las llantas.

El costo horario por salarios de operación es el pago del o de los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria o equipo por hora efectiva de trabajo. Este costo se obtiene mediante la expresión:

$$Po = \frac{Si}{Ht}$$

Donde:

- Po = Es el costo horario por la operación de la maquinaria o equipo.
- Si = Representa el salario integrado por jornada del operador y ayudantes en su caso de la maquinaria o equipo.
- Ht = Son las horas efectivas de trabajo.

El costo por maquinaria o equipo en espera y en reserva corresponde a erogaciones por situaciones no previstas en el contrato.

Para el análisis, cálculo e integración de este costo, se considerará:

- Maquinaria o equipo de construcción en espera. Cuando por situaciones no previstas la maquinaria o equipo debe permanecer inactivo en espera de un evento para entrar en operación, se debe considerar el costo del operador.
- Maquinaria o equipo de construcción en reserva. Es aquel que está inactivo por orden expresa del contratante para enfrentar eventualidades tales como situaciones de seguridad, urgencia y será procedente cuando se necesite atender una eventualidad debiendo existir la justificación técnica.

El costo horario de las máquinas y equipos en espera y en reserva deberá corresponder a las condiciones a que se sujeten y los costos fijos y por consumos deben ser menores a los calculados por hora efectiva en operación.

La tabla 5.7 presenta como ejemplo en una hoja de cálculo de microsoft excel el costo horario de un camión de volteo de 7 m<sup>3</sup> de capacidad o similar e incluye todas las fórmulas que se describieron anteriormente y sirve como base para calcular los costos hora máquina.

El resto de los costos horarios se obtuvieron del catálogo de costos horarios de maquinaria de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).

COSTO - HORA - MÁQUINA					
DATOS GENERALES			CARGOS FIJOS		
EQUIPO: CAMIÓN DE VOLTEO DE 7 M3 MARCA INTERNACIONAL			Fórmula		
			DEPRECIACIÓN	$D=(Va-Vr)/Ve$	50,11
			INVERSIÓN	$I=((Va+Vr)/2Ha)i$	36,64
COSTO BASE (Cb)		600000	SEGUROS	$S=((Va+Vr)/2Ha)s$	19,54
MODELO:		2010	ALMACENAJE	$A=KD$	5,01
FECHA DE COTIZACIÓN:		ENERO 2010	MANTENIMIENTO	$M=QD$	15,03
EQUIPO ADICIONAL (Ea)		0	<b>SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA</b>		<b>\$126,34</b>
VALOR DE LAS LLANTAS (VLL)		\$30.000,00	<b>CONSUMOS POR HORA</b>		
VALOR ADQUISICIÓN (Va = Cb+ Ea- VLL)		\$570.000,00	COMBUSTIBLE		
VALOR DE RESCATE (Vr)	20,00%	\$114.000,00	DIESEL	$E=c Pc$	\$120,00
TASA DE INTERÉS ANUAL ( i )	15,00%		GASOLINA		
PRIMA DE SEGUROS ( s )	8,00%		LUBRICANTES	$L= a PI$	\$4,17
VIDA ECONÓMICA (Ve )	9100		LLANTAS	$LL= VLL/Ven$	\$15,00
HORAS TRABAJADAS POR AÑO ( Ha )	1400		<b>SUMA DE CONSUMOS POR HORA</b>		<b>\$139,17</b>
VIDA ECONÓMICA NEUMÁTICOS (VEn )	2000		<b>CARGOS POR OPERACIÓN</b>		
POTENCIA DEL MOTOR (Hp)	175		SALARIO DIARIO		260
CAPACIDAD DEL CARTER (Lt.)	20		RENDIMIENTO		0,8
PRECIO DEL LUBRICANTE (PI)	\$50		HORAS		8
CANTIDAD DE LUBRICANTE (a L/Hr)	0,0833		HORAS EFECTIVAS TURNO		6,4
PRECIO DEL COMBUSTIBLE Pc	8				
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE (C L/Hr)	15		OPERACIÓN POR HORA		40,625
FACTOR DE MANTENIMIENTO (Q)	0,30				
COEFICIENTE DE ALMACENAJE (k)	0,1		<b>CARGO POR OPERACIÓN POR HORA</b>		<b>\$40,63</b>
			<b>COSTO HORA MAQUINA</b>		<b>\$306,13</b>

Tabla 5.7 Costo horario de un camión de volteo

#### 5.4.3 Costo directo de materiales

El costo directo por materiales es el de adquisición o producción de todos los materiales indispensables para la ejecución de los conceptos de los trabajos del desarrollo inmobiliario deben cumplir con las normas de calidad, especificaciones generales y particulares de construcción.

Los materiales que se utilicen en la ejecución de una obra podrán ser permanentes o temporales; los primeros son aquellos que se incorporan y

forman parte de la obra, mientras que los segundos son los que se utilizan de manera auxiliar y no pasan a formar parte de una obra.

Para este último caso, se determinará el costo en proporción al porcentaje de vida útil del material empleado. El costo unitario por concepto de materiales se obtendrá de la expresión:

$$M = Cb \times Cm$$

Donde:

- M = Representa el costo por materiales.
- Cb = Representa el costo básico unitario vigente de mercado, que cumpla con las normas de calidad especificadas para el concepto de trabajo y sea el más económico por unidad de material y puesta en el sitio de trabajo. El costo básico unitario del material se integrará sumando al precio de adquisición, los costos de acarreos, maniobras, almacenajes y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en obra, el costo básico unitario será el de producción en sitio.
- Cm = Representa el consumo de materiales por concepto de trabajo expresado en unidad de medida. Para materiales permanentes "Cm" se determinará con la cantidad que debe utilizarse según proyecto, las normas de calidad, especificaciones generales y particulares de construcción más los desperdicios mínimos que la experiencia indique. Para materiales auxiliares "Cm" se determinará considerando las cantidades que deban emplearse y su deterioro según el programa de ejecución, el procedimiento constructivo y la vida útil del material de que se trate, más los desperdicios mínimos que la experiencia indique.

Cuando la descripción del concepto de precio unitario establezca una marca de referencia, se podrá presentar productos de otra marca que cumpla con las especificaciones técnicas: de calidad, duración, garantía y servicio, que las establecidas para la marca de referencia.

También se analizan las cantidades de los materiales a emplear como lo es: agua para compactaciones, pintura, estacas, trompos, monumentos de concreto, varillas, etc.

Determinados los salarios reales de mano de obra, costos horarios de maquinaria y equipo, así como los costos de materiales y rendimientos, se determinan los costos directos.

#### 5.4.4 Costo indirecto

El costo indirecto se expresará como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. El porcentaje se calculará dividiendo la suma de los importes de los gastos señalados entre el costo directo total de la obra. Para el cálculo se considerarán los salarios del personal de oficinas centrales y de campo que no intervienen directamente en la ejecución de los trabajos. Para la administración central se considera un 5 % del costo directo. Para la administración en la obra se considera un 8 % del costo directo, para financiamiento se considera el 2 % de los costos directos. Para las fianzas y seguros se considera el 1.5 % del costo directo y para imprevistos el 3 % de los costos directos.

Los rubros que pueden aplicarse a la administración de las oficinas centrales o de campo, son los siguientes: Gasto de personal (honorarios y sueldos), personal directivo, personal de supervisión y control y personal administrativo. Renta o depreciación y mantenimiento; edificios y locales instalaciones generales, bodegas, locales de mantenimiento y guarda, campamentos, vehículos, equipos, muebles y enseres. Honorarios profesionales; consultores, asesores, servicios y laboratorios, estudios e investigaciones. Gastos de oficina, papelería y útiles de escritorio, correo, fax, teléfono y radio, equipo de cómputo, copiado y duplicación, luz, gas y otros consumos. Gastos del procedimiento de adjudicación, capacitación y adiestramiento, seguridad e higiene. Construcción de instalaciones generales para campamentos.

El costo total de indirectos será la suma de los costos indirectos de la administración central más los costos de la administración de campo. El costo de indirectos se expresa como un porcentaje del costo directo total, y este porcentaje es el 19.5 % del costo directo total.

#### 5.4.5 Cargo por financiamiento

El cargo por financiamiento es el generado por la inversión de dinero propio o ajeno que realice la contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos. Se representa como un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos se considera entre el 1 y el 5 % del costo total de la obra.

Para el cálculo del costo por financiamiento se deberá considerar que el porcentaje por costo de financiamiento se obtenga de la diferencia que resulte entre los ingresos y los egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista y dividida entre la suma de los costos directos e indirectos.

Los ingresos están integrados por el importe de los anticipos y de las estimaciones menos la amortización del anticipo. Los egresos están integrados por los costos directos e indirectos y anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran.

El cargo por financiamiento afecta únicamente a los costos directos incrementados por el porcentaje de indirectos previamente calculado. Para determinar el cargo por financiamiento es necesario estimar los periodos en que se generan las estimaciones y los períodos en que éstas son pagadas, así como los egresos. Se debe considerar el porcentaje del anticipo otorgado para el inicio de la construcción de la obra y si éste es deducido o amortizado en cada una de las estimaciones que se generen o bien se amortice en una sola estimación, así como la tasa de interés seleccionada, ya sea ésta la de los certificados de tesorería (CETES) a 28 días, la tasa interbancaria de equilibrio (TIIE), etc.

#### 5.4.6 Cargo por utilidad

El cargo por utilidad es la ganancia del contratista por la ejecución del concepto de trabajo. Se representa como un porcentaje de la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento. Este cargo considerará las deducciones del impuesto sobre la renta y de la participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa. El cargo por utilidad es la ganancia de los contratistas por la ejecución del concepto de trabajo. El porcentaje de utilidad adecuado es el 10 % y afectará al costo directo, el que a

su vez fue afectado por el porcentaje de indirectos y a la suma de éstos, afectada por el cargo por financiamiento.

#### 5.4.7 Cargos adicionales

Los cargos adicionales son las erogaciones que el contratista debe realizar de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos, de financiamiento y de utilidad. Solo podrán considerarse los cargos que provengan de ordenamientos legales o disposiciones administrativas aplicables emitidas por autoridades competentes, como impuestos federales y locales, gastos de inspección y supervisión.

Los cargos adicionales no se afectarán por los porcentajes determinados para los costos indirectos, de financiamiento y del cargo por utilidad.

#### 5.4.8 Integración de precios unitarios

El precio unitario de una actividad se obtiene calculando los costos directos de mano de obra, maquinaria y equipo y los correspondientes a materiales, así como costos indirectos, cargo por financiamiento, utilidad y los adicionales; definidos en incisos anteriores.

Para la determinación de los precios unitarios existen en el mercado varios tipos de programas como son: excel, opus y neodata entre los más comerciales, que utilizan como base el formato de precios unitarios para el cálculo del precio unitario de una actividad. La tabla 5.8 presenta el formato de precios unitarios en una hoja de cálculo excel que incluye las fórmulas que se describieron anteriormente en los costos directos, indirectos, cargos por financiamiento y los adicionales.

#### 5.4.9 Escalatoria o ajuste de costos

El ajuste de costos deberá pactarse en el contrato respectivo y realizarse por medio de alguno de los siguientes procedimientos:

- La revisión de cada uno de los precios unitarios del contrato para obtener el ajuste.

- La revisión de grupo de precios que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el 80 % del importe del contrato.
- La revisión por insumos, cuando se tenga establecida la proporción en que estos intervienen en el total del costo directo de los trabajos. El ajuste podrá realizarse actualizando los costos que participen en las citadas proporciones.

La aplicación de los procedimientos señalados, se sujetará a lo siguiente:

- 1) Los ajustes de los trabajos faltantes de ejecutar serán calculados a partir de la fecha en que se haya originado el incremento o decremento superior al 5 % del costo de los insumos, de acuerdo al programa de ejecución pactado en el contrato o en caso de no existir atraso no imputable al contratista, respecto al programa que se hubiere convenido.
- 2) Sí el atraso es por causa imputable al contratista, únicamente procederá el ajuste para los trabajos faltantes por ejecutar de acuerdo al programa convenido.
- 3) Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos serán calculados con base al índice nacional de precios al consumidor que determine el Banco de México. Cuando los índices que se requieren no se encuentren dentro de los publicados por el Banco de México el contratante procederá a calcularlos conforme a los precios que investigue utilizando los lineamientos y metodología que expida Banco de México.
- 4) Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a la variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta.

Los índices que se utilizarán como base para el cálculo de los ajustes de costos serán los correspondientes a la fecha del acto de presentación y apertura de propuestas.

El procedimiento de revisión de cada uno de los precios unitarios del contrato para la determinación de los ajustes de costos deberá precisar las cantidades que se encuentren pendientes de ejecutar de acuerdo al programa convenido.

## 5.5 Estudio de caso: precios unitarios

Los precios unitarios se calcularon tomando como base los costos directos, indirectos, de financiamiento y adicionales. En la tabla 5.9 se presenta un ejemplo del análisis de precios unitarios, del concepto de excavación, el ejemplo presenta de manera detallada el proceso que se sigue para calcular el precio unitario de este concepto. Del mismo modo se calculan los precios unitarios de los conceptos a ejecutar, la suma de todos los precios unitarios da como resultado el presupuesto de la obra.

Los costos de las actividades a ejecutar se integran en el presupuesto de obra y se presenta en la tabla 5.10 en la cual, se desglosan los volúmenes, conceptos y costos de las actividades de la obra de construcción del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas”.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
CONCEPTO: Excavación en corte con maquinaria en cualquier tipo de material en terreno irregular, incluye: acarreo libre y apile de material, afine de taludes, mano de obra, equipo, lubricantes, combustible, y todo lo pertinente al costo horario del equipo, fletes y herramienta.			UNIDAD: m <sup>3</sup>	
			FECHA: enero 2010	
			P.U. NÚMERO: 1	
			CALCULÓ:	
OBRA:			REVISÓ:	
<b>(A) MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
				0
				0
				0
				0
				0
				0
<b>(A) CARGOS DE MATERIALES SUBTOTAL</b>				<b>0</b>
<b>(B) MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Cuadrilla (1 peón + mando intermedio)	jornada	0.14985	105	15.73425
				0
				0
Herramienta (% mano de obra)		0.03	15.7	0.471
				0
				0
<b>(B) CARGOS DE MANO DE OBRA SUBTOTAL</b>				<b>16.20525</b>
<b>(C) EQUIPO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Excavadora caterpillar, 235 c	hora	0.10338	360.57	37.2757266
				0
				0
				0
				0
<b>(C) CARGOS DE EQUIPO SUBTOTAL</b>				<b>37.2757266</b>
<b>1) COSTO DIRECTO (A) + (B) + (C)</b>				<b>53.4809766</b>
<b>2) COSTO INDIRECTO (20 %) 1</b>				<b>10.69619532</b>
<b>3) SUMA DE (1 + 2)</b>				<b>64.17717192</b>
<b>4) COSTO DE FINANCIAMIENTO (5 %)*3</b>				<b>3.208858596</b>
<b>5) SUMA DE (3 + 4)</b>				<b>67.38603052</b>
<b>6) UTILIDAD (10 %) * 5</b>				<b>6.738603052</b>
<b>7) PRECIO UNITARIO (5 + 6)</b>				<b>74.12463</b>
OBSERVACIONES:				

Tabla 5.9 Análisis del precio unitario de la excavación

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
A01	<b>CIMENTACIÓN</b>				
CIM001	Trazo y nivelación topográfica del terreno para desplante de estructuras, estableciendo ejes auxiliares, pasos y referencias, el precio incluye: suministro de materiales, mano de obra, herramienta y equipos necesarios para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	105	9.05	950.25
CIM002	Excavación del terreno natural por métodos manuales, en suelo tipo II con pico y pala en cepas, de 0,0 a 1,0 m de profundidad, para contratrabes, para colocación de tuberías hidrosanitarias y para registros, el precio incluye: mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	7.7	108.3	833.91
CIM003	Relleno de material producto de excavación, comprende tendido y compactación en capas de 15 cm con pisón a mano, en cimentación, patios de servicio y aproches de registros. Incluye: acarreo local en carretilla y traspaleo, mano de obra, herramienta e incorporación de agua necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	6.5	92.31	600.015
CIM004	Suministro y colocación de plantilla de polietileno cal 300, previa recompactación del área de contacto con pisón de mano, el precio incluye: fijación al terreno, suministro de materiales, descargas, acarreo local hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, desperdicio, limpieza, mano de obra, herramienta y equipo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	105	9.99	1048.95
CIM005	Carga manual y acarreo a tiro libre, incluye: mano de obra, y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	1.5	164.17	246.255
CIM006	Cimbra perimetral metálica en losas de cimentación, acabado común de 10 cm de altura, el precio incluye: suministro de materiales L.A.B obra, descargas, acarreo hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, cimbrado, descimbrado, aplicación de desmoldante, limpieza de la cimbra en cada uso, desperdicio, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m	34	45.3	1540.2
CIM007	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 3 y 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo local hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	ton	1.334	14370	19169.58
CIM008	Suministro y colocación de malla electrosoldada de 6x6-6-6, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, acarreo local hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de poyos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	105	36.39	3820.95
CIM009	Suministro y colocación de armadura electrosoldada 15x25-4 para contratrabes, el precio incluye suministro de materiales LAB obra, descargas, acarreo local hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de pollos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m	34	24.59	836.06
CIM010	Suministro y colocación de concreto premezclado R.N. f'c =200 kg/cm <sup>2</sup> agregado máximo 3/4, revenimiento 10, tiro directo en cimentación, el precio incluye: suministro del material, acarreo en carretilla, traslapeo, nivelado en firmes, recubrimiento con plástico en caso de lluvia, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	14.6	1294	18892.4
SUINHID	Subcontrato de instalaciones hidráulicas.	Lote	0.333	21315	7097.7285
SUINSSA	Subcontrato de instalaciones sanitarias.	Lote	0.333	9142	3044.286
SUINSEL	Subcontrato de instalaciones eléctricas.	Lote	0.333	19594	6524.802
	<b>Total cimentación</b>				<b>64605.3865</b>

<b>AO2</b>	<b>MUROS PLANTA BAJA</b>				
MPB001	Suministro y colocación de concreto premezclado R.N. f'c =150 kg/cm <sup>2</sup> , agregado máximo 3/4, revenimiento 14, tiro bomba, el precio incluye: suministro del material, acarrees en carretilla, traslapeo, elaboración de lechada para bomba, tendido y nivelado, vibrado, recubrimiento con plástico en caso de lluvia, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución en estructura.	m <sup>3</sup>	10.2	1294	13198.8
MPB002	Renta, Suministro y colocación de cimbra modular marca Cimbra-Mex o similar para acabado común en muros y losas, dejando la superficie lista para recibir emplastecido, Incluye: suministro de cimbra, accesorios, ensablado de la cimbra, aplicación de desmoldante, nivelación y plomeo de paneles, troquelamientos, apuntalamientos, descimbrado, mano de obra, equipo de lavado y carga de los paneles y herramienta, y todo lo necesario para su completa y correcta ejecución, así como la limpieza de la obra, depositando el escombros en el centro de acopio de la obra.	m <sup>2</sup>	102	72.82	7427.64
MPB003	Suministro y colocación de malla electrosoldada de 6X6-6-6, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de poyos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	102	28.13	2869.26
MPB004	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 2, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	247	15.04	3714.88
MPB005	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 3 y 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	300	14.37	4311
	<b>total muros planta baja</b>				<b>31521.58</b>
<b>AO4</b>	<b>MUROS PLANTA ALTA</b>				
MPA001	Suministro y colocación de concreto premezclado R.N. f'c =150 kg/cm <sup>2</sup> , agregado máximo 3/4, revenimiento 14, tiro bomba, el precio incluye: suministro del material, acarrees en carretilla, traslapeo, elaboración de lechada para bomba, tendido y nivelado, vibrado, recubrimiento con plástico en caso de lluvia, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución en estructura.	m <sup>3</sup>	10.6	1294	13716.4
MPA002	Renta, Suministro y colocación de cimbra modular marca Cimbra-Mex o similar para acabado común en muros y losas, dejando la superficie lista para recibir emplastecido, Incluye: suministro de cimbra, accesorios, ensablado de la cimbra, aplicación de desmoldante, nivelación y plomeo de paneles, troquelamientos, apuntalamientos, descimbrado, mano de obra, equipo de lavado y carga de los paneles y herramienta, y todo lo necesario para su completa y correcta ejecución, así como la limpieza de la obra, depositando el escombros en el centro de acopio de la obra.	m <sup>2</sup>	106	57.87	6134.22
MPA003	Suministro y colocación de malla electrosoldada de 6x6-6-6, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de poyos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	106	36.39	3857.34
MPA004	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> del número 2, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	150	15.04	2256
MPA005	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> del número 3 y 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarrees locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	400	14.37	5748
	<b>Total de muros planta alta</b>				<b>31711.96</b>

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
<b>AO3</b>	<b>LOSA DE ENTREPISO</b>				
LSE001	Suministro y colocación de cimbra común perimetral en losas, trabes y cerramientos con peralte hasta 10 cm, colocando troqueles y elementos de fijación. El precio incluye: suministro de materiales, L.A.B. obra, descarga, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, cimbrado y descimbrado, aplicación de desmoldante, limpieza de la cimbra en cada uso, desperdicios, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	3.4	45.3	154.02
LSE002	Suministro y colocación de concreto premezclado R.N. f'c =150 kg/cm <sup>2</sup> , agregado máximo 3/4", revenimiento 14, tiro bomba, el precio incluye: suministro del material, acarreo en carretilla, traslapeo, elaboración de lechada para bomba, tendido y nivelado, vibrado, recubrimiento con plástico en caso de lluvia, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución en estructura.	m <sup>3</sup>	8.5	1294	10999
LSE003	Renta, Suministro y colocación de cimbra modular marca Cimbra-Mex o similar para acabado común en muros y losas, dejando la superficie lista para recibir emplastecido, Incluye: suministro de cimbra, accesorios, ensablado de la cimbra, aplicación de desmoldante, nivelación y plomeo de paneles, troquelamientos, apuntalamientos, descimbrado, mano de obra, equipo de lavado y carga de los paneles y herramienta, y todo lo necesario para su completa y correcta ejecución, así como la limpieza de la obra, depositando el escombros en el centro de acopio de la obra.	m <sup>2</sup>	66	57.87	3819.42
LSE004	Suministro y colocación de malla electrosoldada de 6x6-6-6, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de poyos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	66	36.39	2401.74
LSE005	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> del número 2, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	100	15.04	1504
LSE006	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> del número 3 y 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	100	14.37	1437
LSE007	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> del número 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	kg	200	14.37	2874
SUINHID	Subcontrato de instalaciones hidráulicas	Lote	0.333	7097.7	2363.54409
SUINSSA	Subcontrato de instalaciones sanitarias	Lote	0.333	3044.3	1013.74191
SUINSEL	Subcontrato de instalaciones eléctricas	Lote	0.333	6524.8	2172.76173
	<b>Total losa de entepiso</b>				<b>28739.2277</b>

AO6	LOSA DE AZOTEA				
LSA001	Suministro y colocación de cimbra común perimetral en losas, trabes y cerramientos con peralte hasta 10 cm, colocando troqueles y elementos de fijación. El precio incluye: suministro de materiales, L.A.B. obra, descarga, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, cimbrado y descimbrado, aplicación de desmoldante, limpieza de la cimbra en cada uso, desperdicios, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	3.5	45.3	158.55
LSA002	Suministro y colocación de concreto premezclado R.N. f'c =150 kg/cm <sup>2</sup> , agregado máximo 3/4, revenimiento 14, tiro bomba, el precio incluye: suministro del material, acarreo en carretilla, traslapeo, elaboración de lechada para bomba, tendido y nivelado, vibrado, recubrimiento con plástico en caso de lluvia, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución en estructura.	m <sup>3</sup>	7	1294	9058
LSA003	Renta, Suministro y colocación de cimbra modular marca Cimbra-Mex o similar para acabado común en muros y losas, dejando la superficie lista para recibir emplastecido. Incluye: suministro de cimbra, accesorios, ensablado de la cimbra, aplicación de desmoldante, nivelación y plomeo de paneles, troquelamientos, apuntalamientos, descimbrado, mano de obra, equipo de lavado y carga de los paneles y herramienta, y todo lo necesario para su completa y correcta ejecución, así como la limpieza de la obra, depositando el escombros en el centro de acopio de la obra.	m <sup>2</sup>	70	57.87	4050.9
LSA004	Suministro y colocación de malla electrosoldada de 6x6-6-6, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, traslapes fabricación de poyos de concreto y/o colocación de silletas, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	70	36.39	2547.3
LSA005	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 2, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	Kg	112	15.04	1684.48
LSA006	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 3 y 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	Kg	100	14.37	1437
LSA007	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup> del número 4, el precio incluye: suministro de material LAB obra, descargas, habilitado, acarreo locales hasta el lugar donde se ejecutarán los trabajos, fabricación y colocación de silletas de concretos, desperdicio, limpieza, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	Kg	200	14.37	2874
SUINHID	subcontrato de instalaciones hidráulicas.	Lote	0.333	7097.7	2363.54409
SUINSSA	Subcontrato de instalaciones sanitarias.	Lote	0.333	3044.3	1013.74191
SUINSEL	Subcontrato de instalaciones eléctricas.	Lote	0.333	6524.8	2172.76173
	<b>Total losa de azotea</b>				<b>27360.2777</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA DE TERRACERÍAS</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>IMPORTE</b>
Trazo y nivelación topográfica en vialidades, en terreno irregular, estableciendo ejes y referencias, mojoneras y bancos de nivel, para superficies hasta de 25 hectáreas; incluye: suministro de materiales, hilo, plástico, madera, calhidra, concreto para mojoneras y bancos de nivel, mano de obra, acarreo de materiales hasta el lugar de utilización, esmalte alkaldico en su caso, equipo y herramientas.	m <sup>2</sup>	21882.58	4.67	102191.65
Excavación en corte con maquinaria en cualquier tipo de material, en terreno irregular, incluye: acarreo libre y apile de material, afine de taludes, mano de obra, excavadora marca Caterpillar, modelo 235 C, con potencia de motor de 215 HP, lubricantes, combustible y todo lo pertinente al costo hora maquina del equipo, fletes y herramienta.	m <sup>3</sup>	2182.26	99.44	217003.93
Compactación de la sub-rasante al 90 % proctor por medios mecánicos, mejorado con cal al 5 % medido en sitio, incluye: compactación, agua, pruebas de laboratorio, mano de obra, rodillo manual vibratorio, motoconformadora marca Caterpillar, modelo 12 G, con caseta, cuchilla de 12 motor 3306 diesel, lubricantes, combustible y todo lo pertinente al costo horario del equipo, fletes y herramientas.	m <sup>2</sup>	21882.58	35.27	771798.6
Sub-base de tepetate de 40 cm de espesor, compactada al 90 % proctor, incluye: mano de obra, aplanadora, de tres rodillos marca Huber-compacto, modelo CT 1014 con operador, motoniveladora, marca Caterpillar modelo 120 G motor diesel de 125 HP con operador.	m <sup>3</sup>	8753.032	184.2	1612658.6
Base de 20 cm de espesor formada de tezontle clasificado de 3/4" a fino de 70 % y tepetate a 30 %, mejorado con cal al 6 %, compactado al 90 % proctor, en vialidades y estacionamiento; incluye: materiales de banco, afine y compactación, nivelación, suministro de materiales hasta el sitio de utilización, acarreo internos y externos, desperdicios, mano de obra, herramienta, motoconformadora marca Caterpillar modelo 12 G con caseta, cuchilla de 12 motor diesel 3306, compactador neumático marca Dynapac, modelo CA-25, tambor de 84" marca Caterpillar, modelo 3805 motor diesel, pruebas de laboratorio, inclusión de agua necesaria, limpieza de area de trabajo, retiro fuera de la obra de material sobrante y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	4376.52	210	919069.2
<b>Total terracerías</b>				<b>3622722</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA EN EQUIPAMIENTO URBANO</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Jardín vecinal en una superficie de terreno de 1400 m <sup>2</sup> , incluye: zona verde, zona arbolada, mobiliario urbano y circulaciones (veredas, andadores).	m <sup>2</sup>	1400	65.56	91784
Juegos infantiles, en una superficie de terreno de 200 m <sup>2</sup> , incluye: andadores y plazoletas, pistas para patines, triciclos y bicicletas, arenero, columpios, resbaladillas y otros, areas verdes y mobiliario urbano.	m <sup>2</sup>	200	102.62	20524
				<b>112308</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA EN DRENAJE PLUVIAL Y SANITARIO</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Trazo y nivelación topográfica para los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, en terreno irregular, estableciendo ejes y referencias, mojoneras y bancos de nivel, incluye: suministro de materiales, hilo, plástico, madera, calhidra, concreto para mojoneras y bancos de nivel, mano de obra, acarreo de materiales hasta el lugar de su utilización, esmalte alquídico es su caso, equipo y herramientas.	m <sup>2</sup>	718.8	4.67	3356.796
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de drenaje pluvial y sanitario, incluye: mano de obra, excavadora marca CATERPILLAR, modelo 235 C, motor diesel de 215 hp y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	1198	99.44	119129.12
Colocación de tubo de concreto simple de 38 cm de diámetro, mortero cemento arena 1 : 4, incluye: mano de obra, herramienta, cama de arena, agua en pipa.	m	599	115.01	68890.99
Colocación de tubo de concreto simple de 61 cm de diámetro, mortero cemento arena 1 : 4, incluye: mano de obra, herramienta, cama de arena, agua en pipa.	m	599	224.9	134715.1
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: : mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio,, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	605	92.31	55847.55
Acarreo en camión del material producto de las excavaciones de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, limpieza del terreno, tierra, basura, con carga mecánica fuera de la obra, en primer kilometro en brecha de terracería en terreno irregular, incluye: camión de volteo marca FORD modelo F600, motor diesel, retroexcavadora marca CATERPILLAR, modelo 215, motor diesel de 90 hp, combustible, lubricante y todo lo necesario para el costo hora máquinadel equipo y herramienta.	m <sup>3</sup>	593	164.17	97352.81
<b>POZOS DE VISITA</b>				
Pozo de visita de 0.6 x 1.5 x 2.5 m, incluye: firme de concreto de f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> , tamaño máximo del agregado de 19 mm, escalón para pozo con varilla de 5/8", muro de tabique rojo recocido con acabado común, 28 cm de espesor de 7 x 14 x 28 cm, con mortero cemento arena de 1:5, aplanado fino de 2 cm espesor, juntas de 1.5 cm y herramientas.	pza.	6	5216.1	31296.6
Brocal marca DYSA de 60 cm de diámetro con tapa, incluye: concreto f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> , tamaño máximo del agregado de 19 mm, armado de varillas del número 3, y estribos del número 2 a cada 20 cm, mano de obra y herramienta.	pza.	6	1244.1	7464.6
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de drenaje pluvial y sanitario, incluye: mano de obra, excavadora marca CATERPILLAR, modelo 235 C, motor diesel de 215 hp y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	12	99.44	1193.28
<b>DESCARGAS DOMICILIARIAS</b>				
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de drenaje pluvial y sanitario, incluye: mano de obra, excavadora marca CATERPILLAR, modelo 235 C, motor diesel de 215 hp y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	480	99.44	47731.2
Colocación de tubo de concreto simple de 20 cm de diámetro, mortero cemento arena 1 : 4, incluye: mano de obra, herramienta, cama de arena, agua en pipa.	m	480	68.3	32784
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: : mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio,, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	384	92.31	35447.04
Acarreo en camión del material producto de las excavaciones de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, limpieza del terreno, tierra, basura, con carga mecánica fuera de la obra, en primer kilometro en brecha de terracería en terreno irregular, incluye: camión de volteo marca Ford modelo F600 a diesel, retroexcavadora marca Caterpillar,	m <sup>3</sup>	96	164.17	15760.32
Registro de concreto en obra de f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , de sección de 0.4 x 0.4 x 0.6 m, incluye: mano de obra, marco y contramarco de 3/16" x 1 1/4" de 0.4 x 0.6 x m, vibrador para concreto marca Dynapac- Kholer modelo k91, motor de 4 HP y herramienta menor.	pza.	80	1263.8	101104
<b>Total de drenaje pluvial y sanitario</b>				<b>752073.406</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA DE LA RED DE AGUA POTABLE</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>IMPORTE</b>
Trazo y nivelación topográfica para el sistema de abastecimiento de agua potable, en terreno irregular, estableciendo ejes y referencias, mojoneras y bancos de nivel, incluye: suministro de materiales, hilo, plástico, madera, calhidra, concreto para mojoneras y bancos de nivel, mano de obra, acarreo de materiales hasta el lugar de su utilización, esmalte alquídico es su caso, equipo y herramientas.	m <sup>2</sup>	718.8	4.67	3356.796
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de drenaje pluvial y sanitario, incluye: mano de obra, excavadora marca Caterpillar, modelo 235 C, motor diesel de 215 HP y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	1198	99.44	119129.12
Colocación de tubo de PVC hidráulico, relación de diámetro (RD) 32.5 de 3" de diámetro (76 mm) con campana, incluye: mano de obra, herramienta, cama de arena, lubricante, para tubo e PVC lata de 500 gr y anillo de hule para tubo de hidráulico.	m	1198	65.04	77917.92
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: : mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio,, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	958.4	92.31	88469.904
Acarreo en camión del material producto de las excavaciones de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, limpieza del terreno, tierra, basura, con carga mecánica fuera de la obra, en primer kilometro en brecha de terracería en terreno irregular, incluye: camión de volteo marca Ford modelo F600, motor diesel, retroexcavadora marca Caterpillar, modelo 215, motor diesel de 90 HP, combustible, lubricante y todo lo necesario para el costo hora máquinadel equipo y herramienta.	m <sup>3</sup>	239.6	164.17	39335.132
<b>TOMAS DOMICILIARIAS</b>				
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de drenaje pluvial y sanitario, incluye: mano de obra, excavadora marca Caterpillar, modelo 235 C, motor diesel de 215 HP y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	170.64	99.44	16968.4416
Salida hidráulica para toma de agua domiciliaria incluye: tubo de cobre tipo M de 25 mm, cople de cobre de 25 mm, "T" de cobre de 25 mm, llave de nariz para manguera de bronce pulido de 13 mm, válvula flotador de alta presión de 25 mm, conector cobre rosca exterior de 25 mm, codo de cobre de 25 mm, tuerca unión de cobre de 25 mm, soporte individual para tubos de 13 a 25 mm, medidor de agua de 25 mm de diámetro, herramientas y mano de obra.	pza	79	5543.75	437956.25
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio,, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	99.54	92.31	9188.5374
Acarreo en camión del material producto de las excavaciones de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, limpieza del terreno, tierra, basura, con carga mecánica fuera de la obra, en primer kilometro en brecha de terracería en terreno irregular, incluye: camión de volteo marca Ford modelo F600, motor diesel, retroexcavadora Caterpillar,	m <sup>2</sup>	71.1	164.17	11672.487
				<b>803994.588</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA EN ALUMBRADO</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>IMPORTE</b>
Trazo y nivelación topográfica para la colocación de alumbrado en vía pública, en terreno irregular, estableciendo ejes y referencias, mojoneras y bancos de nivel, incluye: suministro de materiales, hilo, plástico, madera, calhidra, concreto para mojoneras y bancos de nivel, mano de obra, acarreo de materiales hasta el lugar de su utilización, esmalte alquídico es su caso, equipo y herramientas.	m <sup>2</sup>	479.2	4.67	2237.864
Excavación en cepas hasta 3.00 m de profundidad para sistemas de alumbrado, incluye: mano de obra, excavadora marca Caterpillar, modelo 235 C, motor diesel de 215 HP y herramienta menor.	m <sup>3</sup>	479.2	99.44	47651.648
Suministro y colocación de tubo conduit de pvc de servicio pesado de 1 1/2" de diámetro (38 mm), incluye: alambre galvanizado calibre 14, segueta de diente grueso, mano de obra y herramienta menor.	m	3594	32.79	117847.26
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio,, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	299.2	92.31	27619.152
Registros eléctricos de 1.20 x 1.20 x 1.40 m, incluye: varilla de 3/8", cimbra, alambre recocado, concreto hecho en obra de fc = 200 kg /cm <sup>2</sup> , marco y contramarco de 3/16" x 1 1/4" de 0.4 x 0.6 m, mano de obra y vibrador para concreto marca Dynapac-Kohler, modelo K91 de 4 HP.	pza	23	3671.2	84437.6
Suministro y colocación de poste metálico de 4 m de altura por 3" de diámetro (76.2 mm) para luminaria Lampholder, incluye: material de consumo eléctrico, mano de obra, grua hidráulica, marca	pza	23	2712	62376
Suministro, colocación y prueba de cable de cobre con forro THW calibre 6, incluye: suministro de cable monopolar de cobre calibre 6 THW-LS de 600 v, 75° C, marca Condumex, material de consumo eléctrico, mano de obra y herramienta menor.	m	599	21.93	13136.07
Suministro, colocación y prueba de cable de cobre con forro THW calibre 8, incluye: suministro de cable monopolar de cobre calibre 8 THW-LS de 600 v, 75° C, marca Condumex, material de consumo eléctrico, mano de obra y herramienta menor.	m	599	24.67	14777.33
Suministro y colocación de luminaria Lampholder o similar para suspender para un tubo de PL-13 watts, con equipo fotovoltaico de 50 watts, incluye: material de consumo eléctrico, mano de obra y herramienta menor.	pza	23	1022.98	23528.54
Dado para postes de alumbrado de sección de 0.8 x 0.8 x 1.0 m, de concreto fc = 200 kg /cm <sup>2</sup> , armado con acero de refuerzo según detalle estructural, incluye: 8 anclas de 1" diámetro con un desarrollo de 1.7 m, suministro de materiales, cimbra de madera, concreto, varilla, alambre recocado del 18, cortes, translapes, excavación, plantilla de concreto simple de fc = 100 kg /cm <sup>2</sup> , fabricación de mezcla, agua, trazo, mano de obra, colado, vibrador marca Dynapac- Kohler modelo K91 de 4 HP, curado, boquillas, acarreo de los materiales hasta el lugar de su utilización, desperdicios, fletes, herramienta y retiro de los sobrantes.	pza	23	5913.95	136020.85
Suministro y colocación de transformador tipo subestación de distribución trifásico sumergido en aceite de 500 KVA, marca Voltram, incluye: mano de obra y herramienta menor.	pza	1	109777.5	109777.5
suministro y colocación de subestacion eléctrica tipo compacta de servicio interior, tensión de acometida de 23 kv, 3f-3h + tierra, marca Elmex, incluye: mano de obra y herramienta menor.	pza	1	50050	50050
				<b>689459.814</b>

<b>CANTIDADES DE OBRA EN GUARNICIONES Y BANQUETAS</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>IMPORTE</b>
Trazo y nivelación topográfica para la colocación de guarniciones y banquetas, en terreno irregular, estableciendo ejes y referencias, mojoneras y bancos de nivel, incluye: suministro de materiales, hilo, plástico, madera, calhidra, concreto para mojoneras y bancos de nivel, mano de obra, acarreo de materiales hasta el lugar de su utilización, esmalte alquídico es su caso, equipo y herramientas.	m <sup>2</sup>	2396	4.67	11189.32
Excavación a mano en cepas hasta 2.00 m de profundidad en material tipo B para guarniciones, incluye: mano de obra, afine de taludes y fondo de la excavación, traspaleo y acaarros a la primera estación, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	215.64	99.44	21443.2416
Guarniciones de concreto simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ de sección trapezoidal de 15 x 20 x 50 cm, incluye: cimbra aparente metálica, descimbrado, varilla de 3/8", acarreo de los materiales hasta el sitio de utilización, cortes, suministro de los materiales, mano de obra, herramienta, equipo, materiales menores de consumo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	1198	136.77	163850.46
Relleno de cepas en capas de 20 cm con material producto de la excavación compactado al 85 % proctor por medios mecánicos, incluye: mano de obra, herramienta, pruebas de laboratorio, rodillo manual vibratorio, selección del material, volteo con pala y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	143.76	92.31	13270.4856
Acarreo en camión del material producto de las excavaciones de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, limpieza del terreno, tierra, basura, con carga mecánica fuera de la obra, en primer kilometro en brecha de terracería en terreno irregular, incluye: camión de volteo marca Ford modelo F600, motor diesel, retroexcavadora marca Caterpillar, modelo 215, motor diesel de 90 HP, combustible, lubricante y todo lo	m <sup>3</sup>	71.88	164.17	11800.5396
Banqueta de concreto simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ de 8 cm de espesor, sin refuerzo, acabado rayado con brocha, incluye: agua de pipa, cemento normal gris tipo I en saco, mano de obra, concreto simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , tamaño máximo de agregado de 19 mm, cimbra común en fronteras, herramienta, acarreo de los materiales hasta el sitio de	m <sup>2</sup>	2396	126.2	302375.2
				<b>523929.247</b>
<b>CANTIDADES DE OBRA EN PAVIMENTACIÓN</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>IMPORTE</b>
Riego asfáltico o impregnación con asfalto, FM-1 a razón de 1.5 l/m <sup>2</sup> , incluye: almacenamiento, acarreo, carga a petrolizadora, petrolizadora marca Famsa de 8000 l, motor diesel de 130 HP con operador.	m <sup>2</sup>	4193	7.8	32705.4
Riego de liga con asfalto FR-3n a razón de 0.5 l/m <sup>2</sup> , incluye: almacenamiento, acarreo, carga petrolizadora, petrolizadora marca Famsa de 8000 l, motor diesel de 130 HP con operador.	m <sup>2</sup>	4193	3.56	14927.08
Carpeta de concreto asfáltico con agregado máximo de 20 ml y 7.5 cm de espesor, tendido con máquina, incluye: concreto asfáltico, con ACE-20 y tamaño máximo de agregado 3/4" mezcla en caliente, herramienta, rastrillero, oficial en pavimentación, tornillero, peón, pavimentadora marca Finisher Caterpillar, modelo AP1200, vibrocompactador modelo C5533-C y acarreo de concreto asfáltico de planta a obra.	m <sup>2</sup>	4193	140.56	589368.08
Sello de carpeta asfáltica con cemento Portland a razón de 3/4 de kg por cada m <sup>2</sup> , incluye: mano de obra y herramienta.	m <sup>2</sup>	4193	2.28	9560.04
				<b>646560.6</b>

Tabla 5.10 Catálogo de conceptos del desarrollo inmobiliario

Los costos que intervienen para la construcción del desarrollo inmobiliario se resumen en la tabla 5.11.

<b>Inversión inicial</b>	
Terreno	\$ 90,000,000
Estudios	\$ 500,000
Proyecto	\$ 300,000
Licencias y permisos legales	\$ 1,000,000
Imprevistos	\$ 500,000
<b>Subtotal inversión inicial</b>	<b>\$ 92,300,000</b>

<b>Inversión viviendas</b>	<b>P.U.</b>
Cimentación	\$ 64,605
Estructura planta baja	\$ 31,522
Losa de entrepiso	\$ 28,739
Estructura planta alta	\$ 31,712
Losa de azotea	\$ 27,360
Colocación de pisos	\$ 32,025
Albañilería exterior	\$ 4,757
Albañilería interior	\$ 1,000
Impermeabilización	\$ 6,137
Cancelería y puertas	\$ 34,368
Acabados interiores	\$ 33,817
Acabados exteriores	\$ 12,642
Muebles de baño	\$ 7,000
Barandal	\$ 5,300
Limpieza	\$ 3,195
Costo de una vivienda	324,179
<b>Inversión en 139 viviendas</b>	<b>\$ 45,060,911</b>

<b>Inversión urbanización</b>	<b>P.U.</b>
Trazo y nivelación	\$ 89,466
Terracerías	\$ 3,622,722
Drenaje pluvial y sanitario	\$ 479,292
Pozos de visita	\$ 39,954
Descargas domiciliarias	\$ 232,827
Red de agua potable	\$ 328,209
Tomas domiciliarias	\$ 475,786
Alumbrado	\$ 689,460
Guarniciones y banquetas	\$ 523,929
Pavimentación	\$ 646,561
Equipamiento urbano	\$ 112,308
<b>Inversión urbanización</b>	<b>\$ 7,240,514</b>

Tabla 5.11 Presupuesto de inversión del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas”

En la tabla 5.12 se integra la inversión necesaria para realizar el proyecto inmobiliario “Las Gaviotas”.

<b>INVERSIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 144,601,425</b>
Inversión inicial	\$ 92,300,000
Inversión urbanización	\$ 7,240,514
Inversión en 139 viviendas	\$ 45,060,911

Tabla 5.12 Inversión del proyecto

## Capítulo 6

# ESTUDIO FINANCIERO

## CAPÍTULO 6

### ESTUDIO FINANCIERO

La ingeniería financiera es la técnica que permite incrementar la productividad financiera de una empresa inmobiliaria mediante la obtención de mayores tasas de rentabilidad de los activos y menores costos de capital, teniendo muy en cuenta las dificultades y las oportunidades a nivel contable, financiero, jurídico y fiscal del negocio inmobiliario. Por tanto, mediante la utilización de diversos instrumentos y técnica, se puede minimizar el riesgo financiero de un proyecto inmobiliario porque se calcula el riesgo, la rentabilidad y se determina su factibilidad. La factibilidad de un proyecto depende de la eficiencia en su administración y de lo bien que se tomen decisiones frente a los riesgos ajenos al giro propio del negocio como lo son:

- Movimientos en los precios de los materiales
- Variaciones en los tipos de cambio de las divisas
- Oscilaciones en el precio de la energía
- Volatilidad en el tipo de cambio de la moneda doméstica
- Cambios en las tasas de interés internas y externas

El desarrollo inmobiliario en estudio es progresivo, aumenta su flujo de efectivo conforme avanza el proceso de construcción y sus fuentes de financiamiento respaldan el importe y el riesgo que representa cada etapa del desarrollo. La combinación del importe del financiamiento y el riesgo inherente a cada etapa del proyecto conduce a la disposición, condiciones de pago y al costo de las fuentes de financiamiento, con mezclas que deben ser evaluadas para que el proyecto sea factible. El presente estudio financiero se realiza para definir si es factible financieramente el proyecto inmobiliario.

## 6.1 Fuentes de financiamiento para desarrollos inmobiliarios

Los recursos para el financiamiento de proyectos inmobiliarios provienen de dos fuentes generales:

- 1) Las utilidades no distribuidas, las reservas de depreciación o de otro tipo, a las que se engloba bajo el nombre de "fuentes internas" de las empresas inmobiliarias.
  
- 2) El mercado de capitales y los bancos que constituyen las llamadas "fuentes externas", cuando las utilidades no distribuidas y las reservas de depreciación no se reinvierten en la propia empresa, pueden fluir al mercado de capitales y establecer una demanda de otros títulos y valores. Las principales fuentes externas de financiamiento son los préstamos de diverso tipo y aportes de capitales en forma de acciones ordinarias o preferentes. Puede también establecerse una diferencia entre el acceso a las fuentes externas sin intermediarios financieros (venta directa de acciones o bonos al público) o con los bancos, compañías de seguros, oficinas de banca, corredores de bolsa, etc. Los préstamos se clasifican en tres grupos, según el plazo de vencimiento de los compromisos: créditos corrientes (hasta un año), intermedios (de 1 a 10 años) y a largo plazo (más de 10 años). Los créditos corrientes (bancarios o entre empresas) se utilizan para financiar parte del capital de trabajo. Los otros se utilizan para financiar la inversión fija.

### 6.1.1 Créditos en el financiamiento de desarrollos inmobiliarios

El crédito es la cantidad de dinero en moneda nacional o extranjera que una persona física o moral entrega a otra persona física o moral en calidad de préstamo para un propósito no necesariamente definido por las partes, bajo condiciones precisas y documentadas de plazos y forma de pago, de intereses normales y moratorios, así como del otorgamiento de garantías de cumplimiento. Para los desarrollos inmobiliarios lo usual es acudir en solicitud de crédito a las instituciones de crédito reconocidas en los términos establecidos en la ley de instituciones de crédito. Dichas instituciones de banca

múltiple, conocidas como bancos comerciales, que captan recursos del público y con base en esos recursos, conceden créditos llamados puente a desarrolladores, y créditos hipotecarios a los compradores de los productos inmobiliarios.

El capital prestado a las empresas a largo plazo puede llegar a ellas de diversas formas, las más frecuentes son los créditos directos concedidos por un banco o por los institutos de fomento y la colocación de obligaciones y bonos en el mercado. Las obligaciones y bonos son instrumentos de crédito que contienen la promesa de pagar una cantidad estipulada de dinero en una fecha fija, generalmente más de 10 años después de la emisión y una promesa adicional de pagar periódicamente intereses a fechas fijas. En el financiamiento con bonos u obligaciones, el tenedor adquiere prioridad en el servicio de las deudas. Cuando se cumplen los plazos de los créditos, el capital prestado tiene también prioridad en la repartición de la liquidación de los activos.

#### 6.1.2 Financiamiento de proyectos inmobiliarios de la banca

Las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOL) que operan con recursos propios o captados de fondos de inversión, pero no del público, para conceder créditos puente a desarrolladores. También administran carteras de créditos hipotecarios de compradores de productos inmobiliarios, principalmente vivienda, fondeados por instituciones de la banca de desarrollo y por organismos gubernamentales de vivienda. Las instituciones del gobierno federal especializadas en diferentes tipos de proyectos; para desarrollos inmobiliarios interesan las siguientes: Sociedad Hipotecaria Federal (SIF) otorga créditos a los compradores de vivienda popular y de interés social por conducto de la banca comercial y de las SOFOL. Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBAS) otorga créditos preferentemente a los tres ámbitos de gobierno, entre otras para infraestructura, amortizados con cargo a los desarrollos inmobiliarios. Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEX) financia proyectos inmobiliarios que generan entrada de divisas, directa o indirectamente. Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) apoya financieramente a proyectos turísticos, que fortalezcan el flujo del turismo al

país. Organismos de vivienda que financian desarrollos de vivienda popular y de interés social en la República Mexicana:

- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) organismo tripartita (gobierno federal, empresarios y trabajadores); financia la compra de vivienda a los trabajadores derechohabientes en carácter de compradores. Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) organismo del gobierno federal dependiente para su gobierno del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); financia la compra de vivienda a los trabajadores del gobierno federal.
- Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO) organismo del gobierno federal; financia la compra de vivienda a familias de escasos recursos que no tienen acceso al crédito de la banca comercial, ni de los organismos federales de vivienda.
- Institutos estatales de vivienda: financian desarrollos de vivienda de acuerdo a su propio estatuto jurídico.

### 6.1.3 Financiamiento de proyectos del sector público

Los proyectos del sector público se financian con los saldos positivos de la cuenta corriente de este sector y con los préstamos del sector privado o de fuentes externas. La asignación de fondos para inversiones específicas será resuelta por decisión gubernamental y dichas inversiones se podrán realizar a través de entidades fiscales.

El mecanismo financiero de proyectos estatales de inversión, considera muy a menudo el aporte de corporaciones de fomento o de instituciones similares, que a su vez reciben aportes directamente del presupuesto fiscal o que se financian con ciertas leyes tributarias especiales. La solución final que se necesite adoptar referente a la conveniencia de financiar un proyecto con aportes fiscales provenientes del superávit en cuenta corriente o con préstamos, aumento de tarifas u otros medios, dependerá de las condiciones institucionales vigentes y de la política fiscal que se desee seguir.

Los proyectos que dependen de los ingresos generales del sector público pueden correr serios riesgos de retraso, en su calendario de inversiones, sea por error de estimación en cuanto a las futuras disponibilidades generales o bien por deficiencias en los programas de inversión pública.

#### 6.1.4 Obligaciones de empresas desarrolladoras

Son materia de la ley del mercado de valores las acciones, obligaciones y títulos de crédito que se emitan en serie o en masa y sean materia de oferta pública. Se considera oferta pública la que se hace por un medio de comunicación masiva o persona indeterminada para suscribir, enajenar o adquirir acciones, obligaciones o títulos de crédito. La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) podrá establecer las características de la emisión de los valores y documentos citados en el párrafo anterior, a fin de dar certidumbre a los adquirentes sobre sus derechos y obligaciones. Se prohíbe la oferta pública de cualquier otro documento. La promoción para la colocación de los valores y documentos deberá sujetarse a los lineamientos que establezca la CNBV, a fin de procurar la veracidad y claridad de la información y evitar la competencia desleal en el mercado financiero. Solo podrán ser objeto de oferta pública los documentos inscritos, y la intermediación de valores solo podrá realizarse por sociedades inscritas en la CNBV. Las obligaciones y títulos de créditos más útiles para los desarrollos inmobiliarios son los siguientes:

- Acciones, que pueden tener una posición amplia o limitada en la toma de decisiones, tanto por su dispersión como por estatutos. Los tenedores de acciones estarán sujetos a recibir dividendos de utilidades cuando existan éstas y en las cantidades que autorice la asamblea de accionistas.
- Pagarés y obligaciones quirografarias en que el emisor se compromete a cubrir un interés determinado, pagadero generalmente por trimestres, y el principal es redimido en un plazo establecido.

El desarrollo inmobiliario puede ser total o parcialmente financiado por el capital que aporte una persona física o socios de la sociedad mercantil. El capital puede ser aportado en efectivo o en especie. La aportación en especie disminuye el esfuerzo financiero; la aportación en especie puede ser con

terrenos, estudios, dirección. Las personas físicas o morales socios de las sociedades mercantiles son personas jurídicamente independientes de la sociedad mercantil, y su responsabilidad civil se limita al importe de sus aportaciones. Las aportaciones de los socios son registradas en la sociedad como acciones, y en la contabilidad. Para aceptar socios que aporten en especie, la colocación de acciones es obligadamente privada, y la valuación de las aportaciones requiere de asesoría técnica especializada.

## 6.2 Riesgo financiero y liquidez de empresas desarrolladoras

Un proyecto inmobiliario se formula a partir de componentes susceptibles de ser controladas por el desarrollador como lo son (ubicación, tamaño, calidad, estilo, estrategias de financiamiento y de comercialización) atendiendo a escenarios posibles.

Los escenarios posibles se configuran con la selección de variables macroeconómicas vinculadas al desarrollo inmobiliario, fuera del control del administrador del proyecto, pronosticando sus comportamientos previsibles ante ciclos económicos, fenómenos políticos y sociales, nuevas tecnologías, cambios en la normatividad y nuevos fenómenos económicos.

La configuración de los escenarios contiene elementos de incertidumbre, en mayor medida sí el horizonte de análisis se inicia en fechas cercanas a fenómenos críticos por ejemplo (un cambio de administración pública) o sí el horizonte de análisis es demasiado prolongado. La incertidumbre se traduce en riesgos que pueden ser identificados, medida su posibilidad de ocurrencia y las consecuencias de ella, y diseñados los mecanismos de prevención y de escape con los menores daños posibles. Tratándose de instrumentos financieros, lo usual es que los riesgos se incorporen en el otorgamiento de créditos y la tasa de rentabilidad cambie. El caso más conocido es el de la tasa requerida por los bancos, el interés que se cobra por préstamos refaccionarios, hipotecarios, al consumo y se determina a partir del promedio ponderado de la tasa de rendimiento que el banco paga a los ahorradores, más una holgura que incluye gastos de administración, utilidad y margen para cubrir riesgos de morosidad u omisión en el cumplimiento de los acreditados. Para portafolios de inversión

(mezclas de acciones, bonos, pagarés, obligaciones quirografarias) la tasa real aceptable de rentabilidad es la ganancia que se espera obtener en la compra de participaciones en portafolios de inversión se construye a partir de una tasa real base un ejemplo, los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) en México, a la cual se le suman puntos porcentuales para cubrir los riesgos advertidos por el comprador en escenarios del país, del mercado de valores, etc.

Para los desarrollos inmobiliarios existen dos opciones:

- Construir la tasa de rentabilidad aceptable en forma semejante a las usuales en instrumentos financieros, partiendo de una tasa base de opciones de inversión de bajo riesgo y liquidez media, y sumarle puntos porcentuales por los riesgos advertidos en el proyecto y en sus expectativas por fenómenos macroeconómicos percibidos como posibles, lo que implica que solo se formulará una sola corrida financiera con el escenario macroeconómico al que se le asigne la mayor probabilidad de ocurrencia.
- Asumir la tasa de rentabilidad generalmente aceptada por los inversionistas en cada tipo de desarrollo inmobiliario, e incorporar en varias corridas financieras los riesgos del proyecto y de los escenarios macroeconómicos percibidos como posibles, por lo menos una corrida para cada combinación proyecto/escenario.

La ingeniería financiera es una componente del estudio de factibilidad del desarrollo inmobiliario que pretende:

- A partir del importe de inversión requerido, la primera meta de la ingeniería financiera es identificar las fuentes de financiamiento posibles, en efectivo y en especie.
- Después sigue el diseño de las mezclas aceptables de las fuentes de financiamiento, tomando en cuenta que acudir a diversas fuentes no solo implica compartir riesgos, sino también beneficios y eventualmente, responsabilidades y facultades.
- Concluye con la medición del costo/beneficio de cada mezcla de fuentes de financiamiento en términos de rentabilidad, riesgos y

responsabilidades, y facultades compartidas para identificar la mezcla que ofrezca la mejor relación de costo/beneficio.

### 6.3 Evaluación financiera y rentabilidad del desarrollo inmobiliario

El estudio financiero deberá tomar en cuenta las técnicas que se requieren para realizar un proyecto de inversión de acuerdo con el programa de trabajo y el calendario de inversiones en el que se plantea una estrategia financiera que permita reducir riesgos y derivar las mayores utilidades posibles. El proceso inicia con la adquisición del terreno; el pago del proyecto urbano, el costo de los trámites y permisos; continúa con la contratación del financiamiento para la construcción de las obras de infraestructura y viviendas; y culmina con la publicidad y venta de los productos inmobiliarios.

En general, los desarrolladores realizan el proyecto inmobiliario sin enterarse de las repercusiones que un buen o mal aprovechamiento del terreno puede generar en las utilidades del desarrollador. De aquí la necesidad de que el proyectista se familiarice con los conceptos financieros básicos que se aplicarán para que el cliente decida si el desarrollo inmobiliario que diseñó es viable en el aspecto financiero o si presenta riesgos que pueden repercutir en la recuperación de la inversión.

Es responsabilidad del desarrollador realizar un análisis de factibilidad y tomar las decisiones financieras pertinentes, así como del proyectista proporcionar una información fidedigna sobre el proyecto tales como: las superficies viales que generan erogaciones y las áreas vendibles que generan ingresos. Bajo el enfoque financiero, la regla de oro en el diseño del desarrollo inmobiliario es minimizar las superficies viales (que cuestan mucho) y maximizar las áreas vendibles, pues a final de cuentas los distintos usos del suelo que plantea el diseño son los que se utilizan como insumos del análisis de factibilidad. Es recomendable realizar este ejercicio financiero y hacer los cambios o ajustes necesarios mismos que ayudarán a que el proyecto sea viable financieramente. Una vez que el desarrollo es viable y técnicamente factible se sigue de manera detallada su programa de inversión.

### 6.3.1 Estudio financiero

En los capítulos anteriores, se ha concluido el proyecto ejecutivo del desarrollo inmobiliario “Las Gaviotas” con todas sus ingenierías, en este apartado ya se tiene la información de la cuantificación de la obra, el programa de actividades, el catálogo de conceptos y el presupuesto de obra, lo cual sirve de base para el análisis de factibilidad financiera.

El estudio financiero es un análisis que incluye las proyecciones financieras del desarrollo inmobiliario, es la representación monetaria de la programación de la obra en relación con el tiempo y se aplica a la inversión para determinar si es rentable el proyecto en estudio. Con el propósito de mejorar el entendimiento del estudio financiero, a continuación se presentan algunas definiciones de los términos más comunes en la evaluación financiera.

- El valor del dinero en el tiempo tiene un costo llamado interés, así como la tierra tiene un costo nombrado renta, la mano de obra, otro que se llama salario y el riesgo de los desarrolladores tiene otro, denominado utilidad.
- El dinero es un bien económico porque es útil y además es escaso, el peso de hace algunos años no es equivalente al peso de la actualidad, por efectos de la inflación u otros factores. De aquí surge la importancia de evaluar los diferentes costos del dinero con el transcurso del tiempo, de tal forma que en cierto momento puedan ser comparables distintos montos en diferentes tiempos.
- Costo es un desembolso en efectivo (en ocasiones en especie) hecho en el pasado, presente o futuro en forma virtual. El costo del proyecto es un desembolso que se realiza en el presente (con tiempo cero) denominado inversión; los costos a futuro en los que se realiza una proyección financiera o estado de resultados proforma, se llaman costos de oportunidad. En virtud de que no es posible predecir el futuro con exactitud, es práctica común que los costos virtuales se redondeen en miles, ya que el énfasis de las proyecciones financieras es explorar uno o varios escenarios de lo que puede acontecer con la inversión.
- El costo financiero se refiere a los intereses o porcentaje que deben pagarse por utilizar un capital en préstamo.

- La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos tangibles o diferidos (o intangibles), necesarios para iniciar la operación del proyecto urbano (como terreno, levantamiento topográfico, estudio de mercado y la mecánica de suelos, proyecto urbano, permisos y trámites, excepto el capital de trabajo).
- El activo fijo se refiere al que se puede tocar, como el terreno, la maquinaria, el edificio de oficinas y otros.
- El capital de trabajo es capital adicional a la inversión inicial con que se cuenta para financiar la primera producción antes de recibir ingresos; en este caso se refiere al financiamiento necesario para realizar la obra del desarrollo inmobiliario.
- La depreciación se aplica al activo fijo, ya que el uso de estos bienes vale menos con el tiempo (edificios, maquinaria).
- La amortización se refiere a los activos diferidos o intangibles a los que se aplica un cargo anual para recuperar la inversión.
- La utilidad bruta es la diferencia entre las ventas brutas y el costo de producción de los inmuebles, al margen de las utilidades que genere.
- La utilidad marginal es la diferencia entre las ventas netas y los costos de producción, a los cuales se les han agregado los gastos de publicidad y administrativos.

Para llevar a cabo un desarrollo inmobiliario, el promotor debe realizar una inversión inicial, este capital puede provenir de diversas fuentes como personas físicas (inversionistas), personas morales (otras empresas), instituciones de crédito (bancos) o una mezcla de éstos. Pero, ¿cómo se determina la tasa mínima de rendimiento atractiva TREMA sobre la inversión propuesta?. En proyectos inmobiliarios la tasa de descuento más utilizada para su financiamiento es la tasa que ofrecen las SOFOLES, en promedio es el 12 % anual, la inflación debe considerarse el promedio de inflación pronosticado para los siguientes cinco años, de acuerdo con la recuperación esperada por el Banco de México, a la cual hay que agregar un premio al riesgo que puede fluctuar, por ejemplo entre 5 y 15 %, aunque puede ser mayor, ya que depende del riesgo que tenga la recuperación de la inversión, pues a mayor riesgo, debe ser mayor la tasa de rendimiento, considera la pérdida del poder adquisitivo, la

utilidad del inversionista que arriesga su dinero, le parecerá atractivo un premio por el riesgo que asume al invertir.

En la presente sección se realizará un estudio financiero que permita utilizar los conceptos anteriormente descritos para definir la cantidad de recursos monetarios requeridos para la puesta en marcha del proyecto inmobiliario.

En este estudio se determinan las cantidades que se destinarán al proyecto como: capital de trabajo, adquisición de bienes de capital (inversión fija) y gastos diferidos, así como las fuentes de financiamiento en cada caso. Por otro lado se harán las proyecciones de resultados, posiciones financieras y de flujo de efectivo por el periodo de planeación del proyecto. El presupuesto de obra y su programación se utilizará para obtener el flujo de efectivo del proyecto.

La inversión inicial deberá ser suficiente para absorber los costos necesarios durante el proceso de construcción y gastos de operación que se generen en los primeros meses de operación hasta que se realice la primera venta y la empresa comience a generar flujos de efectivo que permita sostenerla durante todo el tiempo del proyecto.

### 6.3.2 Programa de ventas (ingresos)

Afinado el proyecto inmobiliario para que responda tanto a las necesidades del mercado como a las condicionantes del terreno, se procede a realizar una detallada cuantificación de los usos del suelo, la cual consiste en obtener las superficies de usos del suelo del proyecto urbano. Es una estimación de superficies de la que se derivará el monto de ingresos del proyecto, que sirve de base para el análisis de factibilidad.

En la tabla 6.1 se presentan los montos de las ventas o los ingresos por venta de los productos inmobiliarios especificados

En términos generales, las ventas no se incorporan a un calendario de construcción. Pero será importante determinarlas para ofrecer una visión completa del conjunto de la operación inmobiliaria.

<b>VENTAS</b>	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9
Viviendas vendidas	0	0	7	7	7	7	7	7	7
Ingreso mensual	\$ -	\$ -	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000	\$ 14,000,000
Ingreso acumulado	\$ -	\$ -	\$ 14,000,000	\$ 28,000,000	\$ 42,000,000	\$ 56,000,000	\$ 70,000,000	\$ 84,000,000	\$ 98,000,000
	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18
	7	9	9	10	10	10	10	10	15
	\$ 14,000,000	\$ 18,000,000	\$ 18,000,000	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000	\$ 30,000,000
	\$ 112,000,000	\$ 130,000,000	\$ 148,000,000	\$ 168,000,000	\$ 188,000,000	\$ 208,000,000	\$ 228,000,000	\$ 248,000,000	\$ 278,000,000

Tabla 6.1 Ingresos por ventas de los productos inmobiliarios

El inicio de las ventas será en el mes 1 y concluirá en el mes 18. El precio de venta para este producto se estimó en \$ 2,000,000.00 de pesos considerando que el lugar donde se ubica el desarrollo inmobiliario es de tipo residencial turístico. El número unidades vendidas será igual a 139 viviendas por lo que esto nos da un monto total por ventas de \$ 278,000,000.00. Por supuesto que estos precios incluyen el costo del terreno, el proyecto, los permisos, la urbanización, la edificación de la vivienda y se ajustan de modo periódico a los índices inflacionarios.

### 6.3.3 Costos (egresos)

Las cantidades determinadas en el costo de producción se tomaron de los formatos de análisis de precios unitarios del presupuesto. El presupuesto se estimó cuantificando la obra y aplicando los precios unitarios a todos los conceptos de obra incluidos en el proyecto inmobiliario. El presupuesto del desarrollo inmobiliario se elaboró con el fin de asegurar que las estimaciones de las cantidades de obra y los precios unitarios sean las más reales posibles. Con una buena cuantificación, precios unitarios actualizados y con el presupuesto de la obra se procedió a realizar el estudio financiero.

En el análisis financiero del proyecto, se utilizaron los montos globales de flujos de egresos e ingresos sustentados en el proyecto inmobiliario para facilitar la visión de conjunto de toda la operación financiera y por consiguiente la evaluación. La cuantificación y costeo de las actividades de construcción de la vivienda y de las obras de urbanización se resumen en la tabla 5.12. El importe del proyecto asciende a la cantidad de \$ 144,601,425.00. Finalmente, se recalca que se realizó el presupuesto, la cuantificación y programación realista del proyecto inmobiliario, de modo que las cifras resultantes se estiman son correctas y son la base para determinar la factibilidad financiera y tomar decisiones certeras. En la tabla 6.2 se muestra el flujo de inversión del proyecto

INVERSIÓN DEL PROYECTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9
Inversión inicial	7300000	5000000	5000000	5000000	5000000	5000000	5000000	5000000	5000000
Inversión urbanización	402251	402251	402251	402251	402251	402251	402251	402251	402251
Inversión en 139 viviendas	2268072	3127825	2221723	4261861	1087687	2268072	3127825	2221723	4261861
	\$ 9,970,322	\$ 8,530,076	\$ 7,623,974	\$ 9,664,112	\$ 6,489,938	\$ 7,670,322	\$ 8,530,076	\$ 7,623,974	\$ 9,664,112
	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18
	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000
	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251	\$ 402,251
	\$ 1,087,687	\$ 2,268,072	\$ 3,127,825	\$ 2,221,723	\$ 4,261,861	\$ 1,087,687	\$ 2,160,012	\$ 3,019,766	\$ 979,628
	\$ 6,489,938	\$ 7,670,322	\$ 8,530,076	\$ 7,623,974	\$ 9,664,112	\$ 6,489,938	\$ 7,562,263	\$ 8,422,016	\$ 6,381,879

Tabla 6.2 Flujo de inversión del proyecto inmobiliario

#### 6.3.4 Métodos de evaluación financiera

Las técnicas y métodos que con mayor frecuencia se emplean en la evaluación de los proyectos de inversión son:

- a) determinación del punto de equilibrio
- b) valor presente neto
- c) tasa interna de retorno
- d) análisis de sensibilidad

Los cuatro proponen diferentes indicadores para evaluar el proyecto de inversión, no hay un criterio establecido que defina como deben utilizarse, en qué circunstancia, por lo que, en general, se recurre a los cuatro y se interpretan en forma comparativa sus resultados para establecer un juicio más equilibrado de la operación.

En principio, lo que se busca es congruencia operativa y de flujos entre los resultados de los métodos, ya que todos evalúan el mismo evento financiero.

#### 6.3.5 Punto de equilibrio (PE)

La determinación del punto de equilibrio permite estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los ingresos. Si los costos de una empresa sólo fueran fijos, no existiría problema alguno para calcular el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas (ingresos) son exactamente iguales a la suma de los costos (egresos).

El punto de equilibrio es una herramienta importante para calcular el punto mínimo de ingresos que debe producir un proyecto urbano sin incurrir en pérdidas. La práctica es calcular el punto de equilibrio en forma gráfica con base en el estado proforma, a partir de la diferencia entre el costo total acumulado y los ingresos acumulados desde el inicio de la operación y hasta que ésta quede en cero el periodo en que son iguales los ingresos y los egresos, es decir, cuando están en equilibrio. De acuerdo con el presupuesto calendarizado del ejemplo anterior, los costos se acumulan cada mes hasta que termina la obra y de la misma manera es para las ventas. Los costos son los que integran el presupuesto de obra, entre menores sean los costos más rápido se alcanza el punto de equilibrio. Si baja la línea recta de los costos,

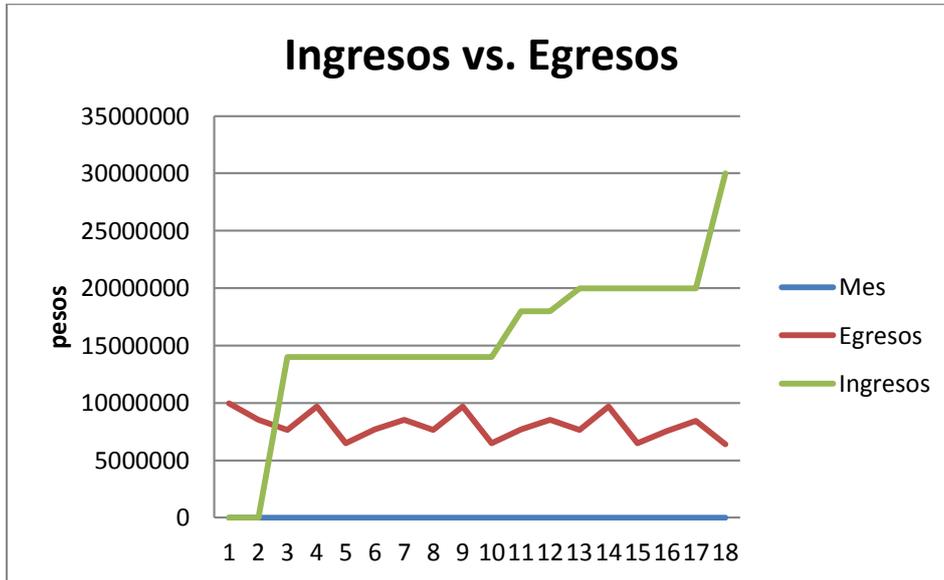
también lo hace el punto de equilibrio y se desplaza sobre la curva del costo hacia abajo. En este trabajo se supuso que al inicio de la obra, se empezaría la campaña comercial de preventa de los productos inmobiliarios y continuarían hasta agotar el inventario inmobiliario.

Las preventas generan ingresos de modo gradual que también se acumulan de manera mensual, hasta llegar al mes en que los ingresos generados son similares a los costos acumulados (egresos). Para entender mejor esto, en la tabla 6.3 se ilustra el calendario de ingresos y egresos del desarrollo inmobiliario mediante el acumulado de los ingresos y egresos de cada mes. El punto de equilibrio se obtiene al graficar los ingresos y los egresos. En donde se cruzan ambas curvas se obtiene el punto de equilibrio el cual, muestra el movimiento de los flujos financieros del proyecto de inversión a lo largo del tiempo y se presenta en la gráfica 6.1. El punto de equilibrio es cuando los acumulados entre egresos e ingresos son iguales o similares entre sí, es decir, cuando su diferencia es cero. Por lo general, los primeros periodos son negativos (-), esto es, arrojan pérdidas, puesto que las obras están en proceso y las preventas aún son incipientes. Por lo que el punto de equilibrio se encuentra, en este ejemplo, entre los meses 2 y 3, es a partir de ahí cuando las ventas empiezan a dar un saldo positivo (+) de modo gradual.

Mes	Egresos	Ingresos
1	\$9,970,322	\$ -
2	\$8,530,076	\$ -
3	\$7,623,974	\$ 14,000,000
4	\$9,664,112	\$ 14,000,000
5	\$6,489,938	\$ 14,000,000
6	\$7,670,322	\$ 14,000,000
7	\$8,530,076	\$ 14,000,000
8	\$7,623,974	\$ 14,000,000
9	\$9,664,112	\$ 14,000,000
10	\$6,489,938	\$ 14,000,000
11	\$7,670,322	\$ 18,000,000
12	\$8,530,076	\$ 18,000,000
13	\$7,623,974	\$ 20,000,000
14	\$9,664,112	\$ 20,000,000
15	\$6,489,938	\$ 20,000,000
16	\$7,562,263	\$ 20,000,000
17	\$8,422,016	\$ 20,000,000
18	\$6,381,879	\$ 30,000,000

Tabla 6.3 Calendario de ingresos contra egresos

Es necesario aclarar que el punto de equilibrio puede ser flexible en el tiempo. Sí los costos fijos o variables cambian durante el proceso de la obra, debido a un incremento de salarios o a una devaluación de la moneda, el punto de equilibrio también se desplazará a un mayor tiempo. Pero sí empieza la campaña de preventa al inicio, cuando la urbanización y la edificación tienen 0 % de avance, se generarán ingresos antes y el punto de equilibrio se desplazará a un menor tiempo.



Gráfica 6.1 Ingresos contra egresos

Cuando suceden cambios con frecuencia ante una situación de incertidumbre, este instrumento de análisis financiero puede resultar poco práctico. Este análisis considera que el valor del dinero es igual a lo largo del tiempo, situación que en realidad no sucede, y ésta es su principal desventaja.

Los métodos más utilizados en la evaluación de proyectos de inversión que consideran el cambio del valor del dinero en el tiempo, se explican a continuación.

### 6.3.6 Valor presente neto (VPN)

Se entiende por VPN de un proyecto al dividendo que podría anticiparse al desarrollador a cuenta del proyecto, con el conocimiento de que éste habrá de recuperar la inversión, pagar el costo de su financiamiento (intereses) y además generar una utilidad atractiva. En este método de evaluación financiera compara los costos presentes con los ingresos futuros es necesario descontar los flujos futuros a la tasa de rendimiento esperada o TREMA. De este modo,

para justificar el descuento de flujos los pesos futuros no son equivalentes a los pesos del presente por razón de la diferencia del tiempo. El valor del dinero en el tiempo es cambiante y tiene un costo diferente en cada periodo de tiempo. En este apartado se calculará el valor de los flujos que generará el proyecto (ingresos y egresos) de tal manera que sea posible sumarlos y compararlos entre sí a lo largo del tiempo y además habrá que descontarlos a la tasa de recuperación mínima atractiva o TREMA, la cual considera lo siguiente:

- El costo del dinero en el tiempo y se representa por el interés bancario
- La utilidad es la ganancia mínima que el empresario debe obtener
- La inflación
- El riesgo

Para aplicar el método del VPN es necesario determinar cuatro elementos básicos:

1. El valor neto de la inversión inicial

El primer elemento de análisis lo constituye el valor neto de la inversión inicial en un proyecto inmobiliario, la inversión inicial requerida considera la compra del terreno, la realización del proyecto ejecutivo, los permisos respectivos así como, los costos de la ejecución del proyecto.

Para hacerlo más explícito, se entiende por inversión total a la suma de la inversión inicial más los costos totales erogados en la construcción del desarrollo a lo largo de la obra. Para efectos del cálculo del VPN en este rubro, los costos totales actualizados se toman como la inversión total.

2. Los flujos anuales netos

El segundo elemento de análisis de una decisión de inversión consiste en determinar qué flujos de efectivo se espera que genere el proyecto. No debe olvidarse que son los flujos de efectivo, y no las utilidades, los que se consideran para evaluar un proyecto de inversión, los flujos de efectivo a considerar deben ser netos después de deducir los costos totales de la obra.

La finalidad de los flujos anuales netos es obtener el análisis del estado de resultados, o de pérdidas y ganancias, que también se conoce como estado de resultados proforma y sirve para calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto que en forma general, son el beneficio real de la operación inmobiliaria, los cuales se obtienen al restar a los ingresos, todos los

costos de la producción a fin de realizar el cálculo de los indicadores financieros desarrollados en este capítulo. En la realización de un desarrollo inmobiliario, el flujo neto se calcula por lo general por mes. El procedimiento para el cálculo del flujo neto es el siguiente:

- Ingresos - egresos = utilidades brutas
- Flujo de efectivo neto (o utilidad neta) = utilidades brutas

A este análisis se le llama proforma porque significa que se proyecta con base en el calendario de actividades y en el presupuesto, obtenidos en forma previa, con lo cual se dará congruencia a los datos de la parte técnica del proyecto inmobiliario y a la económica o financiera, que se expuso en este capítulo.

Para el análisis financiero del proyecto inmobiliario lo que interesa determinar son los flujos de efectivo calendarizados en el tiempo y la recuperación financiera a lo largo del proyecto. Los flujos se obtuvieron de los costos de la obra, se incorporaron los costos financieros, las depreciaciones, el pago de capital y los ingresos, considerando lo anterior se calendarizaron en el periodo o vida útil del proyecto. La utilidad del proyecto se obtiene de restar los egresos (urbanización, equipamiento y edificación) de los ingresos por ventas de las viviendas, y la diferencia debe registrarse en la línea correspondiente para cada periodo y una línea inferior para el acumulado. Los flujos netos o el estado de resultados proforma se utilizarán para calcular el VPN y la TIR en cada periodo de las operaciones del proyecto inmobiliario. En la tabla 6.4 se muestra el proceso para obtener el flujo neto de efectivo.

Cualquier contingencia puede poner en riesgo el financiamiento del proyecto, por tal motivo, los desarrolladores inmobiliarios buscan comenzar a generar ingresos con la preventa cuando la obra aún está en proceso de construcción y las viviendas se encuentran sin terminar. De acuerdo con el calendario de obra presentado con anterioridad, las preventas inician en el segundo mes, por tanto el flujo neto se obtuvo considerando el calendario de la obra.

En resumen, se inicia con el calendario de egresos e ingresos del desarrollo inmobiliario y se obtiene el flujo neto o estado de resultados proforma. Los resultados del estado proforma se presentan para una situación en particular basados en el calendario de egresos e ingresos.

Mes	Ingresos	Egresos	Flujo neto
A	B	C	D = B - C
1	\$ -	\$9,970,322	-\$ 9,970,322
2	\$ -	\$8,530,076	-\$ 8,530,076
3	\$14,000,000	\$7,623,974	\$ 6,376,026
4	\$14,000,000	\$9,664,112	\$ 4,335,888
5	\$14,000,000	\$6,489,938	\$ 7,510,062
6	\$14,000,000	\$7,670,322	\$ 6,329,678
7	\$14,000,000	\$8,530,076	\$ 5,469,924
8	\$14,000,000	\$7,623,974	\$ 6,376,026
9	\$14,000,000	\$9,664,112	\$ 4,335,888
10	\$14,000,000	\$6,489,938	\$ 7,510,062
11	\$18,000,000	\$7,670,322	\$ 10,329,678
12	\$18,000,000	\$8,530,076	\$ 9,469,924
13	\$20,000,000	\$7,623,974	\$ 12,376,026
14	\$20,000,000	\$9,664,112	\$ 10,335,888
15	\$20,000,000	\$6,489,938	\$ 13,510,062
16	\$20,000,000	\$7,562,263	\$ 12,437,737
17	\$20,000,000	\$8,422,016	\$ 11,577,984
18	\$30,000,000	\$6,381,879	\$ 23,618,121

Tabla 6.4 Flujo neto de efectivo o proforma

### 3. La vida del proyecto

El tercer elemento de análisis es la vida del proyecto y se refiere a la vida económica y no fiscal que debe estimarse para la realización del proyecto, la cual es el tiempo efectivo de realización del proyecto. En nuestro ejemplo es de 18 meses. Se incluye el tiempo que requirió la compra del terreno, la realización del proyecto inmobiliario, la obtención de permisos, se agruparon en tiempo al primer mes del calendario de construcción.

### 4. La tasa de descuento

La determinación de la tasa de descuento es el cuarto elemento de análisis y se refiere a la tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA) que una empresa obtiene sobre sus activos y es el costo de financiamiento del proyecto. En proyectos inmobiliarios el costo financiero es el 12 % anual en promedio, a la cual hay que añadirle algunos puntos porcentuales por concepto de riesgo el 2 %, más la utilidad 10 % y la inflación que en el ejemplo se consideró de 4 % anual. Esto arroja una tasa de descuento de 28 % anual. Como en este caso el periodo de análisis es mensual, debe dividirse la tasa de 28 % entre doce meses, lo que da como resultado una tasa mensual de 2.33 %. Esta tasa de descuento será la base para hacer el análisis financiero.

### Aplicación del método del VPN

Para el cálculo del VPN se utiliza la tabla 6.5 que de manera ordenada presenta el cálculo del valor presente de los flujos que genera un proyecto. Esta tabla consta de columnas que indican el procedimiento que se realiza para obtener los flujos, la tasa de interés a la que se descontarán, así como los renglones para indicar los años o periodos. La columna del valor presente neto del capital se utiliza para el cálculo de los flujos en los periodos de tiempo y es necesario descontar por separado cada uno. Los proyectos inmobiliarios generan una serie de flujos, por lo general no uniformes, que se multiplican por el factor de descuento que se obtiene de la fórmula  $1/(1 + i)^n$ , donde  $i$  es la tasa de interés a la que se descontaran los flujos en términos absolutos y  $n$  el número de periodos. La multiplicación de cada flujo por su correspondiente factor de descuento da como resultado el valor presente de ese flujo para obtener el valor presente del proyecto se multiplica cada flujo por su factor de descuento, para luego sumar valores presentes y obtener el valor presente total.

En el proyecto en estudio, la tasa de descuento mensual es de 2.33 %, que en términos absolutos equivale a dividir esta tasa entre 100, lo que da 0.0233. Para hallar el factor de descuento correspondiente al mes 2 del calendario, se sustituyen la tasa de descuento absoluta y el periodo ( $n = 2$ ) en la fórmula  $1/(1 + i)^n$  de la cual se obtiene 0.954, que es el factor de descuento correspondiente. Este procedimiento debe repetirse para cada mes o periodo de tiempo. En la realización del desarrollo inmobiliario observamos que los flujos son desiguales debido al proceso constructivo (egresos) y a las ventas (ingresos). En calendario de egresos e ingresos; se estima que el proyecto generará ingresos netos después de los dos primeros meses, además se determinó la tasa anual mínima para aceptar el proyecto es de 28 %. Con los datos definidos se realiza el proceso para obtener el valor presente neto que se presenta en la tabla 6.5 donde se obtienen los resultados de los cálculos.

Mes	Ingresos	Egresos	Flujo neto	Factor de descuento	VPN
A	B	C	D = B - C	$E = 1 / (1+i)^n$	F = D * E
1	\$ -	\$9,970,322	-\$ 9,970,322	0.97723053	-\$ 9,743,303.39
2	\$ -	\$8,530,076	-\$ 8,530,076	0.95497951	-\$ 8,146,047.77
3	\$ 14,000,000	\$7,623,974	\$ 6,376,026	0.93323513	\$ 5,950,331.43
4	\$ 14,000,000	\$9,664,112	\$ 4,335,888	0.91198586	\$ 3,954,268.71
5	\$ 14,000,000	\$6,489,938	\$ 7,510,062	0.89122042	\$ 6,693,120.43
6	\$ 14,000,000	\$7,670,322	\$ 6,329,678	0.8709278	\$ 5,512,692.25
7	\$ 14,000,000	\$8,530,076	\$ 5,469,924	0.85109724	\$ 4,655,437.20
8	\$ 14,000,000	\$7,623,974	\$ 6,376,026	0.8317182	\$ 5,303,056.88
9	\$ 14,000,000	\$9,664,112	\$ 4,335,888	0.81278042	\$ 3,524,125.03
10	\$ 14,000,000	\$6,489,938	\$ 7,510,062	0.79427384	\$ 5,965,045.61
11	\$ 18,000,000	\$7,670,322	\$ 10,329,678	0.77618864	\$ 8,017,778.48
12	\$ 18,000,000	\$8,530,076	\$ 9,469,924	0.75851524	\$ 7,183,081.66
13	\$ 20,000,000	\$7,623,974	\$ 12,376,026	0.74124425	\$ 9,173,658.08
14	\$ 20,000,000	\$9,664,112	\$ 10,335,888	0.72436651	\$ 7,486,971.24
15	\$ 20,000,000	\$6,489,938	\$ 13,510,062	0.70787307	\$ 9,563,408.86
16	\$ 20,000,000	\$7,562,263	\$ 12,437,737	0.69175517	\$ 8,603,869.12
17	\$ 20,000,000	\$8,422,016	\$ 11,577,984	0.67600427	\$ 7,826,766.43
18	\$ 30,000,000	\$6,381,879	\$ 23,618,121	0.66061201	\$ 15,602,414.74

Tabla 6.5 Valor presente neto

Con este método, el proyecto inmobiliario “Las Gaviotas” se considera aceptable porque el valor presente de ingresos generados supera los costos, es decir, que el VPN generado por el proyecto, supera el valor de la inversión. Esto significa que se acepta el proyecto debido a que el VPN es positivo lo cual define como un proyecto rentable; por el contrario, sí el VPN es negativo, es decir, sí el VPN acumulado de ingresos no supera los costos, entonces el proyecto se rechazaría porque no sería viable financieramente.

Obsérvese que a medida que se inicia la construcción del desarrollo inmobiliario, el VPN se torna cada vez más negativo, ya que los egresos son superiores a los ingresos y esta situación se empieza a revertir con la venta de las viviendas y la disminución de los egresos de la urbanización, equipamiento y edificación. Esto sucede entre el mes 2 y 3, según se aprecia en la tabla 6.5.

Por otra parte, es necesario aclarar que el proyecto que se evalúa en este ejemplo tiene una tasa de descuento de 2.33 % mensual (28 % anual), la cual considera la tasa del préstamo como el factor de riesgo para los inversionistas más la utilidad, más el riesgo, más la inflación; pero aquí surge una duda importante: ¿hasta dónde da el proyecto para redituar el riesgo de los

inversionistas o para hacer frente a las posibles dificultades derivadas de los cambios en la tasa de interés del préstamo? La respuesta a esto se encuentra en el proyecto mismo, en la TIR, la cual se trata a continuación.

### 6.3.7 Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR)

En la TIR se deben descontar los flujos de efectivo de un proyecto para que se igualen con el valor de la inversión al término de su vida económica, pero también representa la máxima tasa de interés que se estaría dispuesto a pagar por el financiamiento de un proyecto del que se espera recuperar la inversión.

En este método, lo importante es hallar la TIR del proyecto, consiste en calcular el factor de descuento con la fórmula descrita en el VPN de:  $1/(1 + i)^n$ , donde  $i$  es la tasa de interés que se aceptaría pagar por el financiamiento en términos absolutos y  $n$  el número de periodos, para obtener el factor de descuento correspondiente. Este proceso debe repetirse para cada periodo hasta encontrar la TIR exacta que hace que la suma descontada de los flujos al final del proyecto sea igual a cero por lo que son necesarias varias aproximaciones a las tasas de interés intermedias.

El cálculo de la TIR es sencillo, el cálculo consiste en determinar la tasa a la que se deben descontar estos flujos anuales, de tal manera que al término del plazo igualen el valor de la inversión. La TIR se puede calcular utilizando los datos del ejemplo anterior del VPN. En este ejemplo se calcularon los flujos netos a una tasa mensual de 2.33 % (28 % anual), se observa un saldo positivo de \$ 12.22 millones de pesos al final de los 18 meses (columna I, periodo 18 de la tabla 6.5). Para el cálculo de la TIR se utiliza la hoja de cálculo de excel y los flujos de la tabla 6.5, que al sustituir los datos de los flujos, en la fórmula de la TIR da como resultado la tasa que el desarrollador obtendrá por ejecutar el proyecto. La tabla 6.6 presenta la TIR del proyecto.

Este método se efectúa principalmente mediante una serie de aproximaciones hasta hallar el valor exacto de la TIR. En el proyecto, la TIR hace que se iguale la inversión con la suma descontada de los flujos netos. La TIR es de 30 % anual. De acuerdo con este método de evaluación, el proyecto es rentable porque su TIR es superior a la TREMA requerida para este proyecto que es del 2.33 % mensual (28 % anual), es decir, en general no debería efectuarse la

inversión sí su TIR es inferior al costo de capital expresado por la tasa de descuento que considere tanto la tasa de financiamiento del proyecto como el factor riesgo.

Mes	Ingresos	Egresos	Flujo neto
A	B	C	D = B - C
1	\$ -	\$ 9,970,322	-\$ 9,970,322
2	\$ -	\$ 8,530,076	-\$ 8,530,076
3	\$ 14,000,000	\$ 7,623,974	\$ 6,376,026
4	\$ 14,000,000	\$ 9,664,112	\$ 4,335,888
5	\$ 14,000,000	\$ 6,489,938	\$ 7,510,062
6	\$ 14,000,000	\$ 7,670,322	\$ 6,329,678
7	\$ 14,000,000	\$ 8,530,076	\$ 5,469,924
8	\$ 14,000,000	\$ 7,623,974	\$ 6,376,026
9	\$ 14,000,000	\$ 9,664,112	\$ 4,335,888
10	\$ 14,000,000	\$ 6,489,938	\$ 7,510,062
11	\$ 18,000,000	\$ 7,670,322	\$ 10,329,678
12	\$ 18,000,000	\$ 8,530,076	\$ 9,469,924
13	\$ 20,000,000	\$ 7,623,974	\$ 12,376,026
14	\$ 20,000,000	\$ 9,664,112	\$ 10,335,888
15	\$ 20,000,000	\$ 6,489,938	\$ 13,510,062
16	\$ 20,000,000	\$ 7,562,263	\$ 12,437,737
17	\$ 20,000,000	\$ 8,422,016	\$ 11,577,984
18	\$ 30,000,000	\$ 6,381,879	\$ 23,618,121

**TIR = 30 %**

Tabla 6.6 Cálculo de la tasa interna de retorno

### 6.3.8 Análisis de sensibilidad

¿Qué pasa si las condiciones planteadas en el calendario cambiaran por efecto de factores no considerados en el proyecto? Responder esta cuestión es la razón de ser del análisis de sensibilidad.

En un proyecto de inversión existen diversos riesgos, como la estimación de flujos anuales que se espera generar o la reducción de la vida del proyecto debido a devaluación de la moneda, obsolescencia en los productos inmobiliarios, cambios gubernamentales, nueva competencia inmobiliaria no prevista, cambios en los gustos del comprador, etcétera.

El análisis de sensibilidad se utiliza para conocer los efectos financieros que un error en la estimación de flujos u otros cambios inesperados pudieran tener

sobre la recuperación de la inversión, es decir, constituye el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto afecta o qué tan sensible es la TIR ante cambios determinados, como variables del proyecto. Consiste en plantear diferentes escenarios de lo que puede acontecer para analizarlos de antemano para prever y anticipar cualquier contingencia en la viabilidad económica del proyecto.

En general, el procedimiento se efectúa sobre el estado proforma del proyecto inmobiliario, en el que, al cambiar los flujos de los diferentes productos inmobiliarios en cada periodo, se conduce a nuevos resultados de evaluación del VPN y la TIR. Es por demás evidente que el especialista financiero debe aportar un nuevo estado proforma que contenga un equilibrio entre los ingresos y egresos del proyecto, pero se debe estar consciente de que si la expectativa de las ventas tienden a disminuir en un futuro, lo mismo debe hacerse con el capital de trabajo (reducirlo) para minimizar riesgos en la recuperación.

## Capítulo 7

# CONCLUSIONES

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES

Esta tesis presentó a lo largo de sus capítulos el proyecto inmobiliario “Las Gaviotas” en la zona diamante de Acapulco en el estado de Guerrero, que consistió en la edificación de 139 casas de tipo residencial en un área de 29,822.59 m<sup>2</sup> con su equipamiento urbano. Durante su elaboración se utilizaron las diferentes especialidades de la Ingeniería Civil, para definir la viabilidad técnica, ambiental, económica y financiera del proyecto inmobiliario.

El proyecto integral de ingeniería determinó las características topográficas, de mecánica de suelos, de estructuras, la urbanización y el proyecto completo del prototipo de la vivienda, así como el estudio de impacto ambiental que incluyó la identificación, descripción del medio afectado, predicción y estimación de impactos; así como la implementación correcta y responsable de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales. En el desarrollo del proyecto se presentaron las recomendaciones constructivas respectivas para las estructuras proyectadas incluyendo los criterios a seguir para su diseño y construcción, cumpliendo con la normatividad vigente.

Para garantizar las condiciones de habitabilidad, funcionamiento, higiene, seguridad estructural, integración del proyecto arquitectónico al contexto e imagen urbana de las edificaciones y con el objeto de hacer armónica la relación entre el medio ambiente y los seres humanos; se revisó la normatividad vigente que debe cumplir, enunciando leyes, reglamentos y requisitos solicitados ante las distintas dependencias correspondientes del estado de Guerrero, esta normatividad de proyectos y construcciones de las obras en Guerrero se regulan mediante el Reglamento de Construcciones y las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones, que se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General

de Asentamientos Humanos, la Ley Orgánica, la Ley de Desarrollo Urbano y la Ley Ambiental. Las leyes, reglamentos, programas y normas aplicadas.

Por otra parte, se realizó un estudio de análisis del mercado inmobiliario que incluyó: el perfil y la amplitud real del mercado para el que se diseñó el nuevo desarrollo y la tendencia de crecimiento demográfico y económico de la población objetivo. Las perspectivas del mercado inmobiliario en México pronostica que para 2030 se requerirán 10 millones de viviendas en las 80 zonas urbanas del país, de las cuales, el mayor crecimiento se registrará en la clase media entre 400,000 y 1,000,000 de pesos. Esto significa que hay oportunidad en el negocio inmobiliario. Con la rapidez y dinamismo con que se mueve el mercado inmobiliario en México y las variaciones que tienen los productos con base en su calidad y ubicación, la inversión inmobiliaria debe estar muy atenta a los límites de esta expansión.

El éxito en el negocio inmobiliario depende también del lugar donde se edifiquen los desarrollos inmobiliarios, por lo cual, deberán estar ligados a las zonas productivas y ubicados en zonas habitacionales de buen acceso, con crecimiento demográfico y suficiente abasto. Convendrán estar dotados de áreas verdes, transporte, comercios y servicios, lo anterior será una pieza clave en la construcción de nuevos desarrollos. Es de enorme trascendencia el desarrollo de este tipo de proyectos, pues representan una serie de beneficios para la economía del puerto de Acapulco y para el país; por lo que este destino turístico es representativo a nivel nacional.

Es importante considerar que el desarrollo inmobiliario concentra una enorme cantidad de recursos físicos y financieros en el terreno en estudio, que se transformó en un plan general que requiere de un presupuesto, suficiente para ejecutar y producir los bienes inmuebles planeados. Por lo que la realización ordenada de cualquier proyecto requiere de un estudio sistematizado que guíe los procesos de acción en cada parte del proyecto, lo que se realizó en cada uno de los capítulos que conforman este trabajo.

Finalmente, se puede concluir que sí se ejecuta el proyecto del desarrollo inmobiliario "Las Gaviotas" de acuerdo al programa de obra y sí se comercializa de acuerdo al programa de ventas el proyecto es viable, porque el VPN

generado por el proyecto supera el monto de la inversión, el proyecto es aceptable porque cumple con dicho criterio y resulta rentable.

De acuerdo con el método de evaluación de la TIR el proyecto es factible financieramente porque su TIR es del 30 %, superior al 18 % que fue la tasa de financiamiento más el factor de riesgo que se esperaba superar.

Sin embargo se debe tener presente que no existe la certeza de lo que acontecerá en el futuro y es recomendable estimar el efecto producido por cualquier cambio externo en los flujos del proyecto que determinan las principales variables para la planeación y ejecución de la inversión en cualquier proyecto inmobiliario.

## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

- Bacchini, D., García Fronti, J. y Márquez E. Evaluación de Inversiones con Opciones Reales, Omicron Editorial, argentina, 2006.
- Bazant, Jan. Fraccionamientos: diseño y evaluación financiera, México, editorial Limusa, 2006
- Díez de Castro, Luis T. y López Pascual, Joaquín, Dirección Financiera. Planificación, Gestión y Control, Prentice-Hall, España, 2001.
- Díez De Castro, Luis y Juan Mascareñas. Ingeniería financiera: La gestión en los mercados financieros internacionales. McGraw-Hill, España, 1994.
- Elder y Maritz Vandenberg. Construcción y manuales, Blumes ediciones, España 1977.
- Fabozzi, Frank J. y Franco Modigliani. Mercados e instituciones financieras, Prentice-Hall, México, 1996.
- Fischer, Stanley. La solidez del sistema financiero. Revista Finanzas & Desarrollo, marzo de 1997.
- Gobierno de Distrito Federal. NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería. México 2004
- Gobierno de Distrito Federal. NTC para diseño y construcción de estructuras de madera. Gaceta oficial del Distrito Federal, México 2004.
- Gobierno de Distrito Federal. NTC para diseño y construcción de estructuras de concreto. Gaceta oficial del Distrito Federal, México 2004.
- Gobierno de Distrito Federal. NTC para diseño y construcción de estructuras metálicas. Gaceta oficial del Distrito Federal, México 2004.
- Gobierno de Distrito Federal. NTC para diseño por sismo. Gaceta oficial del Distrito Federal, México 2004.
- Gobierno de Distrito Federal, NTC para el proyecto arquitectónico. Gaceta oficial del Distrito Federal, México 2004.
- Gobierno de Distrito Federal. Tabulador general de precios unitarios. Secretaría de obras y Servicios, Coordinación General de Normas y especificaciones y precios unitarios, México, 2005.
- González Cuevas, Óscar. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. Limusa 2005, cuarta edición.

Greenspan, Alan. Supervisión de las instituciones financieras. Boletín del CEMLA, mayo-junio 1997.

Harris Robert B. Técnicas de redes de flechas y precedencias para construcción, Editorial Limusa, México, 1983.

Kunz Bolaños, Ignacio. El mercado inmobiliario habitacional de la Ciudad de México. Editorial Plaza y Valdés y UNAM, Facultad de Arquitectura, Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, México, 2001.

Lara González, Jorge Luis. Alcantarillado. Facultad de Ingeniería, UNAM. México 1991.

López Lubián Francisco J. y De Luna Butz Walter. Finanzas corporativas en la Práctica. Edit. Mc Graw Hill, 2002.

Magaña Villavicencio Gladys, Construcción y urbanización del fraccionamiento Claustros San Miguel, Cuautitlán Izcalli, estado de México, tesis para obtener el título de Ingeniera civil, México UNAM, 2002.

Morales Castro, José Antonio y Arturo Morales Castro. Ingeniería financiera. Sistemas de información contable y administrativa computarizados, México, 2005.

Morales-Arce Macías Rafael. Perspectivas Prácticas de las Finanzas. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 2002.

Ortiz Gómez Alberto. Gerencia Financiera. Editorial Mc. Graw Hill, 1994.

Paco Asensio. Diseño de casas. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, UNAM 1980-1999.

Parmerlee, David. Desarrollo exitoso de las estrategias de marketing, Barcelona, Granica, 1998.

Parmerlee, David. Identificación de los mercados apropiados, Barcelona, Granica 1998.

Pascale Ricardo. Decisiones Financieras 3ª edición. Ediciones Macchi 1999.

Peck Ralph B. Ingeniería de cimentaciones, editorial Limusa, México, 1991.

Peurifoy Robert L. Estimación y costos de construcción, editorial Diana, México, 1965.

Plazola Cisneros Alfredo. Normas y costos de construcción, editorial Limusa, México, 1966.

Sotelo Ávila Gilberto. Hidráulica general, volumen 1 fundamentos, editorial Limusa, México, 1989.

Suárez Salazar Carlos. Costos y tiempo de edificación, editorial Limusa, México, 2007.

Vázquez González Alba B. César Valdez Enrique. Apuntes de Impacto Ambiental. DICTyG, Facultad de Ingeniería, UNAM.

<http://www.cidac.org/vnm/libroscidac/vivienda/vivienda-cap1.pdf>

Valdez César Enrique. Abastecimiento de agua potable. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 1993.