



# **UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

## **PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESPACIO MULTIUSOS “LOS LIMONES” EN EL MUNICIPIO DE APATZINGÁN, MICHOACÁN.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

**Francisco Javier Escobedo López.**

**Bruno Serrano Apastillado**

**Asesor:**

**Ing. José Antonio Sánchez Corza**

Uruapan, Michoacán. Al 1 de Diciembre del 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS – FRANCISCO JAVIER ESCOBEDO LÓPEZ**

### **A mi madre (+)**

En todo momento de mi vida te he sentido conmigo y sé que en donde te encuentres estarás contenta al ver que he logrado esta etapa, en la cual haz sido un gran impulso por que llegue a ella con tu compañía física y aunque te marchaste tu amor, tus consejos y lo más importante la educación que tú me diste es la que en este momento me lleva a ser lo que a partir de este día seré, por eso y mucho más hasta donde te encuentres ¡¡¡TE AMO MAMÁ!!!

### **A mi padre**

A mi padre por ser ese hombre ejemplar que ha puesto a su familia como su principal prioridad en la vida, inculcándome valores primordiales como la perseverancia y el amor, eres el mejor padre y sobre todo un gran hombre, estoy muy orgulloso y honrado de ser tu hijo, a lo lejos pero muy cercano a mí vivimos esta etapa de mi vida, pero sabiendo que todo fue porque mis hermanos y yo seamos personas de bien y recibiéramos la educación para la cual te has esforzado durante todos estos años, cuantas veces volviera sería un privilegio que fueras mi padre has sido EL mejor ¡¡¡TE AMO PAPÁ!!!

### **A mi hermana Patricia**

Estoy mucho más que agradecido por todo el tipo apoyo que recibí de tu parte, después de la partida de mamá, haz pasado a ser una persona muy especial y ser como una segunda madre para mí, al hacerte cargo de todo lo relacionado conmigo y que me haz llevado por el buen camino de la vida es una etapa que nos ha tocado sufrir de igual forma y espero siempre contar contigo como ten por seguro que siempre estaré para tí.

### **A mis hermanos**

Patricia, Maricruz, Laura, Jony, Silvia, Ana Lilia y Luis. Ser el menor de la familia no lo puedo negar hace que goze de ciertos privilegios, pero el mejor es que de todos ustedes he aprendido algo y eso hace que algunos errores no los haya cometido a lo largo de mi vida pero también de seguir muchos de sus pasos que han llevado a tener muchos aciertos por seguir ejemplos y consejos de todos ustedes y ojalá que algún día volvamos a estar todos juntos y esperemos que sea pronto. ¡¡LOS QUIERO MUCHO!!!

### **Maestros y amigos**

Gracias a cada uno de los maestros que a lo largo de estos años aprendí mucho de cada uno de ustedes, y a mis amigos que me han acompañado en la vida y en especial a la familia Benítez Barrera que son grandes personas y con quien he pasado muchos momentos en parte final de este logro

## **AGRADECIMIENTOS – BRUNO SERRANO APASTILLADO**

### **A mi madre y familia**

Quiero agradecer primero que nada a Dios y a la Virgencita de Guadalupe por darme la vida suficiente para terminar mi carrera de Ingeniero Civil. Reconocer y agradecer infinitamente a mi madre Rosa María Apastillado Pérez ya que es por ella, por su amor, cariño, comprensión y paciencia que fui capaz de salir adelante en la vida y superar esta meta que era mi mayor objetivo; así mismo quiero agradecer a mis abuelos José Refugio Apastillado Vega y Micaela Pérez Alejandro por sus cuidados, ternura y decirles que desde el cielo fueron parte de mi inspiración para progresar. Quiero agradecer a mi tía Socorro Apastillado Pérez por su apoyo moral y por el enorme cariño que siempre me ha demostrado.

### **Familia Zaragoza Sánchez**

Con todos sus integrantes por su enorme apoyo y motivación, en especial a mi novia Karla por su amor, paciencia, por demostrarme que a pesar de las barreras, si me lo propongo soy capaz de lograr cosas extraordinarias, por su insistencia y empeño para que finalizara esta tesis.

### **Maestros y amigos**

Gracias por instruirme en el camino de esta hermosa profesión y por último pero no menos importante quiero agradecer a cada uno de los compañeros que estuvieron a mi lado en los momentos difíciles y estresantes de esta carrera, en especial a Francisco Escobedo López, Salvador Omar Farías Pérez, Juanfernando Ocaranza, Patricia Montserrat Ávila Vigil y a Brenda Angélica Cerda Molina, ya que sin ellos esto no habría sido tan especial como lo fue.

### **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi mamita hermosa, mi Rosita, porque la amo con todo mi corazón y gracias a ese amor salí adelante; en memoria de su esfuerzo diario de sacarme adelante sola. También a mis abuelitos que en paz descansen porque fueron y son un pilar importante en el hombre que soy ahora.

La dedico también a mi novia Karla, prometida y próxima esposa pero sobre todo a los hijos que tendré, pues es por ellos que me supero día a día para poder ofrecerles una vida plena. Gabriel, Ximena e Ian, va por ustedes mis futuros niños, los amo.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

Antecedentes. . . . .	1
Planteamiento del problema. . . . .	2
Objetivos. . . . .	2
Pregunta de investigación. . . . .	3
Justificación. . . . .	3
Marco de referencia. . . . .	4

## CAPITULO 1. Topografía

1.1. Concepto de topografía . . . . .	5
1.2. Antecedentes de la topografía . . . . .	6
1.3. Actividades fundamentales de la topografía . . . . .	7
1.4. Tipos de levantamientos topográficos. . . . .	8
1.4.1. Levantamiento geodésico . . . . .	9
1.4.2. Levantamiento catastral . . . . .	10
1.4.3. Levantamiento topográfico. . . . .	10
1.4.4. Levantamientos cartográficos y cartografía . . . . .	11
1.4.5. Levantamiento geodésico marítimo . . . . .	12
1.5. Nivelación . . . . .	12
1.5.1. Nivelación directa . . . . .	14
1.5.2. Nivelación diferencial . . . . .	14
1.5.3. Nivelación de perfil . . . . .	15
1.6. Instrumentos topográficos . . . . .	15
1.6.1. Elementos accesorios, de unión, sustentación y maniobra . . . . .	19
1.6.2. Niveles . . . . .	22
1.6.3. Anteojo . . . . .	25
1.6.4. Círculos graduados o limbos . . . . .	27

1.6.5. Medida indirecta de distancias por métodos estadimétricos . . . . .	28
1.7. Aparatos topográficos . . . . .	29
1.8. GPS topográficos . . . . .	36
1.9. Simbología hidrográfica, topográfica y de vegetación . . . . .	36
1.10. Escalas . . . . .	38

**CAPITULO 2. El concreto.**

2.1. El origen del concreto . . . . .	41
2.2. Definición de concreto . . . . .	42
2.3. El concreto como material de estructural . . . . .	44
2.4. Componentes del concreto . . . . .	46
2.4.1. Cemento . . . . .	46
2.4.1.1. Cemento natural . . . . .	47
2.4.1.2. Portland . . . . .	48
2.4.2. Agregados finos y gruesos . . . . .	49
2.4.3. Agua . . . . .	50
2.4.4. Aditivos . . . . .	51
2.5. Manejo del concreto . . . . .	51
2.5.1. Colocación del concreto . . . . .	53
2.5.2 .Compactación del concreto . . . . .	54
2.6. Desarrollo y propiedades de la resistencia . . . . .	57
2.6.1. Curado del concreto . . . . .	58
2.6.1.1. Curado normal . . . . .	58
2.6.1.2. Curado al vapor . . . . .	59
2.6.2 Relación entre las resistencias a tensión y compresión . . . . .	60
2.6.3. Resistencia a la fatiga . . . . .	60
2.6.4. Resistencia a la abrasión . . . . .	61
2.6.5. Adherencia al refuerzo . . . . .	62
2.7. Elasticidad y flujo plástico . . . . .	62
2.8. Permeabilidad y durabilidad . . . . .	64

2.9. Pruebas de laboratorio . . . . .	67
---------------------------------------	----

### **CAPITULO 3. Resumen ejecutivo de macro y microlocalización.**

3.1. Generalidades . . . . .	70
3.2. Enfoque geográfico . . . . .	71
3.3. Macro y microlocalización . . . . .	71
3.3.1. Macrolocalización . . . . .	72
3.3.2. Microlocalización . . . . .	73
3.4. Topografía . . . . .	75
3.5. Hidrología y clima . . . . .	75
3.6. Geología . . . . .	76
3.7. Uso del suelo . . . . .	78
3.8. Economía . . . . .	79
3.9. Estado actual del sitio . . . . .	82
3.10. Alternativas de solución . . . . .	85

### **CAPITULO 4. Metodología.**

4.1. Método empleado . . . . .	88
4.1.1. Método analítico . . . . .	89
4.1.2. Método matemático . . . . .	89
4.2. Enfoque de la investigación . . . . .	90
4.2.1. Alcance de la Investigación. . . . .	91
4.2.2. Diseño de la investigación. . . . .	92
4.3. Instrumentos de recopilación de información . . . . .	92
4.4. Descripción del proceso de investigación . . . . .	93

### **CAPITULO 5. Análisis e interpretación de resultados.**

5.1. Tablas de precios unitarios . . . . .	100
--	-----

5.2. Números generadores.	. . . . .	. 112
5.2. Calendario de obra	. . . . .	. 127
<b>CONCLUSIONES.</b>	. . . . .	. 128
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	. . . . .	. 135
<b>OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.</b>	. . . . .	. 137
<b>ANEXOS.</b>	. . . . .	. 139



# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

A partir del desarrollo del hombre se ha visto la necesidad de crear infraestructura acorde a las necesidades que se han ido generando a través del tiempo. El hombre por naturaleza necesita de espacios para la convivencia y recreación social, que se verá reflejado en su bienestar. Actualmente el gobierno de la república pretende generar condiciones de crecimiento económico y de bienestar social, con el propósito de la sociedad pueda vivir mejor.

Es por ello que el Gobierno Federal lanza un programa dentro de su política social que concentra acciones gubernamentales encausándolas hacia un objetivo en común, el cual es, incrementar el desarrollo humano sustentable evitando su dispersión y así sacar el mayor provecho de los recursos públicos invertidos.

Dicho programa cuenta con un apartado denominado “Rescate de Espacios Públicos”, que trata de rehabilitar obras deterioradas y/o abandonadas dentro de una comunidad, las cuales dan pie a que se comentan actos delictivos. También uno de los objetivos es regenerar el tejido social que en los últimos seis años se ha ido deteriorando a causa del crecimiento de la delincuencia a lo largo y ancho del país, y fomenta las actividades de recreación para apartar a generaciones existentes y futuras de la actividad ilícita.

El proyecto ejecutivo que se estudia en esta tesis tendrá como objetivo rehabilitar un espacio público, que se encuentra dentro del municipio de Apatzingán, Michoacán, el cual actualmente se encuentra en abandono y pésimas condiciones por lo que se ve en la necesidad de mejorar dicho espacio, ya que traerá beneficios a la parte de la sociedad que haga uso de él. Se buscaron tesis dentro de la Universidad Don Vasco y la Universidad Nacional Autónoma de México que tuvieran una relación con el tema en estudio sin encontrar alguna que nos guiara durante el proceso Tesino.

### **Planteamiento del problema.**

Teniendo en cuenta que el municipio de Apatzingán, Michoacán., se encuentra en desarrollo y en problemas sociales a causa de la delincuencia que se vive en él y a la escases de infraestructura, se tiene la necesidad de crear espacios que permitan la recreación y convivencia social, ya que las colonias aledañas a dicho espacio no cuentan con un lugar apropiado para hacerlo.

### **Objetivo.**

Elaborar una propuesta del proceso de recuperación de un espacio público, teniendo en cuenta la demolición y análisis del proyecto ejecutivo cuyos objetivos particulares son los siguientes:

- 1.- Evaluar los costos del proyecto.
- 2.- Establecer los beneficios a los que conlleva dicho proyecto.
- 3.- Señalar el método de demolición más adecuado.
- 4.- Conocer las condiciones geográficas del municipio.

- 5.- Determinar las características topográficas.
- 6.- Definir aspectos que componen al concreto.

### **Pregunta de investigación.**

En el presente trabajo de investigación se planteará y diseñará el proceso constructivo, se establecerá un programa de obra real y se analizarán los costos para la ejecución de la obra, además se responderán algunas de las siguientes preguntas secundarias, tales como:

¿Cómo elaborar un proyecto que se ajuste a las necesidades de la sociedad para el desarrollo de la misma?

### **Justificación.**

Para propiciar el desarrollo y el bienestar de la comunidad en particular, es necesario que cuente con espacios para su recreación ya que son de primordial importancia para detener la delincuencia y el crimen organizado en las generaciones actuales y futuras.

Es necesario determinar el impacto que tendrá este proyecto dentro de la localidad, en el cual se pretende analizar los beneficios que surgirán a raíz de él y así tratar de dar solución a los problemas sociales que afectan a esta comunidad. En caso de que los resultados sean los esperados, se intentara promover dicho proyecto para la recuperación de más espacios abandonados y/o la construcción de parques recreativos o canchas de usos múltiples.

La importancia de esta tesis radica en los beneficios sociales que el proyecto ejecutivo realizado pueda otorgar a esta zona de la ciudad que esta constituida por las colonias “Infonavit Los Limones”, “Fraccionamiento La Nueva”, “Hacienda De Palmira”, “Fraccionamiento Bugambilias” y “Residencial Adolfo Ruiz Cortines”.

### **Marco de referencia.**

El estudio de la presente investigación se realizará en el Infonavit “Los Limones”, ubicado en la ciudad de Apatzingán, Michoacán. El sitio se encuentra sobre la calle Antonio Hernández S/N, contiene un área de 874 m<sup>2</sup> y existe una construcción de 630.80 m<sup>2</sup> en dicho lugar. Durante 8 años ha estado en abandono total por el desuso de las instalaciones que anteriormente tenían como función almacenar el agua para después bombearla hacia las viviendas de dicha colonia.

El Infonavit cuenta con un aproximado de 3,250 habitantes y comprende el 0.026% del total de la población del municipio de Apatzingán, Michoacán. Pero en el proyecto se contempla que esta obra traerá beneficios a los habitantes de colonias que lo rodean ya que, el sitio se encuentra en terreno que colinda con la colonia “Nueva” entre otras.

# **CAPÍTULO 1**

## **TOPOGRAFÍA**

En este capítulo se definirá el concepto de topografía, sus antecedentes, los métodos que se utilizan para su aplicación, así mismo como los pasos a seguir para llevarla a cabo de manera correcta en la elaboración de planos, los elementos que la componen, el equipo utilizado así como sus aplicaciones dentro de la Ingeniería Civil.

### **1.1.- Concepto de topografía.**

Según Higashida (1971), la topografía es la ciencia aplicada que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas o absolutas de puntos, sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio que son el largo, alto y ancho así como la representación en un plano.

Estos elementos pueden ser dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación, así mismo su representación gráfica o analítica a una escala determinada. Ejecuta trazos sobre el terreno para la realización de diversas obras de ingeniería, a partir de las condiciones de proyecto establecidas sobre un plano y también trabajos de deslinde, división de tierras, catastro natural y urbano, así como los levantamientos de replanteos o trazos en trabajos subterráneos.

La topografía es una ciencia muy compleja, por lo tanto, es necesario tener conocimientos de matemáticas en general, así como un adiestramiento adecuado

sobre el manejo de instrumentos para hacer mediciones. Para comprender mejor esta ciencia y para profundizar en ella, es necesario poseer también conocimientos de física, cosmografía, astronomía, geología, el comportamiento de variables aleatorias y de ajuste de los datos de levantamientos y otras ciencias.

Este mismo autor define que la topografía no sólo se solicita en proyectos de construcción convencional en ingeniería, de cartografía y de levantamientos de predios, sino también se utiliza de manera creciente por otras ciencias físicas como la geología y la geofísica. Las labores de estas ciencias físicas necesitan redefinirse para que incluyan la planeación del procedimiento de levantamiento y la selección del equipo apropiado para el proyecto. El desarrollo de estas labores implica una familiaridad con los usos de la topografía, un conocimiento de los fundamentos de su proceso y de los diferentes medios por los cuales los datos pueden prepararse para su presentación.

## **1.2.- Antecedentes de la topografía.**

McCormac (2008), menciona que es imposible determinar la fecha exacta en que el hombre comenzó a utilizar por primera vez la topografía, pero seguramente es tan antigua como la civilización misma. Los orígenes de la topografía se confunden con los de la astronomía, la astrología y las matemáticas. Las primeras teorías matemáticas se desarrollaron a partir del uso práctico de los números que se requería en la vida de las comunidades antiguas.

Desde que existe el principio de propiedad de la tierra, se han ideado distintos métodos para medirla e identificar el área, la cual pertenece a una persona respecto a otra. Los romanos emplearon la topografía y los principios matemáticos para hacer las primeras aplicaciones de la topografía las cuales fueron medir y marcar los límites de los derechos de propiedad. Tres de los instrumentos utilizados por los romanos fueron el odómetro, la groma y el chorobate.

A su vez, Higashida (1971), hace mención que tal vez en Egipto fue donde nació esta ciencia, ya que, desde hace miles de años, los egipcios cultivaban en los terrenos fértiles y vastos a las márgenes del Río Nilo. Las inundaciones anuales arrastraron partes de estos lotes y designaron topógrafos para redefinir los linderos.

### **1.3.- Actividades fundamentales de la topografía.**

En base a lo establecido por Bannister/Raymond. (1994), un levantamiento topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano.

Con los datos obtenidos de un levantamiento topográfico, se pueden trazar mapas o planos en los que, a parte de las características mencionadas anteriormente, también se describen las diferencias de altura de los relieves o de los elementos que se encuentran en el lugar donde se realiza el levantamiento. El principal objetivo de un

levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal. Esto se realiza mediante un método llamado planimetría.

El siguiente objetivo es determinar la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente. Esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Tras ejecutar estos dos objetivos, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos consiguiendo un levantamiento topográfico.

Así mismo, tendremos que definir algunos conceptos básicos que manejan algunos autores como lo son el Trazo y el levantamiento. Trazo “Es el procedimiento operacional que tiene como finalidad el replanteo sobre el terreno, de las condiciones establecidas en un plano” (Higashida; 1971; 3) y el levantamiento “Comprende todas aquellas operaciones necesarias para la obtención de datos de campo útiles para poder representar un terreno por medio de su figura semejante en un plano” (Higashida; 1971; 3).

#### **1.4.- Tipos de levantamientos topográficos.**

Lo dicho por el autor García (1994), las mediciones de ingeniería establecen puntos de control mediante poligonales, líneas de base u otros métodos con el fin de obtener la información necesaria para los diseños de obras de ingeniería (levantamientos) y para posicionar los elementos constructivos, basándose en los planos del proyecto que utilizan esos puntos de control (replanteos).



Los levantamientos topográficos y los mapas a los que dan lugar proporcionan información sobre la localización horizontal y sobre las altitudes, necesarios para diseñar estructuras como edificios, embalses, canales, carreteras, puentes, tendidos eléctricos o colectores. Para levantar los planos de estas obras se parte de los mismos puntos de control utilizados en los levantamientos topográficos originales.

Los levantamientos geodésicos de construcciones implican la orientación y supervisión de mediciones de ingeniería que se coordinan en el levantamiento de planos y en la construcción de cualquier estructura. A continuación se establecen unas breves definiciones de conceptos básicos que se deben tener presentes durante el análisis del proyecto.

#### **1.4.1.- Levantamiento geodésico.**

Higashida (1971) nos menciona que, para las áreas extensas, las mediciones topográficas tienen en cuenta la forma básica de la Tierra, por lo tanto se les denomina como levantamientos geodésicos. Estos tipos de levantamientos se basan en un meridiano norte-sur verdadero definido por el eje de rotación de la Tierra y se apoyan en la geometría esférica de ésta.

Existen sistemas con conversiones de coordenadas planas a coordenadas geodésicas realizadas mediante relaciones tabuladas. Un ejemplo típico de esta clase de alzado es el trazado de un camino o carretera de muchos kilómetros de recorrido, con lo cual necesita un ajuste geodésico para evitar la acumulación de errores provocados por la convergencia de los meridianos.

#### **1.4.2.- Levantamiento catastral.**

McCormac (2008) define que, los levantamientos catastrales del terreno son aquellos que se realizan para establecer los límites de extensión del terreno, colocando indicadores y postes en los vértices del mismo para determinar las coordenadas de dichos puntos y obtener así, la información necesaria del área así como sus límites y colindantes.

Estas medidas tienen que constar en los datos de escritura de un terreno, y también son necesarias para trazar y reflejar en un gráfico las áreas de la propiedad. Los levantamientos topográficos de propiedades se realizan con un elevado grado de precisión, colocando en las esquinas hitos permanentes visibles y recuperables.

#### **1.4.3.- Levantamiento topográfico.**

Los levantamientos topográficos son tridimensionales y utilizan técnicas de levantamiento geodésico plano y otras especiales para establecer un control tanto vertical como horizontal. La configuración del terreno y de los elementos artificiales o naturales que hay en él se localiza a través de medidas que se representan en una hoja plana para configurar un mapa topográfico. Las curvas de nivel, que unen puntos de igual altitud, se utilizan para representar las altitudes en cualquiera de los diferentes intervalos medidos en metros como lo establece Brinker y Cols (1969).

Muchos mapas topográficos se realizan gracias a la fotogrametría aérea; utilizan pares estereoscópicos de fotografías tomadas en levantamientos y, más recientemente, desde satélites artificiales como los spot. En las fotografías deben

aparecer las medidas horizontales y verticales del terreno. Estas fotografías se restituyen en modelos tridimensionales para preparar la realización de un mapa a escala.

Se requieren cámaras adecuadas y equipos de trazado de mapas muy precisos para representar la verdadera posición de los elementos naturales y humanos, y para mostrar las alturas exactas de todos los puntos del área que abarcará el mapa. En un plano topográfico la altitud se representa mediante curvas de nivel, que proporcionan una representación del terreno fácil de interpretar.

#### **1.4.4.- Levantamientos cartográficos y cartografía.**

Ballesteros (1994) denomina como levantamientos geodésicos cartográficos, a aquéllos que localizan puntos de control y obtienen detalles para la confección de mapas o cartas. Las cartas y los mapas a pequeña escala (que representan áreas extensas) son combinaciones de mapas a escala más grande de los cuales se eliminan y simplifican muchos detalles; a este proceso se le llama generalización cartográfica.

Los mapas litorales representan la costa, pero de ésta muestran sólo los elementos que pueden ser importantes para la navegación y que están situados a lo largo de la línea de costa e informan de las profundidades del agua (líneas batimétricas). Las cartas aeronáuticas sólo muestran los rasgos geográficos más relevantes, como pueden ser las barreras, rutas aéreas, radiofaros y otros elementos de orientación como las vías de ferrocarril o carreteras.

#### **1.4.5.- Levantamiento geodésico marítimo.**

El autor antes citado menciona que, los levantamientos geodésicos así como los de confección de mapas marítimos, de los ríos, puertos o lagos, se realizan con el fin de establecer las profundidades y así facilitar una navegación más segura, se realizan mediante sondeos manuales en observaciones llevadas a cabo desde los puntos de control de la costa.

Los sondeos con sonar, efectuados de forma simultánea a la localización por radar del buque oceanográfico de sondeo, permiten también el trazado rápido y exacto de los mapas. Más lejos de la costa la localización será siempre menos precisa; los aparatos Loran y los satélites de navegación se utilizan para conseguir la localización más exacta posible de las embarcaciones en alta mar cuando éstas cuentan con equipamientos modernos.

### **1.5.- Nivelación.**

Nivelación es un término genérico que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos a través de los cuales se determinan elevaciones o diferencias entre las mismas. Es una operación fundamental para tener los datos necesarios para la elaboración de mapas o planos de configuración y en proyectos de obras de ingeniería y de construcción.

Las diferencias de elevación se han determinado tradicionalmente empleando cintas, por nivelación diferencial, por nivelación barométrica e, indirectamente, por nivelación trigonométrica. A continuación se describirá el método de nivelación diferencial, que es el de uso más común.

Según García (1994), la nivelación esta compuesta por los trabajos que suministran los elementos que ayudan a conocer las alturas y formas de un terreno en sentido vertical. En un trabajo de topografía las alturas están referidas a un plano común de referencia, al que se le conoce como banco de nivel dentro de la ingeniería civil y a dicho punto se le asigna el valor de cero en su elevación para que sirva de comparación para puntos posteriores.

El banco de nivel (BN) es un punto fijo, cuya elevación con respecto a otro punto es conocida, y se usa como el inicio en una secuencia de puntos en un trabajo de nivelación o bien, se puede tomar como punto de comprobación de cierre. También se emplea para tener un control en las cotas en el perfil del terreno.

Es importante tomar en cuenta la cota del punto de comparación dentro de un levantamiento topográfico, la cual es definida por (García; 1994: 245), “la elevación del punto determinado de la superficie terrestre a la distancia vertical que existe desde el plano de comparación a dicho punto”. Comúnmente se toma como referencia el nivel medio del mar para facilitar el cálculo y así todas las cotas que se obtienen en el estudio sean positivas.

### **1.5.1.- Nivelación directa.**

De acuerdo con García (1994), la nivelación directa se realiza por medio de aparatos llamados niveles y recibe dicho nombre por el motivo de que, al estarse ejecutando este método, permite conocer los desniveles dentro del terreno de manera rápida. Para realizar este tipo de nivelación se emplean distintas clases de niveles como son: niveles albañil, niveles fijos o topográficos (tipo americano e inglés) y niveles de mano.

Los niveles albañil, son los más comunes en una obra civil dentro de los trabajos de albañilería y que su aplicación es sencilla para los obreros de la construcción debido a que utilizan un equipo más sencillo, fácil de manejar en áreas pequeñas o reducidas en las cuales los grandes instrumentos no se pueden manejar con rapidez o facilidad, como es el nivel de regla, nivel de plomada y nivel de manguera.

### **1.5.2.- Nivelación diferencial.**

La nivelación diferencial es el procedimiento para determinar la diferencia en la elevación entre dos puntos. “El procedimiento incluye la visualización con un nivel sobre el estadal, puesto sobre un punto de elevación conocida (visual hacia atrás o visual hacia adelante), y luego puesto sobre los puntos (o puntos intermedios), cuyas elevaciones van a determinarse” (Merritt; 2008: 12).

En este método de nivelación diferencial, que es el de uso más común, se determina una línea visual horizontal utilizando un nivel óptico o condensador automático. Se usa un anteojo telescópico con una amplificación adecuada para leer estadales graduados, situados sobre puntos fijos.

### **1.5.3.- Nivelación de perfil.**

Como menciona Merritt (2008), la nivelación de perfil determina la elevación que existe en dos o más puntos en distancias conocidas a lo largo de una línea de terreno. En el trazo de los puntos se muestra una sección vertical a través de la superficie del terreno, dichas elevaciones se miden en estaciones completas comúnmente de 20 metros o menos cuando el terreno cuenta con una superficie irregular (quebres o puntos críticos) como los cruces de una carretera.

Los puntos de cambio y las estaciones deben de ubicarse tratando de que abarque la mayor cantidad posible de puntos intermedios, teniéndose cuidado en la escogencia de los puntos de cambio ya que serán los que servirán de enlace o de transferencia de cotas y deben ser puntos firmes de terreno. Los perfiles son de suma importancia en la construcción de distintas obras, como el caso de una carretera en la cual es necesario para determinar una ruta, seleccionar pendientes y encontrar cantidades de movimientos de tierras.

### **1.6.- Instrumentos topográficos.**

La evolución de los instrumentos de topografía ha sido especialmente rápida en los últimos 20 años. Hasta los años 80 se usaron las brújulas taquimétricas, los teodolitos y los taquímetros casi exclusivamente. Todos ellos son instrumentos óptico-mecánicos para la medida de ángulos y distancias, y se basan en giros y movimientos de círculos graduados combinados con un anteojo para visar el objeto. Estos instrumentos, junto con mediciones en elementos auxiliares como las miras, no

permitían alcances largos, y la precisión en la estimación de distancias era baja, según lo menciona en su libro el autor Montes de Oca (1989).

A principios de los años 80 surgen los distanciómetros, instrumentos auxiliares que se acoplaban a los taquímetros basados en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas que se generaban en el propio instrumento y que medían la distancia con precisiones de centímetros y alcances de varios kilómetros. Al poco tiempo estos aparatos se compactaron en un único instrumento de medida angular (el teodolito o taquímetro) más el instrumento para medir distancias, constituyendo las estaciones totales, que siguen vigentes para mediciones en ingeniería.

La topografía siempre se ha valido de instrumentos complejos, los cuales se han desarrollado de forma paralela al resto del desarrollo tecnológico de la humanidad. En la topografía existen instrumentos tanto para labores en terreno y gabinete, siendo fundamentalmente instrumentos de medida y de dibujo. Marcar una alineación y replantear elementos de grandes direcciones con la posibilidad de grandes errores, son tareas que han hecho a lo largo de la historia que se desarrollen elementos muy específicos y de muy alta precisión.

El autor antes mencionado define que, los instrumentos de campo son los que necesitamos cuando estamos en los diferentes sitios para tomar los datos que después nos posibiliten la elaboración de mapas y el trabajo con ellos. En los levantamientos topográficos se pueden encontrar muchos equipos diferentes, los cuales se clasifican en tres equipos:



- 1.- Para medir los ángulos.
- 2.- Para medir distancias.
- 3.- Para medir pendientes.

Dentro del área de levantamientos topográficos hay que tener todo lo necesario si se quiere plasmar un diseño ya sea una edificación destinada para personal, o desarrollo de algún proyecto público. Cabe destacar que en los últimos años se han suplido algunos de los materiales de gabinete por materiales tecnológicos como lo son las computadoras. Sin embargo se hará mención acerca de dichos los materiales que se utilizan dentro de la oficina topográfica, así como:

- 1.- Escuadra y cartabón.
- 2.- Portaángulos o transportador de ángulos.
- 3.- Papel vegetal.
- 4.- Papel milimetrado.
- 5.- Escalímetro.

La última generación de instrumentos topográficos la constituyen los escáneres basados en laser, que realizan una medición simultánea de las tres coordenadas del objeto, y por tanto pueden ser utilizados desde el aire, para obtener un modelo digital de elevaciones del terreno de gran exactitud; o desde tierra, para levantamientos de elementos arquitectónicos o de gran detalle.

Los instrumentos clásicos según Anderson y Col (1982), medían básicamente ángulos, distancias y desniveles, y por tanto, coordenadas polares que pueden transformarse en cartesianas. Se trabajaba en un sistema plano y particular de coordenadas, siempre que las dimensiones del levantamiento o del trabajo no implicasen deformaciones por curvatura terrestre.

La tendencia actual consiste en utilizar el GPS, tanto en levantamientos como en replanteos, que mide directamente coordenadas geográficas (latitud y longitud) y que se transforman de forma rutinaria en proyectadas UTM. El problema, no obstante, es que los GPS de tipo geodésico o topográfico, que determinan coordenadas con precisiones del orden de centímetros o milímetros, tienen un precio elevado y requieren por lo menos dos equipos con posibilidad de admitir correcciones directas o post-proceso.

Sobre la elección de receptores GPS se hablará posteriormente en un apartado exclusivo para ello. Los instrumentos del tipo taquímetro o estación total siguen siendo útiles para trabajos de levantamientos o replanteos, así como los niveles para la obtención de desniveles, perfiles y transferencia de cotas, muy típicos en el ámbito de la ingeniería rural y agrícola.

Por su relevancia en este contexto, el autor mencionado anteriormente define los instrumentos utilizados en la topografía así como sus aplicaciones, por lo que se hará en aquellos instrumentos que se emplean en el proyecto ejecutivo en cuestión y se clasifican en 5 grupos, tales como:

- 1.- Elementos accesorios, de unión, sustentación y maniobra.
- 2.- Niveles.
- 3.- Anteojo.
- 4.- Círculos graduados o limbos.
- 5.- Medida indirecta de distancias por métodos estadimétricos.

#### **1.6.1.- Elementos accesorios, de unión, sustentación y maniobra.**

Estos elementos son independientes del instrumento propiamente dicho, pero indispensables para su utilización; se consideran entre ellos las señales, trípodes, en que se coloca el aparato y las plomadas en caso que se utilicen, para conseguir la exacta correspondencia entre el eje vertical del aparato en estación y el centro de la señal según lo establecido por Anderson y Col (1982).

**Señales:** Según la finalidad que se persiga, pueden ser permanentes, semipermanentes o accidentales; las primeras han de permanecer indefinidamente en el terreno y han de servir de apoyo a posibles trabajos posteriores, tales como replanteos, deslindes, parcelaciones, cotas sobre el nivel del mar, etc.; las semipermanentes basta permanezcan en el terreno durante el tiempo que se invierta en los trabajos de la observación para hacer visible el punto a distancia.

Como señales semipermanentes se usan estacas de madera, de 20 o 30 cm de longitud, que se clavan en el suelo a golpe de mazo, o bien se pintan sobre losas o rocas cuando el terreno lo permite. Cuando haya que observarse puntos en los cuales la distancia sea grande, para hacerlos fácilmente visibles, se utilizan señales

accidentales, generalmente jalones, miras o banderolas, constituidas éstas por un listón de madera de dos o tres metros de longitud, en cuyo extremo se coloca un trozo de tela blanca y roja que facilite la visibilidad

**Los jalones:** también de madera, tienen forma cilíndrica, de unos 3 cm de diámetro y de 1,5 a 2,5 m. de altura, por un extremo terminan en un regatón de hierro para poderles clavar en el suelo y van pintados en decímetros o dobles decímetros alternativamente en blanco y rojo. Las miras se utilizan para la medida indirecta de distancias y sus tipos serán estudiados en el apartado 5 (Medida indirecta de distancias por métodos estadimétricos) de este capítulo.

**Trípodes:** Para manejar cómodamente un instrumento, debe de situarse a modo que, la altura del anteojo sobre el suelo sea alrededor de 1,40 metros, según la estatura del operador y para ello se utilizan los trípodes formados, como su nombre indica, por tres pies de madera o de metales ligeros que sostienen el soporte en el que apoya el aparato.

Los trípodes usuales son los denominados de “meseta”, en éstos cada pata está formada por dos largueros unidos por travesaños, lo que les da una gran estabilidad compatible con un peso reducido; pueden ser rígidas o extensibles en estas últimas la mitad inferior de la pata se desliza en el interior de la otra mitad, a modo de corredera, facilitando el transporte al quedar el trípode de escasas dimensiones.

Para el uso de los trípodes se extienden las patas, sujetándose fuertemente en esta posición por medio de tornillos de presión. Las patas de madera terminan en fuertes a regatones de hierro con un estribo que permite apoyar el pie para clavarla en el terreno, consiguiéndose con ello mayor estabilidad.

La cabeza del trípode puede ser de madera o metálica, en forma de plataforma o meseta circular o triangular, sobre la que se coloca el instrumento. En algunos tipos pueden darse a la meseta ligeros desplazamientos laterales para facilitar que, una vez colocado el aparato, coincida su eje con la vertical que pasa por el punto señalado en el suelo. En otros casos, por tener la meseta un gran orificio en el centro por el que pasa el elemento de unión, es éste último el que se desplaza, permitiendo ocupar al instrumento, sobre la meseta, diversas posiciones.

**Plomadas:** Para estacionar en un punto se hace uso de otro instrumento muy conocido, y acaso el más antiguo de todos, que es la plomada, la cual pende del centro de los aparatos topográficos entre las patas del trípode y deberá situarse de modo que la vertical del hilo de la plomada pase por el punto señalado en el suelo.

Muchos de los instrumentos modernos sustituyen la plomada clásica por una plomada óptica, constituida por un anteojo, que por intermedio de un prisma de reflexión total dirige la visual coincidiendo con el eje vertical del aparato y cuando éste quede estacionado deberá verse el centro de la señal en coincidencia con el centro del anteojo. Los trípodes provistos de bastón centrador no necesitan plomadas, ya que

el propio bastón hace sus veces, lo que imprime gran rapidez al estacionamiento del aparato.

**Elementos de unión:** Los trípodes de meseta modernos llevan, como órganos para sujetar el instrumento, una guía metálica “T” que sujeta a la parte inferior de la meseta por uno de sus extremos, alrededor del cual puede girar de modo que pase a través del amplio orificio circular de la meseta o tornillo de unión “V” que puede deslizarse en la guía a modo de carril.

Ambos movimientos, el giratorio del carril y el deslizamiento del tornillo de unión permiten a éste ocupar cualquier posición en la abertura circular, del aparato. Para la unión, el tornillo enrosca en una placa de acero que hace muelle, y va unida a las patas del instrumento, consiguiéndose la sujeción al comprimirlas contra la meseta por la presión del tornillo.

### **1.6.2. Niveles.**

Este mismo autor explica que, la misión de los niveles es la de conseguir que el aparato esté en un plano horizontal. Existen 2 tipos fundamentales de estos aparatos, tales como: nivel esférico y nivel tubular (tórico o nivel de aire). Deben estar contruidos con notable precisión y ajuste para que el aparato sea aceptable en cuanto a su sensibilidad.

**Nivel de aire:** Los elementos estudiados, pueden considerarse como accesorios en los instrumentos topográficos, de construcción relativamente sencilla, mientras que los niveles, anteojos, limbos y dispositivos para la medida indirecta de

distancias, constituyen órganos fundamentales que han de estar constituidos con notable precisión y ajuste para que el aparato sea aceptable, lo que sólo puede conseguirse, en los muy perfectos, por contadas fábricas de renombre universal. Estos elementos son los que en definitiva caracterizan a cualquier instrumento.

El nivel de aire está constituido por un tubo de vidrio de forma tórica, de muy escasa curvatura, cerrado a la lámpara por sus extremos. El tubo va casi lleno de un líquido de escasa viscosidad, dejando una burbuja de aire mezclada con los vapores del líquido, que ocupará siempre la parte más alta del tubo. Para comprobar la posición de la burbuja va dividido el nivel por trazos transversales situados a la equidistancia de 2 milímetros.

Cuando el centro de la burbuja coincide con el centro del tubo de vidrio se dice que el nivel está calado y se llama calar la burbuja, llevarla por movimientos a la posición central. La tangente al ecuador del nivel, trazada en el punto central, se denomina eje del nivel, y es evidente que este eje ocupará la posición horizontal cuando la burbuja quede calada.

El tubo de vidrio va montado en un cilindro de latón, abierto por la parte superior, y en los niveles que no forman parte de un instrumento topográfico se unen a una reglilla del mismo metal por medio de una charnela en un extremo y de un tornillo en el otro, llamado tornillo de corrección. La base del nivel ha de ser paralela al eje y, por tanto, colocándola sobre una superficie plana, estará ésta horizontal cuando la burbuja quede calada.

Sensibilidad del nivel: Interesa mucho, en todos los niveles, conocer el ángulo de giro correspondiente al desplazamiento de la burbuja en una división; a este ángulo, expresado en segundos, se le denomina sensibilidad del nivel y será igual al que formen al cortarse en el centro de la superficie tórica, dos radios consecutivos. La sensibilidad y el radio de curvatura guardan entre sí una relación sencilla.

Teniendo en cuenta que la longitud de una división es siempre de 2 milímetros (mm). Dividiendo esta magnitud por el radio nos dará el ángulo buscado expresado en radianes, y multiplicado por los segundos del radian obtendremos la sensibilidad. Llamando a ésta  $s''$  y  $r$  al radio expresado en milímetros. Esto da por consiguiente, conocer la sensibilidad como el radio de curvatura del nivel.

Los radios de los niveles no deben ser muy pequeños, porque determinarían una sensibilidad insuficiente, o muy grandes, pues imposibilitarían su uso, por no ser posible mantener calada la burbuja. Las sensibilidades usuales en los instrumentos topográficos no suelen ser inferiores a un minuto en los menos precisos, ni superar a cinco segundos en los más perfeccionados

### **1.6.3. Anteojo.**

Según la página de internet ([www.smm.org.mx](http://www.smm.org.mx)), se le atribuye a Galileo la construcción del primer anteojo, si bien ya había sido descubierto con anterioridad,



noticia que llegó a Galileo en forma vaga, pero que bastó a su ingenio para construir uno con dos lentes pegadas con cera a un tubo de cartón, consiguiendo, por su propio razonamiento, resolver el problema de ver los objetos lejanos como si estuviesen cerca. El anteojo de Galileo se extendió rápidamente y contribuyó a un considerable avance de las ciencias astronómicas.

No es, sin embargo, el anteojo de Galileo el que se usa en los instrumentos topográficos, sino otro sistema óptico descubierto por Kepler en 1611, que se conoce con el nombre de anteojo astronómico que invierte las imágenes; el anteojo de Galileo es el que hoy se utiliza en los gemelos de teatro, mediante el acoplamiento de dos de ellos. El fundamento de todos los anteojos es la formación de imágenes a través de las lentes que suponemos conocidas del lector.

**Fundamento óptico del anteojo astronómico:** Consta el anteojo astronómico de dos lentes, o sistemas convergentes, montadas en un tubo, formando un sistema dióptrico centrado, con la facultad de poder variar la distancia entre las dos lentes. Una de éstas se dirige hacia el objeto que ha de visarse y por esta razón se denomina objetivo del anteojo, mientras el ojo del observador se aplica a la otra lente llamada por tal motivo ocular. De este modo, cuando el objeto está muy distante, la imagen se forma en el foco y al acercarse el objeto a la lente sin llegar a la distancia focal, la imagen se aleja del objetivo.

**Retículo:** Consta el anteojo astronómico de un tubo de latón ensanchado en su extremo donde va montado el objetivo, generalmente formado por varias lentes que constituyen un sistema convergente. En el otro extremo enchufa un segundo tubo que

lleva una cremallera en la que engrana un piñón, y al hacerle girar le obliga al tubo a salir. A su vez, en el tubo enchufa un tercer tubo mucho más corto que los anteriores, en el que va montado el ocular; el movimiento de este tubo se hace a mano. Al tubo intermedio se le llama tubo ocular, no obstante debe ir esta lente montada en el tubo porta-ocular.

**Ejes:** En el anteojo astronómico hemos de considerar tres ejes: el eje óptico, que es la recta que une el centro óptico del objetivo y el centro óptico del ocular; el eje mecánico o recta que pasa por el centro óptico del objetivo y es paralela a la que describe, en el movimiento de enfoque, cualquier punto del tubo ocular, y eje de colimación, recta que une el centro óptico del objetivo con el centro del retículo.

El eje de colimación puede considerarse como la intersección de dos planos, determinados, respectivamente, por el centro óptico del objetivo y las líneas horizontal y vertical del retículo; al primero se le denomina plano horizontal de colimación y, al segundo, plano vertical de colimación. Los tres ejes, óptico, mecánico y de colimación en los aparatos en buen uso y bien corregidos, han de coincidir formando una sola recta cualquiera que sea la posición del tubo ocular.

#### **1.6.4.- Círculos graduados o limbos.**

Anderson y Col (1982) hace una referencia muy importante acerca de los limbos, ya que son los instrumentos de medida de los ángulos y están constituidos por

círculos graduados dispuestos, según vimos, uno horizontalmente, para la medida de ángulos acimutales, llamado por ello limbo acimutal, y otro vertical, o limbo cenital, para la medida de estos ángulos. Los limbos frecuentemente son metálicos, con una cinta de plata embutida en la parte perimetral en la que va marcada la graduación y pueden ir al descubierto o protegidos en el interior de cajas cilíndricas.

Algunas casas constructoras han sustituido hoy los limbos metálicos por otros de vidrio, tienen éstos la ventaja de que los trazos de la graduación pueden hacerse con una precisión extraordinaria, quedando grabados con absoluta nitidez. La lectura de estos limbos, generalmente por transparencia, es incomparablemente más clara que en los limbos metálicos y su rotura es difícil, dada la forma como van montados, incluso por caída del instrumento. Los limbos de vidrio son de un espesor de varios milímetros y tienen la forma de anillo, con una montura de acero de análogo coeficiente de dilatación.

Cualquiera que sea la naturaleza del limbo ha de ir rigurosamente dividido. La perfección que el día de hoy se alcanza con las máquinas de dividir, hace que no sea éste un motivo de preocupación para los instrumentos de marcas acreditadas en los que la uniformidad y finura de sus trazos supera todo lo imaginable a través de la precisión.

#### **1.6.5.- Medida indirecta de distancias por métodos estadimétricos.**

La estadimetría, según García Márquez (1994), es un método aproximado de medición de distancias usando instrumentos topográficos ópticos como el teodolito o el equialtímetro (comúnmente llamado nivel óptico) y en otros tiempos, la plancheta.

Para medir estadimétricamente, estos instrumentos cuentan en su retículo, además de los dos hilos principales el horizontal y el vertical para la bisección, otros dos hilos secundarios llamados estadimétricos situados sobre el hilo vertical.

Con la ayuda de un jalón se leen en forma aproximada la cantidad de franjas de 25cm que bisectan estos dos hilos estadimétricos. Esta lectura, multiplicada por 100 (constante estadimétrica) da la distancia aproximada al punto marcado con el jalón. Con ayuda de una mira de nivelación, se leen ambos hilos estadimétricos, se calcula la diferencia entre ambas lecturas y se la multiplica por 100, obteniendo nuevamente la distancia aproximada al punto donde se encuentra la mira.

El método estadimétrico es un método sumamente simple y era ampliamente usado, antes de la aparición de los medios electrónicos como las estaciones totales, electrodistanciómetros y el G.P.S., si bien su precisión no alcanzaba la requerida para un levantamiento catastral, era usado normalmente en trabajos topográficos, esto quiere decir que si bien no podía ser usado durante el amojonamiento de un lote o manzana, o para replantear los cimientos de un edificio, sí era usado con toda confianza para efectuar el relevamiento de un lote o una superficie que debía ser representada en un plano, o para medir una distancia en un lugar donde los obstáculos hacían imposible la utilización de una cinta.

Sin embargo, Montes de Oca (1981), se basa en la relación de igualdad existente entre el foco del sistema óptico del aparato utilizado (teodolito o nivel) (F) y la distancia entre los hilos estadimétricos del retículo (H); por un lado y la distancia entre el centro del sistema óptico con la mira (D) y el trozo de mira comprendido entre

las lecturas de los hilos superior e inferior (L) como se muestra en la figura siguiente, donde:

$$\left(\frac{F}{H}\right) = \left(\frac{D}{L}\right) \quad \text{Pero: } \left(\frac{F}{H}\right) = 100 \quad \text{Porque: } F = 200 \text{ mm y } H = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Si } \left(\frac{F}{H}\right) = 100 \text{ siempre que así, se los construye, entonces } \left(\frac{F}{H}\right) = 100 = K$$

Donde **K** se convierte en la constante estadimétrica

$$\text{Por lo tanto queda } K = \left(\frac{D}{L}\right) \text{ o también } D = L \cdot K \text{ y si } L = l_1 - l_2$$

$$\text{Entonces queda finalmente: } D = (l_1 - l_2)K$$

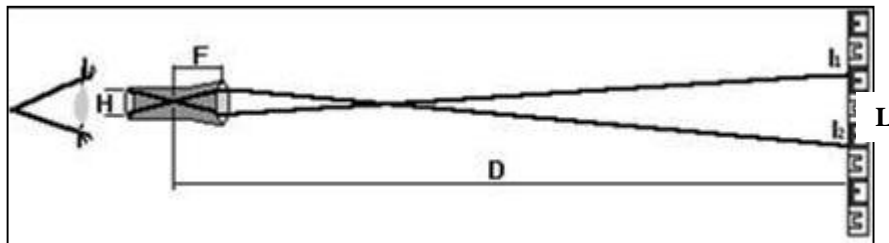


Figura 1.6.5: Método estadimétrico.

Fuente: Topografía (Miguel Montes de Oca, 1981).

### 1.7.- Aparatos topográficos.

Es común que se piense que un topógrafo resuelve sus necesidades con triángulos, ya que puede dividir cualquier polígono en triángulos y a partir de ahí obtener por ejemplo el área según Higashida (1972), esto con la ayuda de ecuaciones trigonométricas (seno, coseno y tangente) y el teorema de Pitágoras. Para definir estos triángulos utiliza el teodolito, y es sabido que conociendo 3 datos de un triángulo

sabemos todo de él, esta información es posteriormente procesada para obtener coordenadas y poder dibujar por ejemplo en autocad.

Como se menciona al inicio de este subtema, los aparatos topográficos se pueden clasificar dentro de tres categorías:

- 1.-Para medir ángulos.
- 2.-Para medir distancias.
- 3.-Para medir pendiente.

**Tránsito:** Instrumento topográfico para medir ángulos verticales y horizontales, con una precisión de 1 minuto ( $1'$ ) o 20 segundos ( $20''$ ), los círculos de metal se leen con lupa, los modelos viejos tienen cuatro tornillos para nivelación, actualmente se siguen fabricando pero con solo tres tornillos nivelantes. Para diferenciar un tránsito de un minuto y uno de 20 segundos, en los nonios los de 1 minuto tienen en el extremo el número 30 y los de 20 segundos traen el número 20.

**Teodolito óptico:** Es la evolución del tránsito mecánico, en este caso, los círculos son de vidrio, y traen una serie de prismas para observar en un ocular adicional. La lectura del ángulo vertical y horizontal la precisión va desde 1 minuto hasta una décima de segundo.

**Teodolito electrónico:** Es la versión del teodolito óptico, con la incorporación de electrónica para hacer las lecturas del círculo vertical y horizontal, desplegando los ángulos en una pantalla eliminando errores de apreciación, es más simple en su uso,

y por requerir menos piezas es mas simple su fabricación y en algunos casos su calibración. Las principales características que se deben observar para comparar estos equipos hay que tener en cuenta: la precisión, el numero de aumentos en la lente del objetivo y si tiene o no compensador electrónico.

**Brújula:** Se trata de un instrumento que tiene en su interior una aguja imantada que siempre apunta hacia el Norte Magnético de la Tierra. Este es un elemento que se debe de tener en consideración porque el polo Magnético de la Tierra no coincide con el Polo Geográfico. El polo norte magnético se encuentra cerca de la isla de Bathurst, en el norte de Canadá, a unos 1.600 km del polo norte, al noroeste de la bahía de Hudson.

El mismo autor propone que, en una medición con brújula, se denomina rumbo al ángulo que forma la dirección que se quiere medir con el norte Magnético. Las brújulas que se manejan son de dos tipos, fundamentalmente. La primera de ellas es la de la casa Recta y consiste en un plano de plástico transparente donde viene colocada una circunferencia en cuyo interior está la brújula. La cápsula viene graduada en grados y tiene unas líneas paralelas donde es posible situar la aguja imantada. Su función primordial será la de ayudar a marcar los rumbos en un plano. Para situarse en el terreno y coger rumbos en él puede resultar muy imprecisa.

La segunda de las brújulas que se utiliza es la de tipo prismática y alidada de la casa Konus. Esta brújula es algo más compleja, pero en definitiva proporciona una información mucho más exacta, sobre todo en las mediciones sobre el terreno. Para

utilizarla, se levanta  $90^\circ$  la línea de puntería y se hace coincidir la mirada con el prisma de lectura y la línea de puntería. Mirando, en la misma posición por el ocular y hasta ver el rumbo marcado.

**Distanciómetro:** Dispositivo electrónico para medición de distancias, funciona emitiendo un haz luminoso ya sea infrarrojo o láser, este rebota en un prisma o directamente sobre la superficie, y dependiendo del tiempo que tarda el haz en recorrer la distancia es como determina esta.

En esencia un distanciómetro solo puede medir la distancia inclinada, para medir la distancia horizontal y desnivel, algunos tienen un teclado para introducir el ángulo vertical y por senos y cosenos calcular las otras distancias, esto se puede realizar con una simple calculadora científica de igual manera, algunos distanciómetros, poseen un puerto para recibir la información directamente de un teodolito electrónico para obtener el ángulo vertical y existen varios tipos, tales como:

**Montura en horquilla:** Estos se montan sobre la horquilla del tránsito o teodolito, el problema de estos es que es mas tardado trabajar, ya que se apunta primero el telescopio, y después el distanciómetro.

**Montura en el telescopio:** Es más fácil trabajar con estos, ya que solo es necesario apuntar el telescopio ligeramente debajo del prisma para hacer la medición, este tipo de montura es mas especializado, y no todos los distanciómetros quedan en todos los teodolitos.



En general ajuste de la puntería, puede resultar un poco engorroso con estos equipos, ya que es muy fácil que se desajuste. El alcance de estos equipos puede ser de hasta 5,000 metros. También existen distanciómetros manuales, estos tienen un alcance de hasta 200 metros, son muy útiles para medir recintos y distancias cortas en general. Por su funcionamiento existen de dos tipos:

**Por ultrasonido:** son los más económicos y su alcance no llega a los 50 metros, se debe tener cuidado con estos, ya que si la superficie no esta perpendicular al equipo, o es irregular, puede arrojar resultados incorrectos o no medir en absoluto, hay modelos mas sofisticados que tienen una mira láser, por lo que será importante no confundirlos con los siguientes.

**Por láser:** son muy precisos y confiables, su alcance máximo es de 200 metros, aun cuando en exteriores y distancias de más de 50 metros se recomienda contar con mira, ya que a esas distancias o con la luz del día, resulta difícil saber donde está apuntando el láser.

**Estación semitotal:** En este aparato se integra el teodolito óptico y el distanciómetro, ofreciendo la misma línea de vista para el teodolito y el distanciómetro, se trabaja más rápido con este equipo, ya que se apunta al centro del prisma, a diferencia de un teodolito con distanciómetro, en donde en algunos casos se apunta primero el teodolito y luego el distanciómetro, o se apunta debajo del prisma, actualmente resulta más caro comprar el teodolito y el distanciómetro por separado.

**En la estación semitotal**, como en el teodolito ÓPTICO, las lecturas son analógicas, por lo que el uso de la libreta electrónica, no representa gran ventaja, se recomienda mejor una estación total. Estos equipos siguen siendo muy útiles en control de obra, replanteo y aplicaciones que no requieren uso de cálculo de coordenadas, solo ángulos y distancias.

**Estación total:** Es la integración del teodolito electrónico con un distanciómetro. Las hay con:

**Cálculo de coordenadas:** al contar con la lectura de ángulos y distancias, al integrar algunos circuitos más, la estación puede calcular coordenadas.

**Con memoria:** con algunos circuitos mas, podemos almacenar la información de las coordenadas en la memoria del aparato, sin necesidad de apuntarlas en una libreta con lápiz y papel, esto elimina errores de lápiz y agiliza el trabajo, la memoria puede estar integrada a la estación total o existe un accesorio llamado libreta electrónica, que permite integrarle estas funciones a equipos que convencionalmente no tienen memoria o calculo de coordenadas.

**Motorizadas:** agregando dos servomotores, haciendo que la estación apunte directamente al prisma, sin ningún operador, esto en teoría representa la ventaja que un levantamiento lo puede hacer una sola persona.

**Sin prisma:** integran tecnología de medición láser, que permite hacer mediciones sin necesidad de un prisma, es decir pueden medir directamente sobre casi cualquier superficie, su alcance esta limitado hasta 300 metros, pero su alcance con prisma puede llegar a los 5,000 metros, es muy útil para lugares de difícil acceso o para mediciones precisas como alineación de maquinas o control de deformaciones.

Las principales características que se deben observar para comparar estos equipos hay que tener en cuenta: la precisión, el numero de aumentos en la lente del objetivo, si tiene o no compensador electrónico, alcance de medición de distancia con un prisma y si tiene memoria o no.

**Precisión:** es importante a la hora de comparar diferentes equipos, diferenciar entre resolución en pantalla y precisión, pues resulta que la mayoría de las estaciones, despliegan un segundo de resolución en pantalla, pero la precisión certificada puede ser de 3 a 9 segundos, es lo que hace la diferencia entre un modelo y otro de la misma serie, por ejemplo la Set 510 es de 5 segundos y la Set310 es de 3 segundos.

### **1.8.- GPS topográficos.**

Según la pagina electrónica ([www.cepal.org](http://www.cepal.org)), estos equipos tienen precisiones desde varios milímetros hasta menos de medio metro. Existen GPS de una banda y de dos bandas, la diferencia es que para los GPS de una banda se garantiza la precisión milimétrica para distancias menores a 40km entre antenas, en los GPS de

dos bandas es de hasta 300km, si bien se pueden realizar mediciones a distancias mayores, ya no se garantiza la precisión de las lecturas.

El GPS no reemplaza a la estación total, en la mayoría de los casos se complementan. Es en levantamientos de gran extensión donde el GPS resulta particularmente práctico, ya que no requiere una línea de vista entre una antena y otra, además de tener el GPS la gran limitante de trabajar solo en espacios con vista al cielo, siendo un poco problemático incluso cuando la vegetación es alta y densa, pero por ejemplo una selva o bosque se abre un claro de unos 5 metros y se hace la medición con la antena, en lugar de abrir una brecha para tener visual entre la estación total y el prisma. Así mismo es común hacer el levantamiento de dos puntos con GPS (línea de control) y posteriormente usar la estación y en lugar de introducir coordenadas arbitrarias introducimos coordenadas geográficas, y todo lo que se levante con la estación estará geo-referenciado.

### **1.9.- Simbología hidrográfica, topográfica y de vegetación.**

Según Brinker, Russell y Col (1969), en los mapas se representan o se indican todos o casi todos los detalles mediante símbolos convenidos; si se representaran tal y como son en realidad, muchos resultarían microscópicos. En un mapa topográfico corriente, una carretera de 8 metros de ancho, quedaría representada por una línea de 0.1 milímetro; pero en tales mapas, se ven las carreteras como dos líneas separadas 0.5 milímetros entre sí, lo cual quiere decir que se trata de un símbolo. La mayoría de estos símbolos provienen de mapas antiguos o que son usados desde hace mucho tiempo, y son pequeños, claros y fáciles de dibujar.

Según sea la escala del mapa, se pueden variar los símbolos, en los mapas de escala reducida, las carreteras se presentan ordinariamente por una sola línea en vez de hacerlo por una doble, como en los mapas de mayor escala. Al emplear los símbolos se comete con frecuencia el error de utilizar los de mapas de gran escala en los de escala reducida, lo cual hace que el mismo se sobrecargue y sea confuso.

Los símbolos de un mapa pueden clasificarse en los siguientes grupos: obras y construcciones (en color negro), agua o hidrográficos (en color azul), relieve u orografía (en color café) y vegetación o cultivo (en color verde); aparte de estos símbolos, se emplean otros muchos especiales en los mapas científicos y estadísticos.

Los símbolos convencionales de las líneas limítrofes consisten en una serie de rayas y puntos, o cruces tan artificiales como la línea que representa. Según el grosor y el número de líneas será la importancia del símbolo, ya que puede delimitar municipios, estados, naciones, etc., ordinariamente se trazan en negro a menos que coincidan con algún otro elemento natural, ya sean hidrográficos u orográficos, ya que puede suceder que la línea limite pase en realidad por el eje del Río que es muy frecuente.

Cuando se ha de elaborar una serie de mapas uno de los principales cuidados es presentar un cuadro de signos para evitar confusiones, al dibujar los signos se deben elaborar tal y como aparecen en dicho cuadro, en muchos planos especiales es

muy difícil unificar los signos. En estos casos interviene mucho el ingenio del cartógrafo y del lector del mapa.

### **1.10. Escalas.**

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012), una escala es la relación matemática que existe entre la realidad y el dibujo que de ella se hace sobre un plano. Normalmente tiene la apariencia de 1:50.000 ó  $1/50.000$  que, en este caso, quiere decir que 50.000 unidades lineales de la realidad en el mapa están representadas como una sola. Estas unidades pueden ser de cualquier magnitud de longitud: kilómetros, millas, etc. Es decir, dos centímetros lineales son 100.000 centímetros en la realidad ( $50.000 \times 2$ ), es decir 1000 metros o 1 kilómetro.

Si lo que se desea medir del dibujo es una superficie, habrá que tener en cuenta la relación de áreas de figuras semejantes, por ejemplo un cuadrado de 1cm de lado en el dibujo estará representado un cuadrado de 50.000 cm. de lado en la realidad, lo que es una superficie de  $50.000 * 50.000$  cm cuadrado. Además, en los mapas suele aparecer una escala gráfica, que es un pequeño dibujo lineal, semejante a una regla graduada, con la equivalencia de la distancia.

Para calcular la distancia real debemos medir la distancia en el mapa y multiplicarla por la escala. Para pasar de la distancia real a la representación sobre el mapa debemos dividirla por la escala. Hay que tener en cuenta que siempre obtendremos resultados en las unidades en las que hayamos tomado las medidas. Como cuanto mayor sea el denominador más pequeño será el mapa final que obtengamos, decimos que una escala es pequeña cuando obtenemos un mapa

pequeño, y grande cuando obtenemos mapas grandes para la representación del mismo elemento.

El INEGI (2012) establece también que, las diferentes escalas nos permiten estudiar fenómenos diferentes. A una escala de 1:1000 y 1:5000 se pueden estudiar fenómenos de mucho detalle (se puede dibujar una casa, por ejemplo). Esas representaciones se llaman específicamente planos. Ese nombre se debe a que a una escala tan grande se puede considerar la Tierra plana y no es necesaria una proyección.

Con escalas entre 1:5.000 y 1:20.000 podemos representar planos callejeros de ciudades. Entre 1:20.000 y 1:50.000 podemos estudiar comarcas y municipios. Entre el 1:50.000 y el 1:200.000 podemos estudiar regiones y carreteras. Entre 1:200.000 y 1:1.000.000 podemos ver los países y sus divisiones. A escalas inferiores a 1:1.000.000 podemos ver continentes y hasta el mundo entero.

En los mapas pequeños, menores de 1:50.000, la información que aparece sobre ellos no está dibujada a escala, de tal manera que no podemos calcular en ellos la anchura de una carretera, o el radio de una curva, o a extensión de una ciudad con sólo multiplicar el tamaño del dibujo por la escala. También hay que tener en cuenta que en mapas menores de 1:1.000.000 sólo el centro del mapa mantiene la equivalencia de la escala. Cuanto más al borde nos encontremos más deformaciones encontraremos. El carácter de esas deformaciones depende del tipo de proyección.

## **CAPÍTULO 2**

### **EL CONCRETO**

El concreto juega un papel importante dentro de la ingeniería civil al ser un material óptimo para la construcción de infraestructura, ya que, debido a sus características es un material muy resistente y duradero. En este capítulo se hablará de manera específica sobre este material permitiendo conocer sus características físicas y químicas.



## **2.1.- Origen del concreto.**

Según lo establecido por la Cámara Nacional del Cemento (2012), la historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero la época de las cavernas, aplicado sus mayores esfuerzos a delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

El concreto se comenzó a utilizar en la construcción de pirámides de Egipto ya que usaron el yeso calcinado para dar al ladrillo o a las estructuras de piedra una capa lisa, los griegos lo utilizaron como una aplicación similar a la piedra caliza y romanos quienes utilizaron los primeros concretos llamado por ellos "Opus Cementitium", utilizaron con frecuencia el agregado quebrado del ladrillo embutido en una mezcla de la masilla de la cal con polvo del ladrillo o la ceniza volcánica. Construyeron una variedad amplia de estructuras que incorporaron la piedra y concreto, incluyendo los caminos, los acueductos, los templos y los palacios.

John Smeaton había encontrado que al combinar la cal viva con otros materiales creaba un material extremadamente duro que se podría utilizar para unir juntos otros materiales. Él utilizó este conocimiento para construir la primera estructura de concreto desde la Roma antigua.

La aparición de este cemento y de su producto resultante el concreto ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera una fisionomía diferente. Edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fabricas, talleres y casas, dentro del más alto rango de tamaño y variedades nos dan un mundo nuevo de comodidad, de protección y belleza donde realizar nuestros mas ansiados anhelos, un mundo nuevo para trabajar, para crecer, para progresar, para vivir, según lo escrito por la misma CANACE (2012).

## **2.2.- Definición del concreto.**

El concreto de acuerdo con Neville (1998), es un producto formado por un medio aglutinador, que generalmente es la reacción entre cemento y agua que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales, sin embargo, en nuestros días definir al concreto implica hablar sobre una amplia gama de productos.

En palabras más coloquiales, el concreto es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos de aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. El concreto es una roca creada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas.

El cemento junto a una fracción del agua del concreto componen la parte pura cuyas propiedades dependen de la naturaleza del cemento y de la cantidad de agua utilizada. Esta pasta pura desempeña un papel activo, envolviendo los granos inertes

y rellenando los huecos de los áridos (Que son compuestos formados por arenas y gravas generalmente no mayores a 5 cm.), confieren al concreto sus características de resistencia mecánica y de contracción.

El autor antes mencionado establece que, una vez elaborada la mezcla de concreto, se debe evaluar la consistencia de la misma, esta evaluación consiste en medir que tan aguada es la mezcla, si ésta consistencia es aceptable para el trabajo por realizar se prosigue, de otra manera se deben hacer correcciones antes de emplear la mezcla en la obra. La consistencia del material es la facilidad con que el concreto fresco se deforma.

Los factores más importantes que producen esta deformación son la cantidad de agua de amasado, la granulometría y la forma y tamaño de sus áridos. La docilidad del concreto es la facilidad con que una mezcla de áridos, cemento y agua se transforman en concreto, y la facilidad de ser manejado, transportado, colocado y compactado en los moldes o encofrados con la mínima pérdida de homogeneidad.

La docilidad puede considerarse como la aptitud de un concreto para ser empleado en una obra determinada; para que un concreto tenga docilidad, debe poseer una consistencia y una cohesión adecuada, así, cada obra tiene un concepto de docilidad, según sus medidas y características. El concreto convencional, empleado normalmente en pavimentos, edificios y en otras estructuras tiene un peso unitario dentro del rango de 2,240 y 2,400 kg por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). El peso unitario o densidad del concreto varia, dependiendo de la según la granulometría, humedad de

los áridos, agua de amasado y modificaciones en el asentamiento cantidad, aunado a esto la densidad relativa del agregado, de la cantidad del aire atrapado o intencionalmente incluido, y de los contenidos de agua y de cemento.

### **2.3.- El concreto como material estructural.**

McMillan y Col (1992) gracias a los estudios que realizó define que, los materiales más usados en estructuras son el acero y el concreto. Cada uno de ellos posee características extraordinarias, las cuales, trabajan de manera efectiva dependiendo el uso al que vaya estar sometido. Estos materiales pueden trabajar de manera separada, o junta, teniendo una gran resistencia a la compresión (debido al concreto) y a la tensión (debido al acero), complementándose entre sí.

Como se vio anteriormente en la presente investigación (Ver capítulo 2.2.), el concreto es un material artificial, creado de materiales comunes tales como piedra, arena y cemento, de gran resistencia a la compresión, pero muy poca a la tensión. Es el material estructural más usado en el país para construcción de estructuras de edificios de oficinas y vivienda y puentes.

El concreto como material estructural se diseña para que tenga una determinada resistencia. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para juzgar su calidad. Sin embargo cuando se diseñan pavimentos rígidos y otras lozas que se construyen sobre el terreno, el concreto se diseña para que resista esfuerzos de flexión.

También tiene desventajas, como su poca resistencia a la tensión, aproximadamente la décima parte de la de compresión y tal vez su peso. Además, sus propiedades mecánicas pueden ser muy variables, ya que dependen de la calidad, la dosificación de los materiales, del proceso de producción, transporte, colocación y curado.

La deficiente resistencia a tensión del concreto simple dificulta su uso como material en vigas o elementos a flexión. Es necesario combinarlo con acero que tiene alta resistencia a la tensión, dando origen al concreto reforzado (con varillas) y al concreto pre esforzado, que introduce esfuerzos de compresión que contrarrestan los esfuerzos de tensión en las secciones donde se presentan, a lo dicho por la CANACE (2012).

#### **2.4.- Componentes del concreto.**

Los ingredientes esenciales del concreto son el cemento y el agua, los cuales al entrar en contacto reaccionan químicamente, en dicha reacción forman el proceso llamado hidratación en el cual se forma un material más fuerte a lo dicho por Love (2006). La mezcla que resulta de la combinación de dichos agregados resulta lo que se conoce como pasta de cemento.

Es de suma importancia el saber la calidad de los elementos que van a componer a la mezcla, como es: el agua, el cemento y agregados finos y gruesos, para los cuales se realizan distintas pruebas de laboratorio para determinar las proporciones

adecuadas para alcanzar la resistencia requerida para un proyecto y no se presenten daños dentro de su vida útil.

#### **2.4.1.- Cemento.**

Según Love (2006), el cemento es un material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea sólo o mezclado con arena, grava u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad. Cuando el cemento es mezclado con agua y arena forma mortero.

Es el pilar fundamental de la construcción, posee numerosas aplicaciones, como la obtención de concreto por la unión de arena y grava con cemento Portland, siendo este el más usado para pegar superficies de distintos materiales o para revestimientos de superficies a fin de protegerlas de la acción de sustancias químicas.

##### **2.4.1.1.- Cemento natural.**

De acuerdo a lo mencionado por la CANACE (2012), cemento natural se define como un cemento hidráulico que se produce calcinando una piedra caliza arcillosa de origen natural a una temperatura inferior a la de sinterización y moliéndola después hasta convertirla en un polvo fino. Debido a la temperatura de cocción que tienen respectivamente, las especies hidráulicas de cemento natural contienen primordialmente silicato dicálcico y aluminato dicálcico y no contienen ni el silicato

tricálcico ni el aluminato tricálcico que se forman típicamente durante la producción del cemento portland.

Como resultado de estas diferencias de composición, el cemento natural desarrolla una resistencia a la compresión menor que la de los cementos portland, y aunque fragua más rápidamente alcanza su resistencia definitiva más lentamente. Estos fueron los factores principales que hicieron que el cemento portland dominara el mercado.

El cemento natural tiene un módulo de elasticidad significativamente más bajo que el del cemento portland, sin embargo se puede usar con resultados exitosos en la fabricación de estructuras grandes de concreto y mampostería que no tengan juntas de expansión. Al igual que el mortero de cal, los morteros de cemento natural se deforman cuando las unidades de mampostería se expanden y contraen con los cambios de temperatura o de nivel de humedad, al relajarse las tensiones internas. En una obra de restauración histórica, es importante evitar que se creen tensiones en los materiales de construcción originales, ya que estos constituyen el “lienzo histórico” y son los componentes principales de los edificios históricos que son objeto de los trabajos de preservación.

#### **2.4.1.2.- Cemento portland.**

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (2012) establece que existen diversos tipos de cemento, diferentes por su composición, por sus propiedades de resistencia y durabilidad, y por lo tanto por sus destinos y usos. Desde el punto de vista

químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena. El material obtenido, molido muy finamente, una vez que se mezcla con agua se hidrata y solidifica progresivamente. Puesto que la composición química de los cementos es compleja, se utilizan terminologías específicas para definir las composiciones.

El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada concreto. Es el más usual en la construcción utilizado como aglomerante para la preparación del concreto.

Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. Para la fabricación del cemento, generalmente se hace necesario mezclar sustancias minerales como calizas por el aporte de cal y las arcillas por el aporte de alúmina y óxido de hierro; en algunas ocasiones es necesario agregar directamente óxido de hierro o arenas silíceas, para ajustar las proporciones de cada compuesto con el fin de obtener reacciones químicas equilibradas.

La IMCYC (2012) menciona que existe una tercera sustancia necesaria en la fabricación del cemento, es el yeso hidratado que se adiciona al clinker durante la molienda con el fin de retardar el tiempo de fraguado de la pasta de cemento. Generalmente, a los cementos disponibles en el mercado les adicionan otras sustancias en la etapa de la molienda del clinker, por razones económicas; esas



sustancias pueden ser escorias puzolanas o calizas. Cuando se les agregan escorias, se les llama cemento portland siderúrgicos. Cuando se les agregan puzolanas, se les llama cemento portland puzolanico.

#### **2.4.2.- Agregados finos y gruesos.**

Según Neville (1998), la calidad del agregado es de suma importancia, ya que componen tres cuartas partes del volumen de concreto, el agregado no solo puede limitar la resistencia, si no también sus propiedades pueden afectar la durabilidad y desempeño del concreto, al agregado se le considera un material inerte a lo dicho por Love (2006), pero en contra parte el autor Neville propone que “el agregado no es inerte, pues sus propiedades físicas, térmicas y, en ocasiones, químicas, pueden influir en el desempeño del concreto” (Neville; 1998: 38)

Los agregados naturales se forman a causa de procesos climáticos y abrasivos, o por molido artificial de una masa de material de origen, sus propiedades dependen de la calidad de la roca de original, como es la composición química y mineral, la estructura de poro, el color, la dureza, etc., además de tener otras propiedades diferentes a la roca de origen como es la forma y tamaño de la partícula, textura de superficie y absorción, las cuales pueden afectar la resistencia del concreto.

El concreto se hace con partículas de agregado grueso (grava), de una variedad de tamaños de entre 10 mm (3/8 pulg.) hasta 50 mm (2 pulg.), aunque la medida más común es de 20 mm (3/4 pulg.) y en finos (arenas), el limite para tamaño de partículas es, por lo general, de 0.07 mm (0.003 pulg.), ya que el material de menor de 0.06 mm se le considera sedimento y no es apto para una mezcla de concreto.

### **2.4.3.- El agua.**

De acuerdo con Neville (1998), la calidad del agua es importante en la mezcla de los agregados, ya que las impurezas que contenga pueden influir en el endurecimiento del cemento, afectando la resistencia u ocasionar el manchado de la superficie o bien llevar la corrosión en el material de refuerzo (acero). Love (2006), hace mención que el propósito del uso del agua en el concreto es combinarla con el cemento en el proceso de hidratación, cubrir el agregado y hacer manejable la mezcla.

El agua potable por lo general es segura y por lo tanto es la que se utiliza dentro de una obra civil, pero también la no potable suele ser adecuada para elaborar concreto; mientras tanto cumpla con el valor de 6 a 8 en su pH. Las aguas ligeramente ácidas son inofensivas, pero las que contengan ácidos orgánicos pueden afectar el endurecimiento del concreto negativamente.

### **2.4.4.- Aditivos.**

“Un aditivo es otro material que aparte del cemento, agregados y agua, se usa mezclándolo en el concreto para modificar algunas de sus propiedades y hacerlo mejor para el a que se destine” (Cartilla del concreto; 1982: 41). Los principales cambios del concreto en el que se usan aditivos son: la inclusión de aire para la durabilidad, reducción de agua para mejorar la calidad, y aceleración o retardado del fraguado, mayor resistencia, menor permeabilidad, mejoramiento de trabajabilidad, etc.

Como menciona Love (2006), los aditivos también se pueden añadir para disminuir la segregación, reducir el calor de la hidratación, es posible obtener resultados similares cambiando las proporciones de la mezcla o recurriendo a otros materiales en lugar de aditivos, para su uso se deben de consultar distintas alternativas y optar por las económica y/o conveniente.

## **2.5.- Manejo del concreto.**

La IMCYC (2012) establece que, debido a la gran cantidad de concreto que se manejan en las construcciones civiles, es factible pensar en la creación de concreto en fábrica. Después de que el concreto sale de la planta, deben considerarse aspectos los cuales son el transporte, cuando esta dentro de la obra, la colocación, la consolidación, y el acabado del concreto.

Aunque no existe una forma perfecta para transportar y colocar el concreto, una planeación anticipada puede ayudar a la elección más adecuada para evitar problemas o accidentes. Hay muchos métodos para transportar el concreto de la mezcladora hasta la obra. El transporte del concreto depende de la cantidad a transportar y el tiempo de entrega, los ingredientes de la mezcla y las condiciones ambientales. Para los cuales existen diferentes tipos de transporte como los son camiones mezcladores, recipientes de volteo transportados por un camión, conductos y bandas transportadoras entre otros.

Cualquier procedimiento de transporte es adecuado siempre que se evite la segregación de la mezcla durante el viaje, y el sistema sea rápido ya que la reacción

química que hay entre el agua y el cemento es isotérmica, la cual hace que se evapore el agua de la superficie de la mezcla, la cual debe ser controlada durante la salida de la planta y la llegada a la obra.

Los camiones mezcladores son un buen medio de transporte entre la obra y la planta; ya que la capacidad de carga es bastante grande. El recipiente donde es llevado el concreto es una caja metálica de superficie lisa la cual ayuda a que la mezcla se mas homogénea. Otros métodos de transporte, es cuando requiere colocar grandes cantidades de concreto en la obra y para ello se usan un sistema de bombeo atreves de una tubería rígida o flexible o si no se usan bandas transportadoras, mencionado de igual manera por la institución anterior.

### **2.5.1.- Colocación del concreto.**

Neville (1998) propone que, una vez que el concreto ha sido aprobado para su colocación, se debe tener mucho cuidado en la etapa constructiva, pues su colocación y compactación, son operaciones muy importantes interdependientes y se llevan a cabo en forma simultánea. Son de gran importancia por el propósito de asegurar el requerimiento de resistencia, impermeabilidad y durabilidad del concreto endurecido en la estructura real. Para la colocación, se necesita depositar el concreto tan cerca como sea posible de su posición final, evitando la separación o segregación y permitiendo su compactación completa.

Existen una serie de reglas propuestas por Neville (1998) para alcanzar este objetivo, tales como:

1. No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca que no haya sido compactados a la densidad requerida.
2. Evitar mover el concreto por inmersión.
3. El concreto debe colocarse en capas uniformes, evitando dejar caer en gran cantidad o en capas desniveladas.
4. El espesor de las capas se deben aplicar dependiendo del método de vibración aplicado, para que, el aire atrapado pueda ser removido del fondo de cada capa en su totalidad.
5. Los índices de colocación y compactación deben ser iguales.
6. Debe evitarse las demoras prolongadas en la colocación del concreto.
7. Cada capa se debe compactar perfectamente antes de colocar la siguiente.
8. El concreto se debe colocar en un plano vertical.

En la mayoría de los casos, la manera más común de colocar el concreto en un área grande, es mediante la colocación de franjas. La colocación en franjas permite una mejor accesibilidad a las zonas que se están colando. Se realizan juntas de contracción intermedias, transversales a la longitud mayor de la franja, en intervalos fijos. En los casos de franjas anchas, podrá ser necesaria, la formación de una junta longitudinal de contracción

Otra alternativa para la colocación del concreto, es la de realizar colados de grandes bloques, con sus respectivas juntas de contracción internas. Esta alternativa

se utiliza principalmente con equipos de regla láser, que gracias a su gran rendimiento permiten recortar el programa de obra de colocación de concreto cuando las áreas son considerablemente grandes.

### **2.5.2.- Compactación del concreto.**

El autor antes mencionado dice que el concreto atrapa aire en forma de vacíos durante el mezclado, transporte y colocación, el cual es necesario remover de alguna manera. Al proceso de remoción de aire se le denomina compactación. La compactación del concreto es un proceso mediante el cual se le elimina el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedara una masa compacta.

Es un proceso muy importante, ya que un concreto sin compactar tendría aproximadamente un contenido de poros elevado, pudiendo llegar al 20% de su volumen, lo cual equivale a una pérdida de resistencia del 20%. El objetivo de la compactación es tal que, en la mezcla no quede más del 1% de aire atrapado.

Este objetivo no se aplica cuando se incorpora aire deliberadamente con algún aditivo, pues se trata de un aire uniformemente distribuido y estable. Las ventajas de hacer un concreto muy compacto son las siguientes:

1. Mayores resistencias mecánicas.
2. Mayor impermeabilidad.
3. Mayor resistencia a los ataques de agentes externos.

La compactación del concreto se puede definir en tres etapas sucesivas:

- a) Intervalo inicial: Sus beneficios son tangibles por la reducción del volumen y el correspondiente aumento de la compacidad del concreto.
- b) Segunda: No hay síntomas de segregación y se identifica como sobre compactación
- c) Tercera etapa: hay señales de segregación en esta se puede afectar la homogeneidad

El concreto de revenimiento bajo contiene menos aire atrapado que el de revenimiento alto y por tanto el primero requiere más esfuerzo para compactarse satisfactoriamente. Este esfuerzo lo proveen principalmente los vibradores de concreto fresco. Existen numerosos procedimientos para disminuir ese conjunto de vacíos. La selección de cada uno de ellos dependerá de las características del concreto y del tipo de estructura que se esté construyendo. Pero el propósito en todos ellos es el mismo:

1. Llenar las formas geométricas de los encofrados con una masa densa.
2. Adherir esa misma masa a la superficie longitudinal de todas y cada una de las barras metálicas del refuerzo.
3. Poner en contacto absoluto, sin vacíos internos, a todos los componentes del concreto.

Los métodos de densificación del concreto los podemos dividir en dos grupos:

La compactación manual fue la primera en la historia del material y se efectuaba con barras o pisones. Con ellos se golpea verticalmente el concreto, penetrándolo si es con barra o aplastándolo si es con pisón. El grado de compactación que se obtiene con la barra no es elevado, por la condición del material de ser prácticamente in confinado ante las desproporción de la separación de las paredes del encofrado y el calibre de la barra golpeadora.

La compactación por vibrado aprovecha la condición tixotrópica del concreto en estado fresco, mediante cual se hace menos viscoso cuando está en movimiento y se atiesa al quedar en reposo. La masa del concreto se hace vibrar, con lo cual el material se fluidifica y permite su acomodado al molde, envolviendo las armaduras. Se expulsa gran cantidad del aire atrapado, se hacen subir a la superficie parte del agua con funciones de lubricación y se unifica la masa eliminando vacuolas y planos de contacto. La compactación es un procedimiento importante para que el concreto sea de calidad. Esta compactación debe ser la adecuada ya que si se hace uso inadecuado de este se hace un daño al concreto y se vuelve deficiente, según lo establecido por Neville (1998).

## **2.6.- Desarrollo y propiedades de la resistencia.**

“Para obtener un concreto de buena calidad, al colado de una mezcla adecuada debe seguirle el curado en un ambiente apropiado, durante las primeras etapas de endurecimiento”, a lo mencionado por (Neville; 1998: 138), en la practica el curado comienza al día siguiente de que la mezcla de concreto fue colocada en el lugar requerido.



En el diseño de estructuras, se explota el concreto sin depender de la resistencia a la tensión la cual es muy baja, mas sin embargo los esfuerzos de tensión a los que es sometido el concreto, ya sea por cortante o por movimientos diferenciales, tales como el acortamiento, el cual produce agrietamiento y la reducción de su durabilidad.

### **2.6.1.- Curado del concreto.**

Merritt (2008), menciona que aunque en las mezclas normales de concreto se incorpora suficiente agua para la hidratación, el secado del concreto después del fraguado inicial puede demorar o impedir la hidratación completa, por lo que el curado incluye todas las operaciones que mejoran dicha hidratación después que ha fraguado el concreto y si se efectúa en forma correcta por un periodo largo, se produce un concreto más fuerte e impermeable.

El curado es el nombre que se le da al procedimiento empleado para promover la hidratación del cemento y el desarrollo de la resistencia deseada del concreto, dichos procedimientos son: el control de temperatura y los movimientos de humedad hacia el concreto y que afectan no solo a la resistencia si no de igual forma a su durabilidad, por lo tanto, la influencia de la temperatura debe considerarse cuidadosamente.

#### **2.6.1.1.- Curado normal.**

El curado a temperatura normal tiene como propósito mantener el concreto saturado hasta que el espacio originalmente lleno de agua en la pasta de cemento

fresco se haya ocupado hasta el nivel deseado con los productos de hidratación del cemento, como lo dice Neville (1998). La necesidad de curar el concreto surge porque la hidratación del cemento puede tener lugar solo en capilares llenos de agua y si el curado permanece hasta que estos se hayan segmentado entonces el concreto será impermeable.

La evaporación en etapas iniciales después del colado, depende de la temperatura y de la humedad relativa del aire circundante y de la velocidad del viento. En la práctica el curado de humedad del concreto se realiza manteniéndolo en contacto con agua, empapando o cubriéndolo con arena y/o aserrín.

El concreto hecho con cementos resistente a los sulfatos se debe de curar por lo menos de 7 a 14 días, sin embargo los hechos con cemento de bajo calor su curado dura por lo menos 21 días y el concreto de alta resistencia rápida se debe mantener húmedo hasta que alcance la suficiente resistencia y será determinada con cilindros de prueba según Merritt (2008).

#### **2.6.1.2.- Curado al vapor.**

Un incremento en la temperatura de del concreto aumenta su desarrollo de la resistencia este aumento puede ser acelerado con el curado al vapor. El objetivo de este tipo de curado es obtener una resistencia temprana suficientemente elevada, para que los productos de concreto se manejen de inmediato después del vaciado.

Este tipo de curado mantiene el concreto en una atmósfera saturada a temperaturas más altas que el punto de ebullición de agua. Las ventajas de utilizar este método son; es menor cambio en volumen al secar, mejor resistencia a los productos químicos y menos susceptibilidad a la eflorescencia a lo dicho por Merritt (2008).

### **2.6.2.- Relación entre las resistencias a tensión y compresión.**

La resistencia de un agregado se prueba en raras ocasiones y generalmente no influye tanto en la resistencia de un concreto mas sin embargo, la resistencia del agregado, adquiere gran importancia en los concretos con un  $f'c$  elevado. Las resistencias a la tensión de los agregados varían de 20 kg/cm<sup>2</sup> hasta 160 kg/cm<sup>2</sup> y de compresión de 700 kg/cm<sup>2</sup> hasta 2810 kg/cm<sup>2</sup>, a lo mencionado por Kosmatka (1992).

En teoría la resistencia de compresión en el concreto es ocho veces mayor que la resistencia a tensión según Neville (1998). La resistencia a tensión se incrementa con la edad a un índice menor que la resistencia a compresión. Hay factores que afectan la relación entre ambas resistencias las principales son: el método de prueba del concreto a tensión, el tamaño del modelo, la forma, la textura de la superficie del agregado grueso y la condición de humedad del concreto.

### **2.6.3.- Resistencia a la fatiga.**

Existen dos tipo de falla por fatiga pueden tener lugar en el concreto, en el primer tipo la falla ocurre bajo una carga sostenida (o una carga que se incrementa

lentamente), pero por debajo de la resistencia bajo una carga creciente, como en una prueba estándar, este se conoce como fatiga estática o ruptura por flujo plástico y ocurre cuando el esfuerzo excede cerca de 70 a 80% de la resistencia de corto plazo y la capacidad de deformación por tensión es mucho menor que en compresión.

El segundo ocurre bajo carga cíclica o de repetición y se le conoce simplemente como fatiga, la resistencia a la fatiga aumenta proporcionalmente con respecto al incremento de la edad del concreto. Una disminución en la frecuencia de la carga alternante reduce levemente la resistencia a la fatiga según Neville (1998).

#### **2.6.4.- Resistencia a la abrasión.**

“Las superficies del concreto suelen estar sometidas a varios tipos de desgaste abrasivo. Por ejemplo, el deslizamiento o raspado pueden causar desgaste, y en el caso de estructuras hidráulicas, la acción de sólidos abrasivos llevados por el agua, generalmente conduce a la erosión del concreto” (Neville; 1998: 158), por tal motivo es necesario conocer la resistencia del concreto a la abrasión.

En la práctica es difícil evaluarla ya que varía dependiendo de la causa del deterioro, y ningún procedimiento de prueba satisface la necesidad de cuantificar la resistencia del concreto en esas condiciones de uso, la base primaria para la selección de concreto resistente a la abrasión en la resistencia compresiva, la resistencia al desgaste es esencial cuando el agregado se emplea para producir concretos sujetos a la abrasión.

El método más común para determinar su resistencia es el del tambor giratorio, en esta prueba, se coloca una cantidad de agregado especificada dentro de un tambor de acero que contiene bolas del mismo material, se pone a rotar y se mide el porcentaje de material desgastado y así tratar de obtener un aproximado de su resistencia a la abrasión de acuerdo con Kosmatka (1992)

#### **2.6.5.- Adherencia al refuerzo.**

La fuerza de adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto aumenta primordialmente por fricción y adhesión. La adherencia es afectada por las propiedades del acero y del concreto y por los movimientos relativos debido a los cambios de volumen, es decir, contracción del concreto.

Para resistencias altas del concreto, el aumento de la resistencia a la adherencia se toma progresivamente más pequeño. El tratamiento de la superficie protectora del refuerzo puede reducir la fuerza de adherencia, probablemente porque en el acero tratado la ventaja de la superficie de herrumbre para la adherencia está ausente, dicho por el autor anterior.

#### **2.7.- Elasticidad y flujo plástico.**

Para poder realizar los cálculos de la deformación y la deflexión de los miembros estructurales, Kosmatka (1992) establece que se debe hacer una relación entre el esfuerzo y la deformación del concreto. El concreto se comporta casi elásticamente cuando tiene cargas aplicadas por primera vez, similar a la mayoría de los materiales estructurales.

El concreto muestra también un comportamiento de flujo plástico cuando es sometido a cargas ininterrumpidas, la deformación aumenta bajo el esfuerzo cortante. La importancia del flujo plástico en el concreto estructural es del mismo orden de magnitud que el de la deformación elástica. Al igual que en otros materiales de construcción el módulo de elasticidad es la pendiente de la recta esfuerzo contra deformación en el tramo recto o zona elástica del material.

Esta recta representa el rango de esfuerzos dentro del cual el material presenta un comportamiento elástico; es decir que el material se deforma ante el esfuerzo, pero una vez se retira la carga que lo produce, el material recupera su forma o estado inicial, sin dejar una deformación permanente. El concreto tiene un tramo recto muy corto para esta gráfica y una pendiente, o módulo de elasticidad, inclinada. De modo que se deforma muy poco dentro del rango elástico y para esa pequeña deformación requiere niveles altos de esfuerzo.

Según Neville (1998), la relación entre el módulo de elasticidad del concreto y la resistencia dependen también de la edad; El módulo aumenta más rápidamente que la resistencia. El módulo de elasticidad de un agregado de concreto ligero está entre 40 y 80% del módulo del concreto de peso normal de la misma resistencia, es similar al de la pasta del cemento.

El flujo plástico se define como el incremento de la deformación del concreto sujeto a un esfuerzo constante con el transcurso del tiempo. El flujo plástico es particularmente importante en las estructuras de concreto presforzado, el cual se

emplea típicamente en puentes, losas de grandes claros, elementos prefabricados, así como en columnas de edificios, las cuales están sometidas a cargas por largo tiempo. La velocidad del incremento de la deformación es grande al principio, pero disminuye con el tiempo, hasta que después de muchos meses alcanza un valor constante. Cuando en el diseño estructural no se considera el flujo plástico del concreto, las estructuras pueden fallar.

En los miembros de concreto pre esforzado, el esfuerzo de compresión al nivel del acero es sostenido, y el flujo plástico resultante en el concreto es una fuente importante de pérdida de fuerza pretensora. Existe una interdependencia entre las pérdidas dependientes del tiempo. En los miembros pre esforzados, la fuerza de compresión que produce el flujo plástico del concreto no es constante, sino que disminuye con el paso del tiempo, debido al relajamiento del acero y a la contracción del concreto, así como también debido a los cambios en longitud asociados con el flujo plástico en sí mismo.

Así la deformación resultante está en función de la magnitud de la carga aplicada, su duración, las propiedades del concreto incluyendo el proporcionamiento de la mezcla, las condiciones de curado, la edad a la que el elemento es cargado por primera vez y las condiciones del medio ambiente, de acuerdo con lo establecido por Neville (1998).

## **2.8.- Permeabilidad y durabilidad.**

Una de las principales características de un concreto durable es la baja permeabilidad y absorción de agua. La permeabilidad es una propiedad que permite la filtración de un fluido, a través de sus espacios interconectados. Un material será permeable cuando contenga espacios vacíos interconectados (porosidad).

La circulación de agua a través de una masa (suelo, pasta de cemento, agregado, concreto, etc.), obedece también aproximadamente a leyes idénticas, de modo que la diferencia entre una arena limpia y un granito sano es, en este concepto, solo una diferencia de magnitud. Para cada caso particular de empleo se requieren en el concreto determinadas propiedades, un concreto de buena calidad es aquel que satisface eficientemente los requisitos de trabajabilidad, consistencia, colocación, comparación, resistencia, durabilidad y economía, es por eso la importancia del conocimiento de todas y cada una de las propiedades del concreto así como la interrelación entre ellas.

Como menciona el Instituto del Concreto (1997), en el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta son determinantes en las proporciones del concreto y que la relación agua / cemento lo es sobre las características de la pasta.

Los factores influyentes en la permeabilidad, pueden ser divididos en 3 grupos:



1. Influencia de los materiales constituyentes.
2. Efecto de los métodos de preparación del concreto.
3. Influencia del tratamiento posterior: el curado.

De acuerdo con el comité 116 del ACI, esta característica es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente, los ataques químicos, la abrasión y otras condiciones de servicio, de tal manera que sus características y propiedades se mantengan a lo largo de su vida útil. Se puede concluir a partir de la definición anterior, que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa solo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente de exposición y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos, pues aunque el concreto es un material muy durable, se puede deteriorar y llegar a la falla por un sinnúmero de factores que lo pueden afectar; de allí que para el diseño de una estructura se deba conocer muy bien el medio ambiente y las características a las que estará expuesto para de esa manera tomar las precauciones pertinentes.

En este sentido, no existe un concreto “durable” por si mismo, ya que las características físicas, químicas y mecánicas que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias no necesariamente lo habilitan para seguir siendo “durable” bajo condiciones diferentes. Tradicionalmente se asoció la durabilidad a las características resistentes del concreto y particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que es solo uno de los aspectos involucrados, pero no el único ni el suficiente para obtener un concreto durable.

El problema de la durabilidad es sumamente complejo, en la medida en que cada situación de exposición y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseño de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo, por lo que es usual que en este campo las generalizaciones resulten nefastas, ya que así lo establece Kosmatka (2004).

## **2.9.- Pruebas de laboratorio.**

Una de las tareas más importantes e indispensable para la valoración de la calidad del concreto, es la obtención de muestras para evaluar su resistencia. Un error en este punto, hace que la calidad sea poco representativa y no evidencien las características reales del concreto que se quiere para las obras. Cuando las muestras se toman en obra siguiendo las normas correspondientes, se llegará a los resultados esperados. La falta de cuidado al tomar las muestras no reflejará la calidad del concreto que se está revisando.

Como formula Neville (1998), no es suficiente saber cómo seleccionar y especificar una mezcla de concreto de tal forma que se pueda contar con ciertas propiedades, sino que también es necesario garantizarlas. Para verificar que el concreto cumpla con las especificaciones requeridas es necesario probar su resistencia usando muestras de concreto fresco, sin embargo, estas pruebas son muy complejas, por lo que, se deben tomar medidas que ayuden al control de este material, como hacer pruebas de resistencia acelerada.

El concreto debe ser fabricado para tener siempre una trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas a las condiciones de trabajo la trabajabilidad es una medida de lo fácil o difícil que resulta colocar, consolidar y darle acabado al concreto. La consistencia es la facultad del concreto fresco para fluir. La plasticidad determina la facilidad de moldear al concreto. Si se usa más agregado en una mezcla de concreto o si se agrega menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica, menos trabajable y difícil de moldear). No se pueden considerar plásticas a las mezclas muy secas o muy desmoronables ni a las muy aguadas o fluidas.

Existen varios tipos de pruebas que se usan comúnmente para verificar la calidad del concreto, entre ellas tenemos en análisis del concreto fresco, pruebas de resistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la tensión. La prueba de revenimiento es una medida de la consistencia del concreto para determinadas proporciones de cemento y de agregados sin aditivos, entre más alto es el revenimiento más agua contiene la mezcla. El revenimiento es un indicador de la trabajabilidad cuando se evalúan mezclas similares. Sin embargo no debe usarse para comparar mezclas de proporciones totalmente distintas.

A través los estudios realizados en el laboratorio, se puede determinar que tan resistente es el material cuando este es sometido a cargas axiales, por otro lado se pueden calcular el esfuerzo o resistencia del concreto cuando este es sometido a una fuerza de compresión además de obtener la máxima carga posible aplicada.

Neville (1998) y Kosmatka (1992) concuerdan en que, es muy importante realizar los estudios de manera correcta debido a que no todos los materiales presentan la misma resistencia, esto nos indica que si un material tiene gran resistencia a la compresión es posible que tenga una baja resistencia a la tensión y viceversa, es por esto que es de vital importancia conocer las características de cada uno de los materiales al momento de ejecutar cualquier proyecto para así evitar cualquier tipo de problemas que se puedan presentar debido a la falta de conocimiento del comportamiento de ellos.

## **CAPITULO 3**

### **RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN**

El presente capítulo dará a conocer las características geológicas, topográficas, climatológicas, etc., del lugar en estudio. También se hará mención de las distintas actividades económicas y la flora y fauna de la región de Apatzingán, Michoacán. Así mismo, se presenta la ubicación geográfica del lugar y el sitio del objeto de estudio, y la solución del problema que aqueja esta investigación.

#### **3.1.- Generalidades.**

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012) menciona en uno de sus estudios que, el estado de Michoacán forma parte de los 32 estados existentes en el país, lo constituyen 113 municipios dentro de los cuales Apatzingán de la Constitución se encuentra ubicada en el sexto sitio con mayor número de habitantes de esta entidad federativa. El nombre del mencionado municipio tiene como significado “lugar de comadrejas”.

Apatzingán es un pueblo muy antiguo, fue habitada por las tribus de los “olmecas aldeanos” y también se destaca la presencia de la cultura “chumbícuaro”, que se apostó en los llanos de la ciudad, durante los años de 188 A.C a 200 D.C. En

la actualidad la ciudad cuenta con 92 colonias y 123,649 habitantes según el CENSO INEGI 2010 ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)).

El lugar donde se localiza la investigación se encuentra rodeado de distintas colonias que no tienen un espacio de recreación, por ello es de suma importancia de dar una solución a la necesidad que tienen los habitantes de esa zona de la ciudad con un proyecto en el que se recuperará un espacio público en desuso.

### **3.2.- Enfoque geográfico.**

En la pagina oficial del INEGI ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)) se encuentra que, el margen geográfico del lugar ha sido modificado a raíz del crecimiento de la población en la zona, de tal manera que creció la demanda de abastecimiento de agua potable y por tal motivo se optó por la opción de dejar en desuso el tanque de almacenamiento para dar paso a un sistema más sofisticado y de mayor capacidad para satisfacer dicha necesidad.

En la actualidad su entorno geográfico está compuesto por el preescolar “María Kurí”, viviendas y negocios ambulantes de alimentos que se han colocado sobre la acera peatonal en la parte frontal de la construcción en estudio, y su flora ha sido alterada por el descuido del lugar creando una mala imagen del sitio.

### **3.3.- Macro y microlocalización.**

El objeto de estudio de la investigación se encuentra en el municipio de Apatzingán, Michoacán, la ciudad está ubicada a 19° 05´19” de latitud Norte y 102° 21´

03" de longitud Oeste. Dentro del estado es la sexta ciudad más importante de la entidad federativa y es uno de los 32 estados que componen el territorio mexicano ubicado al sur del país y tiene una superficie de 58,585 km<sup>2</sup>.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del estado de Michoacán de Ocampo dentro del territorio mexicano y así tener una mayor perspectiva de la zona de estudio.



**Imagen 3.3.1.** Ubicación del estado de Michoacán de Ocampo dentro de la República Mexicana.

Fuente: [www.convencionesmichoacan.com.mx](http://www.convencionesmichoacan.com.mx) (2012)

### **3.3.1.- Macrolocalización.**

La ciudad de Apatzingán se ubica geográficamente en el estado de Michoacán, colinda al norte con el municipio de Tancítaro, al este con los municipios de Parácuaro y Francisco J. Mújica, al sur con Tumbiscatío y al oeste con Buenavista y Aguililla,

posee una superficie de 1,656.67 km<sup>2</sup>. A través de la siguiente imagen se da a conocer la ubicación de la zona de estudio.



**Imagen 3.3.2.** Apatzingán de la constitución, Michoacán.

Fuente: [www.convencionesmichoacan.com.mx](http://www.convencionesmichoacan.com.mx) (2012)

Existen diversas entradas la ciudad de Apatzingán para llegar a ella, dirigiéndose de la capital por la carretera federal 120 o a través de la autopista siglo XXI, también por el oeste Buenavista o aguillilla y al Norte con Tancítaro.

### **3.3.2.- Microlocalización.**

En la zona urbana de la ciudad de Apatzingán se encuentra el Infonavit “Los Limones” que colinda con la colonia Nueva, Adolfo Ruiz Cortines, Las Palmas y con el fraccionamiento Hacienda de Palmira, y está ubicada sobre la avenida 22 de octubre (carretera 120), como se muestra en las imágenes a continuación:





**Imagen 3.3.3.** Imagen satelital del Infonavit “Los Limones”

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2012)

La ubicación del sitio en estudio se encuentra sobre la calle Antonio Hernández y Timoteo Mireles, en la colonia Infonavit “Los Limones”



**Imagen 3.3.4.** Imagen satelital del sitio de estudio

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2012)

### **3.4.- Topografía.**

La ciudad de Apatzingán, Michoacán, según su página oficial ([www.apatzingan.gob.mx](http://www.apatzingan.gob.mx)), se encuentra sobre un valle por lo que la mayoría de su territorio se encuentra en un nivel estable, más no obstante existen algunas zonas en desniveles importantes al Norte de la población, aunque el sitio de investigación está ubicado en una superficie que no contiene elevaciones y no influirán en el diseño de la solución del problema a tratar.

El sitio de estudio se encuentra al sur de la ciudad, donde el aspecto topográfico no influirá para que no se cumpla de manera adecuada la investigación. Apatzingán contiene en la mayoría de su terreno una superficie plana y el lugar donde se efectúa el análisis se encuentra con una topografía estable.

### **3.5.- Hidrología y clima.**

Su hidrografía la constituyen el río Apatzingán que corre de norte a sur atravesando la cabecera municipal en su parte norte, para terminar uniéndose al Río Grande, corren además por el municipio los arroyos El Tesorero, California, y Tepalcatepec, también se localizan los lagos de Chandio, la Majada, Huarandicho y los manantiales de Ziquícuaro, Hacienda de La Huerta, Las Colonias y de Chumbícuaro.

La distribución climática en Michoacán está estrechamente relacionada a tres factores geográficos que son: los contrastes altimétricos del relieve; la presencia de

una serie de cadenas montañosas que se alinean paralelas a la costa y que actúan como barrera orográfica, y su cercanía al mar, la cual se deja sentir en forma de vientos húmedos que penetran al continente y provocan abundantes precipitaciones, mencionado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012).

En la entidad se registra una gama de climas que incluye desde los más cálidos del país, en la región de Tepalcatepec, hasta los semifríos de las zonas altas de la Meseta Tarasca y de Mil Cumbres. Aunque se presentan climas secos, semisecos y templados relativamente húmedos, el régimen de humedad predominante es el subhúmedo con lluvias en verano y una estación invernal seca bien definida. Por lo cual, el clima de Apatzingán es tropical con lluvias en verano, y seco estepario en el centro del municipio tiene una precipitación fluvial anual de 924 milímetros cúbicos, y una temperatura media de 28 grados centígrados.

### **3.6.- Geología.**

El terreno en lo general es plano, tepetatoso y de tipo volcánico. Los suelos del municipio datan de los periodos Cenozoicos y Cuaternarios, correspondientes a los del tipo potzolico de pradera, amarillo de bosque y castaño. Su uso es principalmente agrícola y forestal y en menor porción ganadero.

La acción conjunta de los factores que condicionan la formación y evolución del suelo conduce al desarrollo de diferentes perfiles o tipos de suelos. La clasificación de los mismos puede basarse en criterios diversos. Entre otros, podemos citar: características intrínsecas del suelo, dependientes de los procesos genéticos que los

desarrollan, propiedades del suelo como permeabilidad, salinidad, composición y que se relacionan estrechamente con los factores de formación, según su aptitud para diferentes usos, fundamentalmente agrícola. En el territorio municipal se cuenta con tres tipos de suelo, clasificados como el vertisol, el litosol y el feozem háplico.

El suelo clasificado como vértisol es aquel suelo en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita que forma profundas grietas en las estaciones secas, o en años. Las expansiones y contracciones alternativas causan auto-mulching, donde el material del suelo se mezcla consistentemente entre sí. La contracción y expansión de las arcillas del vertisol dañan construcciones y carreteras, obligando a costosas realizaciones y mantenimientos. Las tierras con vertisoles se usan generalmente para pasturaje de ganado.

Los suelos tipo litosol, se distinguen por tener una profundidad menor a los 10 cm. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo. Constituyen la etapa primaria de formación del suelo predominando en ella la materia orgánica.

Comúnmente se presentan en pendientes altas, lo cual impide su explotación económica. Son suelos pocos desarrollados, superficiales, característicos de relieves montañosos; están constituidos por gravas, piedras y materiales rocosos de diferentes

tamaños, están desprovistos de horizontes de diagnóstico y tan solo puede apreciarse la roca oficial.

Mientras que, el tipo de suelo feozem es un suelo rico en materia orgánica que tienen color oscuro. Ocupan el segundo lugar en abundancia (20.79%), es localizado en casi todos los tipos climáticos de la entidad, con excepción del cálido húmedo. Está caracterizado por presentar una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes (Feozem háplico), resultado fundamental de la intensa actividad biológica.

Son de textura media, con estructura granular en la parte más superficial y bloques subangulares en la siguiente capa que, en conjunto con la porosidad, confieren al suelo buenas condiciones aeróbicas y por lo tanto un buen drenaje interno, lo que permite la penetración de raíces y se infiltre el exceso de agua, pero que tenga buena capacidad de retención de humedad aprovechable.

### **3.7.- Uso del suelo.**

En cuanto al uso de suelo, la estadística señala que el municipio cuenta con una superficie de 805.71 km<sup>2</sup> y representa el 2.81% de la superficie del Estado. Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico y cuaternario, correspondiendo principalmente a los del tipo podzólico, de pradera, amarillo de bosque y castaño. Su uso es primordialmente agrícola y forestal y en menor proporción ganadero.

Sobresalen por su importancia los productos como frutas, hortalizas, granos y semillas se producen entre otras cosas melón, sandía, papaya, pepino, maíz, sorgo,

ajonjolí, plátano, limón y mango y todos los cultivos propios de las regiones tropicales. Su mayor importancia es la existencia de ganado bovino, caprino y caballar principalmente.

Las principales industrias del municipio son las fábricas de alimentos forrajes, aserraderos, curtidores de piel, planta industrial de limón (Pive) y la industria Insgrib, S.A. Cuenta con un parque industrial de 40,000m<sup>2</sup>, Apatzingán tiene un inmenso potencial agrícola, ganadero, comercial e industrial y el nuevo rumbo del mar de México: la costa michoacana.

### **3.8.- Economía.**

Según la página electrónica oficial del municipio de Apatzingán de la Constitución ([www.apatzingan.gob.mx](http://www.apatzingan.gob.mx)), para el año 2001 el municipio de Apatzingán contaba con una población de 117,849 habitantes representando el 2.96% de la población total del Estado, de los cuales 57,317 eran hombres y 60,532 mujeres. De acuerdo al II conteo de población y vivienda del 2005 el municipio contaba con un total de 115,078 habitantes. El municipio de Apatzingán ocupa el sexto lugar de la población de Michoacán.

Su tasa de crecimiento es del 3 % anual. El municipio es catalogado como netamente expulsor de población sobre todo hacia EE.UU., a la frontera norte Mexicana, se caracteriza por un crecimiento demográfico regular, en los últimos 10 años ha sido de 25,121 habitantes. Las localidades más pobladas son: Apatzingán de

la Constitución, Cenobio Moreno, Presa del Rosario, Chandio, San Juan de los Plátanos y Acahuato.

Las actividades económicas son el proceso mediante el cual se adquieren productos, bienes y los servicios que cubren nuestras necesidades o se obtienen ganancias. Las actividades económicas son aquellas que permiten la generación de riqueza dentro de una comunidad mediante la extracción, transformación y distribución de los recursos naturales o bien de algún servicio; teniendo como fin la satisfacción de las necesidades humanas.

Cada comunidad encuentra que sus recursos son limitados y por lo tanto, para poder satisfacer a estas necesidades debe hacer una elección que lleva incorporado un coste de oportunidad. Las actividades económicas abarcan tres fases: producción, distribución y consumo. Como la producción depende del consumo, la economía también analiza el comportamiento de los consumidores.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), algunas actividades económicas que comprende la ciudad de Apatzingán son:

**Agricultura:** Las actividades agrícolas se realizan en una superficie de 38,166 hectáreas, de las cuales 15,070 se encuentran en explotación mediante sistema de riego y 23,046 bajo la modalidad de temporal. Un total de 2,821 hectáreas son de pequeña propiedad y la superficie ejidal es de 9,381 hectáreas. Dentro de las actividades agrícolas por su importancia económica y social destaca el cultivo de maíz, sorgo, ajonjolí, arroz y frijol.

De la actividad frutícola, son importantes los cultivos de melón, sandía, mango, plátano, limón, papaya y pepino. Aun cuando han pasado los años de oro del algodón, en la actualidad la agricultura y la fruticultura ubican a Apatzingán entre los principales polos de desarrollo agrícola del país.

**Ganadería:** El sector agropecuario tiene su mayor importancia, en las existencias de ganado bovino y caballar, principalmente. Se cuenta con una población animal de 50,000 cabezas de ganado bovino y 4,000 de caballar aproximadamente. Las principales especies de ganado bovino son: Criollo, Cebú, Indubrasil, Cebú Brahaman, Suizo Americano, Suizo Europeo, Holandés, Charoláis, Zimental, Big-Master, Melore, Cebú Gyr y Sardo Negro. La ganadería se desarrolla mediante sistemas productivos para la cría y engorda de bovinos destinados a la producción de carne y leche. El mayor ámbito de desarrollo se localiza principalmente en las áreas de riego.

**Explotación forestal:** La superficie forestal maderable es ocupada por pinos y encinos en la Sierra de Acahuato y la superficie de maderable por árboles y arbustos de varias especies.

**Industrias y comercio:** El municipio de Apatzingán cuenta con varias Industrias como son: purificadoras de agua, fabricas de hielo industrial y de consumo, fabricas de alimentos y forrajes para ganado, empaques de limón, papaya, mango, pepino, chiles, maduradoras de plátanos, industrializadoras de cítricos, deshidratadora de



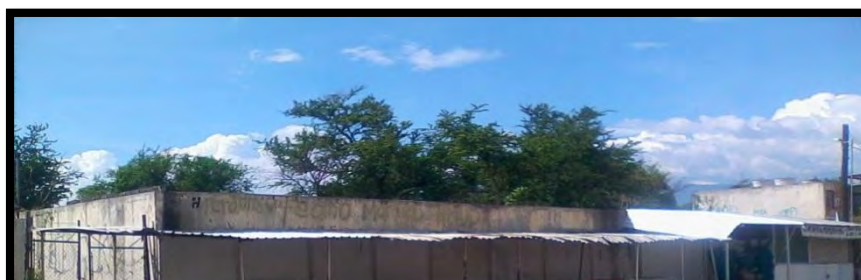
casaca de limón, descascadoras y embasadoras de arroz, empaques de melón, bodegas de compra y ventas de semillas. Apatzingán es autosuficiente en la mayoría de productos básicos y dispone de excedentes para la comercialización.

El abasto de satisfactores de otras regiones completa la oferta al alcance de los consumidores. Las actividades comerciales al mayoreo de la región se realizan en mercados municipales y calles de la Cabecera Municipal, destacan por su importancia la comercialización de productos como las frutas, abarrotes, hortalizas, granos y semillas.

En la cabecera Municipal los establecimientos comerciales por giro de actividades más importantes se agrupan de la siguiente manera: Super-mercados, Super-farmacias, farmacias, panaderías, tortillerías, carnicerías, tiendas ropa, cremerías, mercados, restaurantes, loncherías, ferreteras, mueblerías, zapaterías, joyerías, estéticas, tiendas de decoración, mercerías, materiales para construcción, tiendas de pinturas, madererías, papelerías, etc.

### **3.9.- Estado actual del sitio.**

El estado actual del sitio de investigación se encuentra en abandono y en la parte frontal de la construcción están establecidos una serie de negocios ambulantes de alimentos que cuentan con techo laminado apostados sobre la acera peatonal, como se muestra en las imágenes siguientes:



**Imagen 3.9.1.** Zona frontal izquierda del sitio de investigación.

Fuente: Propia.



**Imagen 3.9.2.** Zona frontal derecha del sitio de investigación.

Fuente: Propia

El descuido en el que se encuentra el lugar de investigación ha dado pie a que el acceso a la zona sea de gran dificultad y a ser un sitio donde ciertas personas entren a realizar actos de vandalismo. Actualmente se encuentra el sistema de bombeo que tenía como función abastecer de agua potable a la colonia Infonavit “Los Limones”. Como lo muestran las siguientes imágenes:



**Imagen 3.9.3.** Cuarto de bombeo

Fuente: Propia.



**Imagen 3.9.4.** Acceso al lugar de investigación

Fuente: Propia

### **3.10.- Alternativas de solución.**

En esta investigación se pretende diseñar un espacio público idóneo para la comunidad de Apatzingán, específicamente en el Infonavit “Los Limones”. Se tiene el terreno con una construcción como elementos para determinar el diseño, en este se realiza un levantamiento topográfico, el cual consiste en hacer una topografía de un

lugar, es decir, lleva a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, se realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano.

Con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico se trazaran mapas o planos en los que, aparte de las características mencionadas anteriormente, también se describen las diferencias de altura de los relieves o de los elementos que se encuentran en el lugar donde se realiza el levantamiento. El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal de la construcción en abandono.

Se llevará a cabo una demolición, la cual puede realizarse de muy diversas maneras, algunas menos nocivas que otras para el público alrededor. En este sentido, la demolición tradicionalmente se realizará de modo mecánico. Sin embargo, este proceso podría llevar mucho tiempo dependiendo de las capacidades y del presupuesto disponible para este caso.

Otro modo de demoler edificaciones, el usado en la actualidad, es el de implosión, que se ejecuta a partir de la disposición de explosivos a lo largo de toda la superficie a demoler. Estos explosivos, colocados en el interior del edificio, son activados de manera conjunta y por lo tanto la demolición sólo toma unos minutos en hacerse efectiva, sin embargo, al tratarse de un espacio público, se tomará en cuenta a las personas que habitan a los alrededores, por lo cual, esta segunda opción no es viable.

Posterior a la demolición, se hará un diseño y la construcción de nuestro espacio público. El diseño es una solución a un problema de características públicas para esta ciudad en específico. Al plantear una idea, después de evaluarla generalmente lleva consigo múltiples situaciones, entre ellas el hecho de fomentar competencia, puede llegar a generar un número significativo de empleos y lo mejor es que con todas las combinaciones que surgen genera el desarrollo que principalmente es tecnológico, puesto que las herramientas de las que alguien se puede valer para hacer un diseño a veces no se encuentran, son complicadas o de muy alto precio.

En un capítulo posterior a éste, se muestra la metodología que se siguió para la presente investigación, donde se describe la manera mediante la cual, se llevo a cabo la investigación, donde el proceso dio inicio a la búsqueda de la información, recolección de datos, el análisis y finalmente la interpretación de datos arrojados. También se detalla cuales fueron las fuentes de información y se da una justificación de la investigación. Se resolverá la incógnita cumpliendo todos los objetivos planeados dentro del inicio de la misma, demostrando el enfoque y el tipo de investigación que se realizó.

Toda investigación requiere plasmar todos los elementos utilizados en la misma, de esta manera, cuando sea necesario, cualquier persona que esté en una situación similar sepa que componente o fundamento debe utilizar. Los métodos, estudios socioeconómicos y análisis utilizados en el diseño de este proyecto ejecutivo son principalmente software, debido a que se debe calcular el tiempo y costo de la obra,

precios unitarios, mano de obra, época del año, etc., para llevar un control de la misma y así, de manera más concreta tener un juicio bastante amplio acerca del problema y la solución. Por lo tanto, en este capítulo se mencionaron algunos de esos elementos para facilitar el entendimiento de los cálculos obtenidos y mostrar así, una de las muchas maneras por la cual se resolverá la incógnita planteada desde el inicio de esta investigación.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se dará a conocer la metodología empleada para desarrollar esta investigación en base a un proyecto ejecutivo, así como su enfoque, alcance y diseño propios, al igual que los tipos de instrumentos utilizados para la

recopilación de datos, los cuales darán la pauta para describir el proceso de investigación llevado a cabo.

#### **4.1.- Método empleado.**

En la presente investigación se empleó el método científico, el cual lleva de por medio una serie de pasos o procesos a seguir para dar una respuesta científica a los problemas expuestos así mismo se dará uso a algunos instrumentos para llevar a cabo la investigación, ya que es necesaria la obtención de resultados variables que requieren un amplio razonamiento y una observación empírica para descubrir las condiciones actuales que presentan el proyecto. Estos pasos nos permite llevar a cabo nuestra investigación.

Según Mendieta (2005), el método propio de la investigación científica es el inductivo, ya que éste observa los fenómenos particulares para encontrar leyes o campos no descubiertos por el ser humano. La aplicación de este método es un proceso lento ya que se apoya en los conocimientos del propio investigador cuando este domina su materia y conoce bien el campo de acción en el cual va a realizar dicha investigación.

El método científico requiere siempre de una investigación, la cual es un estudio organizado sobre una materia, que responde a una metodología, a fin de descubrir hechos que permitan establecer o revisar una teoría o desarrollar un plan en acción a partir de los hechos descubiertos. Una vez obtenida la investigación se define el

problema, se realiza una hipótesis y se diseñan los experimentos para el análisis y así llegar a una conclusión e incluso a recomendaciones para los problemas.

#### **4.1.1.- Método analítico.**

Al igual que el método científico, también se incluyó el método analítico, ya que, este método es capaz de distinguir los elementos de un fenómeno y permite su observación, descripción, un examen crítico, la descomposición del fenómeno en particular, la enumeración de sus partes, la ordenación del mismo así como la clasificación ordinaria de cada uno de ellos por separado, para posteriormente con el uso de la experimentación establecer las leyes universales, a lo dicho por Jurado (2005).

#### **4.1.2.- Método matemático.**

Un modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos que emplea un formulas matemáticas para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre las variables para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

De acuerdo con lo que estableció Mendieta (2005), una de las primeras nociones conceptuales que capta el ser humano, es la noción de la cantidad, así mismo, continuamente sin darnos cuenta de que aplicamos un procedimiento científico, comparamos cantidades para obtener nociones derivadas de importancia, valor económico y capacidad. El método matemático se manifiesta en cualquier



investigación que utilice números de relaciones constantes, relaciones constantes o variedad de hipótesis. Estas se toman en cuenta para la afirmación o negación de alguna actividad.

#### **4.2.- Enfoque de la investigación.**

Podríamos definir como investigación al conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento. En base a lo establecido por Sampieri y Cols (2004), se utilizará un método cualitativo para la presente investigación, ya que, es un enfoque secuencial y probatorio.

Cada etapa del método cuantitativo precede a la siguiente y no es posible “brincar o saltarse” pasos, ya que el orden es riguroso aunque podemos redefinir alguna fase. Para este enfoque, lo primordial es partir de una idea a la cual podría decirse que se le irá dando forma, para luego definir los objetivos primordiales y las preguntas para la investigación.

Es enfoque cualitativo profundiza en el significado de los datos, su dispersión e interpretación, contextualización del entorno, los detalles y experiencias únicas, por lo tanto, al utilizar ambos enfoques se potencializa el desarrollo del conocimiento, la construcción de las teorías y la resolución del problema presente.

Si se utilizaran ambos enfoques, la investigación tendría un significado aun más grande, ya que el desarrollo del conocimiento, la construcción y elaboración de teorías

y la resolución de los problemas se potencializaría a un grado mayor, proporcionando la oportunidad de emitir un juicio más amplio sobre el tema.

#### **4.2.1.- Alcance de la investigación.**

Esta investigación se basa en un análisis de estudio descriptivo, ya que permite ordenar el resultado de las observaciones de las conductas, las características, los factores, los procedimientos y otras variables de fenómenos y hechos. Este tipo de investigación no tiene hipótesis exacta ya que, se fundamenta en una serie de análisis y pruebas. Este tipo de alcance es el más adecuado para fundamentar las investigaciones relacionadas entre sí, y también se pueden integrar mediciones de cada una de las incógnitas para lograr expresarlas en términos deseados, los cuales suministran información necesaria para producir estudios explicativos.

De acuerdo con Sampieri y Cols (2004), el procedimiento para el diseño de la investigación basada en el enfoque descriptivo, consiste en medir a un grupo de personas, fenómenos, situaciones, contextos dentro de una sola variable y proporcionar su descripción. Por lo tanto, los estudios son puramente descriptivos cuando establecen una hipótesis ya que estas son también descriptivas.

#### **4.2.2.- Diseño de la investigación.**

Con el propósito de responder a las preguntas de investigación planteadas y cumplir con los objetivos del estudio, se debe seleccionar o desarrollar un diseño de investigación específico. Los diseños cuantitativos pueden ser experimentales o no experimentales.

La presente investigación cuenta con un diseño no experimental del tipo transversal exploratorio debido a que, como menciona Sampieri y Cols (2004), se llevara una recopilación de datos en un momento único con el propósito de describir todas las variables que se presenten y analizar las circunstancias y su relación de variables en un momento dado, a su vez, en esta investigación fue necesario hacer varios estudios realizados en el campo.

#### **4.3.- Instrumentos de recopilación de información.**

Los instrumentos para la recopilación de información son aquellos documentos de soporte que permiten almacenar resultados para registrar la información recolectada en la investigación. Dichos instrumentos permiten hacer un mejor análisis de la información con fines estadísticos o para tomar decisiones. Existen diversos instrumentos que se pueden usar en las investigaciones, ya sea para la obtención de resultados o almacenamiento de los mismos.

En la presente investigación, se tendrán en cuenta instrumentos de topografía por ejemplo la estación total debido a que algunos estudios serán realizados en el campo tales como la nivelación, medición de superficies horizontales (planimetría) y verticales (altimetría), así como distancias, ángulos del terreno, inclinaciones, etc., para lo cual se hizo uso de programas de computo como Excel, AutoCAD, Opus CMS y Word.

#### **4.4.- Descripción del proceso de investigación.**

El origen de una investigación nace de la necesidad de buscar una solución para algún problema en particular en base a los objetivos que se desean alcanzar, puede tomar un rumbo cualitativo o cuantitativo, explicativo, correlacional, descriptivo o exploratorio llevando un orden de tal forma que se obtenga la solución del problema en cuestión.

La presente investigación nace debido a la observación de la decadencia de espacios públicos en la ciudad de Apatzingán, Mich., la cual se ve afectada por el crecimiento de la delincuencia organizada, y dicho proyecto puede ayudar a disminuir los índices de inseguridad e impulsar al desarrollo de nuevos espacios recreativos en otros sectores de la ciudad.

En la siguiente investigación se eligió un sitio abandonado y se planteo una solución basada en un proyecto gubernamental, el cual consiste en recuperar espacios, iniciando así con la visita al lugar en este caso Infonavit “Los Limones”, para determinar la topografía del terreno y el volumen de obra construido

En esta investigación se utilizo equipo topográfico para conocer las condiciones del terreno tales como la planimetría y altimetría; una vez obtenidos los datos del terreno se analizan y se distribuyen sus áreas para su máximo aprovechamiento, posteriormente con la ayuda de maquinaria pesada se llevó a cabo el proceso de demolición necesario para la depuración del lugar, ya que, cuenta con una obra que alcanzo su vida útil, por este motivo se determino que no era funcional.

Cabe destacar que para este proyecto no fue necesario hacer el uso del estudio de mecánica de suelos, debido a que el terreno cuenta con una capacidad de carga mayor a la que se requiere para una obra de esta magnitud. Esto permitió reducir el costo de la obra, sin embargo es necesario realizar este análisis cuando no se conozca el tipo de suelo que se tiene.

La elaboración de esta investigación surge de la necesidad de las personas pertenecientes al Infonavit “Los Limones” de tener un lugar para el desarrollo de su familia, en especial de los niños. Por lo cual, se buscó la manera de elaborar un proyecto ejecutivo que satisficiera dicha necesidad, de tal manera que beneficiaría no solamente a esa colonia, sino a las de los alrededores también.

Con esto, el objetivo principal de mejorar la calidad de vida de las personas, disminuir los índices de delincuencia, los riesgos de pérdidas humanas y económicas a las que son sujetos año con año se puede llevar a cabo, debido a que se hicieron varios análisis de los cuales, solamente se eligió el que se adecuaba más a las necesidades sociales de ese entorno.

Para esto se recurrió al método de recopilación de datos y el método científico antes mencionados, los cuales llevan de por medio una serie de pasos o procesos a seguir para dar una respuesta. La investigación documental fue necesaria para conocer las opciones de solución que se consideraron dentro del desarrollo de esta tesis, tomando en cuenta las características del entorno y sus necesidades. Con esta información fue posible desarrollar el marco teórico de esta investigación.

La observación cuantitativa y la investigación de campo, permitieron conocer el entorno, las zonas afectadas y susceptibles a problemas económicos y sociales así como sus características con la finalidad de cuantificar los problemas y determinar una solución, en la cual, los beneficios deben ser mayores que los costos en base a un análisis costo-beneficio previamente mencionado.

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario utilizar programas de computadora que, con la información necesaria permitieron elaborar la parte teórica y los cálculos matemáticos, como lo son Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel respectivamente. Así mismo, se llegó a la conclusión que da respuesta a la pregunta de investigación planeada al inicio de esta investigación y se cumple con el objetivo general de la misma.

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se presentan los resultados que fueron obtenidos con la investigación, así como la solución adecuada el desarrollo de un proyecto ejecutivo para la recuperación de un espacio público convirtiéndolo en un lugar para el desarrollo

social principalmente el juvenil en el Infonavit de “Los Limones” ubicado dentro de la ciudad de Apatzingán, Michoacán.

Con base en los lineamientos, se determinó la rentabilidad del proyecto aplicando la metodología costo-beneficio, la cual es una disciplina técnica que se utiliza para evaluar en el caso de una propuesta o proyecto. Por lo tanto, se cuantificaron, valoraron e identificaron los costos y beneficios sociales basados en obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana.

Los beneficios sociales se determinaron en base a las actividades tanto económicas como sociales que se llevan a cabo dentro de la ciudad de Apatzingán, específicamente en el entorno donde se pretende llevar a cabo el proyecto de esta investigación, teniendo como idea principal aprovechar al máximo el gran espacio que está ahí y que tendrá las instalaciones propias para hacer y practicar el deporte.

Con la construcción del proyecto se optimizarán las acciones que se ejercen en la comunidad como son:

1. Mejoramiento en el servicio de educación preescolar.
2. Atención a los adultos mayores.
3. Proteger a los niños en riesgo de trabajo infantil canalizando la energía de los jóvenes actitudes positivas que:
4. Eviten la delincuencia.
5. Eviten la drogadicción.

## 6. Mejoren sus condiciones de desarrollo.

Es importante señalar que también se generarán beneficios indirectos, los cuales son significativos y positivos.

El mejoramiento en el servicio de educación preescolar destaca en que, al lado del espacio para el proyecto ejecutivo se encuentra un Jardín de Niños, el cual no cuenta con las instalaciones adecuadas para el desarrollo de los niños en formación. Así mismo, se puede dar atención a los adultos mayores que viven en ese entorno haciendo actividades físicas dentro de sus posibilidades.

La protección de los niños contra el trabajo infantil, la delincuencia y la drogadicción, son unos de los factores principales por los cuales se optó la elaboración de este proyecto. De esta manera, al mejorar las condiciones de vida así como el desarrollo de los pequeños ciudadanos de esta ciudad, traerá como consecuencia la extinción paulatina de los crímenes llevados a cabo dentro de este espacio público.

Por lo tanto, en base a los daños evitados asociados a la alternativa de solución propuesta, el costo del proyecto se estimó tanto con precios sociales considerando que estos difieren de los costos de mercado únicamente en el impuesto como con el I.V.A., que actualmente es del 16% del costo de la obra a realizar. A continuación se presenta un cuadro con números generadores en el cual se muestran los conceptos que se deben considerar para la construcción del espacio multiusos “Los Limones”. Así mismo, se muestran las tarjetas de los precios de cada uno de los apartados que



componen el presupuesto y el calendario de obra donde se estipula el tiempo que llevara la construcción, tomando en cuenta los rendimientos y los avances que se pueden tener en cada tarea a realizar que se estima en 5 semanas.

CATÁLOGO DE CONCEPTOS					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	DEMOLICIÓN DE MUROS DE CONCRETO CON RETROEXCAVADORA CARGADORA EQUIPADA CON MARTILLO. INCLUYE EQUIPO DE CORTE PARA ACERO.	Lte.	1	\$45,000.00	\$45,000.00
2	LIMPIEZA DEL TERRENO CON RETIRO DE MATERIAL PRODUCIDO DE DEMOLICIÓN. INCLUYE ACARREÓ A 4 km DEL LUGAR.	m <sup>3</sup>	298.9	\$107.16	\$32,029.14
3	SOBRE ACARREÓ DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN.	m <sup>3</sup> /km	298.9	\$100.88	\$30,152.11
4	LIMPIA, TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO POR MEDIOS MANUALES PARA EL DESPLANTE DE ESTRUCTURAS ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES Y REFENCIAS, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	m <sup>2</sup>	912	\$9.93	\$9,053.42
5	HABILITADO DE SUPERFICIE DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, MEDIANTE MEDIOS MANUALES. INCLUYE PICADO DE LA SUPERFICIE PARA UNA MEJOR ADHERENCIA DE LA NUEVA CAPA DE CONCRETO.	m <sup>2</sup>	630.8	\$26.52	\$16,730.39
6	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE fc=200 kg/cm <sup>2</sup> 10 cms DE ESPESOR PROMEDIO. INCLUYE CORTE, CALAFATEO Y VIBRADO.	m <sup>2</sup>	608	\$320.97	\$195,151.12
7	COLOCACIÓN DE JARDINERA DE MAMPOSTERIA. INCLUYE JUNTEADO Y APLANADO DE MORTERO 1:4 CON DIMENSIONES DE 4x0.70 x 0.50 cms.	m <sup>2</sup>	4	\$1,123.27	\$4,493.08
8	SUMINISTRO DE PASTO ESTILO WASHINGTON. INCLUYE RELLENO DE TOPURE	pza	4	\$398.10	\$1,592.40
9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TABLERO PARA CANCHA, INCLUYE TABLERO DE CED30, REDONDO DE 4", RECUBIERTO CON PRIMER A DOS MANOS Y PINTURA ANTICORROSIVA COLOR BLANCO, MARCA COMEX O SIMILAR, INCLUYE ADEMAS TABLEROS CON ESTRUCTURA DE MADERA CON ARO Y PINTURA ESMALTE ANTICORROSIVA, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	Pza	2	\$21,027.93	\$42,055.86
10	COLOCACIÓN DE PINTURA DE LA CANCHA DE USOS MÚLTIPLES.	Lte,	1	\$4,960.00	\$4,960.00
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CERCA DE MALLA TIPO INDE DE 2.5 mts DE ALTURA. INCLUYE POSTE A CADA 2.5 DE DISTANCIA c@c.	m <sup>2</sup>	100	\$337.23	\$33,723
12	SUMISTRO E INTALACIÓN DE LAMPARAS CON FOTOCELDAS. INCLUYE EL POSTE.	Pza	4	\$4,021.00	\$16,083.98
13	SUMISTRO E INTALACIÓN DE BANCAS DE HERRERIA (PTR 2X2) AHOGADAS EN CONCRETO.	Pza	8	\$2,162.42	\$17,299.36
				<b>Sub-Total</b>	<b>\$448,323.88</b>
				<b>I.V.A (16%)</b>	<b>\$71,731.82</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$520,055.70</b>

**Tabla 5.1.** Catálogo de conceptos para una cancha de usos múltiples.

Fuente: Propia

## 5.1 Tablas de precios unitarios que componen el catálogo de conceptos.

<b>Concepto 2: LIMPIEZA DEL TERRENO CON RETIRO DE MATERIAL PRODUCIDO DE DEMOLICIÓN. INCLUYE ACARREÓ A 4 km DEL LUGAR.</b>					
<b>Costo de mano de obra</b>					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
2 Peon	\$200	14	m <sup>3</sup> /jor	\$29	
2/10 de cabo	\$130	14	m <sup>3</sup> /jor	\$18.57	
3% desgaste de herramienta				\$1.41	
				TOTAL	\$50.01
<b>Costo de maquinaria</b>					
Mano de obra	Precio de Renta	Rendimiento	Unidad	Costo	
Volteo 13m3	\$800	14	m <sup>3</sup> /jor	\$57	
				TOTAL	\$57.14
				Sub-TOTAL	\$107.16

**Tabla 5.1.1** Concepto #2 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

<b>CONCEPTO 3: SOBRE ACARREÓ DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN.</b>					
<b>Costo de mano de obra</b>					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
2 Peon	\$200	14	m <sup>3</sup> /jor	\$29	
1/10 de cabo	\$130	14	m <sup>3</sup> /jor	\$9.29	
3% desgaste de herramienta				\$1.14	
				TOTAL	\$40.16
<b>Costo de maquinaria</b>					
Mano de obra	Precio de Renta	Rendimiento	Unidad	Costo	
Volteo 13m3	\$850	14	m <sup>3</sup> /jor	\$61	
				TOTAL	\$60.71
				Sub-TOTAL	\$100.88

**Tabla 5.1.2** Concepto #3 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

**CONCEPTO 4:** LIMPIA, TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO POR MEDIOS MANUALES PARA EL DESPLANTE DE ESTRUCTURAS ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES Y REFERENCIAS, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.

Costo de materiales				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Cal	kg.	0.30	\$0.68	\$0.20
BARROTE 1.5"X4"X8'	pza.	0.03	\$28.50	\$0.86
Hilo	m.	0.33	\$4.90	\$1.62
			<b>TOTAL</b>	<b>\$3.44</b>

Costo de mano de obra					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
1 Oficial de primera	\$300	100	m <sup>2</sup> /jor	\$3	
1 Peon	\$200	100	m <sup>2</sup> /jor	\$2	
1/10 de cabo	\$130	100	m <sup>2</sup> /jor	\$1.30	
3% desgaste de herramienta				\$0.19	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$6.49</b>	
				<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$9.93</b>

**Tabla 5.1.3** Concepto #4 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

**CONCEPTO 5:** HABILITADO DE SUPERFICIE DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, MEDIANTE MEDIOS MANUALES. INCLUYE PICADO DE LA SUPERFICIE PARA UNA MEJOR ADHERENCIA DE LA NUEVA CAPA DE CONCRETO.

Costo de mano de obra					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
1 Oficial de primera	\$300	40	m <sup>2</sup> /jor	\$8	
3 Peon	\$200	40	m <sup>2</sup> /jor	\$15	
1/10 de cabo	\$130	40	m <sup>2</sup> /jor	\$3.25	
3% desgaste de herramienta				\$0.77	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$26.52</b>	
				<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$26.52</b>

**Tabla 5.1.4** Concepto #5 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

**CONCEPTO 6:** SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE  $f_c=200$  kg/cm<sup>2</sup> 10 cms DE ESPESOR PROMEDIO. INCLUYE CORTE, CALAFATEO Y VIBRADO.

Costo de materiales				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Arena	m3	0.04	\$166.67	\$7.17
Grava	m3	0.072	\$166.67	\$11.93
Malla	m2	1.000	\$37.50	\$37.50
Cemento	ton	0.043	\$2,200.00	\$95.48
Agua	m3	0.211	\$39.00	\$8.23
Sellador	lt	0.04	\$33.00	\$1.32
			<b>TOTAL</b>	<b>\$161.63</b>

Costo de mano de obra				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
1 Oficial de primera	\$300	14	m <sup>3</sup> /jor	\$21
4 Peon	\$200	14	m <sup>3</sup> /jor	\$57
2/10 de cabo	\$130	14	m <sup>3</sup> /jor	\$18.57
3% desgaste de herramienta				\$2.91
			<b>TOTAL</b>	<b>\$100.06</b>

Costo de maquinaria				
Mano de obra	Precio de Renta	Rendimiento	Unidad	Costo
Revolvedora	\$750	14	m <sup>3</sup> /jor	\$54
Cortadora	\$200	140	ml/jor	\$6
			<b>TOTAL</b>	<b>\$59.29</b>
			<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$320.97</b>

**Tabla 5.1.5** Concepto #6 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

**CONCEPTO 7:** COLOCACIÓN DE JARDINERA DE MAMPOSTERIA. INCLUYE JUNTEADO Y APLANADO DE MORTERO 1:4 CON DIMENSIONES DE 4x0.70 x 0.80 cms.

Costo de materiales mortero 1:4				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Arena	m3	1.242	\$166.67	\$207.00
Cemento	ton	0.309	\$2,200.00	\$679.80
Agua	m3	0.377	\$39.00	\$14.70
			<b>TOTAL</b>	<b>\$901.51</b>

Costo de mano de obra				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
2 Peon	\$200	8	m <sup>3</sup> /jor	\$50
2/10 de cabo	\$130	8	m <sup>3</sup> /jor	\$32.50
3% desgaste de herramienta				\$2.48
			<b>TOTAL</b>	<b>\$84.98</b>

**Sub-TOTAL**      **\$986.48**

Costo de materiales				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Mortero (junta)	m3	0.0122	\$986.48	\$12.04
Tabique	millar	0.031	\$2,200.00	\$68.20
Mortero (repellado)	ton	0.022	\$986.48	\$21.70
			<b>TOTAL</b>	<b>\$101.94</b>

Costo de mano de obra				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
1 Oficial de primera	\$300	12	pza/jor	\$25
1 Peon	\$200	12	pza/jor	\$17
1/10 de cabo	\$130	12	pza/jor	\$10.83
3% desgaste de herramienta				\$1.58
			<b>TOTAL</b>	<b>\$54.08</b>

**Sub-TOTAL**      **\$156.01**

**Tabla 5.1.6** Concepto #7 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

<b>CONCEPTO 8: SUMINISTRO DE PASTO ESTILO WASHINGTON. INCLUYE RELLENO DE TOPURE</b>					
<b>Costo de materiales</b>					
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo	
Topure	m <sup>3</sup>	1.18	\$100.00	\$118.40	
Pasto	M <sup>2</sup>	1.48	\$15.00	\$22.20	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$140.60</b>	
<b>Costo de mano de obra</b>					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
1 Oficial de primera	\$300	2	pza/jor	\$150	
1 Ayudante	\$200	2	pza/jor	\$100	
3% desgaste de herramienta				\$7.50	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$257.50</b>	
				<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$398.10</b>

**Tabla 5.1.7** Concepto #8 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

<b>CONCEPTO 10: COLOCACIÓN DE PINTURA DE LA CANCHA DE USOS MÚLTIPLES.</b>					
<b>Costo de materiales</b>					
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo	
Pintura	lt	21	\$54.00	\$1,134.00	
Brocha	pza	3	\$24.00	\$72.00	
Hilo	pza	1	\$72.00	\$72.00	
Tiner	lt	10	\$18.00	\$180.00	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$1,458.00</b>	
<b>Costo de mano de obra</b>					
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo	
1 Oficial de primera	\$450	0.25	lte/jor	\$1,800	
2 Peon	\$200	0.25	lte/jor	\$1,600	
3% desgaste de herramienta				\$102.00	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$3,502.00</b>	
				<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$4,960.00</b>

**Tabla 5.1.8** Concepto #10 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

<b>CONCEPTO 11: SUMINISTRO Y COLOCACION DE CERCA DE MALLA TIPO INDE DE 2.5 mts DE ALTURA.</b>				
<b>Costo de materiales</b>				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Malla 2.5X2.5	m <sup>2</sup>	1.00	\$181.78	\$ 181.78
Abrazadera Y Tornillo	pza	0.90	\$28.03	\$ 25.23
Tapon de plastico	pza	0.18	\$4.56	\$ 0.82
Poste de acero	ml	0.54	\$116.06	\$ 62.67
Concreto	pza	0.04	\$ 1,154.03	\$ 41.55
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 311.23</b>
<b>Costo de mano de obra</b>				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
1 Oficial de primera	\$450	25	m <sup>2</sup> /jor	\$18
3 Peon	\$200	25	m <sup>2</sup> /jor	\$8
3% desgaste de herramienta				
			<b>TOTAL</b>	<b>\$26.00</b>
<b>Sub-TOTAL</b>				<b>\$337.23</b>

**Tabla 5.1.9** Concepto #11 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia



<b>CONCEPTO 12: SUMISTRO E INTALACIÓN DE LAMPARAS CON FOTOCELIDAS. INCLUYE EL POSTE.</b>				
Dado de concreto				
Costo de materiales				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Arena	m <sup>3</sup>	0.023	\$166.67	\$3.78
Grava	m <sup>3</sup>	0.041	\$166.67	\$6.83
Cemento	ton	0.022	\$2,200.00	\$48.40
Cimbra	m <sup>2</sup>	1.200	\$94.50	\$113.40
Acero (var. #6)	ton	0.0081	\$14,000.00	\$113.40
Agua	m <sup>3</sup>	0.011	\$39.00	\$0.43
			<b>TOTAL</b>	<b>\$286.25</b>
Costo de mano de obra				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
1 Oficial de primera	\$300	4	pza/jor	\$75
1 Peon	\$200	4	pza/jor	\$50
3% desgaste de herramienta				\$3.75
			<b>TOTAL</b>	<b>\$128.75</b>
			<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$415.00</b>
Costo de materiales				
Materiales	Unidades	Cantidad	Precio	Costo
Fotocelda	lt	1	\$500.00	\$500.00
Lampara 85w	pza	1	\$200.00	\$200.00
Poste de acero	pza	1	\$1,670.00	\$1,670.00
Dado de concreto	pza	1	\$415.00	\$415.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$2,785.00</b>
Costo de mano de obra				
Mano de obra	Salario por jornada	Rendimiento	Unidad	Costo
1 Oficial de primera	\$600	1	pza/jor	\$600
2 Peon	\$300	1	pza/jor	\$600
3% desgaste de herramienta				\$36.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$1,236.00</b>
			<b>Sub-TOTAL</b>	<b>\$4,021.00</b>

**Tabla 5.1.10** Concepto #12 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

<b>CONCEPTO 13: SUMISTRO E INTALACIÓN DE BANCAS DE HERRERIA AHOGADAS EN CONCRETO.</b>				
<b>Costo de materiales</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo</b>
Acero (PTR 2x2)	ml	24	\$43.83	\$1,051.92
Soldadura	pza	1	\$235.00	\$235.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$1,286.92</b>
<b>Costo de mano de obra</b>				
<b>Mano de obra</b>	<b>Salario por jornada</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
1 Oficial de primera	\$450	1	lte/jor	\$450
1 Peón	\$200	1	lte/jor	\$400
3% desgaste de herramienta				\$25.50
			<b>TOTAL</b>	<b>\$875.50</b>
				<b>Sub-TOTAL</b>
				<b>\$2,162.42</b>

**Tabla 5.1.11** Concepto #13 del catálogo de conceptos.

Fuente: Propia

El beneficio total esperado del proyecto en precios sociales es de \$520,055.80 pesos aproximadamente ya que, los conceptos considerados pueden variar en base a las características del terreno, así también, como el costo de los mismos puede variar conforme al paso del tiempo. El costo total de la obra forma parte del flujo de beneficios netos del proyecto a evaluar.

Luego de presentar los datos anteriores, se puede apreciar que, para la elaboración de un proyecto ejecutivo, es necesario plantear primeramente los conceptos que se van a utilizar para posteriormente entrelazarlos con los datos arrojados por las medidas del terreno. Como se puede apreciar en este proyecto, los conceptos que se manejaron son pocos debido a las condiciones que presento el terreno sobre el cual se trabajó.

La demolición fue hecha con una retroexcavadora equipada con martillo hidráulico y una cortadora de metal, lo cual hizo más fácil romper el concreto y cortar el acero. Debido a esto, la demolición fue más rápida, sin embargo, aumento el costo del equipo pero se disminuyó la mano de obra, así como el rápido desalojo de cascajo para continuar construyendo, lo cual arrojó un costo de \$45,000 pesos en precio social (el precio de este concepto fue cotizado mediante una empresa especializada en la materia, por tal motivo no se presenta la tarjeta del concepto).

Se tomó en cuenta la ubicación de la construcción debido a que se encontraba entre un jardín de niños y una residencia privada, siendo esto, un limitante ya que se podrían generar problemas a los vecinos debido al ruido, lo cual no sucedió en este caso.

Para acelerar el costo de demolición se apuntaló y se demolió por partes la edificación, se cortó el acero de refuerzo (la varilla) para facilitar el proceso y el material de desperdicio resultante se cargó con la misma maquinaria que hizo la demolición, siendo esto una demolición total o por lote, la cual redujo el costo económico de esta obra.

Al llevar a cabo la demolición de un techo, se requiere cuidar el resto de la construcción y se tuvo que apuntalar los pisos de abajo para que no se sobrecargaran y se dañara la estructura de abajo, ya que esta representaba una gran ayuda para la elaboración de la cancha de usos múltiples.

La limpieza, trazo, nivelación y habilitación del terreno fueron muy importantes, debido a las condiciones y características que debe llevar la construcción. El acarreo también se divide en varias partes ya que puede ser primero acarreo hasta el camión y luego acarreo fuera de la obra y dependiendo de la zona es la distancia al tiradero más cercano y esto varía el costo. Para esto consideramos un centro de desperdicios a una distancia de 4 kilómetros, el cual hace costeable el proyecto, con un total de \$9,053.42 pesos en precio social aproximadamente.

Una vez conseguida la habilitación del terreno, se procedió al suministro y colocación de una capa de concreto simple con un esfuerzo a la compresión ( $F'C$ ) igual a 200 kg/cm<sup>2</sup> con una altura promedio de 10 cm, al cual se le hará un proceso de vibrado, el cual consiste esencialmente en la eliminación de aire atrapado dentro del concreto.

Posteriormente, se hicieron cortes en la plancha de concreto antes mencionada ya que, es un sistema de juntas adecuado que puede eliminar la posibilidad de agrietamiento aleatorio en el piso. Por último, se llevó a cabo el calafateo de la plancha antes mencionada, lo cual implica rellenar o cerrar las grietas, fisuras o hendiduras hechas intencionalmente en el corte del concreto para evitar que penetre el agua mediante un sellador de extensibilidad baja, lo cual produjo un costo de \$195,151.12 pesos en precio social.

La cancha de usos múltiples se equipó con un tablero tanto para fútbol como para básquetbol (véase anexo 3) el cual estaba recubierto con pintura anticorrosiva al

igual que el aro. Se decidió instalar unas jardineras de mampostería que incluyen el suministro de pasto tipo Washington para darle un mejor aspecto a la cancha, así como unas bancas de metal PTR 4" con pintura anticorrosiva para el uso de la comunidad, con un costo de \$ 68 457 pesos en precio social aproximadamente.

Como el objetivo principal de este proyecto es ampliar la seguridad de la zona así como mejorar la calidad de vida, se decidió instalar una serie de postes con alumbrado, los cuales tienen foto-celdas que permiten hacer el uso del alumbrado adecuadamente sin tener que emplear las instalaciones de CFE ni el personal adecuado para su manejo. De igual manera se tomaron medidas de seguridad como la instalación de mallas de acero de 20 m de largo x 2.5 m de alto que rodean la cancha de usos múltiples, por lo que se generó un gasto parcial de \$33,723 pesos en precio social.

Los costos del proyecto a precio de mercado son estimados en \$520,055.80 pesos, que se distribuirán en un programa de inversión de 1 mes, lapso en el cual será llevada a cabo la construcción, dentro del cual, las instituciones gubernamentales apoyaran con el 80% del costo total de la obra, mientras que el otro 20% será ocupado por la aportación social de las colonias ubicadas a los alrededores.

Como puede observarse, la inversión de capital es muy grande, sin embargo, los beneficios que se generan con ella son bastante amplios al facilitar el desarrollo de los niños así como de los jóvenes que hagan uso de dichas instalaciones. Podría pensarse de una manera muy pesimista que el costo del proyecto puede superar los

beneficios puesto que por ahora, las familias beneficiadas serian pocas, sin embargo, teniendo en cuenta el desarrollo demográfico de la ciudad, se estima que dentro de unos 5 años las familias que viven cerca de la zona del proyecto se triplicaran, por lo cual se considera que el proyecto es fiable.

Así mismo, se considera la posibilidad de una subestimación de costos y beneficios. En el caso de los costos, la posibilidad de subestimación es baja ya que el costo de la obra se determinó por medio del análisis de precios unitarios por conceptos de obra y aun así, se consideró esta posibilidad con un factor de incremento en los costos del 10%.

Los beneficios fueron considerados con la posibilidad de una sobreestimación de los daños esperados con factores de decremento del 10%. Por lo que se estableció la posibilidad de cambios pesimistas y optimistas en cuanto a costo-beneficio, donde se plantean dos escenarios, uno pesimista y otro optimista. Por lo tanto, una vez analizados y tomados en cuenta ambos escenarios, se concluye que el proyecto es económicamente viable, considerándolo factible.

## **5.2 Números generadores.**

Los números generadores indican la cantidad de obra a ejecutar, y así mismo, son necesarios para cuantificar los avances de la construcción para elaborar las estimaciones que pueden efectuarse semanales, quincenales o mensuales según los acuerdos a los que se llegué en el contrato. A continuación se presentan los números generadores de cada concepto que comprenden al catálogo.

Numeros Generados							
NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"							
LOCALIDAD:	Apatzingán		ESTADO:		Michoacán		
MUNICIPIO:	Apatzingán		UBICACIÓN:		"Los Limones"		
					TOTAL	UNIDAD	
					149.45	m <sup>3</sup>	
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
DEMOLICIÓN DE MUROS DE CONCRETO CON RETROEXCAVADORA CARGADORA EQUIPADA CON MARTILLO. INCLUYE EQUIPO DE CORTE PARA ACERO.	A	2>3	0.15	6	3	2.7	VER ANEXO 1
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
		7>8	0.15	4	3	1.8	
		B	3	0.3	0.3	3	
	4		0.3	0.3	3	0.27	
	5		0.3	0.3	3	0.27	
	6		0.3	0.3	3	0.27	
	C	7>8	0.15	4	3	1.8	
	D	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	E	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	F	2>3	0.15	6	3	2.7	
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
	2	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
		B>C	0.15	1.7	3	0.765	
		C>D	0.15	4.3	3	1.935	
		D>E	0.15	6	3	2.7	
		E>F	0.15	1.85	3	0.833	
	7	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
		B>C	0.15	1.55	3	0.698	
		C>D	0.15	4.3	3	1.935	
		D>E	0.15	6	3	2.7	
E>F		0.15	1.85	3	0.833		
8	A>C	0.15	7.4	3	3.33		
AREA DE LOSA		630.8	m <sup>2</sup>	0.15	94.62		

**Tabla 5.2.1** Número generador de la demolición.

Fuente: Propia

Numeros Generados							
<b>NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"</b>							
LOCALIDAD:	Apatzingán		ESTADO:		Michoacán		
MUNICIPIO:	Apatzingán		UBICACIÓN:		"Los Limones"		
					TOTAL	UNIDAD	
					149.45	m <sup>3</sup>	
F. Abundamiento 100%							
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
LIMPIEZA DEL TERRENO CON RETIRO DE MATERIAL PRODUCIDO DE DEMOLICIÓN. INCLUYE ACARREÓ A 4 km DEL LUGAR.	A	2>3	0.15	6	3	2.7	VER ANEXO 1
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
		7>8	0.15	4	3	1.8	
	B	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	C	7>8	0.15	4	3	1.8	
	D	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	E	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	F	2>3	0.15	6	3	2.7	
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
	2	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
		B>C	0.15	1.7	3	0.765	
		C>D	0.15	4.3	3	1.935	
		D>E	0.15	6	3	2.7	
		E>F	0.15	1.85	3	0.833	
	7	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
B>C		0.15	1.55	3	0.698		
C>D		0.15	4.3	3	1.935		
D>E		0.15	6	3	2.7		
E>F		0.15	1.85	3	0.833		
8	A>C	0.15	7.4	3	3.33		
AREA DE LOSA		630.8	m <sup>2</sup>	0.15	94.62		

**Tabla 5.2.2** Número generador de limpieza de la demolición.

Fuente: Propia



Numeros Generados							
<b>NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"</b>							
LOCALIDAD: Apatzingán		ESTADO: Michoacán		TOTAL		UNIDAD	
MUNICIPIO: Apatzingán		UBICACIÓN: "Los Limones"		149.45		m <sup>3</sup>	
F. Abundamiento 100%							
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
SOBRE ACARREÓ DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN.	A	2>3	0.15	6	3	2.7	VER ANEXO 1
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
		7>8	0.15	4	3	1.8	
	B	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	C	7>8	0.15	4	3	1.8	
	D	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	E	3	0.3	0.3	3	0.27	
		4	0.3	0.3	3	0.27	
		5	0.3	0.3	3	0.27	
		6	0.3	0.3	3	0.27	
	F	2>3	0.15	6	3	2.7	
		3>4	0.15	6	3	2.7	
		4>5	0.15	6	3	2.7	
		5>6	0.15	6	3	2.7	
		6>7	0.15	6	3	2.7	
	2	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
		B>C	0.15	1.7	3	0.765	
		C>D	0.15	4.3	3	1.935	
		D>E	0.15	6	3	2.7	
		E>F	0.15	1.85	3	0.833	
	7	A>B	0.15	5.85	3	2.633	
		B>C	0.15	1.55	3	0.698	
		C>D	0.15	4.3	3	1.935	
		D>E	0.15	6	3	2.7	
		E>F	0.15	1.85	3	0.833	
	8	A>C	0.15	7.4	3	3.33	
	AREA DE LOSA		630.8	m <sup>2</sup>	0.15	94.62	

**Tabla 5.2.3** Número generador del sobre acarreó.

Fuente: Propia

Numeros Generados

NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"

LOCALIDAD: Apatzingán  
MUNICIPIO: Apatzingán

ESTADO: Michoacán  
UBICACIÓN: "Los Limones"

TOTAL	UNIDAD
912.00	m <sup>3</sup>

CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
LIMPIA, TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO POR MEDIOS MANUALES PARA EL DESPLANTE DE ESTRUCTURAS ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES Y REFERENCIAS, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	A	1-2	-	2	-	12	VER ANEXO 1
	1	A-B	-	6	-		
	A	2-3	-	6	-	36	
	2	A-B	-	6	-		
	A	3-4	-	6	-	36	
	3	A-B	-	6	-		
	A	4-5	-	6	-	36	
	4	A-B	-	6	-		
	A	5-6	-	6	-	36	
	5	A-B	-	6	-		
	A	6-7	-	6	-	36	
	6	A-B	-	6	-		
	A	7-8	-	4	-	24	
	7	A-B	-	6	-		
	A	8-9	-	2	-	12	
	8	A-B	-	6	-		
	B	1-2	-	2	-	3.4	
	1	B-C	-	1.7	-		
	B	2-3	-	6	-	10.2	
	2	B-C	-	1.7	-		
	B	3-4	-	6	-	10.2	
	3	B-C	-	1.7	-		
	B	4-5	-	6	-	10.2	
	4	B-C	-	1.7	-		
	B	5-6	-	6	-	10.2	
	5	B-C	-	1.7	-		
	B	6-7	-	6	-	10.2	
	6	B-C	-	1.7	-		
	B	7-8	-	4	-	6.8	
	7	B-C	-	1.7	-		
	B	8-9	-	2	-	3.4	
	8	B-C	-	1.7	-		
	C	1-2	-	2	-	8.6	
	1	C-D	-	4.3	-		
	C	2-3	-	6	-	25.8	
	2	C-D	-	4.3	-		
	C	3-4	-	6	-	25.8	
	3	C-D	-	4.3	-		
	C	4-5	-	6	-	25.8	
	4	C-D	-	4.3	-		
C	5-6	-	6	-	25.8		
5	C-D	-	4.3	-			
C	6-7	-	6	-	25.8		
6	C-D	-	4.3	-			
C	7-8	-	4	-	17.2		
7	C-D	-	4.3	-			
C	8-9	-	2	-	8.6		
8	C-D	-	4.3	-			

LIMPIA, TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO POR MEDIOS MANUALES PARA EL DESPLANTE DE ESTRUCTURAS ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES Y REFERENCIAS, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	D	1-2	-	2	-	12	VER ANEXO 1
	1	D-E	-	6	-		
	D	2-3	-	6	-	36	
	2	D-E	-	6	-		
	D	3-4	-	6	-	36	
	3	D-E	-	6	-		
	D	4-5	-	6	-	36	
	4	D-E	-	6	-		
	D	5-6	-	6	-	36	
	5	D-E	-	6	-		
	D	6-7	-	6	-	36	
	6	D-E	-	6	-		
	D	7-8	-	4	-	24	
	7	D-E	-	6	-		
	D	8-9	-	2	-	12	
	8	D-E	-	6	-		
	E	1-2	-	2	-	4	
	1	E-F	-	2	-		
	E	2-3	-	6	-	12	
	2	E-F	-	2	-		
	E	3-4	-	6	-	12	
	3	E-F	-	2	-		
	E	4-5	-	6	-	12	
	4	E-F	-	2	-		
	E	5-6	-	6	-	12	
	5	E-F	-	2	-		
	E	6-7	-	6	-	12	
	6	E-F	-	2	-		
	E	7-8	-	4	-	8	
	7	E-F	-	2	-		
	E	8-9	-	2	-	4	
	8	E-F	-	2	-		
	F	1-2	-	2	-	4	
	1	F-G	-	2	-		
	F	2-3	-	6	-	12	
	2	F-G	-	2	-		
	F	3-4	-	6	-	12	
	3	F-G	-	2	-		
	F	4-5	-	6	-	12	
	4	F-G	-	2	-		
	F	5-6	-	6	-	12	
	5	F-G	-	2	-		
	F	6-7	-	6	-	12	
	6	F-G	-	2	-		
	F	7-8	-	4	-	8	
	7	F-G	-	2	-		
	F	8-9	-	2	-	4	
	8	F-G	-	2	-		
G	1-2	-	2	-	7.7895		
1	G-H	-	4	-			
G	2-3	-	6	-	20.8421		
2	G-H	-	3.79	-			
G	3-4	-	6	-	17.0526		
3	G-H	-	3.16	-			
G	4-5	-	6	-	13.2632		
4	G-H	-	2.53	-			
G	5-6	-	6	-	9.4737		
5	G-H	-	1.89	-			
G	6-7	-	6	-	5.6842		
6	G-H	-	1.26	-			
G	7-8	-	4	-	1.6842		
7	G-H	-	0.63	-			
G	8-9	-	2	-	0.2105		
8	G-H	-	0.21	-			

**Tabla 5.2.4** Número generador del trazo y nivelación.

Fuente: Propia

**Numeros Generados**

**NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"**

LOCALIDAD: Apatzingán

ESTADO: Michoacán

MUNICIPIO: Apatzingán

UBICACIÓN: "Los Limones"

TOTAL	UNIDAD
608.00	m <sup>2</sup>

CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
HABILITADO DE SUPERFICIE DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, MEDIANTE MEDIOS MANUALES. INCLUYE PICADO DE LA SUPERFICIE PARA UNA MEJOR ADHERENCIA DE LA NUEVA CAPA DE CONCRETO.	C	3>4	-	1.4	0.1	2.380	VER ANEXO 2
	3	C>D	-	1.7	0.1		
	C	4>5	-	4	0.1	6.800	
	4	C>D	-	1.7	0.1		
	C	5>6	-	4.4	0.1	7.480	
	5	C>D	-	1.7	0.1		
	C	6>7	-	4	0.1	6.800	
	6	C>D	-	1.7	0.1		
	C	7>8	-	4.4	0.1	7.480	
	7	C>D	-	1.7	0.1		
	C	8>9	-	4	0.1	6.800	
	8	C>D	-	1.7	0.1		
	C	9>10	-	4.4	0.1	7.480	
	9	C>D	-	1.7	0.1		
	C	10>11	-	4	0.1	6.800	
	10	C>D	-	1.7	0.1		
	C	11>12	-	1.4	0.1	2.380	
	11	C>D	-	1.7	0.1		
	D	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
	3	D>E	-	2.5	0.1		
	D	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	D>E	-	2.5	0.1		
	D	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	D>E	-	2.5	0.1		
	D	6>7	-	4	0.1	10.000	
	6	D>E	-	2.5	0.1		
	D	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
	7	D>E	-	2.5	0.1		
	D	8>9	-	4	0.1	10.000	
	8	D>E	-	2.5	0.1		
	D	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
	9	D>E	-	2.5	0.1		
	D	10>11	-	4	0.1	10.000	
	10	D>E	-	2.5	0.1		
	D	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
	11	D>E	-	2.5	0.1		
	E	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
	3	E>F	-	2.5	0.1		
	E	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	E>F	-	2.5	0.1		
	E	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	E>F	-	2.5	0.1		
	E	6>7	-	4	0.1	10.000	
	6	E>F	-	2.5	0.1		
E	7>8	-	4.4	0.1	11.000		
7	E>F	-	2.5	0.1			
E	8>9	-	4	0.1	10.000		
8	E>F	-	2.5	0.1			
E	9>10	-	4.4	0.1	11.000		
9	E>F	-	2.5	0.1			
E	10>11	-	4	0.1	10.000		
10	E>F	-	2.5	0.1			
E	11>12	-	1.4	0.1	3.500		
11	E>F	-	2.5	0.1			

HABILITADO DE SUPERFICIE DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, MEDIANTE MEDIOS MANUALES. INCLUYE PICADO DE LA SUPERFICIE PARA UNA MEJOR ADHERENCIA DE LA NUEVA CAPA DE CONCRETO.	F	3>4	-	1.4	0.1	3.500
	3	F>G	-	2.5	0.1	
	F	4>5	-	4	0.1	10.000
	4	F>G	-	2.5	0.1	
	F	5>6	-	4.4	0.1	11.000
	5	F>G	-	2.5	0.1	
	F	6>7	-	4	0.1	10.000
	6	F>G	-	2.5	0.1	
	F	7>8	-	4.4	0.1	11.000
	7	F>G	-	2.5	0.1	
	F	8>9	-	4	0.1	10.000
	8	F>G	-	2.5	0.1	
	F	9>10	-	4.4	0.1	11.000
	9	F>G	-	2.5	0.1	
	F	10>11	-	4	0.1	10.000
	10	F>G	-	2.5	0.1	
	F	11>12	-	1.4	0.1	3.500
	11	F>G	-	2.5	0.1	
	G	3>4	-	1.4	0.1	3.500
	3	G>H	-	2.5	0.1	
	G	4>5	-	4	0.1	10.000
	4	G>H	-	2.5	0.1	
	G	5>6	-	4.4	0.1	11.000
	5	G>H	-	2.5	0.1	
	G	6>7	-	4	0.1	10.000
	6	G>H	-	2.5	0.1	
	G	7>8	-	4.4	0.1	11.000
	7	G>H	-	2.5	0.1	
	G	8>9	-	4	0.1	10.000
	8	G>H	-	2.5	0.1	
	G	9>10	-	4.4	0.1	11.000
	9	G>H	-	2.5	0.1	
	G	10>11	-	4	0.1	10.000
10	G>H	-	2.5	0.1		
G	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
11	G>H	-	2.5	0.1		
H	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
3	H>I	-	2.5	0.1		
H	4>5	-	4	0.1	10.000	
4	H>I	-	2.5	0.1		
H	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
5	H>I	-	2.5	0.1		
H	6>7	-	4	0.1	10.000	
6	H>I	-	2.5	0.1		
H	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
7	H>I	-	2.5	0.1		
H	8>9	-	4	0.1	10.000	
8	H>I	-	2.5	0.1		
H	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
9	H>I	-	2.5	0.1		
H	10>11	-	4	0.1	10.000	
10	H>I	-	2.5	0.1		
H	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
11	H>I	-	2.5	0.1		

VER ANEXO 2

HABILITADO DE SUPERFICIE DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE, MEDIANTE MEDIOS MANUALES. INCLUYE PICADO DE LA SUPERFICIE PARA UNA MEJOR ADHERENCIA DE LA NUEVA CAPA DE CONCRETO.	I	3>4	-	1.4	0.1	3.500	VER ANEXO 2
	3	I>J	-	2.5	0.1		
	I	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	I>J	-	2.5	0.1		
	I	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	I>J	-	2.5	0.1		
	I	6>7	-	4	0.1	10.000	
	6	I>J	-	2.5	0.1		
	I	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
	7	I>J	-	2.5	0.1		
	I	8>9	-	4	0.1	10.000	
	8	I>J	-	2.5	0.1		
	I	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
	9	I>J	-	2.5	0.1		
	I	10>11	-	4	0.1	10.000	
	10	I>J	-	2.5	0.1		
	I	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
	11	I>J	-	2.5	0.1		
	J	3>4	-	1.4	0.1	3.220	
	3	J>K	-	2.3	0.1		
	J	4>5	-	4	0.1	9.200	
	4	J>K	-	2.3	0.1		
J	5>6	-	4.4	0.1	10.120		
5	J>K	-	2.3	0.1			
J	6>7	-	4	0.1	9.200		
6	J>K	-	2.3	0.1			
J	7>8	-	4.4	0.1	10.120		
7	J>K	-	2.3	0.1			
J	8>9	-	4	0.1	9.200		
8	J>K	-	2.3	0.1			
J	9>10	-	4.4	0.1	10.120		
9	J>K	-	2.3	0.1			
J	10>11	-	4	0.1	9.200		
10	J>K	-	2.3	0.1			
J	11>12	-	1.4	0.1	3.220		
11	J>K	-	2.3	0.1			

**Tabla 5.2.5** Número generador del habilitado de la superficie.

Fuente: Propia

**Numeros Generados**

**NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"**

LOCALIDAD: Apatzingán

ESTADO: Michoacán

MUNICIPIO: Apatzingán

UBICACIÓN: "Los Limones"

TOTAL	UNIDAD
608.00	m <sup>2</sup>

CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE fc=200 kg/cm2 10 cms DE ESPESOR PROMEDIO. INCLUYE CORTE, CALAFATEO Y VIBRADO.	C	3>4	-	1.4	0.1	2.380	VER ANEXO 2
	3	C>D	-	1.7	0.1		
	C	4>5	-	4	0.1	6.800	
	4	C>D	-	1.7	0.1		
	C	5>6	-	4.4	0.1	7.480	
	5	C>D	-	1.7	0.1		
	C	6>7	-	4	0.1	6.800	
	6	C>D	-	1.7	0.1		
	C	7>8	-	4.4	0.1	7.480	
	7	C>D	-	1.7	0.1		
	C	8>9	-	4	0.1	6.800	
	8	C>D	-	1.7	0.1		
	C	9>10	-	4.4	0.1	7.480	
	9	C>D	-	1.7	0.1		
	C	10>11	-	4	0.1	6.800	
	10	C>D	-	1.7	0.1		
	C	11>12	-	1.4	0.1	2.380	
	11	C>D	-	1.7	0.1		
	D	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
	3	D>E	-	2.5	0.1		
	D	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	D>E	-	2.5	0.1		
	D	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	D>E	-	2.5	0.1		
	D	6>7	-	4	0.1	10.000	
	6	D>E	-	2.5	0.1		
	D	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
	7	D>E	-	2.5	0.1		
	D	8>9	-	4	0.1	10.000	
	8	D>E	-	2.5	0.1		
	D	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
	9	D>E	-	2.5	0.1		
	D	10>11	-	4	0.1	10.000	
	10	D>E	-	2.5	0.1		
	D	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
	11	D>E	-	2.5	0.1		
	E	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
	3	E>F	-	2.5	0.1		
	E	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	E>F	-	2.5	0.1		
	E	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	E>F	-	2.5	0.1		
E	6>7	-	4	0.1	10.000		
6	E>F	-	2.5	0.1			
E	7>8	-	4.4	0.1	11.000		
7	E>F	-	2.5	0.1			
E	8>9	-	4	0.1	10.000		
8	E>F	-	2.5	0.1			
E	9>10	-	4.4	0.1	11.000		
9	E>F	-	2.5	0.1			
E	10>11	-	4	0.1	10.000		
10	E>F	-	2.5	0.1			
E	11>12	-	1.4	0.1	3.500		
11	E>F	-	2.5	0.1			

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE fc=200 kg/cm2 10 cms DE ESPESOR PROMEDIO. INCLUYE CORTE, CALAFATEO Y VIBRADO.	F	3>4	-	1.4	0.1	3.500
	3	F>G	-	2.5	0.1	
	F	4>5	-	4	0.1	10.000
	4	F>G	-	2.5	0.1	
	F	5>6	-	4.4	0.1	11.000
	5	F>G	-	2.5	0.1	
	F	6>7	-	4	0.1	10.000
	6	F>G	-	2.5	0.1	
	F	7>8	-	4.4	0.1	11.000
	7	F>G	-	2.5	0.1	
	F	8>9	-	4	0.1	10.000
	8	F>G	-	2.5	0.1	
	F	9>10	-	4.4	0.1	11.000
	9	F>G	-	2.5	0.1	
	F	10>11	-	4	0.1	10.000
	10	F>G	-	2.5	0.1	
	F	11>12	-	1.4	0.1	3.500
	11	F>G	-	2.5	0.1	
	G	3>4	-	1.4	0.1	3.500
	3	G>H	-	2.5	0.1	
	G	4>5	-	4	0.1	10.000
	4	G>H	-	2.5	0.1	
	G	5>6	-	4.4	0.1	11.000
	5	G>H	-	2.5	0.1	
	G	6>7	-	4	0.1	10.000
	6	G>H	-	2.5	0.1	
	G	7>8	-	4.4	0.1	11.000
	7	G>H	-	2.5	0.1	
	G	8>9	-	4	0.1	10.000
	8	G>H	-	2.5	0.1	
	G	9>10	-	4.4	0.1	11.000
	9	G>H	-	2.5	0.1	
	G	10>11	-	4	0.1	10.000
10	G>H	-	2.5	0.1		
G	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
11	G>H	-	2.5	0.1		
H	3>4	-	1.4	0.1	3.500	
3	H>I	-	2.5	0.1		
H	4>5	-	4	0.1	10.000	
4	H>I	-	2.5	0.1		
H	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
5	H>I	-	2.5	0.1		
H	6>7	-	4	0.1	10.000	
6	H>I	-	2.5	0.1		
H	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
7	H>I	-	2.5	0.1		
H	8>9	-	4	0.1	10.000	
8	H>I	-	2.5	0.1		
H	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
9	H>I	-	2.5	0.1		
H	10>11	-	4	0.1	10.000	
10	H>I	-	2.5	0.1		
H	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
11	H>I	-	2.5	0.1		

VER ANEXO 2



SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE fc=200 kg/cm <sup>2</sup> 10 cms DE ESPESOR PROMEDIO. INCLUYE CORTE, CALAFATEO Y VIBRADO.	I	3>4	-	1.4	0.1	3.500	VER ANEXO 2
	3	I>J	-	2.5	0.1		
	I	4>5	-	4	0.1	10.000	
	4	I>J	-	2.5	0.1		
	I	5>6	-	4.4	0.1	11.000	
	5	I>J	-	2.5	0.1		
	I	6>7	-	4	0.1	10.000	
	6	I>J	-	2.5	0.1		
	I	7>8	-	4.4	0.1	11.000	
	7	I>J	-	2.5	0.1		
	I	8>9	-	4	0.1	10.000	
	8	I>J	-	2.5	0.1		
	I	9>10	-	4.4	0.1	11.000	
	9	I>J	-	2.5	0.1		
	I	10>11	-	4	0.1	10.000	
	10	I>J	-	2.5	0.1		
	I	11>12	-	1.4	0.1	3.500	
	11	I>J	-	2.5	0.1		
	J	3>4	-	1.4	0.1	3.220	
	3	J>K	-	2.3	0.1		
	J	4>5	-	4	0.1	9.200	
	4	J>K	-	2.3	0.1		
J	5>6	-	4.4	0.1	10.120		
5	J>K	-	2.3	0.1			
J	6>7	-	4	0.1	9.200		
6	J>K	-	2.3	0.1			
J	7>8	-	4.4	0.1	10.120		
7	J>K	-	2.3	0.1			
J	8>9	-	4	0.1	9.200		
8	J>K	-	2.3	0.1			
J	9>10	-	4.4	0.1	10.120		
9	J>K	-	2.3	0.1			
J	10>11	-	4	0.1	9.200		
10	J>K	-	2.3	0.1			
J	11>12	-	1.4	0.1	3.220		
11	J>K	-	2.3	0.1			

**Tabla 5.2.6** Número generador de la losa de concreto.

Fuente: Propia

Numeros Generados							
<b>NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"</b>							
LOCALIDAD: Apatzingán	ESTADO: Michoacán			TOTAL		UNIDAD	
MUNICIPIO: Apatzingán	UBICACIÓN: "Los Limones"			28.16		m <sup>2</sup>	
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	OBSERVACIONES
COLOCACIÓN DE JARDINERA DE MAMPOSTERIA, INCLUYE JUNTEADO Y APLANADO DE MORTERO 1:4 CON DIMENSIONES DE 4x0.70x0.80	A	4>5	0.15	4	0.8	3.2	VER ANEXO 2
	B	4>5	0.15	4	0.8	3.2	
	4	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	5	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	A	6>7	0.15	4	0.8	3.2	
	B	6>7	0.15	4	0.8	3.2	
	6	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	7	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	A	8>9	0.15	4	0.8	3.2	
	B	8>9	0.15	4	0.8	3.2	
	8	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	9	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32	
	A	10>11	0.15	4	0.8	3.2	
	B	10>11	0.15	4	0.8	3.2	
10	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32		
11	A>B	0.15	0.4	0.8	0.32		

**Tabla 5.2.7** Número generador de la jardinera.

Fuente: Propia

Numeros Generados								
<b>NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"</b>								
LOCALIDAD:	Apatzingán		ESTADO: Michoacán			TOTAL		
MUNICIPIO:	Apatzingán		UBICACIÓN: "Los Limones"			UNIDAD		
						4.74	m <sup>3</sup>	
						5.92	m <sup>2</sup>	
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS	
SUMINISTRO DE PASTO ESTILO WASHINGTON. INCLUYE RELLENO DE TOPURE	A'	4'>4"	-	3.70	0.8	1.184	VER ANEXO 2	
	4'	A'>A"	-	0.40	0.8			
					AREA	1.48		
	A'	6'>6"	-	3.7	0.8	1.184		
	6'	A'>A"	-	0.4	0.8			
					AREA	1.48		
	A'	8'>8"		3.7	0.8	1.184		
	8'	A'>A"		0.4	0.8			
					AREA	1.48		
	A'	10'>10"		3.7	0.8	1.184		
10'	A'>A"		0.4	0.8				
				AREA	1.48			

**Tabla 5.2.8** Número generador del suministro de pasto.

Fuente: Propia

Numeros Generados							
<b>NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"</b>							
LOCALIDAD:	Apatzingán		ESTADO: Michoacán			TOTAL	
MUNICIPIO:	Apatzingán		UBICACIÓN: "Los Limones"			UNIDAD	
						2.00	pza
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
SUMINISTRO Y COLOCACION DE TABLERO PARA CANCHA, INCLUYE TABLERO DE CED30, REDONDO DE 4", RECUBIERTO CON PRIMER A DOS MANOS Y PINTURA ANTICORROSIVA COLOR BLANCO, MARCA COMEXO SIMILAR, INCLUYE ADEMAS TABLEROS CON ESTRUCTURA DE MADERA CON ARO Y PINTURA ESMALTE ANTICORROSIVA, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	G	3	-	-	-	1	VER ANEXO 2
		12	-	-	-	1	

**Tabla 5.2.9** Número generador de tableros.

Fuente: Propia

Numeros Generados										
NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"										
LOCALIDAD: Apatzingán	ESTADO: Michoacán		TOTAL		UNIDAD					
MUNICIPIO: Apatzingán	UBICACIÓN: "Los Limones"		100.00		m <sup>2</sup>					
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS			
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CERCA DE MALLA TIPO INDE DE 2.5 mts DE ALTURA. INCLUYE POSTE A CADA 2.5 DE DISTANCIA c@c.	2	B-C	-	0.80	2.50	2	VER ANEXO 2			
		C-D	-	1.70	2.50	4.25				
		D-E	-	2.50	2.50	6.25				
		E-F	-	2.50	2.50	6.25				
		F-G	-	2.50	2.50	6.25				
		G-H	-	2.50	2.50	6.25				
		H-I	-	2.50	2.50	6.25				
		I-J	-	2.50	2.50	6.25				
		J-K	-	2.30	2.50	5.75				
		K-L	-	0.20	2.50	0.5				
		SUMINISTRO Y COLOCACION DE CERCA DE MALLA TIPO INDE DE 2.5 mts DE ALTURA. INCLUYE POSTE A CADA 2.5 DE DISTANCIA c@c.	13	B-C	-	0.80		2.50	2	VER ANEXO 2
				C-D	-	1.70		2.50	4.25	
				D-E	-	2.50		2.50	6.25	
E-F	-			2.50	2.50	6.25				
F-G	-			2.50	2.50	6.25				
G-H	-			2.50	2.50	6.25				
H-I	-			2.50	2.50	6.25				
I-J	-			2.50	2.50	6.25				
J-K	-			2.30	2.50	5.75				
K-L	-			0.20	2.50	0.5				

**Tabla 5.2.10** Número generador de malla.

Fuente: Propia

Numeros Generados							
NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"							
LOCALIDAD: Apatzingán		ESTADO: Michoacán		TOTAL		UNIDAD	
MUNICIPIO: Apatzingán		UBICACIÓN: "Los Limones"		4.00		Pza	
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
SUMISTRO E INTALACIÓN DE LAMPARAS CON FOTOCELIDAS. INCLUYE EL POSTE.	C-5	-	-	-	-	1	VER ANEXO 2
	C-10	-	-	-	-	1	
	K-5	-	-	-	-	1	
	K-10	-	-	-	-	1	

**Tabla 5.2.11** Número generador de alumbrado.

Fuente: Propia

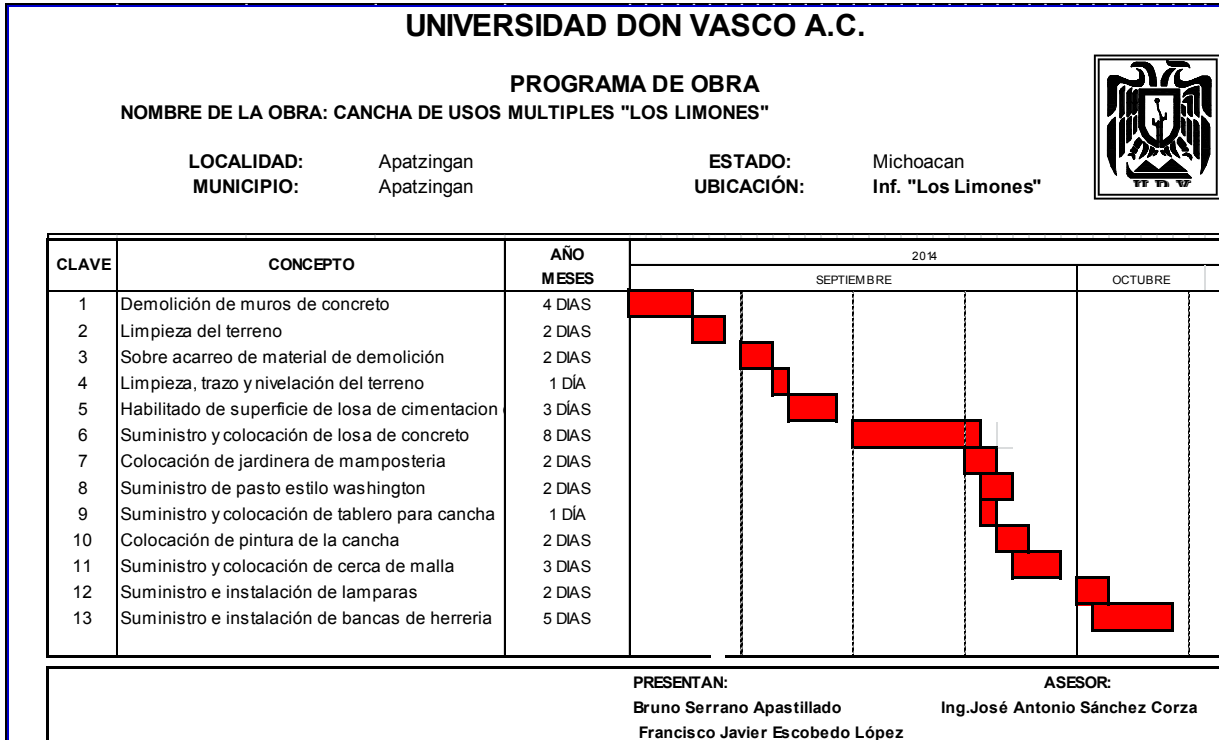
Numeros Generados							
NOMBRE DE LA OBRA: CANCHA DE USOS MULTIPLES "LOS LIMONES"							
LOCALIDAD: Apatzingán		ESTADO: Michoacán		TOTAL		UNIDAD	
MUNICIPIO: Apatzingán		UBICACIÓN: "Los Limones"		8.00		Pza	
CONCEPTO	EJES	TRAMO	ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ALTURA (mts)	VALOR	CROQUIS
SUMISTRO E INTALACIÓN DE BANCAS DE HERRERIA (PTR 2X2) AHOGADAS EN CONCRETO.	1	D	-	-	-	1	
		F	-	-	-	1	
		H	-	-	-	1	
		J	-	-	-	1	
	14	D	-	-	-	1	
		F	-	-	-	1	
		H	-	-	-	1	
		J	-	-	-	1	

**Tabla 5.2.12** Número generador de alumbrado.

Fuente: Propia

### 5.3 Calendario de obra.

El calendario de obra refleja los tiempos en que se realizan cada uno de los conceptos que comprenden la obra de “Los Limones”, ubicado en Apatzingán, Michoacán., la construcción se estima que se efectuó en un lapso de cinco semanas a partir de su inicio de actividades (véase anexo 4).



**Imagen 5.1.**Calendario de obra.

Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

Debido a que el municipio de Apatzingán en el Estado de Michoacán, se encuentra en uno de sus peores momentos dentro de los problemas sociales a causa de la delincuencia organizada, por lo que se decidió hacer un proyecto ejecutivo el cual lleve como función principal, la recuperación de espacios abandonados para su reutilización y habilitación para la elaboración de áreas recreativas.

Para iniciar esta investigación se plantearon objetivos que se fueron cumpliendo conforme se avanzaba en el estudio del problema analizado. Se pretendía recuperar un espacio público abandonado y ya que existía un apoyo por parte del gobierno federal a través del programa “vivir mejor” y conociendo la necesidad de la sociedad se planteó un objetivo, el cual era elaborar una propuesta para los habitantes de la zona.

Se tiene la necesidad principal de crear un espacio donde las personas, principalmente los niños y los jóvenes, se desarrollen y así permitir su convivencia social y recreación, ya que se encuentran en una zona susceptible a actos delictivos. No se puede apartar a los jóvenes de las malas influencias, sin embargo, se tiene pensado ampliar este programa para que de una manera general se les dé menos oportunidad a las personas de caer dentro de la delincuencia y más oportunidad dentro del deporte.

Como se mencionó al inicio de este proyecto, el objetivo general era el de elaborar una propuesta de un proceso de recuperación de un espacio público, teniendo en cuenta la demolición, construcción y análisis del proyecto ejecutivo cuyos objetivos particulares eran:

El primer objetivo general señalaba conocer los procesos de demolición. Debido a la complejidad del tema de demolición y a la poca información existente de él, se optó simplemente por mencionar algunos tipos de demolición, sin embargo, se tomaron algunos aspectos importantes de estos métodos para la elaboración de una cancha de usos múltiples debido a que, había una edificación en el espacio donde se llevó a cabo el proyecto, por lo que fue necesaria su demolición, la cual se hizo mediante el uso de maquinaria pesada así como la mano de obra de personal capacitado.

Los principales métodos de demolición son 8 y varían entre sí, ya que dependen principalmente de las condiciones locales, como la ubicación de la obra, alrededores, espacio disponible, ordenanzas locales y exigencias ambientales vigentes, el tipo de obra, como la estructura de la edificación, el material utilizado en su construcción y el estado de conservación, así mismo el volumen a demoler, como factor muy influyente al determinar la maquinaria a utilizar, que será aquella que reporte los costos totales más bajos y por último el plazo de ejecución. En este caso, la edificación en cuestión se situaba en una calle concurrida, entre un jardín de niños y una propiedad privada.



Dentro de estos 8 métodos de demolición existentes, solamente se contemplaron dos, los cuales son las demoliciones mecánicas y las demoliciones tradicionales. Las primeras se desarrollan con maquinaria pesada como una pala cargadora o una pala excavadora, ambas sobre orugas, en las cuales el material es retirado en un camión volteo. Las mismas se utilizan para practicar demoliciones a grandes escalas y en lugares de riesgo en los cuales el personal no puede hacerse presente. Dichas maquinas son operadas por personal altamente calificado, respetando las normas de seguridad e higiene correspondientes. En la segunda se trabaja con mano de obra especializada, utilizando técnicas tradicionales, a fin de conservar muros, medianeras y estructuras, en este caso no se utiliza maquinaria pesada.

Debido a esto, se puede establecer que al objetivo de conocer los métodos de demolición, elegir y emplear alguno de ellos, se le dio cumplimiento basándonos en una búsqueda amplia y exhaustiva. No obstante se recomienda investigar más acerca del tema, puesto que, por ser los primeros en abordar este tema, se pudieron omitir ciertos detalles relevantes para la elaboración de un proyecto similar.

Buscando la manera de dar una respuesta que cumpliera con dichas necesidades, se ubicó un sitio el cual se encontraba en abandono y cumplía con el espacio suficiente para alojar en él una cancha deportiva de usos múltiples (fútbol, básquetbol y vólibol), pero en lugar existía un tanque de almacenamiento de agua construido de concreto reforzado y que ocupaba 630.80 m<sup>2</sup> que representa el 72.19% de la superficie total del terreno. Se realizó una propuesta económica para la

construcción de la cancha de usos múltiples con el equipamiento necesario para su adecuado funcionamiento.

El costo del proyecto se estableció al en un capítulo anterior, dando un total de \$466,567.48 pesos en precios sociales, esto significa que, aun no se contempla el impuesto al valor agregado (I.V.A.) equivalente al 16%. Cabe destacar que los costos arrojados por el cálculo hecho con anterioridad pueden variar por muchas razones. Uno de los principales motivos fue que los valores de precios unitarios fueron obtenidos dentro de la ciudad de Uruapan, Michoacán, ya que en Apatzingán no se encontraron distribuidores de materiales necesarios para su terminación, como el “DEACERO”, el cual era una malla de acero que protege las instalaciones.

Otro factor importante que se debe considerar para tener en cuenta el costo total de la obra es el valor de la renta de maquinaria pesada, en este caso una retroexcavadora equipada con martillo hidráulico y una cortadora de metal ya que este costo varía de ciudad a ciudad y puede que las condiciones de uso varíen conforme al proveedor que nos facilitó información.

Con la construcción del proyecto se optimizaron las acciones que se ejercen en la comunidad como el mejoramiento en el servicio de educación preescolar, puesto que al lado de la obra existe un jardín de niños, el cual no cuenta con las instalaciones necesarias para el desarrollo de los niños.

En este mismo espacio se puede dar atención a los adultos mayores contratando a un instructor capacitado que les ayude a mantener actividad física y de esta manera evitar

su sedentarismo, por ende y de manera indirecta su aislamiento ante la sociedad, ya que socializaran más con otros adultos mayores.

Para proteger tanto a los adultos mayores como a los niños, e incluso a los jóvenes, se piensa canalizar la energía de las personas en eventos deportivos que se realizaran en toda la ciudad de Apatzingán, como un torneo de basquetbol, uno de voleibol y uno de futbol rápido estilo libre. De esta manera se evitará la drogadicción y el pandillerismo de esa zona.

Todo esto nos lleva a mejorar las condiciones del desarrollo de la zona en particular, no obstante puede llevarse a cabo un proyecto de manera Estatal, el cual arroje resultados excelentes ante las situaciones o problemáticas antes planteadas.

Es importante señalar que también se generarán beneficios indirectos, los cuales son significativos y positivos.

El tipo y el uso de suelo fueron determinados por las características de la zona en la cual está ubicada la ciudad de Apatzingán. Las características topográficas del terreno en cuestión así como su ubicación fueron obtenidas por medio de una estación total, un GPS y con la ayuda de una página de internet ([www.maps.google.com.mx](http://www.maps.google.com.mx)), la cual nos orientó sobre un plano de la ciudad.

El terreno en sí, era útil en las condiciones en las que lo encontramos, debido a que, al existir una edificación, en este caso, una cisterna de agua potable, que trabajo perfectamente en épocas pasadas, nos indicaba que la capacidad del suelo era la

óptima para el proyecto en cuestión. Esto proporciono la facilidad de trabajar sobre el terreno, porque solamente se tuvo que demoler, limpiar y habilitar la zona en la que estaba la cisterna para posteriormente colocar una plancha de concreto con un  $F'C = 200 \text{ kg/cm}^2$  de 10 cm de espesor.

El procedimiento constructivo fue llevado a cabo conforme lo marca el reglamento de la Construcción, el cual proporciona la normatividad para todo tipo de construcciones ya sean públicas o privadas, estableciendo cuáles son los trámites esenciales para las licencias de construcción, ampliación, remodelación, así como las normas arquitectónicas y de seguridad mínimas que deben cumplir los proyectos dentro del Estado de Michoacán.

Con base a lo anterior, se puede establecer la pregunta de investigación, ¿Cómo elaborar un proyecto que se ajuste a las necesidades de la sociedad para el desarrollo de la misma?, se hace constar que, el presente trabajo se planteó y diseño para la elaboración de un proyecto ejecutivo el cual tuvo como objetivo hacer un análisis sobre la situación actual de la sociedad para establecer un catálogo de obra real y obtener los costos para la ejecución de dicha obra.

Cabe señalarse que además de resolverse la pregunta de investigación, se encontró información sobre los diferentes métodos de demolición que se pueden emplear sobre una edificación. Es muy importante este hallazgo, debido a que en las instituciones, específicamente en las escuelas de ingeniería civil, se instruye principalmente sobre que aplica los conocimientos de física, química, cálculo,

geografía y geología para la elaboración de estructuras, obras hidráulicas y de transporte.

Por lo contrario, una demolición es el derrumbe de edificios y estructuras, por lo que se considera lo contrario a una construcción. En la demolición, el interés es de terminar completamente con el elemento a derrumbar, por lo que es un concepto diferente a la deconstrucción, que pretende quitar un edificio cuidadosamente para usar las partes en él que aún sean útiles.

Tanto la elaboración de la investigación como la búsqueda y el hallazgo de información, fueron un proceso interesante por el cual se vió la necesidad de pasar. El proyecto en si no fue tan fácil como se esperaba, ya que no existía mucha información sobre los temas de los cuales se pretendía hablar. Esto no fue un obstáculo, sino todo lo contrario, un reto en el cual se tenía toda la intención de superar.

Por último, se puede establecer que se dio respuesta a los objetivos generales como a la pregunta de investigación satisfactoriamente al encontrar un proyecto y adecuarlo a las necesidades de la sociedad. Este proyecto no fue el único que se puede aplicar a dichas necesidades, sin embargo, por muchos motivos se consideró uno de los mejores ya que se adecuó tanto a la demolición, planeación y construcción de manera satisfactoria.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Calderón, Ausencio, TR American Concrete Institute, ACI (1969)  
Aditivos para concreto.  
Ed. IMCYC. México.

Anderson, James M.; Mikhail, Eduard M., coautor (1982)  
Introducción a la topografía.  
Ed. McGraw Hill. México.

Ballesteros Tena, Nabor (1994)  
Topografía elemental.  
3ª Ed. U.M.S.N.H. Morelia, Michoacán.

Bannister, A.; Raymond, S. (1994)  
Técnicas modernas de topografía.  
Ed. Alfaomega. México.

Bannister, A.; Raymond, S.; Baker, R. (2004)  
Técnicas modernas de topografía.  
7ª Ed. Alfaomega. México.

Brinker, Russell C.; Taylor, Warren C. (1969)  
Topografía elemental.  
Ed. Pax-Librería Carlos Cesarman. México.

Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas (1998)  
Manual de mantenimiento de obras civiles  
2ª Ed. C.F.E. México.

García Márquez, Fernando (1994)  
Topografía aplicada.  
Ed. Arbel. México.

Higashida Miyabara, Sabro (1972)  
Topografía general.  
S.E.P. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009)  
Tratamiento de errores en levantamientos topográficos.  
2ª Ed. I.N.E.G.I. México.

Kosmatka, Steven H.; Panarese, William C., coautor (1992)  
Diseño y control de mezclas de concreto.  
Ed. IMCYC. México.

Love, T. W. (2006)  
El concreto en la construcción.  
Ed. Trillas. México.

McCormac, Jack (2008)  
Topografía.  
Ed. Limusa Wiley. México.

McCormac, Jack C. (2005, r2006)  
Diseño de concreto reforzado.  
Ed. Alfaomega. México.

McMillan, F. R.; Tuthill, Lewis H., coautor (1992)  
Cartilla del concreto.  
Ed. IMCYC. México.

Montes de Oca, Miguel (1989)  
Topografía.  
4ª Ed. Alfaomega. México.

Neville, Adam M.; Brooks, J. J. (1998)  
Tecnología de concreto.  
Ed. Trillas. México.

Neville, Adam M. (1998)  
Tecnología del concreto.  
Ed. Limusa. México.

Preston, H. Kent (1967)  
Concreto presforzado para arquitectos e ingenieros.  
Ed. Diana. México.

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

<http://www.acerosmonterrey.com/reja-de-deacero/>

<http://www.munimex.com/apatzingan/datos.html>

[http://www.canacem.org.mx/el\\_cemento.htm](http://www.canacem.org.mx/el_cemento.htm)

[http://www.canacem.org.mx/tipos\\_de\\_cemento.htm](http://www.canacem.org.mx/tipos_de_cemento.htm)

[http://www.canacem.org.mx/usos\\_y\\_ventajas1.htm](http://www.canacem.org.mx/usos_y_ventajas1.htm)

[http://www.canacem.org.mx/usos\\_y\\_ventajas2.htm](http://www.canacem.org.mx/usos_y_ventajas2.htm)

[http://www.canacem.org.mx/usos\\_y\\_ventajas3.htm](http://www.canacem.org.mx/usos_y_ventajas3.htm)

[http://www.canacem.org.mx/usos\\_y\\_ventajas4.htm](http://www.canacem.org.mx/usos_y_ventajas4.htm)

[http://www.canacem.org.mx/procesos\\_de\\_produccion.htm](http://www.canacem.org.mx/procesos_de_produccion.htm)

<http://www.apatzingan.gob.mx/monografia.html>

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16006a.htm>

<http://michoacan.gob.mx/index.php/temas/gobierno-y-estado/michoacan>

[http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus\\_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/086%20Apatzingan.pdf](http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/086%20Apatzingan.pdf)

[http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/mich\\_geo.cfm](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/mich_geo.cfm)

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/mich/tsuelosagr.cfm?c=444&e=20>

[http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus\\_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/Estado%20de%20Michoacan.pdf](http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/Estado%20de%20Michoacan.pdf)

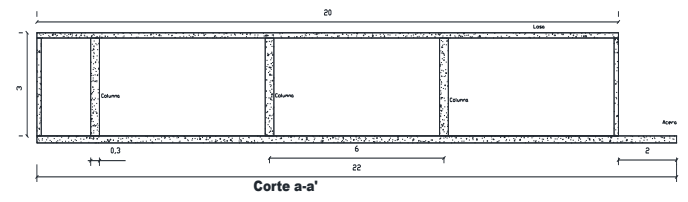
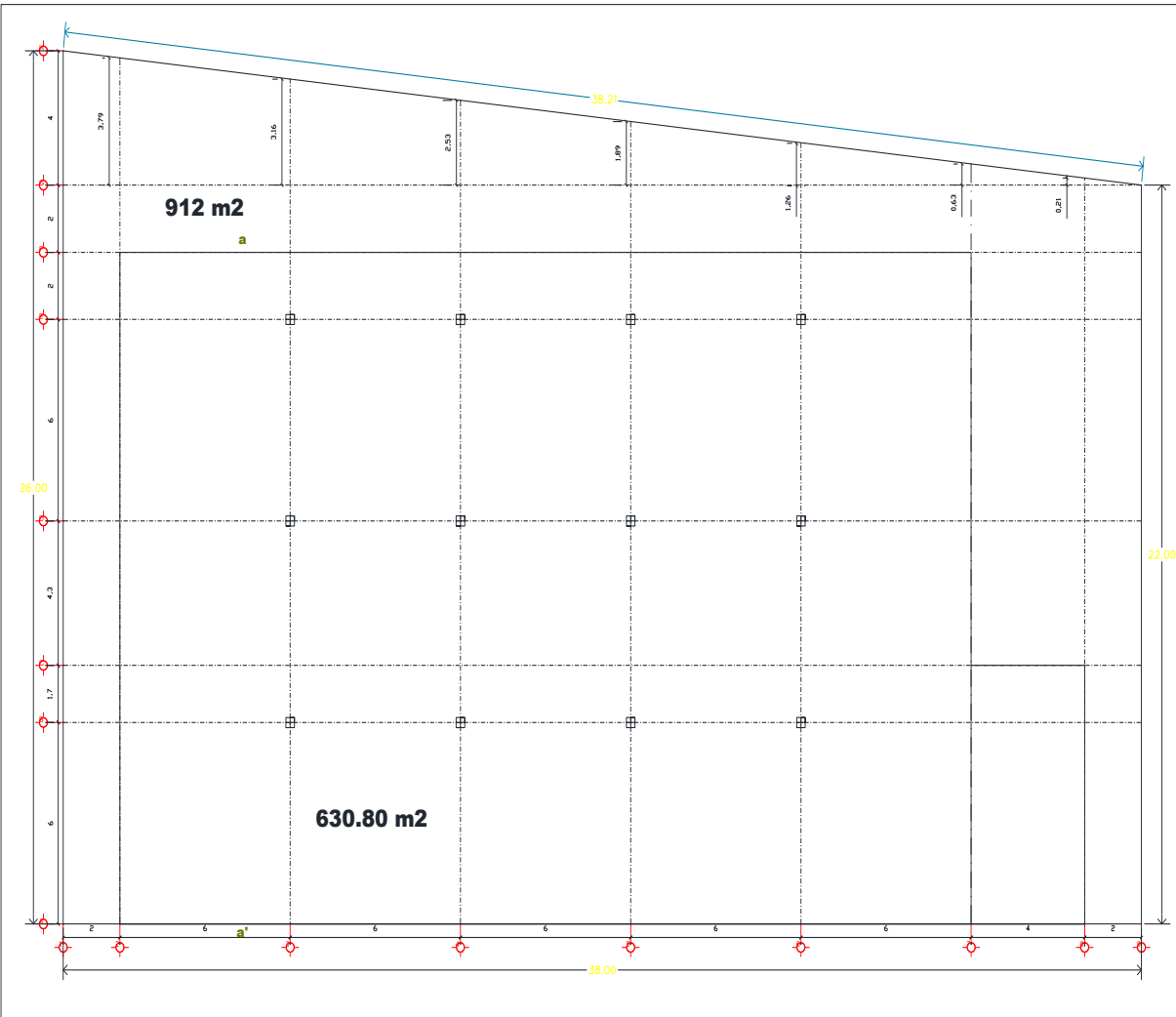
<https://maps.google.com.mx/maps?hl=es&q=mapa+de+apatzingan&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x8431e49446ec574b:0xa754c6e6f1782636,Apatzing%C3%A1n+de+>




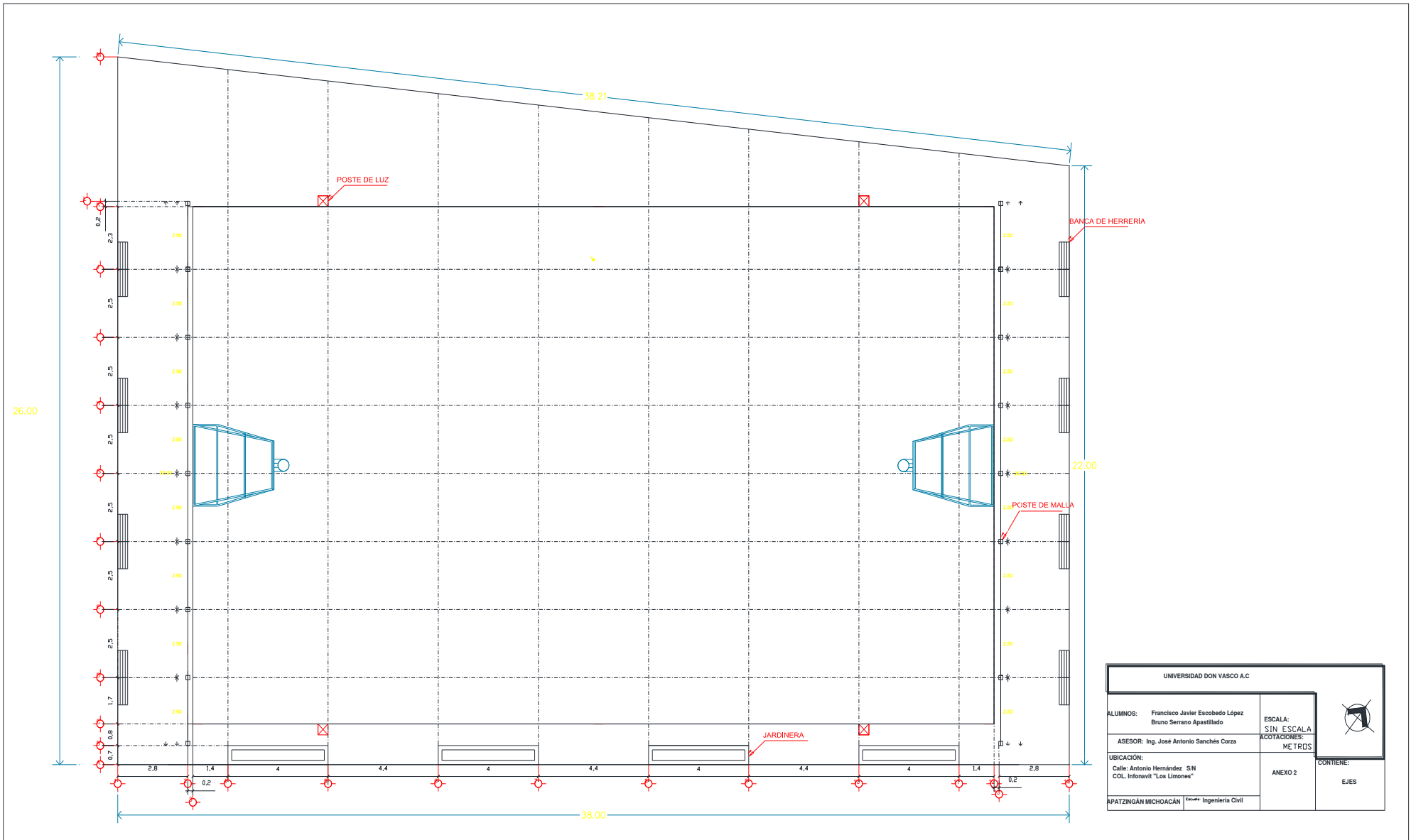
[La+Constituci%C3%B3n,+MICH&gl=mx&ei=mlOcUOqCKabA2qXwvoGgAg&sqi=2&ved=0CBwQ8gEwAA](#)


[http://www.mallasestrella.com.mx/principal/index.php?page=shop.product\\_details&flypage=garden\\_flypage.tpl&product\\_id=76&category\\_id=7&option=com\\_virtuemart&Itemid=15](http://www.mallasestrella.com.mx/principal/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=76&category_id=7&option=com_virtuemart&Itemid=15)

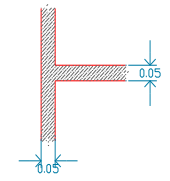
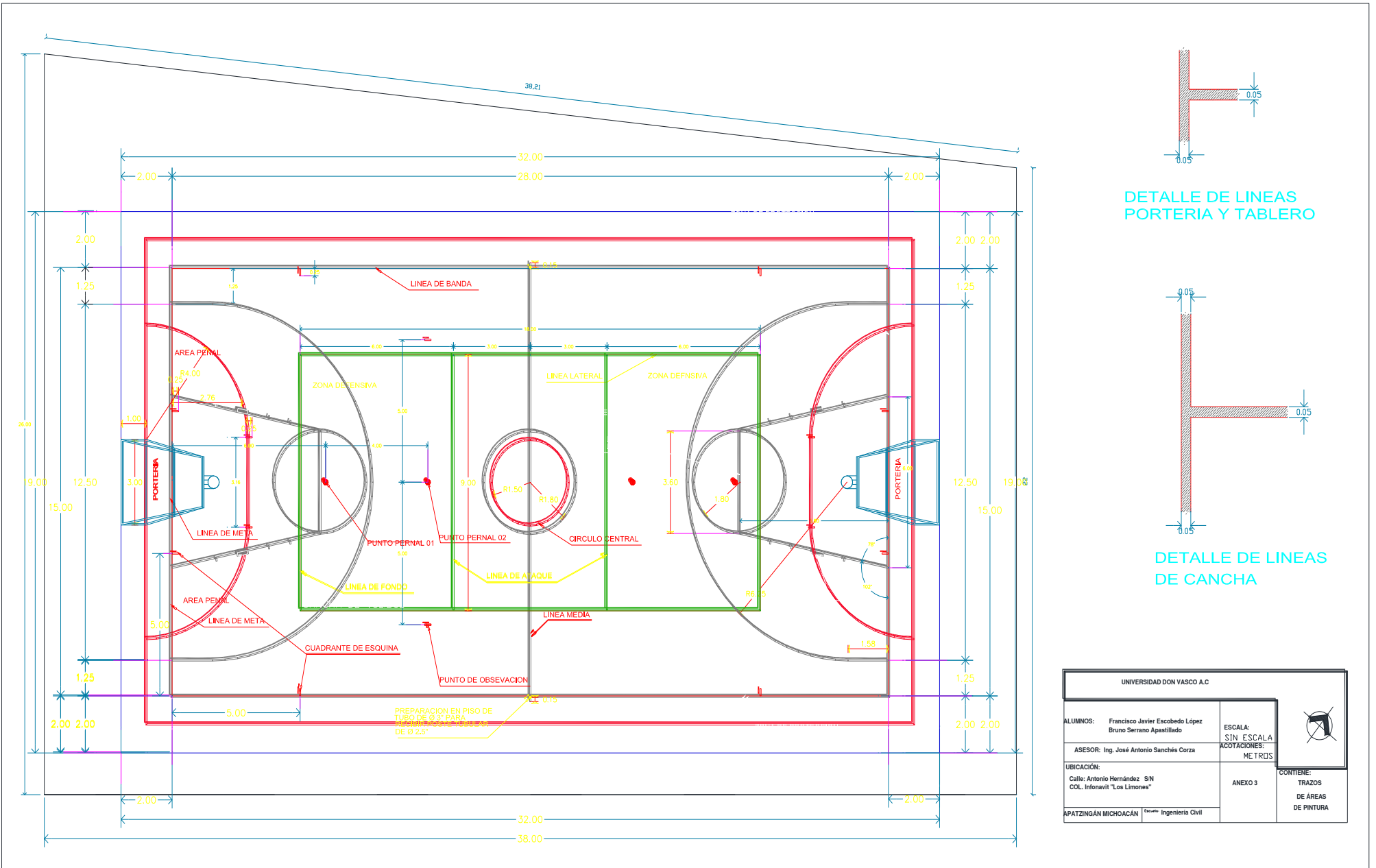
## ANEXOS



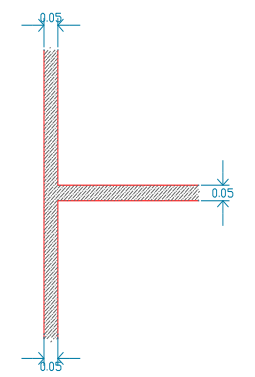
UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.			
ALUMNOS:	Francisco Javier Escobedo López Bruno Serrano Apóstolido		ESCALA: SIN ESCALA
ASESOR:	Ing. José Antonio Sánchez Corza		ADOTACIONES: METROS
UBICACIÓN:	Calle: Antonio Hernández S/N COL. Intonavi "Los Limones"		ANEXO 1
APATZINGÁN MICHOACÁN		CONTIENE: EJES	
		Ingeniería Civil	



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C		
ALUMNOS:	Francisco Javier Escobedo López Bruno Serrano Apastillado	
ASESOR:	Ing. José Antonio Sánchez Corza	NOTACIONES: METROS
UBICACIÓN:	Calle: Antonio Hernández S/N COL. Infonavit "Los Limones"	ANEJO 2
APATZINGÁN MICHOACÁN	Ingeniería Civil	CONTIENE: EJES

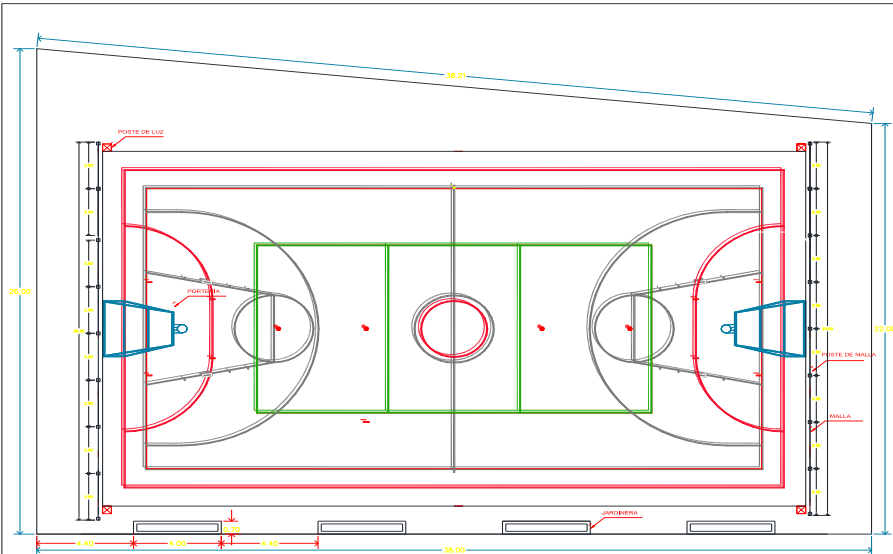


DETALLE DE LINEAS PORTERIA Y TABLERO

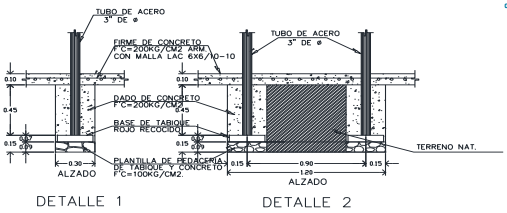
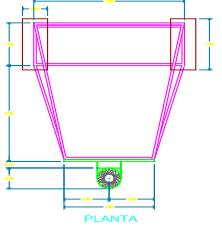
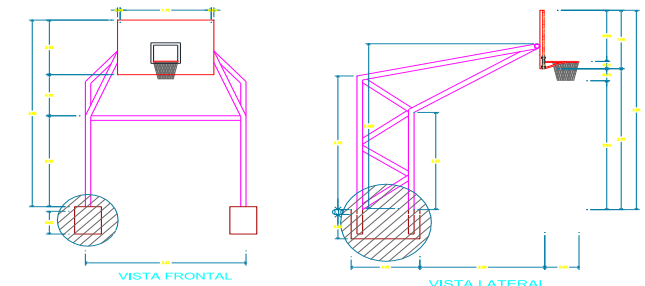


DETALLE DE LINEAS DE CANCHA

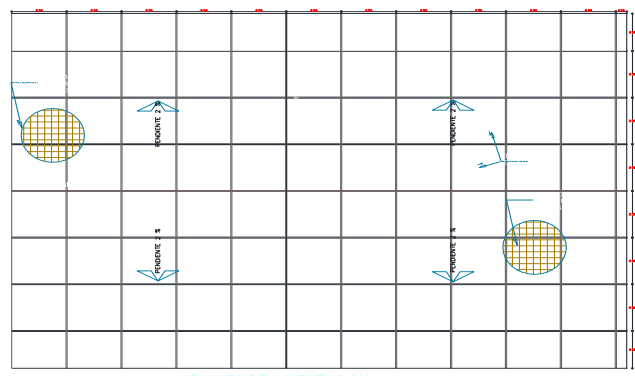
UNIVERSIDAD DON VASCO A.C			
ALUMNOS:	Francisco Javier Escobedo López Bruno Serrano Apostillado	ESCALA:	SIN ESCALA
ASESOR:	Ing. José Antonio Sánchez Corza	ACOTACIONES:	METROS
UBICACION:	Calle: Antonio Hernández S/N COL. Infonavit "Los Limones"	ANEXO 3	CONTIENE: TRAZOS DE ÁREAS DE PINTURA
APATZINGÁN MICHOACÁN	Ingeniería Civil		



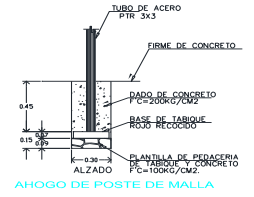
DETALLES DE TABLERO



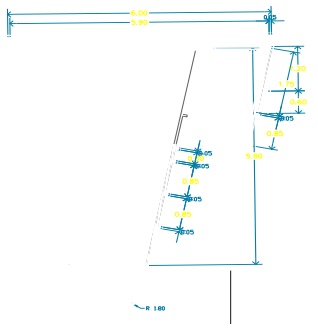
DETALLE 1 DETALLE 2



PLANTA DE CIMENTACION

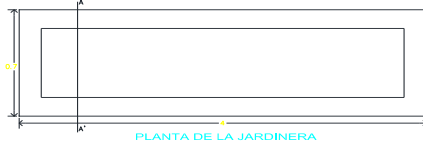


AHOGO DE POSTE DE MALLA

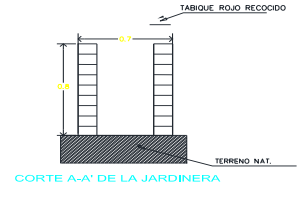


DETALLE AREA RESTRICTIVA

DETALLES DE JARDINERA



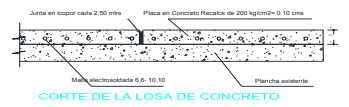
PLANTA DE LA JARDINERA



CORTE A-A' DE LA JARDINERA



LARGO DE LA JARDINERA



CORTE DE LA LOSA DE CONCRETO



DADO DE CONCRETO PARA POSTE DE ALUMBRADO

ESPECIFICACIONES

- \*La losa nueva se realizara de un concreto con f'c 200 kg/cm2, que se reforzara con malla electrosoldada 6x6 10-10.
- \*Realizar curado del concreto durante los 28 dias.
- \*Las piedras se cortaran de 2.5mx2.5m y utilizar una junta icopor.
- \*La estructura del tablero se ahogara en concreto a 45cm del cada tubular que lo componen, colocando una plantilla de tabique y concreto (Det. 1 y 2).
- \*Los postes de alumbrado se colocaran sobre los dados de concreto.
- \*Las jardineras se desplantaran sobre el nivel de terreno natural, con medidas de (4x0.7x0.8) metros.
- \*Los postes de la reja inde se ahogaran a una profundidad de 45cm en concreto f'c 200 kg/cm2.

VOLUMENES DE OBRA

- \*Losa: 43.26 m3 de concreto de f'c 200 kg/m2
- \*Malla inde: 100 m2
- \*Jardineras: 4
- \*Tableros de acero: 2
- \*Postes de alumbrado (incluye dado de concreto): 4

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C		
ALUMNOS: Francisco Javier Escobedo Lopez Bruno Serrano Aparicio	ESCALA: SIN ESCALA RESTRICIONES: METROS	
ASESOR: Ing. Jose Antonio Sanchez Cortes	ANEXO 4	CONTIENE: PLANO ESTRUCTURAL
DISEÑADOR: Calle: Antonio Hernandez SN COL: Misionero "Los Limones" PATZINGAN MICHOACAN Ing. Ingrid Maria Cruz		