

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

ANÁLISIS, DISEÑO ESTRUCTURAL Y DE INSTALACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA GASOLINERÍA “SAGRADO CORAZÓN” UBICADA EN APATZINGÁN, MICH.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presentan:

Daniel Cruz Cárdenas

Iván Martínez Cerpas

Asesor:

Ing. Sandra Natalia Parra Macías

Uruapan, Michoacán, a 28 de Mayo 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.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	3
Objetivo.	4
Pregunta de investigación.	5
Justificación	5
Marco de referencia.	6

Capítulo 1.- Análisis estructural.

1.1.- Concepto de análisis estructural.	9
1.2.- Relación entre análisis y diseño estructural.	10
1.3.- Elementos estructurales.	12
1.3.1.- Elementos lineales.	12
1.3.2.- Elementos planos.	15
1.3.3.- Elementos de superficie curva.	19

1.4.- Materiales estructurales.	20
1.5.- Tipos de apoyos.	22
1.6.- Clasificación de las estructuras.	24
1.7.- Métodos de análisis estructural.	27
1.7.1.- Formulación de fuerzas (método flexibilidad).	27
1.7.2.- Formulación de desplazamientos (método de rigidez).	28

Capítulo 2.- Diseño estructural.

2.1.- Concepto de diseño estructural.	35
2.2.- Herramientas del diseño.	37
2.3.- Seguridad estructural.	38
2.4.- Criterios de diseño.	39
2.5.- Cargas de diseño.	41
2.6.- Sistemas estructurales.	42
2.6.1.- Muros de carga.	43
2.6.2.- Marcos rígidos.	44
2.7.- Reglamentos de diseño.	46

2.8.- Acciones y efectos en las estructuras.	49
2.8.1.- Carga Muerta.	49
2.8.2.- Carga Viva.	52
2.8.3.- Carga Viva transitoria.	54
2.9.- Cimentaciones.	55

Capítulo 3.- Instalaciones.

3.1.- Concepto de instalaciones.	58
3.1.1.- Hidráulicas.	58
3.1.2.- Sanitarias.	60
3.1.3.- Eléctricas.	62

Capítulo 4.- Resumen de macro y micro localización.

4.1- Generalidades.	65
4.2.- Entorno geográfico.	66
4.2.1.- Macro localización del proyecto.	66
4.2.2.- Micro localización del proyecto.	67

4.3.- Topografía	68
4.4.- Geología.	69
4.5.- Hidrología.	69
4.6.- Uso de suelo.	69
4.7.- Estado físico anterior.. . . .	71
4.8.- Estado físico actual.	72
4.9.- Planteamiento de alternativas.	74
4.10.- Alternativas de solución.	74

Capítulo 5.- Metodología.

5.1 Método empleado.	75
5.2.- Enfoque de la investigación.	76
5.2.1.- Alcance de la investigación.	77
5.2.2.- Diseño de la investigación.	78
5.3.- Instrumentos de recopilación de información.	79
5.4.- Descripción del proceso de investigación.	80

Capítulo 6.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados.

6.1.- Anuncio de PEMEX.	81
6.2.- Oficinas.	86
6.2.1.- Análisis de cargas.	88
6.2.2.- Diseño de losa.	89
6.2.3.- Revisión del peralte mínimo.	90
6.2.4.- Calculo de momentos de diseño.	91
6.2.5.- Diseño por cortante.	95
6.3.- Cargas verticales.	96
6.3.1.-Revisión de muros por cargas laterales (sismo).	98
6.3.2.- Revisión de muros de planta baja.	99
6.4.- Calculo de cimentación de zapata corrida.. . . .	100
6.5.- Techumbres.	103
6.5.1.- Análisis por viento.	104
6.6.- Armaduras.	109
6.7.- Tanques de almacenamiento.	126
6.7.1.- Tipos de Tanques.	128

6.7.2.- Materiales de construcción. 129

6.7.3.- Colocación. 129

6.8.- Estudio de mecánica de suelos. 133

Conclusiones. 155

Bibliografía. 159

Anexo.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

En la presente tesis se darán a conocer varios métodos para la construcción de una gasolinería, diseñando todo el complejo en base a un proyecto arquitectónico, que comprende: las oficinas, la ubicación de los tanques de almacenamiento, instalaciones eléctricas, ubicación de las estaciones de servicio, al igual que el análisis que se debe tomar en cuenta basándose en las normas y reglamentos de PEMEX para la seguridad de los usuarios y obtener el buen funcionamiento de dicha estación.

Se comprende que el diseño es la realización de una pre-figuración mediante dibujos, esquemas o planos para hacer un futuro trabajo el cual se analizará y se dará una propuesta con el fin de que los planos se conviertan en una construcción.

Por tanto toda construcción, además de la estructura en sí, debe tener dentro de su infraestructura las instalaciones adecuadas para el buen funcionamiento, en una estructura se podrán encontrar varios tipos de instalaciones y estudios. Además, de acuerdo del tipo de edificación, puede haber otro tipo de instalaciones para satisfacer las necesidades especiales, pero las principales son:

- Instalaciones hidráulicas (saneamiento, aguas pluviales, drenaje sanitario).
- Instalaciones de climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado).
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de telecomunicaciones.

- Estudios topográficos.
- Estudios de mecánica de suelos.

La construcción de una gasolinería puede tratarse como un sistema, es decir, un conjunto de elementos que combinan en forma ordenada para cumplir una determinada función. La aplicación de la ingeniería en la elaboración de este proyecto se adentra en el análisis, cálculo y diseño estructural de los elementos que comprende el proyecto.

Al adentrarse en un proyecto se tiene que pensar en todos los factores que intervienen como son los materiales a utilizar, el método de análisis que se va a emplear, sujetándose a las restricciones de PEMEX y normas de seguridad estructural.

Esta tesis habla sobre diseño y análisis, por lo tanto se buscaron antecedentes de tesis donde se hubiera estudiado este tema y se encontraron dos tesis que hablan al respecto: la primera, titulada “Análisis y diseño estructural de una casa habitación para la colonia Ampliación Revolución”, del autor Hugo Alberto Aguayo hecha en el año de 2008, tuvo como objetivo determinar el análisis y diseño estructural de una casa habitación proponiendo que la estructura sea segura y económica y se llegó a la conclusión de que sí es muy importante el cálculo estructural y su diseño para establecer la seguridad necesaria.

La segunda fue llamada: “Análisis, diseño y cimentación de anuncios espectaculares para la ciudad de Uruapan, Mich.”; del autor Bernardino Martínez Guzmán hecha en el año 2001, y tenía como objetivo la aplicación de la ingeniería en

los elementos de supervisión y operación para proponer, analizar y diseñar estructuras de dimensiones no tan comunes y se llegó a la conclusión de que es de gran importancia la supervisión en la construcción después de haber analizado y diseñado su cimentación.

Planteamiento del problema.

Al hablar sobre construcción, la prioridad del encargado del proyecto es; la seguridad de las personas que utilizarán dicha estructura, para esto, realiza gran cantidad de estudios para poder conocer las acciones a las que se verá sometida la obra a lo largo de su vida útil, además de conocer los mejores materiales y dominar la manera más óptima para que actúen en conjunto y así lograr la seguridad, buen funcionamiento y poder satisfacer las necesidades del cliente. Entonces al adentrarnos en un proyecto en específico como lo es la construcción de una gasolinería, la seguridad de quienes harán uso de ella, sigue siendo una prioridad, en especial porque se trata del manejo de materiales altamente inflamables, además del gran uso que se le da a este tipo de estaciones de servicio.

Si se encuentra con una cantidad de fallas a condiciones de los elementos estructurales, estas fallas pueden ser por errores del mismo proceso constructivo que no se llevó bien a cabo, aunque también se presentan por deficiencias o mal elaboración en el diseño.

Por lo que surge la siguiente pregunta:

¿Cuál es el análisis, diseño estructural y de instalaciones en la elaboración de una gasolinería?

Objetivo.

Objetivo general:

Analizar y diseñar la estructura e instalaciones en la construcción de la gasolinería, "Sagrado Corazón", ubicada en Apatzingán, Mich.

Objetivos específicos:

1.- Indicar el proceso que se debe seguir para construir las instalaciones de la gasolinería para que sean seguras.

2.- Ofrecer el diseño de unas instalaciones seguras y adecuadas según la zona donde se construirá la gasolinería.

3.- Establecer el diseño constructivo de una gasolinera.

4.- Mencionar los tipos de elementos que conforman las estaciones de servicio de una gasolinería.

5.- Diseñar la distribución óptima de las oficinas administrativas de la gasolinería.

6.- Definir el análisis constructivo de una gasolinería y operaciones de las instalaciones y estudios aplicadas en ella.

Pregunta de investigación.

En la construcción de una gasolinería se contienen diversas propuestas o actividades al desarrollar un proyecto, como determinar o elaborar la forma, dimensiones y características detalladas de la estructura misma, es decir, de aquella parte de la construcción que tiene como función generar las solicitudes que se presentarán durante las distintas etapas de su existencia.

En la presente investigación se habrá de responder a la pregunta:

¿Cuál es el análisis, diseño estructural y de instalaciones en la construcción de la gasolinería “Sagrado Corazón”, ubicada en la ciudad de Apatzingán, Mich.?

Justificación.

El presente trabajo es de gran importancia, debido a que se establecen los procedimientos de construcción de una gasolinería basados en normas mexicanas, lo cual genera certeza en los resultados obtenidos y en la efectividad del cálculo estructural. A modo de que se llevará a cabo la investigación del análisis y diseño el colegio de Ingenieros Civiles se verá beneficiado, siendo interesante y de gran importancia también para la comunidad estudiantil en especial a los futuros ingenieros civiles, ya que dicho trabajo tiene los cálculos, análisis e información muy explícita y explicada de manera que cualquier estudiante pueda comprender los términos, además servirá para todos aquellos que estén interesados en el tema de

una gasolinería ya que abarca desde el análisis de dicha estructura hasta las instalaciones y estudios, realizados en la comunidad de Apatzingán, Michoacán.

Con la información presentada en dicho trabajo, la comunidad se beneficia con conocimiento de gran importancia en el ámbito de gasolinerías y se enteran que una gasolinería necesita de diseños, análisis y no solo es llegar y poner dicho establecimiento si no que se necesita de todo un procedimiento y reglas para poder establecerlo.

Marco de referencia.

El presente estudio se realizará en la gasolinería “Sagrado Corazón”, en el municipio de Apatzingán de la Constitución, que está ubicada al sureste del estado de Michoacán, a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. Su relieve lo conforman la Sierra Madre del Sur, la depresión de Tepalcatepec y la Sierra de Acahuato.

El sitio de ubicación cuenta con suelos aluviales, es decir, son suelos de origen fluvial y poco profundo, estos suelos contienen corrientes de aguas, de mala filtración. Se tendrá también en cuenta las cuestiones de sismo ya que en esta zona se proporciona las condiciones para el diseño de las estructuras, se puede considerar la estructura general de la gasolinería como del tipo “A” según el RCDF.

Por consiguiente, se tiene que es un clima semiseco muy cálido y cálido, la topografía que presenta el predio donde estará ubicada la estructura es plana, con

una pendiente mínima de Norte a Sur. Se efectuará el análisis y diseño del proyecto el cual tiene una superficie de 4,537.50 m².

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En este capítulo se estudiará el área de lo que se refiere a análisis estructural mencionando los conceptos básicos, para que se pueda comprender con mayor claridad, también la relación que hay entre análisis y diseño, que en la mayoría de las veces se confunden, pensando que es lo mismo. Además se estudiarán los elementos y materiales estructurales, al igual que los tipos de apoyos que pueden tener las estructuras, a todo esto se dará a conocer cómo se clasifican las estructuras, terminando con los diferentes métodos de análisis estructural que se han desarrollado hasta el momento.

En el análisis estructural se proporcionan resultados a nivel global (reacciones, desplazamientos) y a nivel seccional (esfuerzos, curvaturas, elongaciones). Debe servir también para determinar el comportamiento a nivel local (tensiones, deformaciones) de aquellas zonas singulares en las que las hipótesis clásicas de la resistencia de materiales no sean aplicables: zonas locales próximas a cargas concentradas, nudos, cambios bruscos de sección, etc.

El análisis estructural debe adoptar, en cada caso, los modelos fundamentales de cálculo apropiados para aproximar el comportamiento real de las estructuras con precisión necesaria para asegurar la no superación del estado límite considerado.

1.1.- Concepto de análisis estructural.

Para realizar el análisis se idealizan tanto la geometría de la estructura como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado que debe, así mismo, reflejar aproximadamente las condiciones y secciones de los elementos, de sus uniones y de los apoyos del terreno.

“Para asegurar el comportamiento adecuado y confiable de una estructura, el ingeniero estructural debe ser capaz de predecir con exactitud la respuesta del sistema estructural a perturbaciones probables (fuerzas, desplazamientos, etc.)” (Beaufait; 1977: 2).

Al tener esa ventaja de poder predecir cómo se comportará la estructura, el ingeniero estructural puede analizar, tal y como dijo Beaufait (1997) tomando en cuenta tres consideraciones que se tomaran a continuación: la resistencia, la rigidez y la estabilidad.

Como se puede saber, la resistencia es la oposición a la acción de una fuerza.

“La resistencia de una estructura se determina mediante procedimientos analíticos basados en el conocimiento de las propiedades geométricas de la estructura y mecánica de los materiales que la componen” (Piralla; 2009: 88).

Además, la resistencia puede ser alterada de manera notable por los procedimientos de transporte, colocación y curado. Las diferencias que se puedan presentar entre los reglamentos no implican discrepancias en el nivel de riesgo que

se acepta en el diseño, si no que se ven reflejados simplemente en la práctica de los diferentes materiales que existan y se llevaran a cabo a este análisis.

1.2.- Relación entre análisis y diseño estructural.

Si se habla de análisis y diseño estructural, para personas poco conocedoras del tema se les puede hacer similar o en algunos casos inclusive se llega a pensar que es lo mismo, pero hablar sobre la materia son dos cosas diferentes que a su vez van de la mano.

Análisis, como menciona Piralla (2001), son todas aquellas tareas que se realizan para poder identificar las respuestas que puede llegar a tener una estructura frente a las diferentes acciones exteriores que le afectarán, o en otras palabras se trata de determinar los resultados que enfrentará la estructura a lo largo de su vida útil.

Para poder determinar dichos efectos se requiere de: un modelo teórico donde se compilen diversos datos de los materiales que se propondrán; determinar las acciones de diseño y para finalizar, diagnosticar los efectos que tendrán las acciones ante el modelo antes mencionado.

Citando a Sterling (1984) en la profesión de ingeniería civil para realizar una idea de una construcción se deben de tomar en cuenta cuatro aspectos.

“La planeación se puede considerar como que incluye toda la actividad que trata con el desarrollo de una idea inicial a un plan general” (Sterling; 1984: 62), se

tiene una idea la cual se plasma sobre un plano, se indica la ubicación para así poder tomar en cuenta todos los aspectos que se presentan en el lugar.

“El análisis de una estructura se considera que incluye normalmente toda la labor relacionada con la evaluación de esfuerzos axiales, esfuerzos de corte, o momentos flexionantes, causado por cualquier acción que deba resistir la estructura” (Sterling; 1984: 62), del proyecto que se tiene se propone un diseño previo sacado de conocimiento empírico así se le plantearán todas las cargas, luego para deducir cómo se comportará la estructura y obtener las deformaciones que tendrá se sugiere un método de análisis.

En el diseño “se incluye todo el trabajo que trata del dimensionado de las partes componentes de la estructura” (Sterling; 1984: 63), ya se propuso un diseño posterior con el cual se analizó y se sacaron las cargas que van a actuar sobre la estructura, ahora se idean las dimensiones necesarias para soportar los efectos basándose en normas, siempre cuidando economizar pero por sobre todo va primero la seguridad.

Para finalizar se entregan los planos decisivos donde se mencionan todas las características necesarias y se empieza la construcción.

Habiendo mencionado todo lo anterior, se puede llegar a la conclusión de que análisis y diseño son diferentes, pero ambos se realizan en un proyecto. Se puede decir que sin el análisis el diseño no se puede llevar a cabo, ya que el diseño se basa en el análisis realizado.

1.3.- Elementos estructurales.

Los elementos estructurales son todas las partes en que se puede dividir una estructura, dichas partes son las que soportan las cargas de la estructura.

De acuerdo con Piralla (2009), los elementos estructurales se pueden dividir en lineales, planos y de superficie curva.

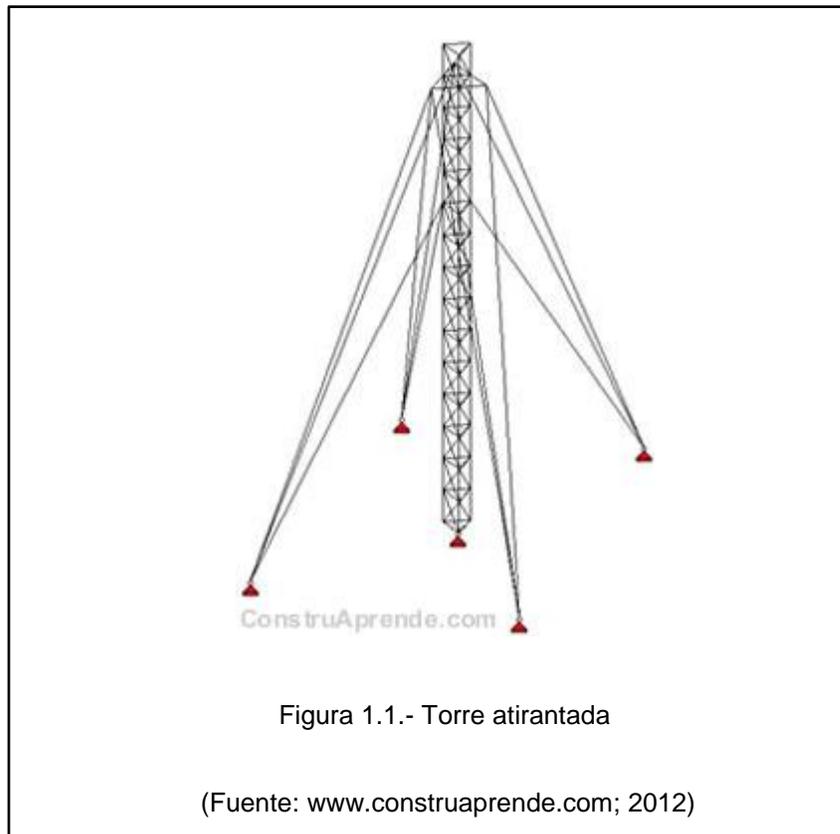
1.3.1.- Elementos lineales.

“Los elementos más sencillos que pueden identificarse en una estructura son aquellos que se modelan como líneas, o sea que tienen una de sus dimensiones mucho mayor que las otras dos” (Piralla; 2009: 281), los cuales son los casos de vigas, cables, tirantes, columnas.

De igual manera como señala el autor antes mencionado hablando de los elementos lineales se tiene a los elementos que están a tensión en su eje longitudinal que son los tirantes o cables, los cuales resisten empujes en cualquier dirección, también son capaces de cambiar las fuerzas verticales en axiales.

Una de sus principales características es que estos elementos tienen la necesidad de usar un anclaje, el cual les ayuda a transmitir la fuerza que se le está aplicando hacia otra sección de la estructura o sobre el mismo suelo, si sucede el primer caso; la estructura sufrirá reacciones importantes pero si se descarga sobre el suelo; existe la necesidad de contrarrestar la carga aplicada y con esto se llega a que el anclaje llegue a ser más caro y complicado que el elemento principal, por lo tanto

si se desea usar elementos a tensión para transmitir fuerzas se debe de pensar primero en la disponibilidad de un anclaje que sea eficaz y económico.



Entonces se puede tomar en cuenta que para utilizar elementos a tensión se deben de usar sistemas en los cuales se auto equilibren (como se muestra en la figura 1.1) para evitar que si se cambia el tipo de carga el elemento cambie su forma.

El mejor material para este tipo de elementos, por obiedad es el acero, debido a sus propiedades de alta resistencia y además de que es fácil de ser anclado.

Según menciona el autor antes citado, también se pueden llegar a encontrar tirantes de concreto, los cuales no son muy comunes, pero estos tienen una ventaja con respecto a los de acero, si en algún momento dado las cargas llegaran a cambiar

de dirección estos pasarían de estar a tensión y empezaría a trabajar como un puntal recibiendo fuerzas de compresión.

Otro tipo de elementos lineales son los sujetos a compresión axial (las columnas, pilotes, trabes, arcos continuos), que es muy difícil encontrarlos en ambientes en donde no se presenten en conjunto con acciones de flexión con lo cual se produce pandeo en esos elementos.

De acuerdo con Nawy (1988), las columnas son miembros verticales a compresión de los marcos estructurales, que sirven para apoyar las vigas cargadas. Además, transmiten las cargas de los pisos superiores hasta la planta baja y después al suelo, a través de la cimentación. En términos económicos y de pérdidas humanas, la falla estructural de una columna es un evento muy importante puesto que las columnas son elementos a compresión y la falla de una de estas en un lugar crítico de la estructura puede causar el colapso progresivo de los pisos concurrentes y el colapso total de la estructura completa; las fallas en elementos a compresión proporcionan muy poca advertencia visual en la estructura misma.

Las vigas son elementos que soportan las cargas que actúan en una estructura ya sean cargas vivas, cargas muertas, etc. Estos elementos pueden sufrir fallas por flexión debido a la deformación causada por los esfuerzos de flexión generado por las cargas externas; además, las vigas deben tener un margen de seguridad adecuado contra otro tipo de comportamiento muy común en ellas, como es el caso de la falla por cortante; de esta manera se pueden definir a las vigas como

elementos estructurales que le proporcionan lo necesario para mantener en buenas condiciones de servicio a la estructura.

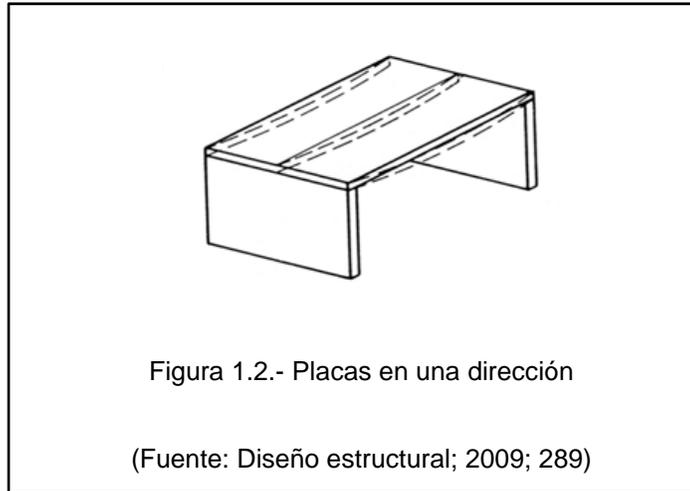
Retomando lo dicho por Piralla (2009), un elemento similar al cable colgante que actúa para esfuerzos de tensión y transmite esas fuerzas en tensión simplemente axial hacia sus apoyos; el arco, que es un elemento rígido, lo hace pero a compresión axial, esto solo sucede si la descarga la hace de manera directa, de lo contrario con la más ligera desviación compromete a que aparezcan flexiones. La magnitud de estas flexiones es proporcional a desviación entre el eje del arco y la dirección de las cargas.

1.3.2.- Elementos planos.

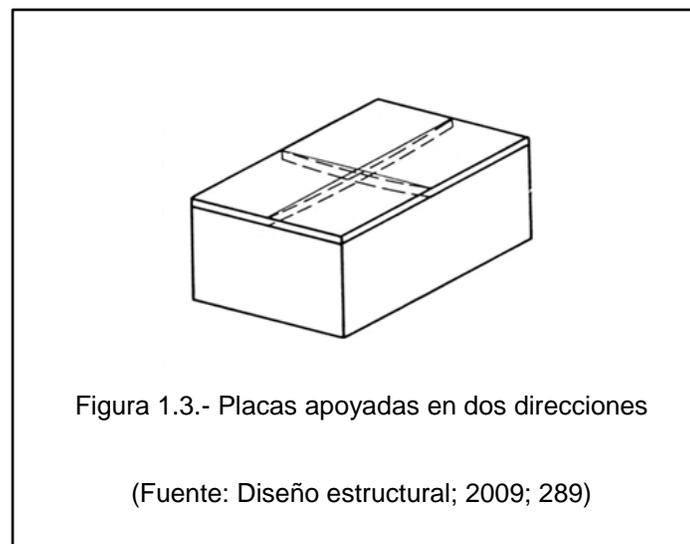
“Un grupo importante de elementos estructurales básicos se caracteriza por tener una dimensión muy pequeña con respecto a las otras dos y una superficie media plana” (Piralla; 2009: 289).

De lo referido por Piralla (2009), estos elementos mayormente conocidos como placas, tienden a desempeñar diferentes tipos de funciones estructurales, todo dependiendo de cómo estén colocadas o como se transmiten las cargas, con esto se refiere a los siguientes ejemplos:

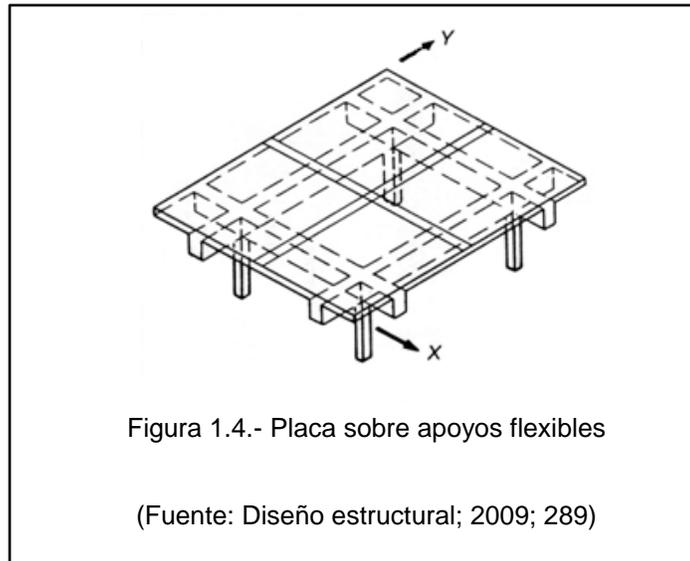
- La placa en una sola dirección: estas condiciones se dan cuando solo dos de sus orillas, en la misma dirección, están apoyadas (como se muestra en la figura 1.2). Este tipo de placas funcionan prácticamente como una viga, debido a que la transmisión de fuerzas que realiza es hacia sus apoyos por flexión en una sola dirección.



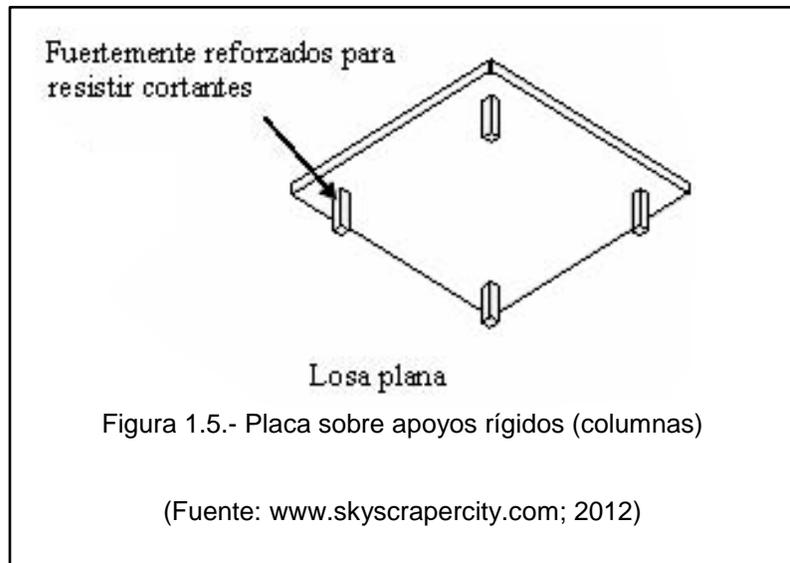
- Placas apoyadas en dos direcciones: ahora bien, se tiene la misma placa pero apoyada en todo su perímetro (figura 1.3), esto hace que una parte (la mitad en realidad) de la carga se transmita por flexión hacia una dirección y la otra parte hacia la otra dirección perpendicular, esto supera por mucho la eficiencia a comparación de la que está solo apoyada en una dirección.



- Placas sobre vigas o apoyos flexibles (figura 1.4): estas al igual que las anteriores, se flexionan en dos direcciones, pero la diferencia es que la carga recae sobre la vigas en dirección “x” y esta la transmite y debe ser resistida por 3 columnas en dirección “y”, por lo tanto esto lleva a que la carga total debe ser resistida a flexión en ambas direcciones.

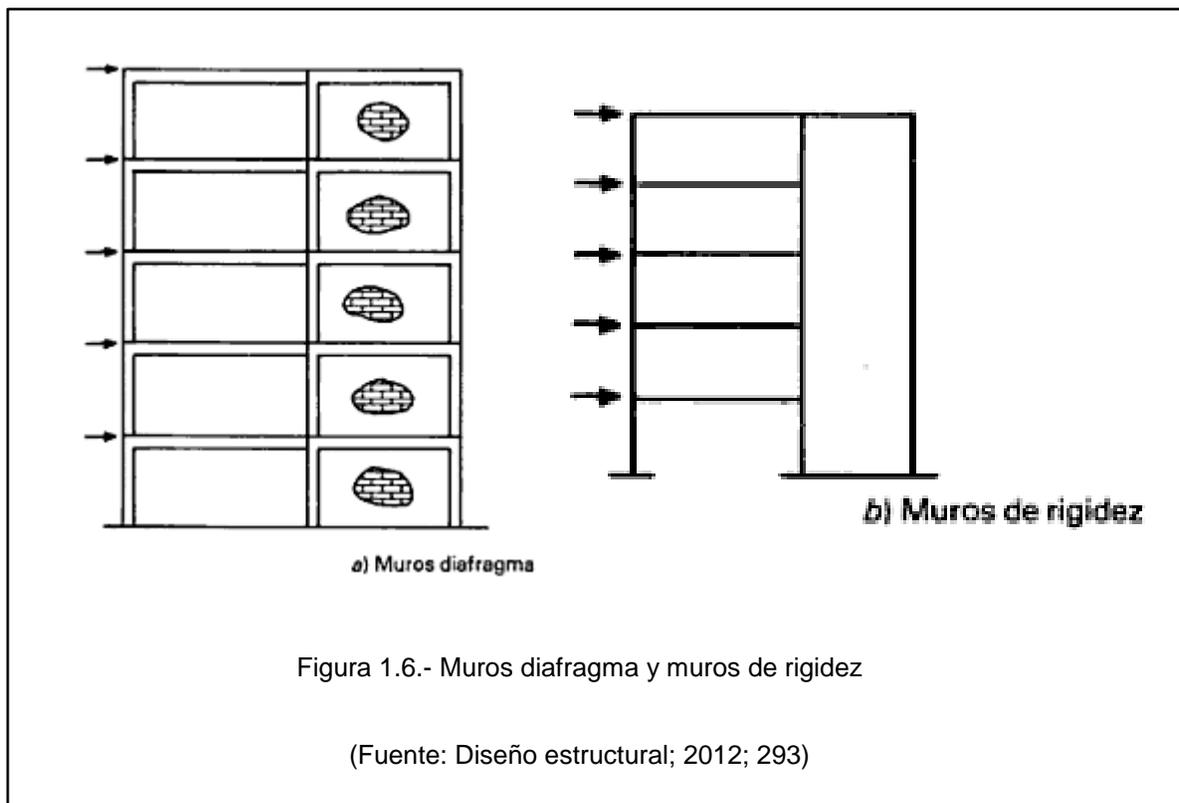


- Placa apoyada sobre columnas: mejor conocidas como losas planas, este tipo de losas tienen un comportamiento altamente inadecuado para zonas sísmicas. Otros problemas que se le presentan a este tipo de placas son los de penetración, debido a los altos esfuerzos que se presentan cerca de los apoyos y se presentan fallas por perforación.



Otro tipo de elementos planos son los muros o paredes, “es una placa vertical en que predominan generalmente las cargas verticales que están distribuidas de manera uniforme en toda la longitud del muro por medio de un sistema de piso” Piralla (2009: 292), en estos elementos los efectos de pandeos son muy importantes por la esbeltez que tienen por lo tanto los muros resisten cargas a compresión mucho menores a las de las columnas.

Entre estos últimos se encuentran los muros de diafragma y de rigidez (representados en las siguientes figuras), este tipo de elementos son usuales en edificios y estructuras de cajón por la gran rigidez lateral que aportan.

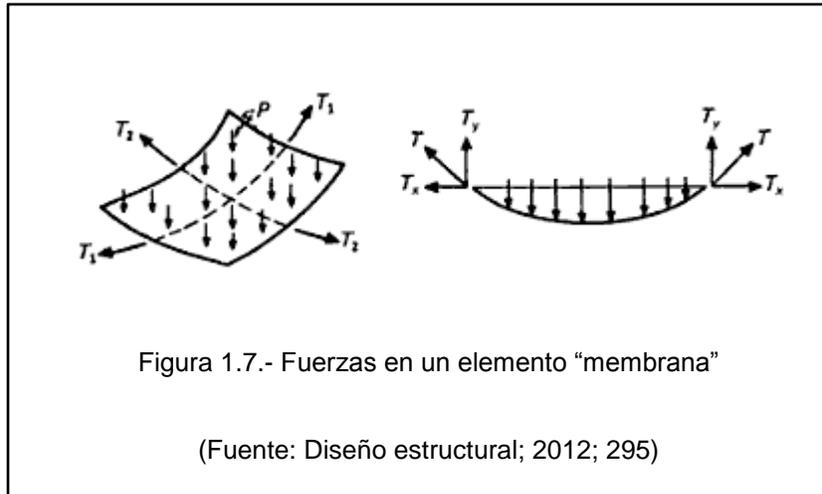


1.3.3.- Elementos de superficie curva.

Así como con anterioridad se puede observar que los elementos pueden cambiar de forma para transmitir o soportar cargas de manera más eficiente, los elementos planos pueden curvarse para transmitir cargas en esfuerzos axiales.

Los elementos con superficie curva que podemos encontrar son la membrana, cascarones o cúpulas.

La membrana son elementos externos que se suspenden sobre sus apoyos, esto les permite cambiar su forma, para que las cargas transversales que están haciendo que se flexione el elemento se transformen en tensión (figura 1.7)



Los cascarones son elementos que a diferencia de las membranas que trabajan a tensión, estos trabajan esencialmente a esfuerzos de compresión. La transmisión de cargas en los cascarones se da por compresión, tensión y en algunos casos esporádicos de flexión la cual siempre se busca que sea la mínima adaptándola de la forma más eficaz.

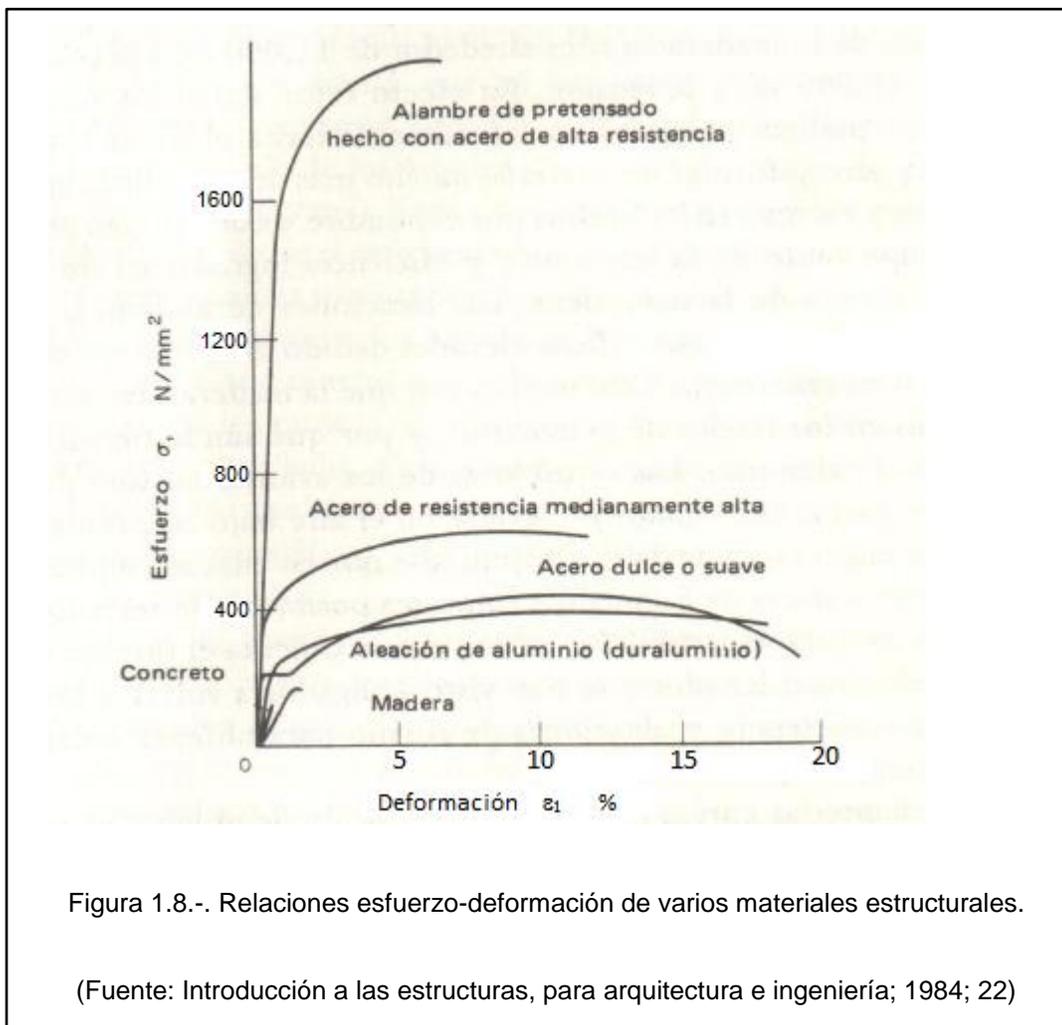
1.4.- Materiales estructurales.

Desde hace años se busca conocer por qué es que las estructuras tienen diferentes comportamientos, por lo tanto se debe de tomar en cuenta las características de los materiales estructurales.

El estudio de las estructuras consiste en evaluar la funcionalidad, factibilidad y seguridad. Estos aspectos toman en cuenta entre otras cosas, la forma, detalle, durabilidad, resistencia, costo, disponibilidad y capacidad de la estructura; características que están dadas al material del cual se realizara la obra.

Es por ello, que en este tema se tomaran en cuenta los aspectos generales de los principales materiales para la construcción, ya que en primer lugar hay que aclarar de lo que se va hablar por material estructural. El acero, concreto y piedra, por ejemplo, estos se usan para hacer aquellas partes de la estructura que soportaran las cargas y que proporcionaran resistencia y estabilidad, ya que el acero es el material estructural.

“El material de una estructura puede fallar ya sea bajo tensión o bajo compresión. Por consiguiente, el proyectista necesita conocer tanto la resistencia máxima a la tensión del material como la de la compresión” (Francis; 1984:15).



La madera, es un material tan antiguo como moderno para cualquier uso ya que ofrece las mejores posibilidades para crear estructuras sólidas, seguras, perdurables en el tiempo y versátiles. Actualmente se habla de la madera “tecnológicas” tratadas de manera que sean resistentes al fuego y a la intemperie, aunque pueden encontrarse estructuras de madera con muchos años de antigüedad lo que significa que tanto su seguridad como su durabilidad sean factibles, siendo uno de los pocos materiales realmente renovables y reciclables, cabe saber que es un buen aislante y regulador de la humedad natural y esto se ve beneficiado a las estructuras mismas.

El acero por ser el elemento estructural que presenta mayor resistencia a las cargas, se utiliza cuando es necesario cubrir grandes claros o luces para grandes estructuras (Puentes, torres de energía, espectaculares, naves industriales, edificios, etc.). Este material está constituido por una aleación de hierro y carbono, reduciendo durante el proceso los contenidos de carbono, silicio y azufre que en un principio perjudican al acero. El diseño de estructuras de acero implica la selección de perfiles estándar laminados a un grado de calor, esta es la forma más empleada del acero estructural.

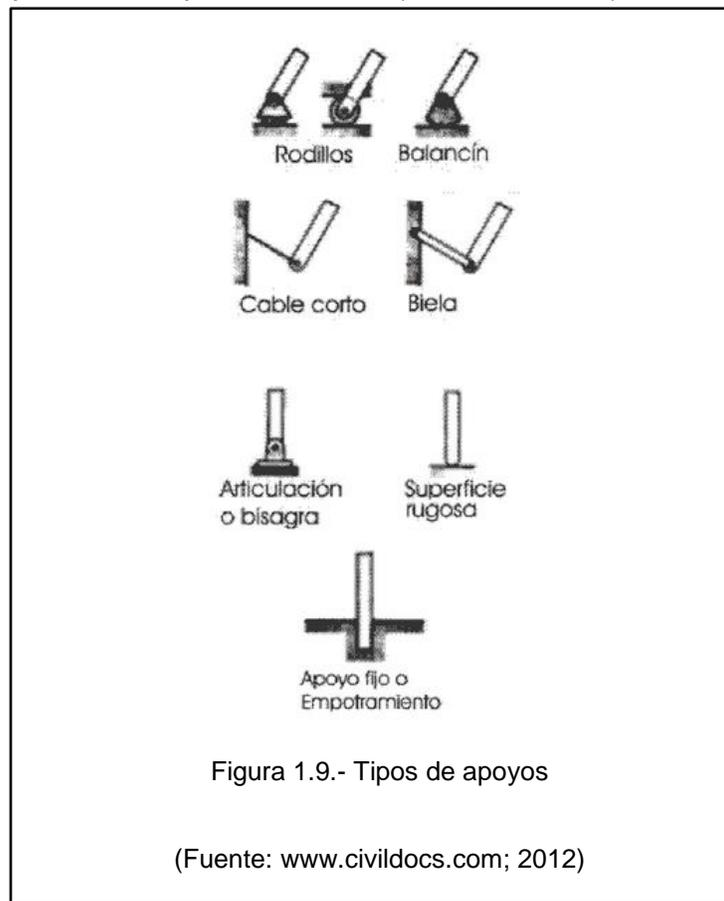
1.5.- Tipos de apoyos

“Para asegurar que una estructura, o elemento estructural, permanezca en la posición requerida bajo todas las condiciones de carga, se debe fijar a una

cimentación o conectarse a otros miembros estructurales por medio de soportes” (Kenneth; 2006: 81).

Los soportes que se usan, son dependiendo de la envergadura de la estructura, para las más pequeñas y ligeras, se proveen juntando los miembros por medio de clavos o tornillos a muros, vigas u otros elementos como columnas, en cambio en estructuras pesadas y de gran tamaño es necesario otro tipo de sistemas, grandes y complejos que den la misma funcionalidad.

Las uniones de apoyos (figura 1.9), se pueden clasificar en; articulados, de rodillo o fijos (empotrados). “El tipo de conexión de apoyo que se emplea determina el tipo de carga que la unión puede resistir” (Batch; 2006: 3).



- Apoyo de rodillo: En los apoyos de rodillo solamente tolera los movimientos que son en dirección vertical, pero aun así permite movimientos horizontales, por lo tanto la única fuerza que actúa es la vertical.
- Apoyo articulado: Los apoyos articulados resisten dos movimientos, los de dirección horizontal y dirección vertical, y al igual que los apoyos de rodillos las fuerzas que actúan son las mismas que resiste.

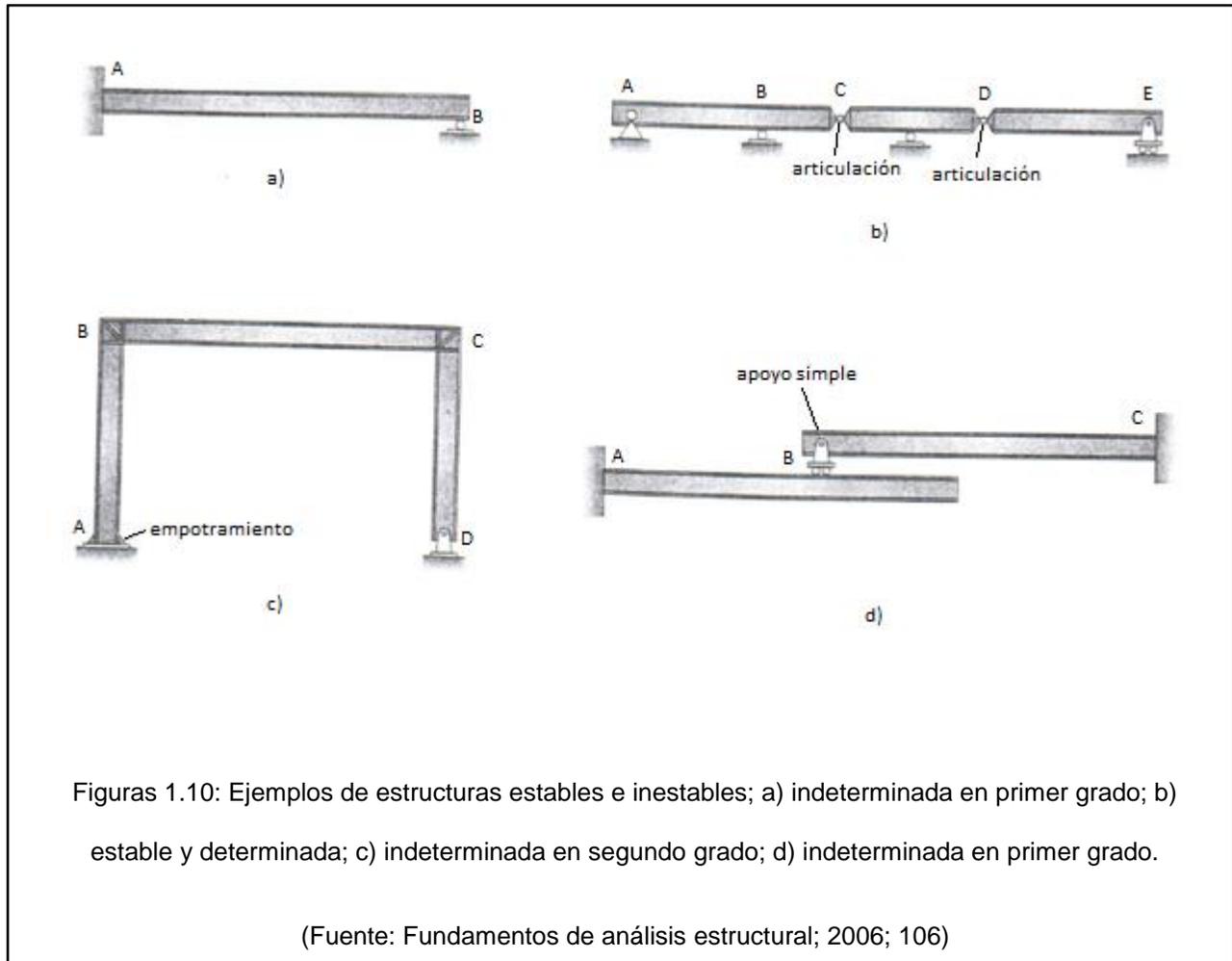
Apoyo fijo o empotrado: En el ámbito laboral, este apoyo se logra cuando se conecta un elemento con una cimentación fuerte. Este es el único apoyo que permite deformaciones, así mismo, las fuerzas que actúan en estos apoyos son, horizontales, verticales y deformaciones.

1.6.- Clasificación de las estructuras.

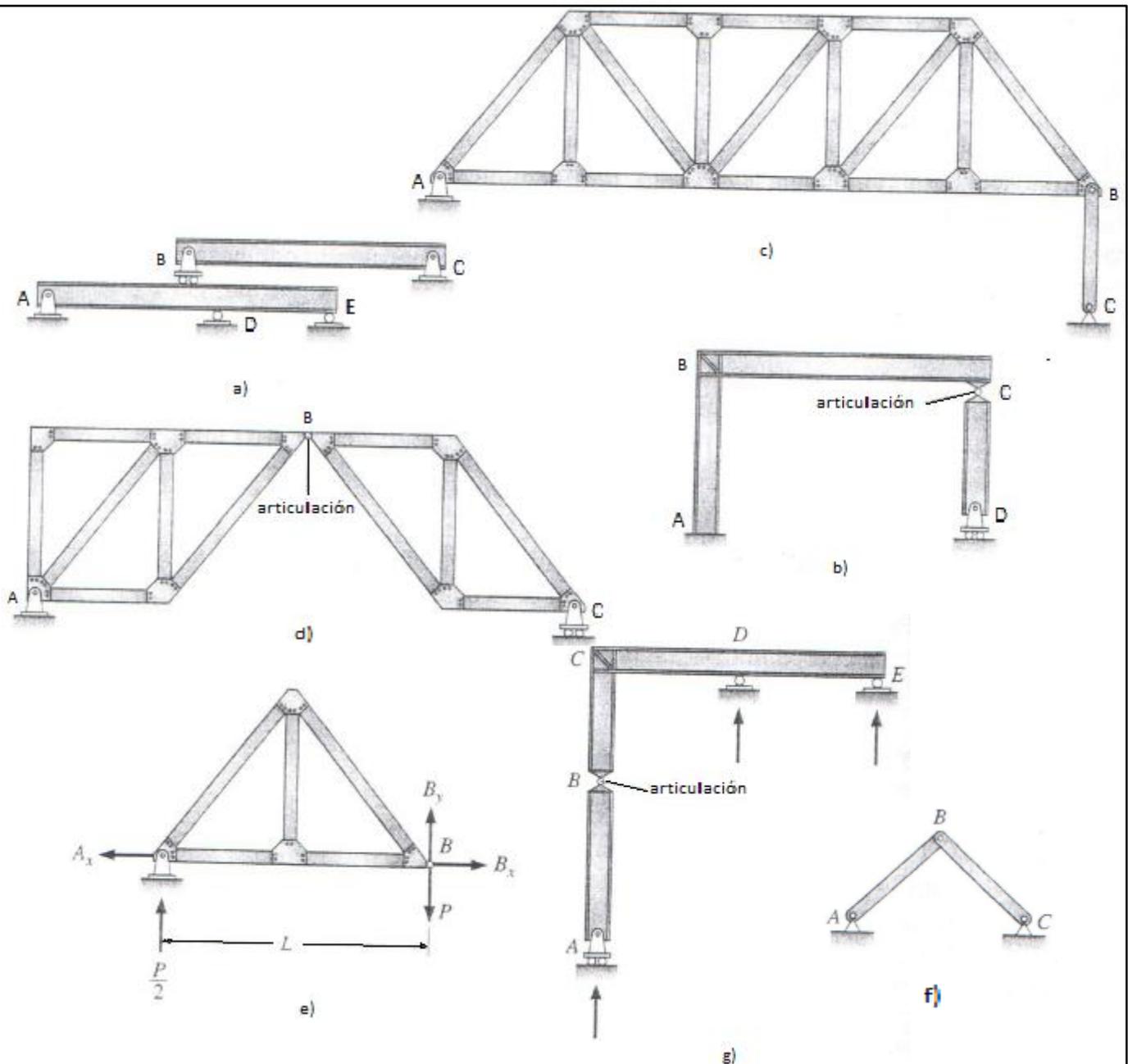
Uno de los principales objetivos que se pueden determinar en este tema es establecer los criterios para construir una estructura estable. En este proceso se tiene que el calculista tiene que considerar tanto la geometría de la estructura como su número, la posición y los tipos de apoyos proporcionados. Se llega a la conclusión de examinar cada estructura de las figuras 1.10 y 1.11 con el fin de establecer si son estructuras estables o inestables con respecto a las reacciones externas.

Para las estructuras estables, se puede plantear también si son determinadas o indeterminadas. Finalmente, se establece el grado de indeterminación para las estructuras indeterminadas. Todas las estructuras se consideran como cuerpos

rígidos individuales que pueden resistir o no sistemas de liberación de las restricciones internas. El proceso que se lleva a cabo de las articulaciones o rodillos internos se toma en cuenta considerando el número de ecuaciones de condición asociadas.



Como en la mayoría de los casos, para establecer si una estructura es determinada o indeterminada, simplemente se compara el número de reacciones externas con el número de equilibrio disponibles para la solución, es decir, tres ecuaciones de la estática más cualquier ecuación de condición



Figuras 1.11: a) Indeterminada en primer grado; b) inestable, las reacciones aplicadas a CD forman un sistema de fuerzas concurrentes; c) estable y determinada; d) inestable $R < 3 + C$; e) inestable, las reacciones que actúan sobre cada armadura forman un sistema de fuerzas concurrentes; f) estable e indeterminada; g) inestable, las reacciones sobre BCDE son equivalentes a un sistema de fuerzas paralelas.

(Fuente: Fundamentos de análisis estructural; 2006; 108)

1.7.- Métodos de análisis estructural.

En este tema se menciona el método de flexibilidad y el método de rigidez (también llamados métodos de la acción y del desplazamiento, respectivamente). Estos métodos se aplican generalmente a todos los tipos de estructuras, incluyendo a vigas, columnas, placas, y otros elementos estructurales que pueden ser denominados para tal tipo de estructura. Ambos métodos son esenciales en concepto e involucran formulaciones matemáticas distintas.

Estos métodos son empleados mediante el álgebra matricial, ya que te hace factible tratar los términos generales desde un principio, aunque siendo los primeros problemas por resolver son fáciles y están formulados para ilustrar los conceptos básicos de estos mismos. También puede decirse, que el uso de matrices, sirve para la programación en una computadora digital.

Finalmente, se debe comprender que estos métodos de flexibilidad y de rigidez pueden aplicarse hasta formar un procedimiento matemático para el cálculo y análisis de una estructura. Una vez que se han comprendido los conceptos básicos para un procedimiento, los métodos a realizar pueden aplicarse a estructuras que tengan cualquier grado de dificultad.

1.7.1.- Formulación de fuerzas (método de flexibilidad).

El número de fuerzas desconocidas en una estructura depende de las reacciones y de las fuerzas en las barras, en tanto que, el número de ecuaciones independientes que ofrece la estática es el mismo. Para el caso de estructuras estáticamente indeterminadas el número de fuerzas desconocidas es siempre mayor

al de las ecuaciones de equilibrio (estática). Las fuerzas desconocidas en la estructura estáticamente determinada pueden obtenerse en forma directa de estas ecuaciones, aún sin considerar las dimensiones y propiedades del material de las barras. La deformación depende de las propiedades elásticas de sus miembros constitutivos, sin embargo, esta información no es tan requerida al determinar las fuerzas internas de una estructura estáticamente determinada, ya que estas se obtienen a partir de la geometría original de la estructura.

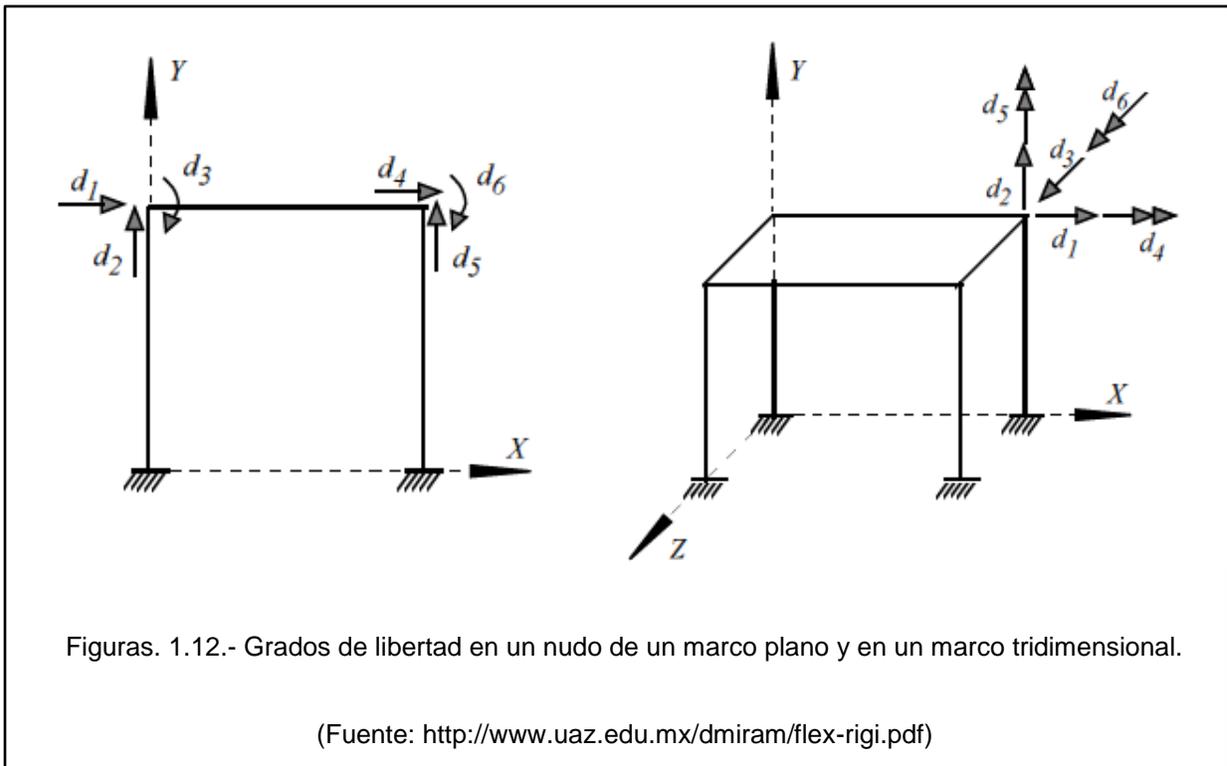
El problema es diferente en el caso de una estructura estáticamente indeterminada. Si se insiste en que las fuerzas desconocidas sean consideradas como las incógnitas primarias, se requerirían condiciones adicionales a las de la estática. Estas son las relativas a la compatibilidad de deformaciones.

Siempre hay un número de condiciones geométricas igual al número de redundantes. Entonces al encontrar las componentes de las redundantes, usando las condiciones geométricas o de frontera, las demás reacciones pueden determinarse por las ecuaciones de la estática. Si la estructura es estáticamente indeterminada interna y externamente, se eliminarán tantas redundantes (internas y externas) como sea necesario hasta obtener una estructura estáticamente determinada y estable.

1.7.2.- Formulación de desplazamientos (método de rigidez).

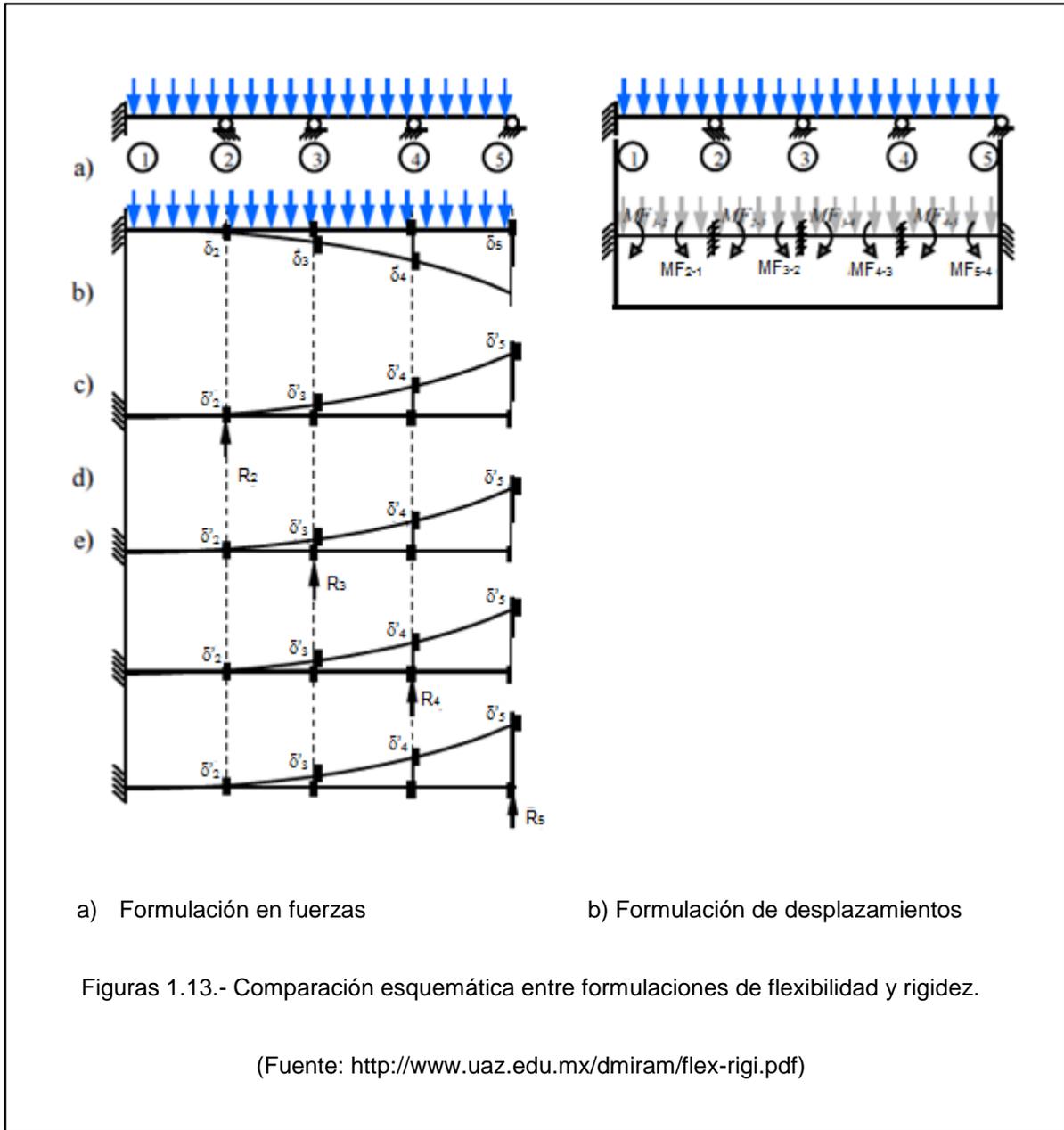
El método de desplazamiento puede aplicarse a estructuras estáticamente indeterminadas o determinadas, siendo más útil en las primeras, donde el grado de indeterminación es alto. En este método las cantidades desconocidas son los desplazamientos (la translación y la rotación de los nudos). El número de

desplazamientos independientes de una estructura se conoce como grado de indeterminación cinemática, o número de grados de libertad. Este número es la suma de los grados de libertad de translación y rotación. En general, en un marco plano deben considerarse tres grados de libertad por nudo; un desplazamiento longitudinal (axial), uno perpendicular (corte) y una rotación (flexión). En un marco tridimensional serán seis por nudo; tres desplazamientos y tres rotaciones (Fig. 1.12).



En el método de los desplazamientos hay siempre tantas ecuaciones de equilibrio como desplazamientos desconocidos ya que a cada coordenada de carga le corresponde una coordenada de desplazamiento, sin tomar en cuenta el hecho de que la estructura sea determinada o indeterminada estáticamente.

Para comparar ambas formulaciones, se plantearán las ecuaciones requeridas según los procedimientos descritos anteriormente (Fig. 1.12)



Es importante observar que cada uno de los procedimientos representa el inverso del otro, lo que corresponde con la relación conocida entre flexibilidad y rigidez. Para comparar las ecuaciones resultantes en ambos métodos, se ignorara la deformación axial de las barras y sólo se considerará una incógnita por nudo, para obtener sistemas de ecuaciones comparables.

Acción de flexibilidad

- a) Se eliminan todas las redundantes (incógnitas) resultando una estructura *liberada* isostática. En la estructura liberada aparecen desplazamientos (\square) incongruentes con las condiciones de apoyo reales. Los desplazamientos son debidos a la carga real.
- b) – e) Para eliminar los desplazamientos incongruentes, se aplican *fuerzas* (incógnitas) en cada uno de los puntos y en las direcciones en donde se presentan. Sin embargo como se desconocen, se utilizan valores unitarios. La suma de todas las configuraciones, deben satisfacer las *condiciones geométricas* de la estructura real, es decir, los desplazamientos en cada apoyo deben ser nulos (compatibilidad).

Acción en rigidez

- a) Se sujetan todos los nudos para impedir cualquier movimiento, resultando en una estructura empotrada en todos sus nudos. En la estructura empotrada aparecen fuerzas de empotramiento (*MF*) incongruentes con las condiciones de apoyo reales. Los momentos son debidos a la carga real.
- b) – e) Para eliminar estas fuerzas ficticias, se aplican *desplazamientos* (incógnitas) en cada uno de los puntos y en las direcciones en las que aparecen fuerzas. Sin embargo, como se desconocen, se aplican valores unitarios. La suma de todas las configuraciones deben satisfacer las

condiciones de equilibrio de la estructura real, es decir, la suma de momentos en cada apoyo, debe ser nula (equilibrio).

Para el método de flexibilidad, la suma de desplazamientos en cada apoyo que fue removido, debe ser nula, lo que resulta en:

$$\begin{aligned} \Sigma \delta_2 &= 0 \\ \delta_2 + \delta_2' R_2 + \delta_2'' R_3 + \delta_2''' R_4 + \delta_2^{IV} R_5 &= 0 \\ \Sigma \delta_3 &= 0 \\ \delta_3 + \delta_3' R_2 + \delta_3'' R_3 + \delta_3''' R_4 + \delta_3^{IV} R_5 &= 0 \\ \Sigma \delta_4 &= 0 \\ \delta_4 + \delta_4' R_2 + \delta_4'' R_3 + \delta_4''' R_4 + \delta_4^{IV} R_5 &= 0 \\ \Sigma \delta_5 &= 0 \\ \delta_5 + \delta_5' R_2 + \delta_5'' R_3 + \delta_5''' R_4 + \delta_5^{IV} R_5 &= 0 \end{aligned}$$

En forma matricial:

$$\begin{vmatrix} \delta'_2 & \delta''_2 & \delta'''_2 & \delta^{IV}_2 \\ \delta'_3 & \delta''_3 & \delta'''_3 & \delta^{IV}_3 \\ \delta'_4 & \delta''_4 & \delta'''_4 & \delta^{IV}_4 \\ \delta'_5 & \delta''_5 & \delta'''_5 & \delta^{IV}_5 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \end{vmatrix}$$

En forma compacta:

$$[f] \{R\} = \{\delta_0\}$$

Dónde: $[f]$ es la matriz de coeficientes de desplazamientos o matriz de flexibilidad, $\{R\}$ es el vector de fuerzas (reacciones incógnitas) y $\{\delta_0\}$ es el vector de desplazamientos debido a la carga real en la estructura liberada (desplazamientos incongruentes o ficticios).

Para el método de rigidez se tiene que la suma de momentos en cada uno, representa las condiciones de equilibrio, lo que resulta en:

$$\Sigma M_2=0$$

$$\text{(de 2 a 1) - } MF_{2-1} + M'_{2-1} \Theta_2$$

$$\text{(de 2 a 3) - } MF_{2-3} + M'_{2-3} \Theta_2 + M''_{2-3} \theta_3$$

$$\Sigma M_3=0$$

$$\text{(de 3 a 2) - } MF_{3-2} + M'_{3-2} \Theta_2 + M''_{3-2} \theta_3$$

$$\text{(de 2 a 3) - } MF_{3-4} + M'_{3-4} \Theta_3 + M'''_{3-4} \theta_4$$

$$\Sigma M_4=0$$

$$\text{(de 4 a 3) - } MF_{4-3} + M'_{4-3} \Theta_2 + M''_{4-3} \theta_4$$

$$\text{(de 4 a 5) - } MF_{4-5} + M'_{4-5} \Theta_4 + M'''_{4-5} \theta_5$$

$$\Sigma M_5=0$$

$$\text{(de 5 a 4) - } MF_{5-4} + M'''_{5-4} \Theta_4 + M^{iv}_{5-4} \theta_5$$

Quedando en forma matricial:

$$\begin{array}{cccc|c|c|c} M'_{2-1} + M'_{2-3} & M''_{2-3} & 0 & 0 & \Theta_2 & & MF_{2-1} + MF_{2-3} \\ M'_{3-2} & M'_{3-2} + M''_{3-4} & M'''_{3-4} & 0 & \Theta_3 & = & MF_{3-2} + MF_{3-4} \\ 0 & M''_{4-3} & M'''_{4-3} + M'''_{4-5} & M^{iv}_{4-5} & \Theta_4 & & MF_{4-3} + MF_{4-5} \\ 0 & 0 & M'''_{5-4} & M^{iv}_{5-4} & \Theta_5 & & MF_{5-4} \end{array}$$

En forma compacta:

$$[K]\{\theta\} = \{MF\}$$

Dónde $[K]$ es la matriz de coeficientes de fuerza o matriz de rigidez, $\{\theta\}$ es el vector de desplazamientos incógnita y $\{MF\}$ es el vector de términos independientes que depende de la carga en la estructura.

Tanto $[f]$ como $[K]$ tienen propiedades importantes quienes por el momento no se aprecian. Estas propiedades se discutirán más adelante. Por el momento se muestra, paso a paso, las características propias de cada formulación (fuerza o desplazamiento) para plantear las ecuaciones necesarias para resolver una estructura hiperestática.

CAPÍTULO 2

DISEÑO ESTRUCTURAL

En este capítulo se abarcarán los diversos conceptos que se encontrarán al hablar de diseño estructural al igual que el ámbito en el que se desarrolla un diseñador estructural, a esto se le agregarán las herramientas que un ingeniero civil utiliza para diseñar, mencionando manuales y programas. Una parte esencial del diseño es la seguridad que tiene una estructura, lo cual también se mencionará en este capítulo junto con otros criterios que se toman para diseñar.

Para poder diseñar, se tienen que conocer los diferentes tipos de sistemas estructurales que existen, por lo tanto se verán a detalle en este capítulo. Parte importante del diseño son los reglamentos que hay que seguir para diseñar, con los cuales los ingenieros civiles se comprometen a entregar buenos diseños. Al diseñar una estructura se debe tener conocimiento de las acciones y efectos que presentan las edificaciones. Pero parte importante del diseño de cualquier proyecto, son las cimentaciones las cuales se verán a fondo en el capítulo.

2.1.- Concepto de diseño estructural.

“El diseño estructural se encuentra inserto en el proceso más general del proyecto de una obra civil, en el cual se definen las características que debe tener la construcción para cumplir de manera adecuada las funciones que está destinada a desempeñar”. (Piralla; 2009: 15)

Según Piralla (2009), una importante observación para que una estructura o construcción sea esencial y cumpla con sus respectivas funciones es que no deba de sufrir falla alguna o mal comportamiento debido a la incapacidad de soportar las cargas que sobre ella se imponen.

Una construcción u obra puede decirse que es un sistema estructural, entendiéndose por sistema al conjunto de elementos que está compuesta la estructura. Así un arquitecto puede proponer un proyecto arquitectónico con poca atención a los problemas estructurales que ahí en su diseño, por lo que el estructurista o sea el calculista, tiende adaptarse a lo establecido en los proyectos arquitectónicos y entonces el proyectista formula los diseños en base a los proyectos arquitectónicos y estructurales.

“Diseño implica el saber cómo y qué pasos a seguir son necesarios para producir un proyecto o sistema útil al mundo físico real que satisfaga ciertos requisitos de funcionamiento predeterminados”. (Hill; 1995: 1)

No todo se trata solamente de cálculos estructurales, también la seguridad, la economía y la estética son partes fundamentales del diseño, pero aquí se difiere un poco, debido a que los ingenieros se preocupan más por la seguridad y la economía de la estructura, en tanto que la estética y la belleza del proyecto se dejen a manos del arquitecto.

El mismo Hill (1995) señala que entre seguridad y economía no siempre se tienen las dos, o pueden variar de manera inversa, ya que un proyecto que sea

altamente costoso no indica que sea seguro y de manera inversa, que se tenga una estructura segura no siempre es económica.

Este autor también indica que los resultados en el análisis y diseño estructural, aunque sean correctos, no son exactos, simplemente aproximados. “Un modelo matemático es una ecuación o grupo de ecuaciones que pueden ser representar características del mundo físico” (Hill; 1995: 2). Y las medidas tomadas para resolver ese modelo pueden ser exactas, debido a que así son las matemáticas, el problema recae en que el modelo matemático no precisamente lo representa de manera exacta lo del mundo real.

2.2.- Herramientas del diseño.

En los procedimientos para el diseño estructural mencionados en los subcapítulos anteriores se han mostrado hacia una tendencia muy acelerada en base a técnicas muy empleadas. Se han llevado a cabo métodos analíticos que han tenido un desarrollo avanzado en las últimas décadas, ya que se cuentan con procedimientos de cálculo sumamente complejas en estructuras, los cuales pueden tener el comportamiento de los materiales, la interacción de la estructura con el suelo y el comportamiento.

Según Piralla (2009), los métodos que se llegan a analizar “modelos” son idealizaciones matemáticas tanto de la estructura misma, como de las acciones a las que está sujeta y respecto de los materiales que esta está compuesta.

Con base en el diseño de las estructuras y herramientas que lo componen, existe la manera de analizar a base de computadoras, lo cual permite generar una gran variedad de modelos estructurales ante una gran variedad de condiciones de carga. Estos sistemas permiten analizar de forma gráfica los modelos estructurales y que puedan generar de manera rápida muchas de las herramientas geométricas y mecánicas que se requieren para el análisis. También se cuentan con este tipo de postprocesamientos para determinar dichas deformaciones y de esfuerzos, o más aun la forma de vibrar de las estructuras sujetas a efectos dinámicos.

Otra manera de llegar a estos estudios es mediante la realización de prototipos, que en estos casos permite calcular con los materiales reales, con los mismos procedimientos constructivos y a más detalles; por lo tanto, su comportamiento se verá representado con mayor detalle, será más completa y confiable con respecto a un modelo analítico.

“Los reglamentos exigen en general que algunos tipos de estructuras de capital importancia se sometan a comprobaciones físicas de su capacidad a través de pruebas de carga realizadas en forma estándar”. (Piralla; 2009: 37).

2.3.- Seguridad estructural.

La seguridad estructural, es decir, se le otorga al conjunto de condiciones de una edificación, entre las cuales se incluyen la solidez y resistencia de la estructura, esto es aplicable no solo para edificios, puentes, presas, etc., también para todos

aquellos lugares en las que se puede realizar este trabajo que en su utilización resulta ser apropiada.

Se pueden tomar aspectos importantes en la seguridad de una estructura:

1.-Para poder construir cualquier edificación ya sea local o industrial, es necesario que haya un proyecto previamente, el cual tiene que ser revisado y de este modo conseguir la licencia de obra, y así se pueda ejecutar el trabajo.

2.-Uno de los aspectos importantes de seguridad es la sobrecarga de dichos elementos, de igual modo al acceso a las cubiertas o techos, es preciso que para este tipo de acciones presenten medios de protección y de seguridad necesarios.

3.-También tendrán que estar bajo una normativa de dicha estructura, contemplando los requerimientos que esta se le otorga garantizando un respaldo de la seguridad en la estructura.

2.4.- Criterios de diseño.

Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo.

La enseñanza y la práctica del diseño estructural se han enfocado excesivamente al proyecto de edificios y construcciones urbanas. Sin embargo, el

desarrollo tecnológico de un país está a la posibilidad de proyectar y realizar grandes obras de infraestructura y de tipo industrial, las cuales deben proyectarse para condiciones de operación distintas de las de los edificios.

Por ejemplo, un puente de gran claro que debe diseñarse para soportar cargas de considerable magnitud; una plataforma para explotación petrolera fuera de la costa que debe resistir los golpes de huracanes y una torre de transmisión de energía eléctrica en el cual el proyecto se repite muchas veces y amerita, además de análisis muy refinados y del uso de métodos de optimación del diseño, comprobaciones experimentales del comportamiento ante distintas combinaciones de acciones.

Toda estructura se debe de diseñar para cumplir con unos requisitos básicos los cuales son: tener seguridad adecuada en contra de los límites de falla durante su vida esperada y, no rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

El límite de falla es toda aquella situación en la cual la estructura corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes incluso de la cimentación.

Cada estructura se va debilitando y gastando con el paso del tiempo ya sea por situaciones naturales o humanas y en ocasiones estos daños son irreversibles. Se considera como estado límite de servicio la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero q no perjudiquen su capacidad de soportar cargas.

En el diseño de la estructura se debe tomar en cuenta los efectos de cargas vivas, cargas muertas, sismo y viento (este debe ser un efecto considerable), también en ocasiones se toman en cuenta los empujes de la tierra y líquidos que estén alrededor al caso como los hundimientos.

También se deben considerar tres categorías de acciones de acuerdo con la región donde estén y son: acciones permanentes (empuje del terreno, carga muerta, deformaciones de la estructura), acciones variable (carga viva, temperatura, funcionamiento de maquinarias y hundimientos diferenciales), accidentales (explosión, incendio, viento entre otros fenómenos).

2.5.- Cargas de diseño.

Las cargas de diseño no sólo se presentan en condiciones locales, sino también en eventos futuros. Las cargas de magnitud incierta, o que pueden ser tratadas como variables estadísticas, se deben seleccionar basándose en una probabilidad estadística tal que las magnitudes escogidas no sean rebasadas durante la vida útil de la estructura.

Dicho intervalo se puede saber que cuando se trata de edificios permanentes ordinarios tiene una vida útil de 50 años. Sin embargo, puede ser de tan sólo 25 años cuando se trata de estructuras sin ocupantes o que se suponen un riesgo menor para la vida de estos, si los hay; o hasta de 100 años en el caso de edificios permanentes con alta sensibilidad a las cargas y alto riesgo para la vida humana o la propiedad en caso de falla.

A falta de un reglamento de construcción local o estatal, los proyectistas pueden tomar como guía las cargas señaladas por algún reglamento nacional que puedan presentarse.

Las cargas totales que se aplican a los elementos estructurales pueden constar de las siguientes cargas, solas o en combinación: cargas muertas, cargas vivas, cargas de impacto, de empujes de tierra, de presión hidrostática, de nieve, de hielo, de lluvia, de viento o sísmicas; fuerzas constructivas, como las resultantes de la limitación de movimientos térmicos, de contracción o de cambios de humedad; o fuerzas ocasionadas por desplazamientos o deformaciones de elementos, como los debidos a flujo plástico, deslizamiento, asentamientos diferenciales o desplazamientos laterales.

2.6.- Sistemas estructurales.

En la selección del sistema estructural son importantes el tipo y magnitud del esfuerzo a que estará sometida la estructura, las características de las solicitaciones y la geometría de la estructura considerada como un conjunto.

Cuando los elementos estructurales se combinan entre sí para recibir todas las cargas transmitidas hasta el terreno forman un sistema estructural.

Las estructuras se pueden construir de:

- Madera.
- Mampostería.

- Concreto.

- Acero.

- Combinaciones de estos materiales.

- Otros.

2.6.1.- Muros de carga.

La primera forma estructural empleada consistía en un sistema de pisos (losa y trabe) apoyados sobre muros que transmitían la carga de cimentación y el suelo. Originalmente los elementos horizontales de carga fueron de madera, hasta principios del siglo pasado en que empezaron utilizarse las vigas de acero para posteriormente utilizar el concreto reforzado. Este sistema es aún utilizado en edificios de habitación de poca altura en los que los muros son utilizados como muros de carga y además dividen el interior del edificio.

Se supone que estos muros no se van a destruir posteriormente ya que forman parte integral de la estructura; en este tipo de estructuración los muros son de block o tabique, confinados por castillos y cadenas, su espesor puede alcanzar valores prácticos máximos de 28cm.

Al aumentar la altura de los edificios, el grosos de los muros de los niveles inferiores aumenta, lo que origina una pérdida de área útil cada vez más grande. Por este motivo este sistema está limitado a edificación de poca altura.

2.6.2.- Marcos rígidos.

El tipo de estructuración más común hoy en día para edificios tanto de concreto como de acero es el que utiliza marcos rígidos. Los marcos formados por columnas y trabes están unidos formando uniones rígidas capaces de transmitir los elementos mecánicos en las vigas sin que haya desplazamientos lineales ó angulares entre sus extremos y las columnas en se apoya.

Un ejemplo muy claro, es el de las armaduras prefabricadas para armar una techumbre en una gasolinera, pues este es armado de acero y soldado que va apoyado a una columna totalmente rígida de acero.

Sobre las vigas principales, que además de resistir las cargas verticales ayudan a resistir las cargas laterales, se apoyan en algunos casos las vigas secundarias encargadas de soportar el sistema de piso. El empleo de este sistema se debió al desarrollo de nuevos materiales y sistemas de construcción (concreto armado, acero soldado) y a nuevos métodos de análisis y dimensionamiento.

El sistema convencional Losa-Trabe-Columna (Marco Rígido) ha sufrido variaciones, un ejemplo es: el de desarrollo de la losa plana que al no contener vigas o trabes redundante en una mayor economía en cimbra, acabados, peralte, alturas de entrepisos. Otro sistema reciente es el de los muros de cortante que sirve para proporcionar rigidez en el sentido transversal y para resistir las fuerzas laterales del viento y sismo, así mismo puede soportar las cargas verticales.

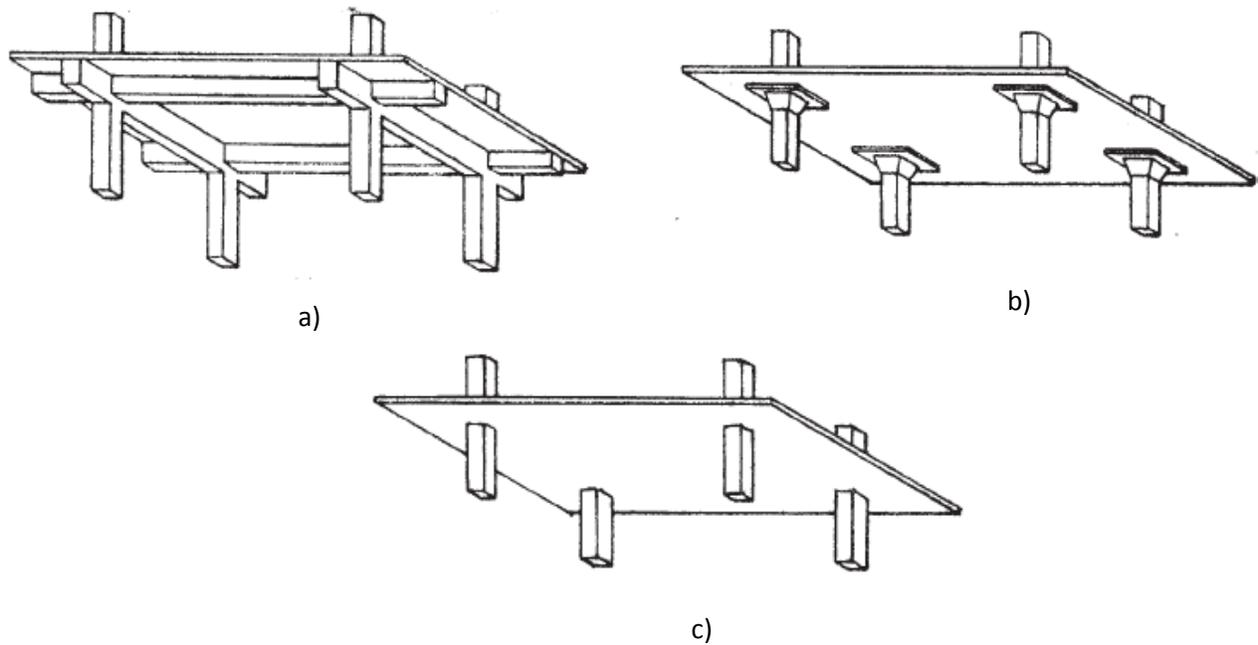


Figura 2.1.- Tipos de sistemas estructurales; a) Sistema de vigas y columnas, b) Sistema de losa plana con capiteles y c) Sistema de losa plana

Fuente: fians.uat.edu.mx; 2012

Existen varios tipos de sistemas estructurales:

- Sistemas formados por barras: Se forman con elementos estructurales cuya longitud es grande respecto a su sección transversal.
- Sistemas estructurales a base de placas: Se forman combinando elementos que ocupan una superficie grande y tienen un espesor pequeño.
- Sistemas combinados: Se forman a base de barras y placas, buscando aprovechar las ventajas de dichos elementos.

2.7.- Reglamentos de diseño.

Para diseñar, el ingeniero civil se debe de basar en una gran cantidad de reglamentos, los cuales “son documentos legales que tienen como función proteger a la sociedad contra el colapso o mal funcionamiento estructural de las construcciones”. (Piralla; 2009: 101).

Además de los documentos legales (reglamentos), el estructurista también puede basarse en normas, especificaciones y manuales que aunque en algunos casos no cuentan con un valor legal sirven de gran ayuda para cumplir los objetivos deseados.

A pesar de que el ingeniero se base en los documentos legales y haga un diseño muy minucioso, la estructura no logrará un grado de protección absoluto, pero se busca que trabaje de una manera óptima para que aunque falle la estructura pueda resistir lo suficiente como para alojar a cualquier vida humana que se encuentre dentro de la construcción.

Un reglamento se elabora mediante comités formados por un conjunto de especialistas para después ser revisados por más personas e instituciones, como los representantes de los constructores, de los productores de materiales de construcción, de los centros de investigación, de autoridades competentes entre muchos otros. Por lo tanto el reglamento manifiesta el conocimiento obtenido asta el momento.

Los reglamentos datan de siglos atrás, un ejemplo de ello es un código de construcción que se atribuye a Hammurabi, hecho aproximadamente 1700 años

antes de Cristo, en el cual mencionaban las sanciones que se aplicarían a quienes no hicieran bien su trabajo, las cuales debido al tiempo en que se escribieron eran algo extremas, ya que si alguna persona resultaba muerta en algunas construcción la cual habías hecho tenías que responder con tu vida y eras ejecutado, actualmente se aplican sanciones dependiendo de la magnitud del daño pero afortunadamente no tan extremas como en aquellos tiempos.

“Del sin número de reglamentos de diseño estructural que existen, la mayoría se refiere al diseño de estructuras especiales (puentes, tuberías, etc.) o son particulares de algún material (concreto, acero, madera, mampostería). Algunos son de alcance más general y tienden a establecer criterios unificados de diseño para las diferentes estructuras y materiales”. (Piralla; 2009: 104).

Hay una gran polémica en los reglamentos, en cuestión de su contenido, respecto a la amplia libertad que se le da al proyectista en el modo en que se cumplen los requerimientos que se mencionan en dichos documentos, ya que por lo general solo especifican los requisitos generales de seguridad. De esto se deriva que se clasifiquen los reglamentos en dos tipos:

-Reglamentos funcionales: Este tipo de reglamentos son los polémicos, ya que como anteriormente se menciona dan mucha libertad al proyectista pero promueven la innovación. El mayor desperfecto que tienen, radica en lo complicado que es para confirmar que un diseño cumple con las condiciones para resistir los comportamientos establecidos

-Reglamentos prescriptivos: De manera diferente, estos reglamentos son más estrictos y tienen un mayor número de requisitos a seguir para abarcar las diferentes condiciones o casos que puedan presentarse en los comportamientos de una construcción, además el proyectista se puede basar en formas más claras para demostrar que sus diseños cumplen con lo requerido.

De acuerdo con el autor anteriormente señalado, hay en mayor número los reglamentos de tipo prescriptivos, pero los funcionales empiezan a tomar terreno en muchos lugares. Lo mejor para resolver todos los problemas que traen unos y otros es la combinación de ambos tipos haciendo que “los principios y reglas generales obligatorios sean de tipo funcional, pero que éstos estén acompañados por documentos auxiliares que incluyan reglas prescriptivas que no sean obligatorias” (Piralla; 2009: 102), para que de esta manera, los proyectistas que son innovadores o a los que se les presenten casos atípicos, puedan escoger libremente el método de diseño que les complazca, con una única condición, que comprueben que su proyecto final cumple con los requisitos y los demás que al seguir las reglas tengan un respaldo de que cumplen con los requisitos establecidos.

Actualmente el reglamento que más se usa y más actualizado es el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal el cual mantiene la bases de la versión de 1976 aunque en este documento solo menciona las construcciones urbanas (edificios). En cambio el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad tiene mayor amplitud ya que comprende el diseño de obras

industriales, tanques, torres, chimeneas y cimentaciones, también específica procedimientos de diseño para distintas regiones de la República Mexicana.

2.8.- Acciones y efectos en las estructuras.

En este subcapítulo se tratarán “las principales acciones que se presentan en las estructuras, en lo referente a la forma de modelar el fenómeno que las genera, a los valores que deben considerarse para el diseño, a la manera de determinar sus efectos y a las incertidumbres involucradas en los valores que se emplean”. (Piralla; 2009: 127).

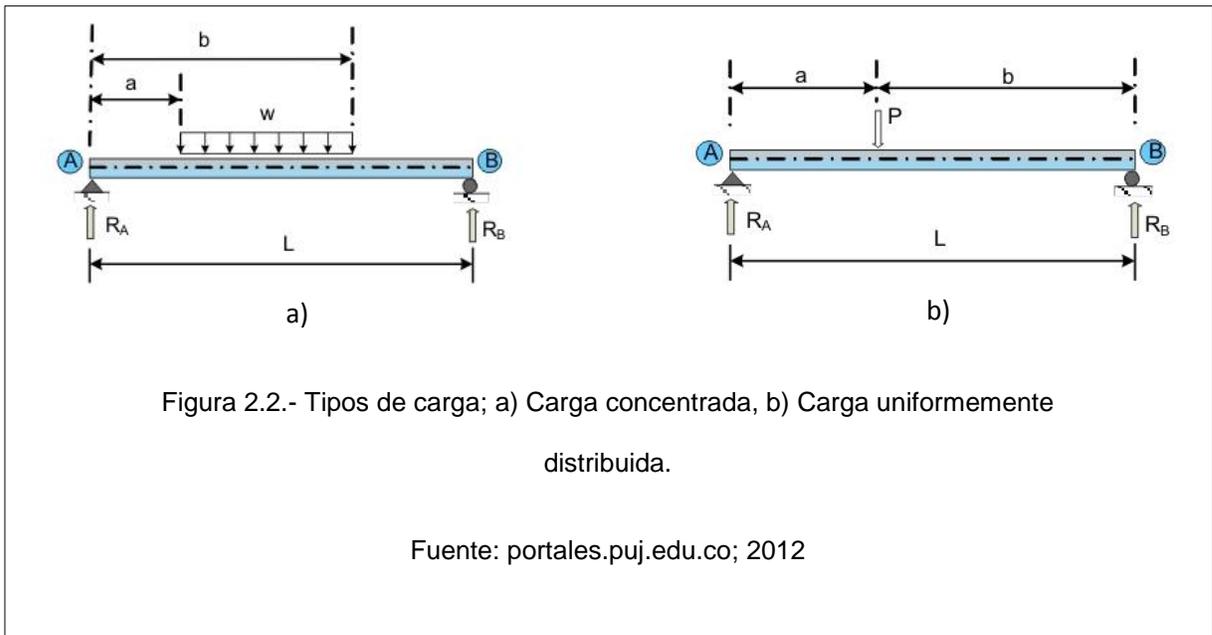
Un ingeniero civil se encontrará, en el ámbito de la construcción, una amplia gama de edificaciones y condiciones de clima que hará que la estructura tenga diferentes comportamientos, por lo tanto, el ingeniero debe examinar meticulosamente su proyecto para conocer las acciones sobre las cuales su edificio estará actuando y al encontrar algunas que no estén definidas en algún reglamento o código tendrá que aplicar criterios particulares.

2.8.1.- Carga muerta.

“Se llama carga muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma

constante sobre la estructura. La carga muerta es, por tanto, la principal acción permanente”. (Piralla; 2009: 128).

Si se definen los volúmenes de los componentes anteriormente mencionados como carga muerta y los multiplicamos por sus respectivos pesos volumétricos entonces se tendrá el cálculo de la carga muerta. Generalmente este tipo de cargas se representan como cargas uniformemente distribuidas, pero se encuentran algunas excepciones que son la de los muros divisorios que se representan como cargas lineales y los grandes equipos fijos que se representan como cargas concentradas.



<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>	<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>
Acero	7 800	Mortero de inyección para mampostería	2 250
Agua		Mortero de pega para mampostería	2 100
Dulce	1 000	Piedra	
Marina	1 030	Caliza, mármol, cuarzo	2 700
Aluminio	2 700	Basalto, granito, gneis	2 850
Arena		Arenisca	2 200
Limpia y seca	1 440	Pizarra	2 600
Seca de río	1 700	Plomo	11 400
Baldosa cerámica	2 400	Productos bituminosos	
Bronce	8 850	Asfalto y alquitrán	1 300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2 160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbón, apilado	800	Petróleo	850
Carbón vegetal	200	Relleno de ceniza	920
Cemento pórtland, a granel	1 440	Tableros de madera aglutinada	750
Cobre	9 000	Terracota	
Concreto simple	2 300	Poros saturados	1 950
Concreto reforzado	2 400	Poros no saturados	1 150
Corcho, comprimido	250	Tierra	
Estaño	7 360	Arcilla húmeda	1 750
Grava seca	1 660	Arcilla seca	1 100
Hielo	920	Arcilla y grava seca	1 600
Hierro		Arena y grava húmeda	1 900
Fundido	7 200	Arena y grava seca apisonada	1 750
Forjado	7 700	Arena y grava seca suelta	1 600
Latón	8 430	Limo húmedo consolidado	1 550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1 250
Madera seca	450-750	Vidrio	2 600
Mampostería de concreto	2 150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1 850	Yeso suelto	1 150
Mampostería de piedra	2 200	Zinc en láminas enrolladas	7 200

Tabla 2.1.- Valores de Diseño de materiales.

Fuente: www.ing-davirbonilla.com; 2012

Los valores que se muestran en la tabla 1.2 son algunos aproximados y estos pueden variar dependiendo del contenido de humedad, los pesos volumétricos y los procedimientos de fabricación, que pasa con mayor frecuencia en materiales de fabricación no industrializados o materiales como el suelo que son naturales.

De acuerdo con Piralla (2009) los pesos muertos pueden llegar a ser beneficiosos para la estabilidad de la estructura. En el RCDF se encuentra otra tabla en la cual se dan dos valores, uno máximo y otro mínimo, el primero se considera cuando el efecto de la carga muerta es desfavorable y de manera contraria el otro es para cuando el efecto es favorable.

2.8.2.- Carga viva.

Se consideran cargas vivas, a las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente, todas estas cargas vivas son los equipos, personas, peso de los muebles, mercancías y todo aquello que genere una carga pero no este fijo. Debido al uso al cual será el uso de la construcción, la carga viva se puede clasificar en tres grandes grupos; edificios, construcciones industriales y puentes.

Las cargas uniformes de la tabla 2.2 se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

Destino de piso de cubierta	W	W _a	W _m
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.7 70*	0.9 90*	1.7 170*
b) Oficinas, despachos, y laboratorios	1.0 100*	1.8 180*	2.5 250
c) Aulas	1.0 100*	1.8 180*	2.5 250*
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	1.0 100*	1.8 180*	2.5 250*
e) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 40*	3.5 350*	4.5 450*
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 40*	3.5 350*	4.5 450*
g) Comercios, fábricas y bodegas	0.8W _m	0.9W _m	W _m
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 15*	0.7 70*	1.0 100*
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente	0.05 5*	0.2 20*	0.4 40*
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 15*	0.7 70*	3.0 300*
k) Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 40	1.0 100	2.5 250

Tabla 2.2.- Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)*

Fuente: Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones; 2004

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

-Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área.

-La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en el suelo, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.

-La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área.

-La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.

2.8.3.- Carga viva transitoria.

“Durante el proceso de edificación deberán considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse. Éstas incluirán el peso de los materiales que se almacenen temporalmente” (Reglamento de construcciones para el distrito federal; 2009: 877).

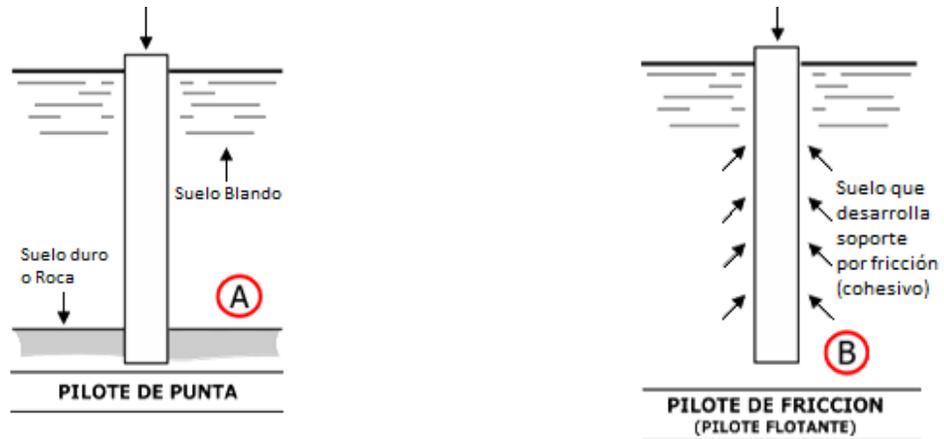
2.9.- Cimentaciones.

“La cimentación, o subestructura, constituye un elemento de transición entre la estructura propiamente dicha, o superestructura, y el terreno en que se apoya”. (Piralla; 2009: 507). El destino de las cimentaciones es descargar las fuerzas que se presentan en la base de la estructura hacia el suelo.

Para diseñar una cimentación se debe de hacer un estudio de suelo-cimentación-estructura, con lo cual se obtendrán las fuerzas internas y deformaciones que se generan, además se debe de tener conocimiento de lo que es la capacidad de carga del suelo y los hundimientos que se podrían producir en dicho suelo, y por último, definir el tipo de cimentación apropiado con sus dimensiones, tomando en cuenta los efectos que se presentan debido a los movimientos de los apoyos.

Las cimentaciones se pueden clasificar en función a la profundidad en la que se encuentran los estratos más resistentes los cuales recibirán la mayor parte de las cargas, y se clasifican en dos

-Cimentaciones profundas: Principalmente en este tipo de cimentaciones se encuentran a los pilotes, los cuales se subdividen en los que transmiten su carga por medio de punta o por fricción.

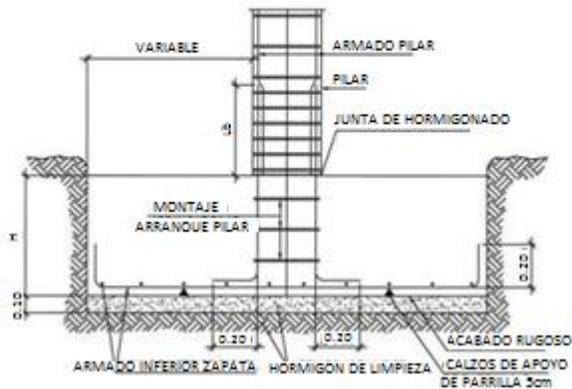


Figuras 2.3.- Pilotes de punta (izquierda) y pilotes que trabajan a fricción (derecha).

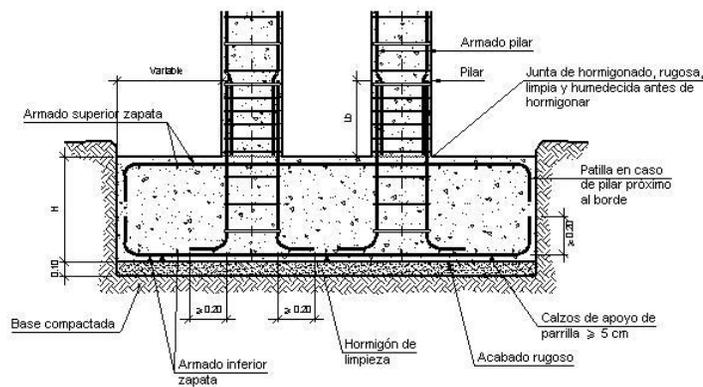
Fuente: www.mypfundaciones.com; 2012

-Cimentaciones someras: Estas son las más conocidas y son aquellas que se apoyan en los primeros estratos que tienen gran capacidad de carga, por lo tanto se encuentran a poca profundidad. En este tipo de cimentaciones se encuentran las zapatas las cuales se subdividen en; aisladas (bajo una sola columna), combinadas (bajo dos o más columnas) y corridas (bajo un muro o contratabe). Además existen las losas de cimentación que también entran en cimentaciones someras.

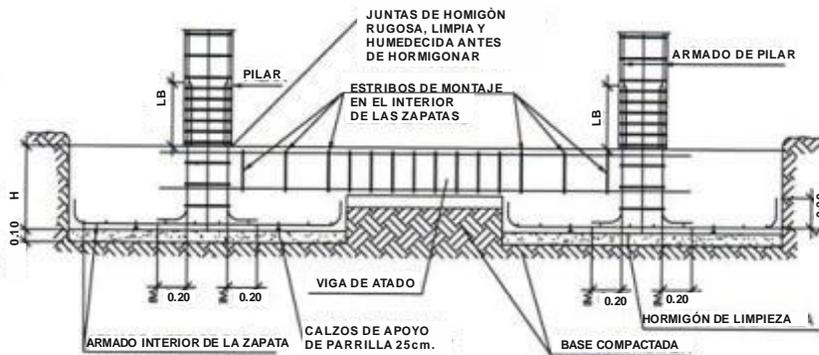
ZAPATA AISLADA



a)



b)



c)

Figuras 2.4.- a) Zapata aislada, b) zapata combinada y c) Zapata corrida

Fuente: www.merle.es; 2012

CAPÍTULO 3

INSTALACIONES

En este capítulo se mencionarán los diferentes tipos de instalaciones que se pueden encontrar en un proyecto tales como instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Se indicará la importancia que presentan y se darán a conocer algunos datos técnicos.

3.1.- Concepto de instalaciones.

Se puede definir como instalación al grupo de redes, equipos (tuberías, cableados, muebles, etc.), que se encuentran en un edificio. Todo proyecto consta de diferentes tipos de instalaciones, las cuales ayudan a proveer servicios necesarios y básicos para las personas como lo son las instalaciones sanitarias, hidráulicas o eléctricas, pero también se pueden encontrar instalaciones más complejas que satisfagan necesidades específicas de cada proyecto.

3.1.1- Hidráulicas.

Es el conjunto de elementos necesario de diferentes diámetros y diferentes materiales para repartir agua dentro de la construcción, estas instalaciones surtirán de agua a todos los puntos y lugares del proyecto, de manera que este líquido llegue en cantidad y presión adecuada los cuales pueden ser, tinacos, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas

de servicio, bombas, equipos de bombeo, de suavización, generadores de agua caliente, de vapor, muebles sanitarios, hidrantes, etc.

En las tuberías se pueden encontrar los codos o conexiones que ayudan a que el agua corra sin dañar o estorbar a otras instalaciones o simplemente para alargar la tubería, estas pueden ser de distintos materiales:

- Tuberías de acero: el acero puede ser inoxidable, negro o galvanizado siendo estos últimos los más utilizados
- Tuberías de cobre: es un material de gran aplicación, su facilidad de colocación y buen comportamiento al agua caliente lo convierte en un material de gran aplicación y de tal manera una de las tuberías más usadas.
- Tuberías de plomo: este tipo de tuberías son bastante blandas, se pueden cortar fácilmente con sierras para metales o serruchos comunes. El plomo como material para tuberías ha sido muy cuestionado, debido a que a altas temperaturas se deteriora rápidamente.
- Tuberías de PVC: este material es muy resistente a productos corrosivos, goza de un índice de dilatación térmica razonable y los tramos de tubería se unen fácilmente con adhesivos especiales. Su uso se recomienda para tragantes, bajantes o sifones (obstáculos de la tubería que permiten filtrar objetos que pueden dañar la tubería, e impiden el retorno de malos olores). El problema con este material es que trabaja mal en temperaturas extremas, debido a que con el calor

puede sufrir alteraciones y con bajas temperaturas provoca rigidez y elevan la sensibilidad a los golpes.

Con base a lo que dicen las Especificaciones Técnicas para proyecto y construcción de Estaciones de Servicio (2006), en una Estación de Servicio las tuberías se clasifican por el tipo de fluido que conducen, ya sea para producto (gasolinas, diesel) y vapores, así como agua y aire. Según el tipo de producto que conducen, se identifica el tipo de tubería, marca, conexión a utilizar, sus características técnicas, pudiendo ser rígidas o cumplirán con el criterio de doble contención: pared doble y espacio anular (intersticial) para contener posibles fugas en la tubería primaria.

3.1.2- Sanitarias.

Es el conjunto de tuberías de conducción, conexiones, necesarios para retirar de forma adecuada las aguas negras y pluviales, además utilizando equipos de obturación y ventilación se logra evitar que los gases o malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas acarreadas, salgan por donde se usan los muebles sanitarios o por cualquier coladera que se tenga.

Es de gran importancia la recolección y transporte de las aguas residuales, las cuales son aquellas aguas de abastecimiento que han sido contaminadas al ser utilizadas de diferentes formas. Estas aguas residuales pueden ser generadas por:

- Desechos humanos y animales
- Desperdicios caseros
- Desechos industriales

-Corrientes pluviales

La importancia de lo mencionado anteriormente recae en que se busca tener limpieza en el medio ambiente generando una armonía con la naturaleza para que de la misma manera se proteja la salud y bienestar de los habitantes.

En un principio los desechos humanos se depositaban directamente sobre la tierra dejando que las bacterias (principalmente anaerobias) se hicieran cargo de ellos degradándolos gradualmente pero había una falla, al hacer esto se producían olores nocivos, por lo tanto prefirieron por enterrar los desechos, así se evitaban los malos olores, tiempo después se empezaron a utilizar las letrinas (que se usan hasta la actualidad). Con el tiempo y la manera en que se empezaba a disponer del agua para transportar dichos desechos se empezó a necesitar métodos eficaces para transportar esas aguas entonces nacieron las instalaciones sanitarias, las cuales son específicamente las portadoras de todas aquellas aguas residuales que son desechadas por el hombre utilizándolas de manera doméstica.

“La evolución de los sistemas de saneamiento en nuestro país datan desde la época prehispánica, donde Netzahualcóyotl construyó un albaradón de 16 kilómetros que se extendía desde el Cerro de la Estrella (Iztapalapa) hasta Atzacualco, con objeto de proteger a Tenochtitlán de las inundaciones”. (Cisneros y colaboradores; 2008: 11).

En una Gasolinería se encontrará una red de drenaje de aguas negras, pluviales y aceitosas, registros que se encontraran por separado para que capten las aguas aceitosas, trampas de combustibles, arenero y trampa de grasas (cuando

exista servicio de lavado y lubricación), una fosa séptica y pozo de absorción cuando no exista drenaje municipal, o en su caso, el sistema de desecho de aguas que indiquen las autoridades correspondientes

3.1.3- Eléctricas.

Desde que se le dio uso a la energía eléctrica se ha encontrado un sinnúmero de aplicaciones en el transporte, climatización, iluminación y computación por lo tanto han ido inventando instrumentos que funcionan con este tipo de energía para facilitar o mejorar las actividades cotidianas que realiza la humanidad.

Pero debido a que la energía eléctrica no se puede llevar en la mano como si fuese una manzana o algo sólido, o la cantidad de energía que provee una pila no es suficiente, se necesita de una red para llevar hasta donde se necesite dicho tipo de energía. Por lo tanto las instalaciones eléctricas son de gran importancia en cualquier proyecto ya que son el medio de transporte de la vital energía para los artefactos tan indispensable.

“Paralelamente a los usos incipientes de la electricidad aparecieron las centrales generadoras, los sistemas de transmisión y distribución y las instalaciones eléctricas. Es decir, que para poder dar uso a la electricidad se requiere de todo un conjunto de instalaciones con distintas funciones, pero con un solo propósito, llevar la energía eléctrica a satisfacer necesidades” (Harper; 1988; 15).

Según lo indica Harper, si se quiere utilizar la energía eléctrica, en lo primero que se debe de pensar es en el circuito eléctrico, que consta de una fuente de voltaje

y una trayectoria conductora, esta última formada por conductores eléctricos que a su vez están dentro de canalizaciones eléctricas.

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas para proyecto y construcción de Estaciones de Servicio (2006), las instalaciones eléctricas que se consideran se clasifican en:

- Sistemas de alimentación a equipos eléctricos.
- Sistemas de iluminación.
- Sistemas de tierras.
- Prueba de instalaciones.

CAPÍTULO 4

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

El proyecto a realizar es la Construcción de la gasolinería “Sagrado Corazón S.A. de C.V.”, la cual se ubicará en la Avenida Morelos Poniente No. 2060, En el Capiral, Municipio de Apatzingán, Michoacán.

Por consiguiente se pretende analizar el sitio donde se tiene proyectada la construcción de la gasolinería “Sagrado Corazón S.A. de C.V.” con la finalidad de realizar el muestreo en campo. Los trabajos consistieron en la realización de dos sondeos o PCA´s para la exploración en la zona de tanques y oficinas, a 10.00 m y 3.00 m respectivamente y dos sondeos para vías terrestres a 1.80 m. por debajo del nivel de terreno natural actual dentro del predio, dichos sondeos se ubicaron dentro de la áreas destinadas a dichos elementos. Se realizó la verificación de la estratigrafía general del predio, se obtuvieron muestras alteradas de suelo representativas de cada uno de los estratos encontrados y se extrajo dos muestras inalteradas, para su posterior estudio en el laboratorio, esto con la finalidad de determinar las propiedades índice y mecánicas del suelo.

El presente informe tiene como objetivo principal, conocer las condiciones, estratigrafía y clasificación del subsuelo, obtener la capacidad de carga del mismo y poder así plantear las recomendaciones necesarias para el buen comportamiento de las estructuras por construir.

4.1- Generalidades.

En el análisis, diseño estructural y de instalaciones de la gasolinería que se encuentra en el municipio de Apatzingán de la Constitución, México. El municipio limita al norte de Tancítaro, al este con Parácuaro y Nueva Italia, al sur de Tumbiscatío y al oeste con Aguililla y Buenavista. Posee una superficie de 1,656.67 km² y representa el 2.81% de la superficie del Estado. La distancia a la que se encuentra la capital del Estado es de 200 km.

Apatzingán de la Constitución es un municipio que consta de 143,649 habitantes. En su flora dominan los bosques: tropical espinoso, con zapote, plátano, mango, ceiba, parota y tepeguaje; bosque mixto, con pinos encinos. La superficie forestal maderable es ocupada por pinos, encinos y especies de selva baja; la superficie no maderable, por arbustos de varias especies. La fauna la conforman principalmente: ardilla, armadillo, cacomiztle, comadreja, coyote, conejo de astilla, mapache, zorro gris, chachalaca, güilota, gallina de monte, codorniz, pato, faisán gritón, guajolote silvestre y torcaza.

Apatzingán de la Constitución cuenta con un clima tropical con lluvias en verano y seco esteparia en el centro del municipio. Tiene una precipitación pluvial anual de 924 milímetros cúbicos y temperaturas que oscilan de 8 a 39.8 grados centígrados. Su principal actividad económica es la agricultura así como también los de mayor importancia en 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, Apatzingán es hoy día inmenso potencial agrícola, ganadero, comercial e industrial.

4.2.- Entorno geográfico.

4.2.1.- Macro localización del proyecto.

La Gasolinera “Sagrado Corazón S.A. de C.V.” ubicada en Apatzingán de la Constitución, que colinda con Tancítaro al este con Parácuaro y nueva Italia, al sur de Tumbiscatío y al oeste con Aguililla y Buenavista. La economía de Apatzingán de la Constitución se basa principalmente en la ganadería y agricultura.

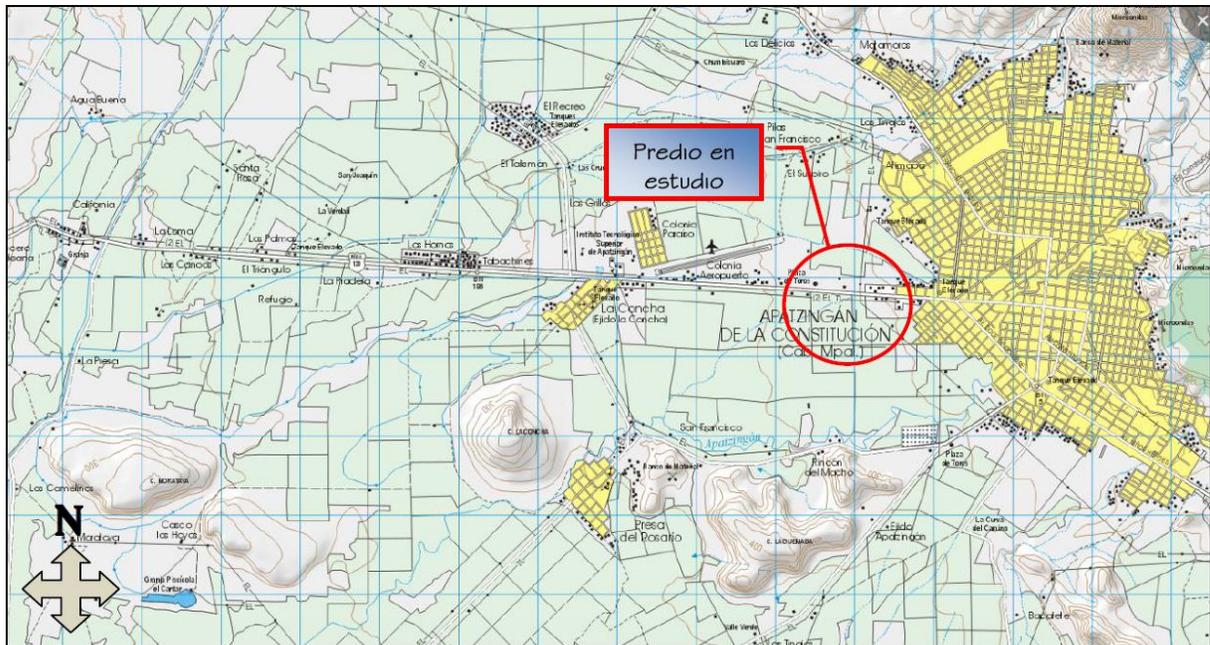


Figura 4.1.- Ubicación del predio.

Fuente: Propia.

Como se puede observar en la imagen anterior, Apatzingán de la Constitución se encuentra en parte suroeste del estado de Michoacán.

4.2.2.- Micro localización del proyecto.

La Gasolinería cuenta con una superficie de 4,537.50 m², con un frente de 82.50 metros que colinda a la avenida Morelos Sur No. 2060. Colonia el Capiral, y un ancho de 55 metros. Situado entre dos lotes uno de casa habitación y uno de refacciones.

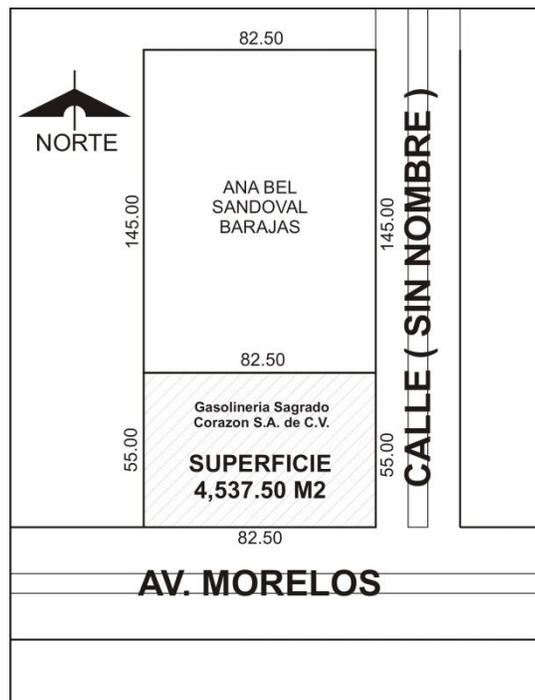


Figura 4.2.- Dimensiones de la Gasolinería.

Fuente: Propia.

4.3.- Topografía.

Los aspectos de topografía acerca del proyecto de la gasolinería, serán realizados mediante la estación total para determinar los puntos reales de la poligonal del terreno. La topografía va de los 200 a los 1800 metros sobre el nivel del mar, encontrándose el punto más alto en el extremo sur del municipio de Apatzingán.



Foto 4.1.- Ubicación del terreno

Fuente: Propia.



Foto 4.2.- Se remueve el estado vegetal del terreno.

Fuente: Propia.

4.4.- Geología.

La zona a estudiar tendrá mucho estado vegetal el cual se tiene que remover para la implantación de la gasolinería y hacer agregados de arena, grava, etc. El tipo de suelo que se presenta es arena-arcilla y es fácil de desplantar, el ambiente de esta zona es tropical más sin embargo no ocasiona daños algunos a la construcción de la gasolinería.

4.5.- Hidrología.

El clima se extiende de manera similar a la altitud de noroeste a sureste, predominando el semiárido cálido y el cálido subhúmedo, con algunos manchones en la zona más alta de semiárido templado.

La precipitación sobre la misma franja y en relación al clima semiárido predominante es de los 600 a los 800 mm anuales, siendo de las zonas más secas del estado, en relación al clima cálido subhúmedo, la precipitación es de 800 a 1000 mm. Aumentando de acuerdo a la altitud hasta los 1500 mm.

4.6.- Uso de suelo.

El uso de suelo ayudará a determinar las propiedades que tiene el terreno para saber las propiedades físicas a las que este soporte, viendo así las diferentes capas o posibles agregados que se puedan añadir al terreno natural. La zona

muestra mucho estado vegetal el cual tiene que ser removido a cierta profundidad para evitar daños a la estructura.



Foto 4.3.- Tipo de estratos que se presentan a una profundidad de 6 metros.

Fuente: Propia.



Foto 4.4.- Exploración que se realizó para el muestreo.

Fuente: Propia.

4.7.- Estado físico anterior.

Se señalan mediante imágenes el lugar del terreno, en el cual se va a llevar a cabo la construcción de la gasolinera, viendo desde el punto de vista, desde que se va a iniciar, tomando en cuenta la zona y así hacer la planeación especificada para la elaboración del proyecto.



Foto 4.5.- Vegetación del terreno.

Fuente: Propia.



Foto 4.6.- Agregados de arena y grava al terreno.

Fuente: Propia.



Foto 4.7.- Despliegue de la arena para la iniciación de la plataforma.

Fuente: Propia.

4.8.- Estado físico actual.

Se mostrará el proceso constructivo actual de la gasolinera para fines estéticos, en base al proyecto arquitectónico ya elaborado.



Foto 4.8.- Construcción de las oficinas, baños, cuarto eléctrico, cuarto de servicio.

Fuente: Propia.



Foto 4.9.- Excavación y construcción de muros donde serán ubicados los tanques.

Fuente Propia.



Foto 4.10.- Colocación de tanques de Magna, Premium y Diesel.

Fuente: Propia.



Foto 4.11.- Ubicación de islas y armado de las techumbres.

Fuente: Propia.

4.9.- Planteamiento de alternativas.

Se tendrá en cuenta la mejora de la infraestructura existente, considerando la reducción de riesgos de afectación por fenómenos naturales y sea utilizada para efectos de la sociedad. En el proyecto se tendrán alternativas que se orienten al desarrollo de capacidades productivas, de comercialización principalmente, gestión y organización de los productos, destacando la asistencia técnica, la capacitación del personal y formas de organización empresarial que garanticen un mejor servicio.

4.10.- Alternativas de solución.

La presente Gasolinera llevará a cabo las soluciones de distribuir a la comunidad de Apatzingán de la Constitución, así como al consumo de los vehículos, las gasolinas: Magna, Premium, Diesel.

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA

En el actual capítulo se explica el método empleado para elaborar la presente tesis, el enfoque que se le dio, el alcance y su diseño metodológicamente. Además se mencionarán los instrumentos utilizados para dicha elaboración y los pasos que se siguieron.

5.1.- Método empleado.

En términos generales, el método es un medio para alcanzar un objetivo, pero cuando recibe la denominación de científico, implica la descripción y predicción de un fenómeno en estudio y su esencia es obtener con mayor facilidad un conocimiento exacto y riguroso sobre el mismo.

En una investigación se pueden realizar diferentes tipos de métodos los cuales son:

- Método científico.
- Método matemático.
- Método analítico.

Se utilizara el método científico por qué se va iniciar el trabajo del investigador lo cual este debe apoyarse en el conocimiento ya comprobado y puesto en la práctica.

“El método propio de la investigación científica es el inductivo, ya que este observa los fenómenos particulares para encontrar leyes o campos no descubiertos por el ser humano” (Mendieta; 2005: 56).

También se empleará el método matemático por qué se emplearán estadísticas, números de relaciones constantes como por ejemplo el pago de impuestos, o en las tareas de disminuir o acrecentar problemas y bienes de consumo.

“Una de las primeras nociones conceptuales que capta el ser humano, es la noción de cantidad: asimismo, continuamente, sin darnos cuenta de que aplicamos un procedimiento científico, comparamos cantidades para obtener nociones derivadas, de importancia, calor económico y capacidad” (Mendieta; 2005: 48).

5.2.- Enfoque de la investigación.

En una investigación se pueden realizar dos tipos diferentes de enfoques; el enfoque cualitativo y el cuantitativo. “En términos generales, los dos enfoques son paradigmas de la investigación científica, pues ambos emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento y utilizan, en general, cinco fases similares y relacionadas entre sí” (Sampieri; 2008: 4).

Debido a que la presente tesis cuenta con un enfoque cuantitativo a continuación se estudiará más a fondo lo que es este enfoque. Dejando de lado y dándole menos importancia al enfoque cualitativo.

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Este enfoque presenta características que lo distinguen al cualitativo, las cuales son:

- Mide fenómenos
- Utiliza estadísticas
- Prueba hipótesis
- Hace análisis de causa-efecto

La presente investigación muestra un enfoque de éste tipo, debido a que se tiene una idea, de esa idea surge un planteamiento del problema, después se acude a libros para obtener información, se visualiza el alcance que tendrá el estudio, ya habiendo echo lo anterior se generan hipótesis las cuales se responderán cuando se hallan analizado los datos recolectados para que ya al final se elabore un reporte de los resultados obtenidos.

5.2.1.- Alcance de la investigación.

Dentro de la investigación cuantitativa se encuentran cuatro diferentes tipos de alcances:

- Explicativo.
- Correlacionar.
- Descriptivo.
- Exploratorio.

“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández y cols.; 2003: 80). En otras palabras, se trata de juntar gran cantidad de datos, de los diversos temas que se tienen en la investigación, y al recolectarlos se comparan y analizan para poder resolver las dudas que se tienen acerca del tema.

Debido a lo mencionado en el párrafo anterior se deduce que la presente investigación tiene un alcance descriptivo ya que no explica que método es mejor, ni se compara el tipo de estructura, se indica el método a utilizar para analizar para después diseñar respecto a lo analizado.

5.2.2.- Diseño de la investigación.

En la literatura sobre la investigación cuantitativa es posible encontrar diferentes clasificaciones de los diseños. En esta obra adoptamos la siguiente clasificación:

- Investigación experimental
- Investigación no experimental.
- Investigación cuasi-experimental.

Se define diseño como: plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación.

Ya que se tiene realizaron los procesos anteriores que fueron, encontrar el planteamiento del problema, después se definió el alcance de la investigación y se propusieron las hipótesis, el que realiza la investigación debe de proponer uno o más diseños de investigación para poder resolver los problemas que se mencionaron.

“Los cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos” (Hernández y Cols.; 2003: 148).

5.3.- Instrumentos de recopilación de información.

Para realizar una investigación, el encargado de ella se apoya en diferentes instrumentos o programas para recopilar información necesaria. En esta tesis se utilizaron los siguientes:

AutoCAD: Es un programa técnico que le facilita al proyectista la elaboración de dibujos ya sea en 2D o en 3D, con la información real obtenida en campo, estos dibujos suelen ser los planos arquitectónicos, fachadas o levantamiento del terreno que fue para lo que precisamente sirvió para la presente tesis.

Excel: Es una hoja de cálculo que facilita hacer operaciones matemáticas y así determinar, precios unitarios, graficas en base a resultados obtenidos.

SAP 2000: Es un programa en el cual se analizan estructuras de acero o de concreto, al igual que elementos estructurales, como las armaduras, trabes, columnas, etc. En este programa se pueden ilustrar las estructuras en 2D y 3D, dándole una mejor vista a los elementos.

5.4.- Descripción del proceso de investigación.

En la presente tesis se llevó a cabo un proceso que comenzó por la visita al lugar donde se realizará el proyecto. Se recopiló información necesaria para poder conocer las propiedades del lugar, tales son como los estudios de mecánica de suelos, después se visualizó la estructura basándose en normas y reglamentos ya establecidos. El siguiente paso fue analizar la estructura en donde serán ubicadas las oficinas, también donde serán montadas los dispensarios de la gasolina junto con su estructura. Al tener ya el proyecto se realizó el análisis del presupuesto de dicha obra.

CAPÍTULO 6

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se encontrarán los resultados obtenidos de los cálculos que se realizaron para poder construir una gasolinería en la ciudad de Apatzingán.

Estos cálculos constan de:

- Análisis y diseño del anuncio PEMEX.
- Análisis y diseño de las oficinas que se encuentran en la construcción.
- Revisión de las normas de PEMEX respecto a las techumbres y las columnas donde reposan.
- Revisión de las fosas donde van ubicados los tanques de gasolina.
- El estudio de mecánica de suelos del lugar del proyecto.

6.1.- Anuncio de PEMEX.

La estructura se analizará, suponiendo que el viento actúa en dos direcciones ortogonales, sin considerar la protección que pudiera darle alguna estructura vecina.

Se acepta la existencia simultánea del viento, las cargas muertas y las cargas vivas más desfavorables para la estructura. No se consideran la acción simultánea de sismo y viento.

➤ Datos de diseño.

Altura sobre el nivel del mar del estado de Michoacán: $a = 330\text{m}$.

Velocidad regional: $V_o = 170\text{ km/hr}$.

➤ Artículo 409.- Velocidad de diseño.

Velocidad de diseño básica.

Se define como velocidad básica, la que se supone actuando horizontalmente a una altura de 10m . sobre el nivel del terreno.

Se calculara mediante:

$$V = k_1 k_2 V_o$$

Dónde:

k_1 = Factor de topografía. Se tomará igual a 1 en terreno plano, a 1.15 en promontorios y a 0.6 en zonas del centro de ciudades y zonas residenciales o industriales.

k_2 = Factor de recurrencia. Se tomará igual a 1 en construcciones del grupo B, a 1.15 en construcciones del grupo A. Las construcciones del grupo C no requerirán análisis por viento.

V_o = Velocidad regional en km/hr . Se tomará del mapa adjunto de acuerdo con la localización de la obra.

$k_1 = 1.0$ Terreno plano.

$k_2 = 1.0$ Grupo B (RCDF)

➤ Artículo 411.- Coeficiente de densidad del aire.

Empujes estáticos de viento en estructuras tipo I. La magnitud de las presiones estáticas se estimará mediante:

$$P = N C V^2$$

Dónde:

P = Presión en kg/m².

C = Coeficiente de empuje.

N = Coeficiente de densidad del aire, igual a: $\frac{0.500(8+a)}{(8+2a)}$.

V = Velocidad de diseño en km/hr.

a = Altura sobre el nivel del mar, en km.

$$N = \frac{0.500(8+0.330)}{[8+2(0.330)]} = 0.00481$$

➤ Coeficiente de empuje.

Pared rectangular.

Barlovento: C = 0.75

Sotavento: C = -0.68

➤ Presión de diseño (art. 411)

Barlovento. P1 = 0.0048 (.75) (170)² = 104.25 kg/m² Presión.

Sotavento. P2 = 0.0048 (-0.68) (170) = -94.35 kg/m² Succión.

➤ Fuerzas resultantes (art. 411)

Barlovento: Fp = 104.256 (5.64 x 2.88) = 1693.28 kg.

Sotavento: Fs = -94.54 (5.64 x 2.88) = -1467.51 kg.

➤ Momento de volteo.

$$Mv = (Fp + Fs) (H)$$

H: Altura hasta el centroide de la superficie expuesta.

$$Mv = (1.693 - 1.468) (8.08) = 1.824 \text{ t/m.}$$

Como resultado se obtiene un momento de volteo de 1.824 t/m que se reparte en las dos columnas donde se encuentra la estructura por lo tanto cada columna tendrá un momento de 0.912 t/m.

Debido a que la carga muerta que presenta la estructura es mínima, se diseñarán las columnas y los anclajes con el momento de volteo que se obtuvo anteriormente.

1.- Revisión de la relación de esbeltez.

Donde:

$$K = 0.8$$

$$L = 85 \text{ cm}$$

$$\frac{KL}{r_x} = 12.21$$

$$\frac{KL}{r_y} = \underline{16.75} \quad \leftarrow \text{Rige la mayor}$$

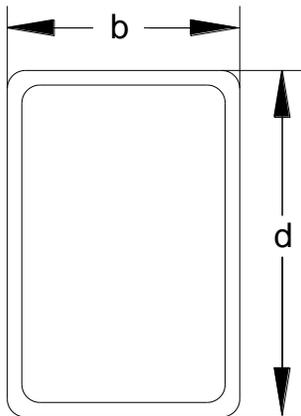
Se tomará $\frac{KL}{r} = 16.75 \leq \left(\frac{KL}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{fy}} = 126.05$ por lo tanto se usará la siguiente

formula:

$$Fa = \frac{12}{23} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)_c^2} \right] fy$$

Resolviéndola se llega al resultado de: $Fa = 1308.347$

2.- Revisión por flexocompresión.



Datos:

- d = 152 mm
- b = 102 mm
- tf = 6.4 mm
- Área = 29.6 cm²
- sx = 121 cm³
- sy = 96.2 cm³
- rx = 5.57 cm
- ry = 4.06 cm
- Fa = 1308.347 kg/cm²

$$\frac{P}{A} = 21.35 \text{ kg/cm}^2$$

$\frac{P/A}{Fa} = 0.02 \leq 0.15$ por lo tanto se usará la siguiente ecuación:

$$\frac{P/A}{Fa} + \frac{Mx/Sx}{Fbx} + \frac{My/Sy}{Fby}$$

Donde:

P/A = 0.02

Mx = 91211

Sx = 121

Fbx = 1669.8

My = 91211

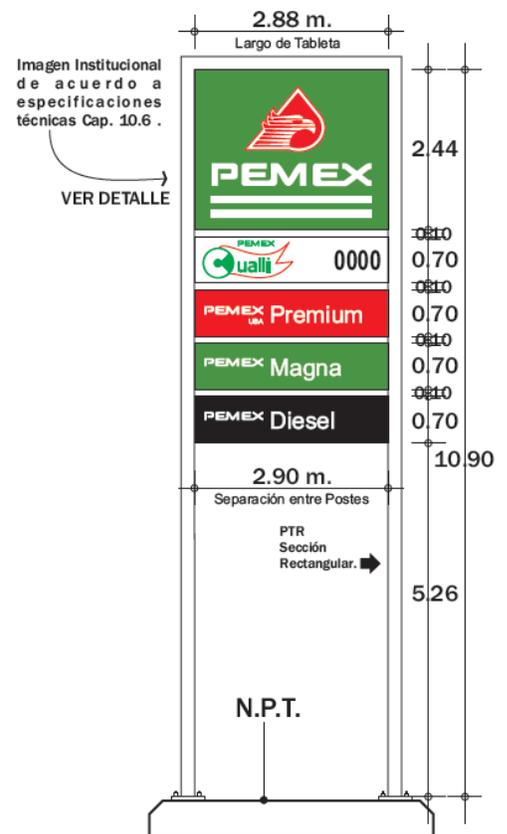
Sy = 96.2

Fby = 1669.8

1.00 ≤ 1.00

Por lo tanto es **CORRECTA** la sección que se propuso

ANUNCIO DISTINTIVO INDEPENDIENTE



6.2.- Oficinas.

A continuación se presenta la memoria de cálculo de la estructura donde se encuentran las oficinas de la Gasolinería “Sagrado Corazón”, que consta de dos plantas que en total suman un área total de 271.75 m².

En la primera planta se construirá un espacio para una tienda de abarrotes, el cubículo de facturación, tres baños (hombres, mujeres y de empleados), cuarto de limpios, cuarto de control eléctrico y cuarto de máquinas. En lo que corresponde a la segunda planta, estarán las oficinas administrativas.

La estructuración se dispuso a través de muros de carga de tabique de barro rojo recocido y losas macizas de concreto reforzada. La capacidad de carga del terreno es de 8 t/m², la cual fue proporcionada por un laboratorio de mecánica de suelos.

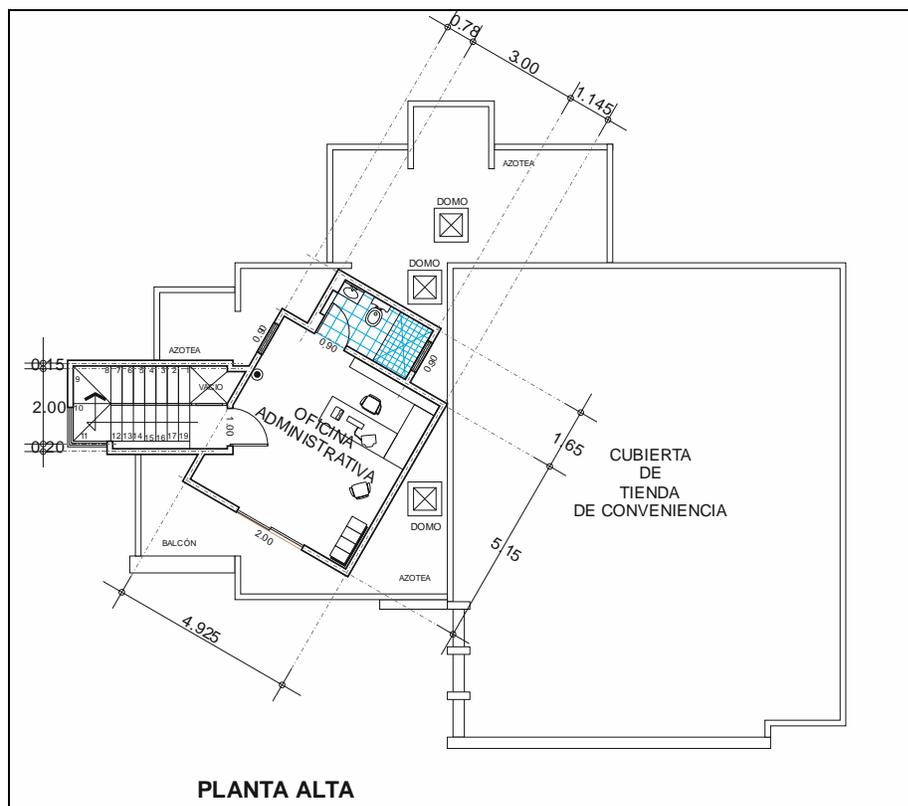


Imagen 6.1.- Vista arquitectónica de la planta alta de las oficinas.

Fuente: Propia.

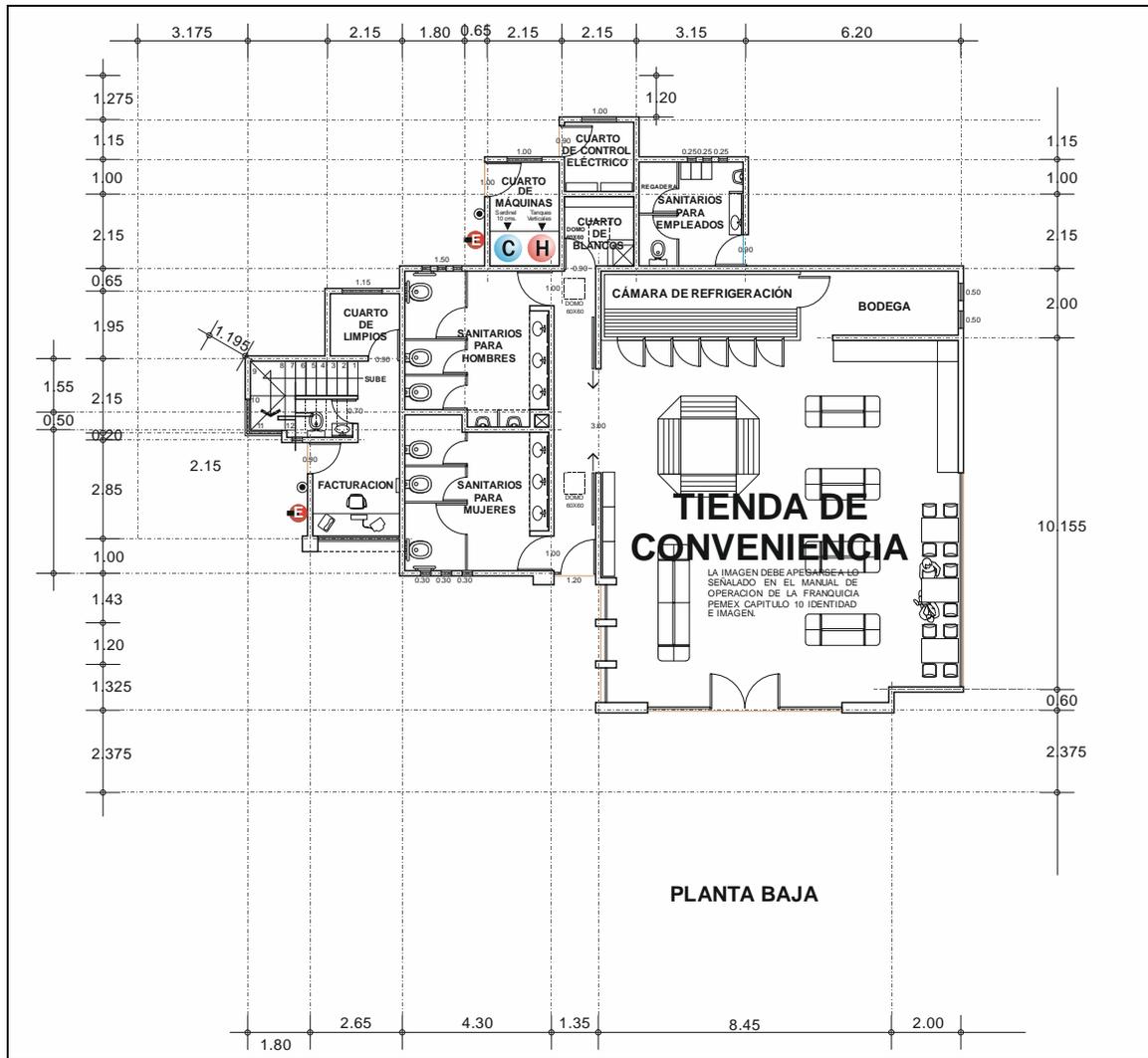


Imagen 6.2.- Vista arquitectónica de la planta baja de las oficinas.

Fuente: Propia.

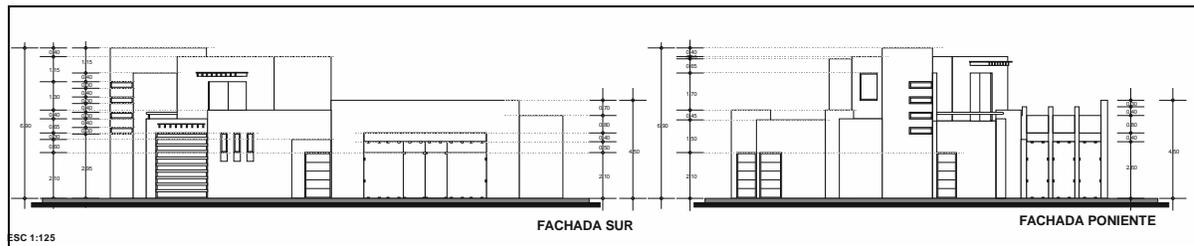


Imagen 6.3.- Vista de la fachada de las oficinas.

Fuente: Propia.

6.2.1.- Análisis de cargas.

A continuación se muestra el análisis de cargas que se realizó para el cálculo de las losas de azotea y de entrepiso del área donde se encuentran las oficinas y el espacio donde se construirá la tienda de conveniencia.

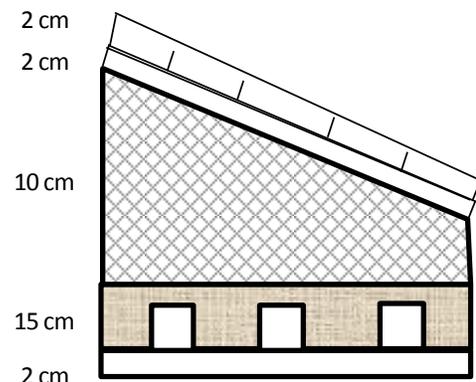
En las siguientes tres tablas se muestran los espesores que llevarán las losas y cómo serán distribuidas cada capa de ellas. También se encuentra en los muros construidos, y como se puede apreciar, al final está el valor de la carga total de las tres partes antes mencionadas, al igual que el valor de la carga que se utilizará para el análisis por sismo.

LOSA DE AZOTEA

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL.	PESO TOT
	(m)	(ton/m ³)	(ton/m ²)
Enladrillado	0.02	1.5	0.030
Mortero	0.02	2.1	0.042
Relleno de tepetate	0.10	1.95	0.195
Losa de concreto	0.25	-	0.480
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.030
		Σ CM =	0.777

Cargas permanentes

CM=	0.777	(ton/m ²)
Cad=	0.04	(ton/m ²)
CV=	0.1	(ton/m ²)
CT=	0.917	(ton/m²)

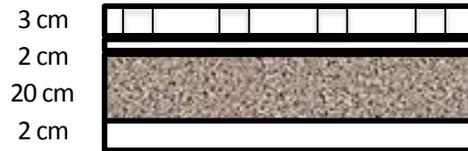


Cargas permanentes + accidentales

CM=	0.777	(ton/m ²)
Cad=	0.04	(ton/m ²)
CV=	0.07	(ton/m ²)
CT=	0.887	(ton/m²)

LOSA DE ENTREPISO

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL.	PESO TOT
	(m)	(ton/m ³)	(ton/m ²)
Mozaico	-	-	0.035
Mortero	0.02	2.1	0.042
Losa de concreto	0.20	2.4	0.480
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.030
		Σ CM =	0.587



Cargas permanentes

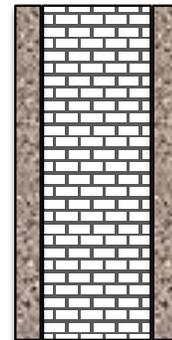
CM=	0.587	(ton/m ²)
Cad=	0.04	(ton/m ²)
CV=	0.17	(ton/m ²)
CT=	0.797	(ton/m ²)

Cargas permanentes + accidentales

CM=	0.587	(ton/m ²)
Cad=	0.04	(ton/m ²)
CV=	0.09	(ton/m ²)
CT=	0.717	(ton/m ²)

MURO

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL.	PESO TOT
	(m)	(ton/m ³)	(ton/m ²)
Mortero	0.02	2.1	0.042
Mamposteria	0.12	1.8	0.216
Mortero	0.02	2.1	0.042
Yeso	0.02	1.5	0.030
		Σ CM =	0.33

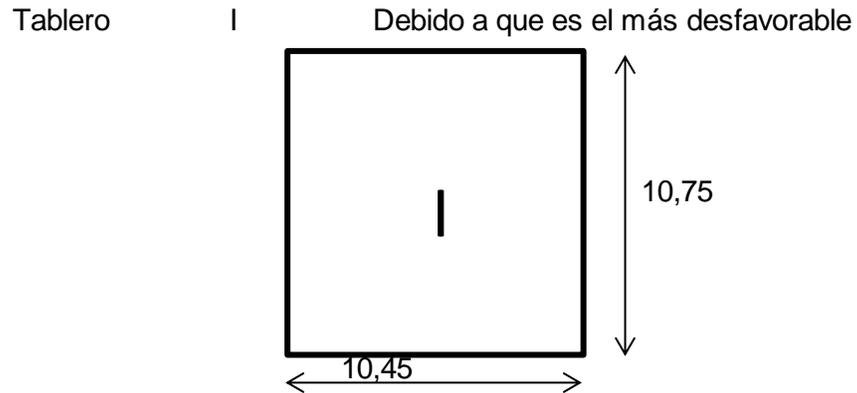


6.2.2.- Diseño de losa.

Es esta parte se diseña la losa más desfavorable, la cual será la de mayor perímetro y la que tenga el mayor número de lados discontinuos, de esta manera al enfocarse en este tablero que es el más perjudicial los otros tableros no se caerán.

6.2.3.- Revisión del peralte mínimo.

A continuación se sacará el peralte de la losa, esto se refiere al grosor mínimo que tendrá el elemento mencionado.



<u>Bordes continuos</u>	<u>Bordes discontinuos</u>
425	1075
880	1045
	395,5
	620
<hr/>	<hr/>
1305	3135,5

Monolítica si
perimetro = 5224,375

f'c = 250
fy = 4200
fs = 2520
h prop = 30

dmin = 24,98
rec = 5
h min = 29,98

Se acepta

h = 30
d = 25

6.2.4.- Cálculo de momentos de diseño.

Las siguientes tablas representan el cálculo de los momentos de todos los tableros, con los cuales se tomará el mayor y con ese se diseñará el refuerzo de cortante y flexión.

TABLERO	MOMENTO	CLARO	COEFICIENTE	Mu (ton-m)
I a1 = 10,45 m a2 = 10,75 m m = 0,97 w = 0,773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	337,12	3,984
		Largo	334,05	3,948
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	198,09	2,341
		Largo	194,47	2,298
	Positivo	Corto	147,88	1,748
		Largo	137,28	1,622

II a1 = 2 m a2 = 10,45 m m = 0,19 w = 0,773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	877,4	0,380
		Largo	540,3	0,234
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	540,4	0,234
		Largo	0,0	0,000
	Positivo	Corto	591,4	0,256
		Largo	170,5	0,074

III a1 = 1,35 m a2 = 8,8 m m = 0,15 w = 0,773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	866,07	0,171
		Largo	483,17	0,095
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	0,00	0,000
		Largo	305,14	0,060
	Positivo	Corto	537,65	0,106
		Largo	167,65	0,033

IV a1 = 4,15 m a2 = 4,3 m m = 0,97 w = 0,773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	314,09	0,585
		Largo	326,16	0,608
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	200,12	0,373
		Largo	0,00	0,000
	Positivo	Corto	141,21	0,263
		Largo	133,35	0,249

V a1 = 2,65 a2 = 2,85 m = 0,93 w = 0,773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	309,98	0,236
			Largo	313,26	0,238
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	181,35	0,138
			Largo	185,23	0,141
	t/m ²	Positivo	Corto	125,37	0,095
			Largo	136,70	0,104

VI a1 = 2.25 a2 = 4.45 m = 0.51 w = 0.773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	594.18	0.326
			Largo	473.88	0.260
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	359.70	0.197
			Largo	257.44	0.141
	t/m ²	Positivo	Corto	355.08	0.195
			Largo	151.66	0.083

VII a1 = 1.95 a2 = 2.15 m = 0.91 w = 0.773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	367.72	0.151
			Largo	357.49	0.147
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	216.98	0.089
			Largo	204.88	0.084
	t/m ²	Positivo	Corto	173.28	0.071
			Largo	137.93	0.057

VIII a1 = 2.15 a2 = 3.15 m = 0.68 w = 0.773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	481.30	0.241
			Largo	433.54	0.217
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	284.68	0.142
			Largo	238.10	0.119
	t/m ²	Positivo	Corto	267.21	0.134
			Largo	142.70	0.071

IX a1 = 2.15 a2 = 2.15 m = 1.00 w = 0.773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	297.00	0.149
			Largo	315.00	0.158
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	190.00	0.095
			Largo	0.00	0.000
	t/m ²	Positivo	Corto	129.00	0.065
			Largo	133.00	0.067

X a1 = 3.15 a2 = 3.15 m = 1.00 w = 0.773	m	Negativo en bordes interiores	Corto	324.00	0.348
			Largo	324.00	0.348
	m	Negativo en bordes discontinuos	Corto	190.00	0.204
			Largo	190.00	0.204
	t/m ²	Positivo	Corto	137.00	0.147
			Largo	137.00	0.147

XI a1 = 4.925 m a2 = 5.15 m m = 0.96 w = 0.773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	344.53	0.904
		Largo	339.73	0.892
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	202.67	0.532
		Largo	196.99	0.517
	Positivo	Corto	154.04	0.404
		Largo	137.44	0.361

XI a1 = 1.65 m a2 = 3 m m = 0.55 w = 0.773 t/m ²	Negativo en bordes interiores	Corto	930.00	0.274
		Largo	0.00	0.000
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	353.11	0.104
		Largo	220.00	0.065
	Positivo	Corto	696.21	0.205
		Largo	430.00	0.127

Tabla 6.1.- Tablas de momentos en los tableros.

Fuente: Propia.

A continuación se realiza el diseño por flexión para momento negativo y momento positivo de la losa la cual se propone que sea del tipo nervada, mostrando los datos que se utilizarán para este diseño.

DISEÑO POR FLEXIÓN

Datos

$$f^*c = 200$$

$$f''c = 170$$

$$f_y = 4200$$

$$b = 30$$

$$d = 25$$

$$FR = 0,9$$

$$b_1 = 0,85$$

Para momento negativo:

En esta parte se utiliza el mayor momento de las tablas anteriores en lo que respecta en momentos negativos y se demuestra la cantidad de refuerzo que debe llevar:

$Mu(-) = 3.984$

$\rho =$	0.006071
----------	----------

$\rho_{min} = 0.002635$

$\rho_{max} = 0.015179$

Se acepta

$\rho =$	0.0060774
----------	-----------

$As = 4.5580711$

As por nervadura = 2.28

Usar	2	var	#	4
------	---	-----	---	---

Para momento positivo:

En esta parte se utiliza el mayor momento calculado en la parte de los positivos. Al usar el momento positivo el refuerzo que se indica va en la parte de abajo, a diferencia al usar el momento negativo donde el refuerzo va en la parte de arriba.

$Mu(+) = 1.748$

$\rho = 0.0025459$

$\rho_{min} =$	0.0026352
----------------	-----------

$\rho_{max} = 0.0151786$

$\rho < \rho_{min}$

como ρ propuesto es menor que ρ_{min} se utiliza ρ_{min}

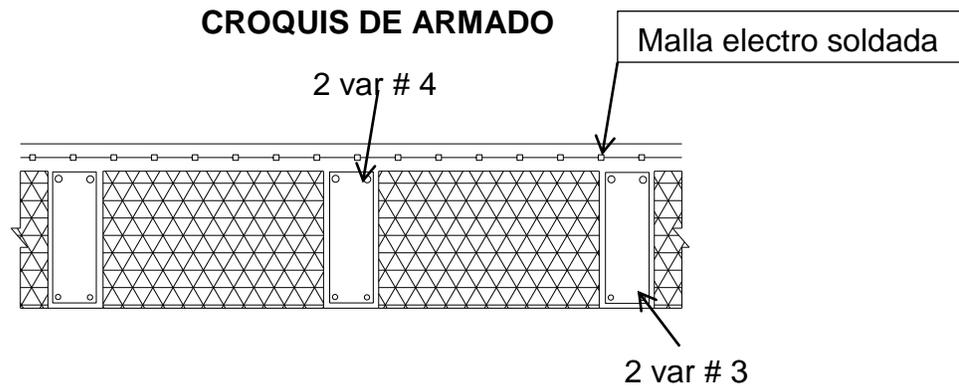
$\rho =$	0.0026352
----------	-----------

$As = 1.9764235$

As por nervadura = 0.99

Usar	2	var	#	3
------	---	-----	---	---

En la siguiente figura se muestra cómo va el armado de las losas, indicando donde va el refuerzo de las nervaduras sacado por los momentos positivos y negativos.



Por último se realiza el diseño a cortante, en esta parte también se diseñará basándose en el tablero I por la misma razón que se utilizó anteriormente (es el más desfavorable).

6.2.5.- Diseño por cortante.

Cortante último

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 10,45 \\
 a_2 &= 10,75 \\
 w &= 773 \\
 d &= 0,25
 \end{aligned}$$

Bordes continuos y discontinuos = si

$$\begin{aligned}
 V &= 2051,85 \\
 F_c &= 1,4 \\
 V_u &= 2872,5851
 \end{aligned}$$

Cortante resistente del concreto

$$V_{CR} = 4242,6407$$

Como V_{CR} es mayor que V_u solo se requiere el refuerzo mínimo

Usar E # 2 @ 8 cm

6.3.- Cargas verticales.

En este apartado se llevó a cabo, el análisis y diseño de muros de cada tramo y sección correspondiente, para saber la carga que resistirá la estructura, como irán distribuidas de la planta alta a planta baja, incluyendo el peso del tinaco y el cálculo de las escaleras. Estos cálculos fueron muestreados en campo real para poder extraer cierta información y datos adquiridos en los siguientes procesos de construcción.

MURO	LONG. (cm)	ESPELOR (cm)	AREA TRIBUTARIA (m ²)	CARGA TOTAL DE LA LOSA (kg)	PESO PROPIO DEL MURO (kg)	CARGA VERTICAL ACTUANTE		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)
						P(kg)	Pu(kg)		
						1A B1-C1	300		
1B A1-D1	492.4	12	6.1858	4781.62	4062.3	8843.92	12381.4928	0.7	47152.224
1C A1-D1	492.4	12	5.6737	4385.77	4062.3	8448.07	11827.2981	0.6	40416.192
A1 1B-1C	514.9	12	6.2084	4799.09	4247.925	9047.02	12665.8255	0.6	42262.992
B1 1A-1B	166.8	12	1.7738	1371.15	1376.1	2747.25	3846.14636	0.6	13690.944
C1 1A-1B	166.8	12	0.5598	432.73	1376.1	1808.83	2532.35556	0.6	13690.944
D1 1B-1C	514.9	12	6.2084	4799.09	4247.925	9047.02	12665.8255	0.7	49306.824
	2648.2								

fm*= 15 kg/cm²
Fr= 0.6

Tabla 6.2.- Tabla de áreas tributarias de muros (planta alta).

Fuente: Propia.

area total azotea 42.0827 m²
 area total entrep 152.2039 m² W2= 278
 peso muro= 330 kg Factor de carga 1.4
 carga servicio= 797 kg
 altura= 2.5 m

PLANTA BAJA

fm*= 15 kg/cm²
 Fr= 0.6

MURO	LONG. (cm)	ESPELOR (cm)	AREA TRIBUTARIA (m ²)	CARGA TOTAL DE LA LOSA (kg)	PESO PROPIO DEL MURO (kg)	PESO DEL NIVEL 2	CARGA VERTICAL ACTUANTE		FE	CARGA VERTICAL RESISTENTE (kg)	
							P(kg)	Pu(kg)			
A 7-7'	117.5	12	0.9983	795.65	969.375	277.53	2042.55	2859.57	0.7	11251.8	pasa
A' 9'-10	27.5	12	1.2398	988.12	226.875	344.66	1559.66	2183.52	0.6	2257.2	pasa
B 11-11''	187.5	12	1.6343	1302.54	1546.875	454.34	3303.75	4625.25	0.6	15390	pasa
C 5-7	195	12	0.8114	646.69	1608.75	225.57	2481.01	3473.41	0.7	18673.2	pasa
C' 8'-10	47.5	12	1.8026	1436.67	391.875	501.12	2329.67	3261.54	0.6	3898.8	pasa
D 4-12	880	12	13.3667	10653.26	7260	3715.94	21629.20	30280.88	0.7	84268.8	pasa
E 8-9	50	12	0.9086	724.15	412.5	252.59	1389.25	1944.94	0.6	4104	pasa
F 3'-4	207.5	12	1.4196	1131.42	1711.875	394.65	3237.95	4533.12	0.7	19870.2	pasa
G 5'-11'	650	12	13.3286	10622.89	5362.5	3705.35	19690.75	27567.04	0.6	53352	pasa
H 1-1'	17.5	12	0.1846	147.13	144.375	51.32	342.82	479.95	0.6	1436.4	pasa
H 2-3	100	12	0.8805	701.76	825	244.78	1771.54	2480.15	0.6	8208	pasa
I 4-7''	215	12	2.48	1976.56	1773.75	689.44	4439.75	6215.65	0.6	17647.2	pasa
I 11-12	287.5	12	3.5001	2789.58	2371.875	973.03	6134.48	8588.28	0.6	23598	pasa
J 12-14	395.5	12	9.1455	7288.96	3262.875	2542.45	13094.29	18332.00	0.7	37873.08	pasa
K 1'-2	115	12	0.7833	624.29	948.75	217.76	1790.80	2507.12	0.6	9439.2	pasa
K 2-3	100	12	0.4231	337.21	825	117.62	1279.83	1791.77	0.6	8208	pasa
K 3-4	215	12	3.0098	2398.81	1773.75	836.72	5009.29	7013.00	0.6	17647.2	pasa
L 2-3''	217.5	12	2.1981	1751.89	1794.375	611.07	4157.33	5820.27	0.7	20827.8	pasa
M 13-14	60	12	1.3682	1090.46	495	380.36	1965.82	2752.14	0.7	5745.6	pasa
N 4-6	200	12	0.9982	795.57	1650	277.50	2723.07	3812.29	0.7	19152	pasa
N 6-11	392.5	12	3.6136	2880.04	3238.125	1004.58	7122.75	9971.84	0.7	37585.8	pasa
N 11-13	623	12	9.5139	7582.58	5139.75	2644.86	15367.19	21514.07	0.7	59658.48	pasa
1 H-K	215	12	0.9972	794.77	1773.75	277.22	2845.74	3984.04	0.7	20588.4	pasa
2 F-H	215	12	1.1518	917.98	1773.75	320.20	3011.94	4216.71	0.7	20588.4	pasa
2 K-L	315	12	2.2524	1795.16	2598.75	626.17	5020.08	7028.11	0.7	30164.4	pasa
3 H-K	215	12	1.9957	1590.57	1773.75	554.80	3919.13	5486.78	0.6	17647.2	pasa
4 D-H	460	12	5.6644	4514.53	3795	1574.70	9884.23	13837.92	0.7	44049.6	pasa
4 I-N	1052.5	12	12.734	10149.00	8683.125	3540.05	22372.18	31321.05	0.7	100787.4	pasa
5 C-D	215	12	0.9858	785.68	1773.75	274.05	2833.49	3966.88	0.7	20588.4	pasa
6 L'-N	369.8	12	5.3268	4245.46	3050.85	1480.85	8777.16	12288.02	0.6	30353.184	pasa
7 A-C''	347.1	12	4.1333	3294.24	2863.575	1149.06	7306.87	10229.62	0.7	33238.296	pasa
8 D-E	180	12	3.1163	2483.69	1485	866.33	4835.02	6769.03	0.6	14774.4	pasa
9 E-G	250.1	12	4.4647	3558.37	2063.325	1241.19	6862.88	9608.03	0.6	20528.208	pasa
10 A'-C'	205	12	2.6116	2081.45	1691.25	726.02	4498.72	6298.21	0.7	19630.8	pasa
11'' B-D	265.4	12	1.2398	988.12	2189.55	344.66	3522.34	4931.27	0.7	25414.704	pasa
12 D-G	430.1	12	5.0865	4053.94	3548.325	1414.05	9016.31	12622.84	0.7	41186.376	pasa
13 M-N	200	12	5.6536	4505.92	1650	1571.70	7727.62	10818.67	0.7	19152	pasa
14 J-M	822.5	12	16.1112	12840.63	6785.625	4478.91	24105.17	33747.23	0.7	78762.6	pasa
	11058.5		147.1339								

Tabla 6.3.- Tabla de áreas tributarias de muros (planta baja).

Fuente: Propia.

6.3.1.- Revisión de muros por cargas laterales (sismo).

Por último se tomarán en cuenta los muros en dirección X y dirección Y, posteriormente se obtendrán datos del Programa “PRODISIS”, el cual proporcionará datos y ubicación del coeficiente sísmico, ubicado en Apatzingán de la Constitución Michoacán. Se podrá determinar con estos valores la capacidad de carga que está recibiendo dicha estructura.

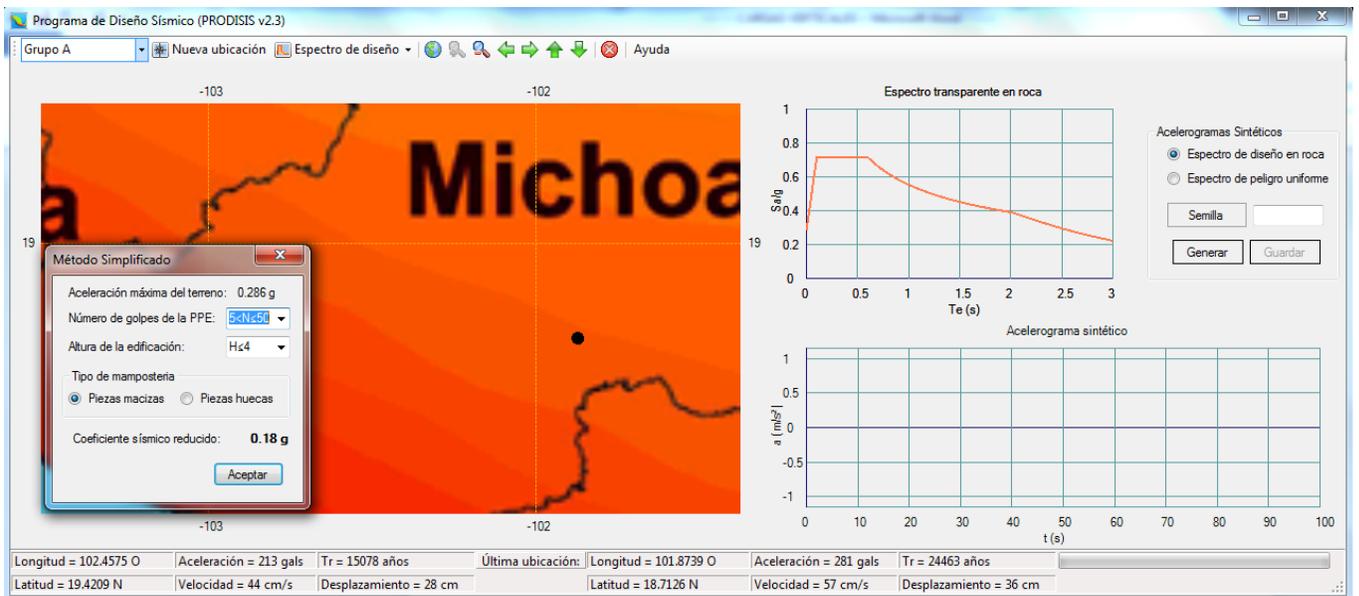


Imagen 6.4.- Prodisis.

Fuente: Propia.

coeficiente sísmico	Cs =	0.18	Factor de carg	1.1
Perso total de la estructura	Wtot =	221277.291 kg	Fr=	0.7
Cortante Sísmico = Wtot x Cs	Vs =	39829.9124 kg	Vm*=	3.5
Fuerza cortante última = Fc x Vs	Vu =	43812.9036 kg	Py=	176721.80
			Px=	191940.34
	Wazotea	24.16979		
	Wentrepiso	84.285501		
	Wmuros	110.585		
	Wtinaco	2.237		

6.3.2.- Revisión de muros de planta baja.

En las siguientes tablas se ordenan los muros que van a ir cargados, se saca la longitud total y con los datos anteriores se realiza el cálculo para saber si se le debe poner refuerzo a los muros para resistir sismos.

Altura de entrepiso h = 250 cm

SENTIDO X				
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	FAE	AREA EQUIVALENTE (cm ²)
1 H-K	215	12	1,00	2580,00
2 F-H	215	12	1,31	3375,36
2 K-L	315	12	2,81	10615,40
3 H-K	215	12	1,31	3375,36
4 D-H	460	12	1,00	5520,00
4 I-N	1052,5	12	31,35	395977,79
5 C-D	215	12	1,00	2580,00
6 L'-N	369,8	12	1,00	4437,60
7 A-C''	347,1	12	3,41	14202,62
8 D-E	180	12	0,92	1980,72
9 E-G	250,1	12	1,77	5313,07
10 A'-C'	205	12	1,19	2925,94
11'' B-D	265,4	12	1,99	6349,03
12 D-G	430,1	12	5,24	27021,71
13 M-N	200	12	1,13	2717,03
14 J-M	822,5	12	19,15	188978,43
Lx=	5757,5		Σ =	677950,04

SENTIDO Y				
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	FAE	AREA EQUIVALENTE (cm ²)
A 7-7'	117,5	12	1	1410
A' 9'-10	27,5	12	1	330
B 11-11''	187,5	12	1	2250
C 5-7	195	12	1,08	2518,305098
C' 8'-10	47,5	12	0,06	36,3986553
D 4-12	880	12	21,92	231447,5176
E 8-9	50	12	0,07	42,4536
F 3'-4	207,5	12	1,22	3034,302073
G 5'-11'	650	12	11,96	93270,5592
H 1-1'	17,5	12	0,01	1,8201981
H 2-3	100	12	0,28	339,6288
I 4-7''	215	12	1,31	3375,358375
I 11-12	287,5	12	2,34	8070,827363
J 12-14	395,5	12	4,43	21010,86702
K 1'-2	115	12	0,37	516,5329512
K 2-3	100	12	0,28	339,6288
K 3-4	215	12	1,31	3375,358375
L 2-3''	217,5	12	1,34	3494,47787
M 13-14	60	12	0,10	73,3598208
N 4-6	200	12	1,13	2717,0304
N 6-11	392,5	12	4,36	20536,36118
N 11-13	623	12	10,98	82123,727
Ly=	5301		Σ =	480314,5144

L total muros= 6637,5

Vmrx= 870796,3 una estructura solida y no se caera

Vmry= 625496,86 una estructura solida y no se caera

Por lo tanto, no se utilizará refuerzo en muros y la estructura misma.

6.4.- Cálculo de cimentación de zapata corrida.

La cimentación más conveniente dadas las características del sistema estructural, fue a través de zapatas corridas de concreto reforzado. La capacidad de carga del terreno se tomará respecto al estudio de mecánica de suelos realizado en el área donde se desplantará dicha cimentación.

Se diseña el tramo 4 I-N por ser el más cargado y se utilizan los siguientes datos:

$$P = 2.899 \text{ ton/m}$$

$$q_r = 5.73 \text{ ton/m}^2$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

$$\gamma = 1.265 \text{ ton/m}^3$$

$$B_{\text{prop}} = 0.65 \text{ m}$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

Se comenzará sacando la descarga total que recaerá sobre la zapata, esto se realiza sumando las cargas de la azotea, el entrepiso y el peso propio del muro, ya que todo va a descansar sobre dicha cimentación, en este paso se utiliza el ancho propuesto de zapata.

A) Descarga total:

$$P_T = P + WS$$

$$WS = 1.787 \text{ ton/m}$$

$$P_T = 4.686 \text{ ton/m}$$

Al tener los datos anteriores se continúa sacando el ancho real que llevará la zapata.

B) Dimensionamiento:

Ancho $B = P_T / q_r$

$$B = 0.81 \text{ m} \quad \approx \quad B = 0.85 \text{ m}$$

Ya teniendo las dimensiones, se obtiene la presión que ejercerá sobre el suelo revisando que no sobrepase la capacidad de carga del suelo; dato obtenido en el estudio de mecánica de suelos.

C) Presión de contacto:

$$q = \frac{P_T}{B(1)} = 5.512 \text{ ton/m}^2 < 5.73 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Se aceptan las dimensiones}$$

Ahora se saca la presión neta última, esta se obtiene de la multiplicación del área de contacto por la descarga obtenida y por un factor de carga.

D) Presión neta última:

$$FC = 1.40$$

$$q_{nu} = 4.775 \text{ ton/m}^2 = 0.4775 \text{ kg/cm}^2$$

Recopilando todos los datos anteriores pasamos a diseñar la losa. En este paso se obtendrá el momento último y se sacará el refuerzo a flexión que necesitará.

E) Diseño de la losa:

$V_{CR} = 5.06$

kg/cm^2

1.- Por cortante:

$L = 27.5 \text{ cm}$

$$d = \frac{q_{nu} \cdot l}{V_{CR} + q_{nu}} = 2.37 \text{ cm} < d_{\min} = 10 \text{ cm}$$

Por lo tanto se utilizará $d = 10 \text{ cm}$ y $H = 15 \text{ cm}$

➤ Peso propio real:

	h	b	γ	
W plantilla	0.05	0.85	2.2	0.035
W losa	0.15	0.85	2.4	0.306
W muro	1.3	0.3	1.5	0.585
W relleno	1.3	0.55	1.5	<u>1.0725</u>
				2.057

2.- Por flexión:

➤ Sentido transversal:

$M_u = 0.292 \text{ t-m}$

$\rho = 0.00006 > \rho_{\min} = 0.00236$

$A_s = 3.06 \text{ cm}^2$

Usar 3 var # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$s = 41.45 \text{ cm}$

Se utilizará $s_{\max} = 35 \text{ cm}$

➤ Sentido longitudinal:

Se coloca acero mínimo por temperatura

Para el armado y croquis, checar los anexos.

Asmin: 2.143 cm²

Usar 2 var # 4

ao= 1.27 cm²

s= 59.26 cm

Se utilizará smax= 35 cm

Para el armado y croquis, checar los anexos.

6.5.- Techumbres.

A continuación se realizará el análisis y diseño de las techumbres donde se encontrarán las bombas de gasolina. Se analizará por viento y sismo, del análisis más desfavorable se ocuparán los resultados para proseguir con las columnas.



Imagen 6.5.- Vista aérea del área de despacho de gasolinas.

Fuente: Propia.

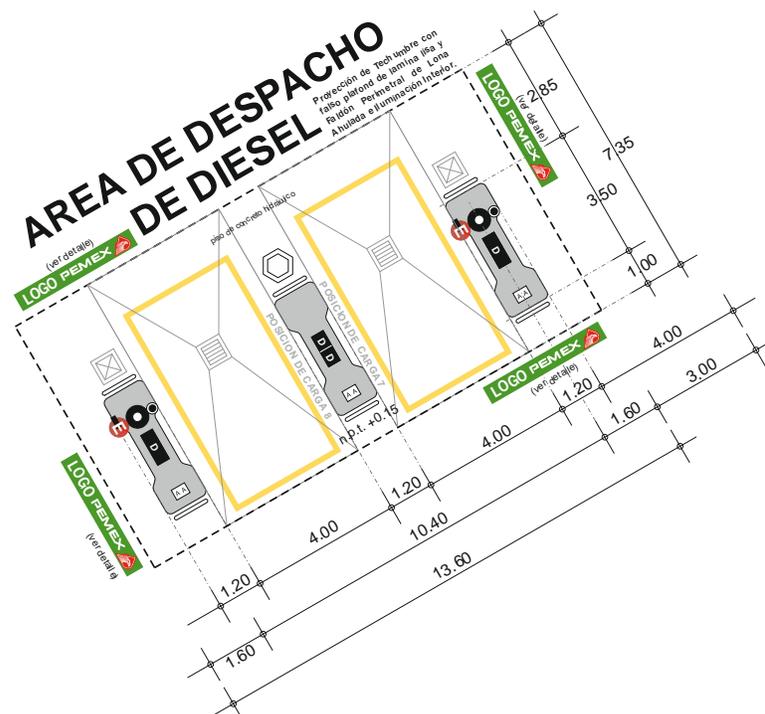


Imagen 6.6.- Vista aérea del área de despacho de diesel.

Fuente: Propia.

6.5.1.- Análisis por viento.

Para comenzar se revisará por viento la estructura. Debido a que la estructura tiene una altura no mayor a 15 m, se considera que es Tipo I, por lo tanto se realizará el método simplificado para el análisis, también se toma en cuenta que la relación de la altura (Anexo 1) y la dimensión menor de planta (Anexo 1) es menor a 4.

1.- Determinación de la velocidad de diseño.

La velocidad de diseño se encontrará por medio de la siguiente ecuación:

$$V = K_1 K_2 V_R$$

Dónde:

- K_1 = factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno en los alrededores del sitio de desplante.
- K_2 = factor que toma en cuenta la variación de la velocidad con la altura.
- V_R = velocidad regional según la zona que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura.

Entonces:

- $K_1 = 1.0$ debido a que se encuentra en un terreno plano.
- $K_2 = 1.0$ como la altura es < 10 m = 1.0.
- $V_R = 170$ km/h para Apatzingán.

$$V = 1 \cdot 1 \cdot 170 = 170 \text{ km/h}$$

2.- Determinación del coeficiente de densidad del aire.

El coeficiente de densidad del aire se encontrará por medio de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{0.005(8+a)}{8+2a}$$

Dónde:

a = altura sobre el nivel del mar, en Km.

Entonces:

- a = 330 m. para Apatzingán.

$$N = \frac{0.005(8+0.33)}{8+2*0.33} = \mathbf{0.00481}$$

3.- Determinación de la presión de diseño.

La presión de diseño se encontrará por medio de la siguiente ecuación:

$$P = N C V^2$$

Dónde:

- C = coeficiente de empuje.
- N = coeficiente de densidad del aire.
- V = velocidad de diseño.

Debido a que es una pared rectangular los coeficientes de empuje se tomarán como 0.75 en barlovento y -0.68 en sotavento.

Entonces:

- En barlovento $P_1 = 0.00481 * 0.75 * 175^2 = \mathbf{104.25 \text{ kg/m}^2}$ Presión
- En sotavento $P_2 = 0.00481 * -0.68 * 175^2 = \mathbf{-90.35 \text{ kg/m}^2}$ Succión

4.- Determinación de las fuerzas resultantes.

Para obtener las fuerzas resultantes se multiplicará el área expuesta por las presiones de diseño.

Entonces:

- Barlovento: $F_p = 104.25 (26.36 * 1.2) = 3297.49 \text{ kg}$
- Sotavento $F_s = -90.35 (26.36 * 1.2) = -2857.82 \text{ kg}$

5.- Determinación del momento de volteo

Para obtener el momento de volteo se suman las fuerzas resultantes y se multiplican por la altura hasta el centroide de la superficie expuesta, expresándolo de la siguiente manera:

$$M_v = (F_p + F_s)$$

Entonces:

$$M_v = (3.297 + 2.858) H = 37.47 \text{ t/m}$$

Como resultado se obtiene un momento de 37.47 t/m que se utilizará en las tres columnas donde se descarga el peso de la estructura.

Del análisis de cargas se obtiene lo siguiente:

- 6665.89 kg del acero que se encuentra dentro de la techumbre
- 7731.76 kg de los demás materiales

Tomando el momento y el peso que se descarga en las columnas se realizará la revisión por flexocompresión.

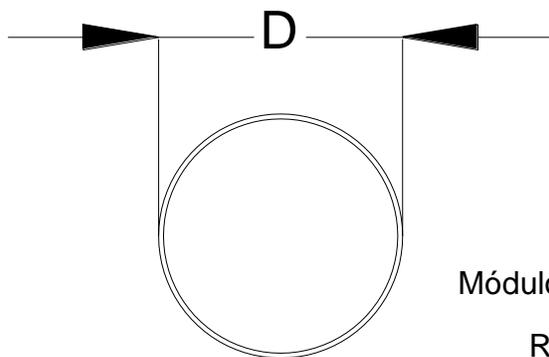
6.- Revisión por flexocompresión.

Primero se revisa la relación de esbeltez:

se tomará $\frac{KL}{r} = 200 \geq \left(\frac{KL}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{fy}} = 126.05$ por lo tanto se usará:

$$Fa = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2} = 270.341$$

Se tomará en cuenta el momento que se sacó anteriormente al igual que la carga en ton. que va a descargarse sobre las columnas. Se propondrá una sección tubular y sus características son las siguientes:



$$D = 457 \text{ mm}$$

$$t_f = 39.7 \text{ mm}$$

$$\text{Área} = 522.5 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 114455 \text{ cm}^4$$

$$\text{Módulo de sección} = 5009$$

$$\text{Radio de giro} = 14.8 \text{ cm}$$

Entonces se procede de la siguiente manera:

$$\frac{P}{A} = 27.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{P/A}{Fa} = 0.102 \leq 0.15$$

debido a que es menor se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{P/A}{Fa} + \frac{M_x/S_x}{F_{bx}} + \frac{M_y/S_y}{F_{by}}$$

Dónde:

$$P/A = 27.56$$

$$M_x = 3446971$$

$$S_x = 5009$$

$$\frac{P/A}{Fa} + \frac{M_x/S_x}{F_{bx}} + \frac{M_y/S_y}{F_{by}} = 0.926 \leq 1.00$$

$$F_{bx} = 1669.8$$

Por lo tanto es **CORRECTA** la sección que se propuso

$$M_y = 3446971$$

$$S_y = 5009$$

$$F_{by} = 1669.8$$

6.6.- Armaduras.

La lámina que se empleará es de acero calibre 10; los largueros se solucionarán empleando perfiles formados en frío; la armadura se diseñará empleando perfiles tubular rectangular (P.T.R.), ó algún otro si se considera más adecuado.

El cálculo de la cubierta incluirá lo relativo a CARGA PERMANENTE y a CARGA PERMANENTE MÁS VIENTO, ya que en este tipo de construcciones el fenómeno de VIENTO es el que tiene una acción más severa que el SISMO. La armadura que se analizará es la indicada en el dibujo 6.1.

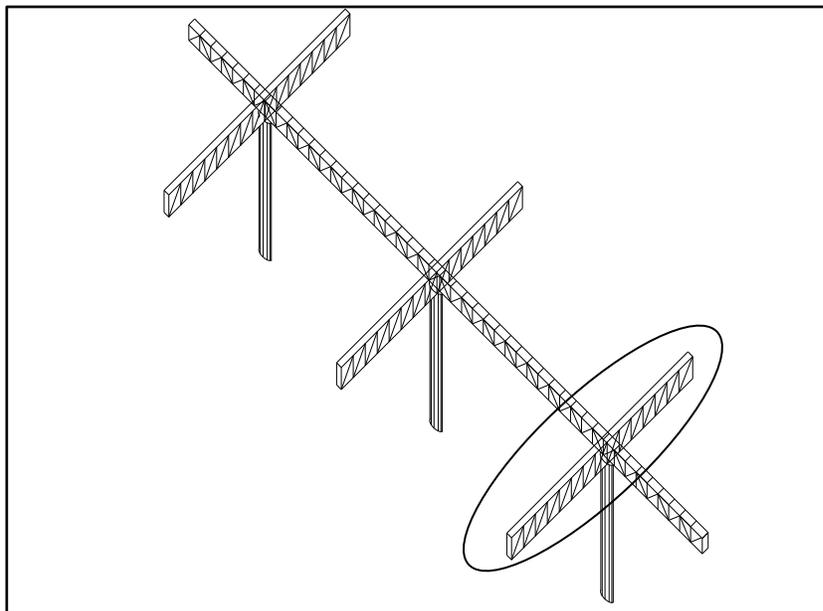


Imagen 6.7. - Croquis de las armaduras en el área de despacho de gasolinas

1) Especificaciones y reglamentos

- Materiales:

Lamina de acero de Cal. 10 Peso 27.46 kg/m^2

Perfil formado en frío $F_b = 2310 \text{ kg/cm}^2$

Acero P.T.R. $F_y = 3230 \text{ kg/cm}^2$

Otros aceros $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

- Reglamentos:

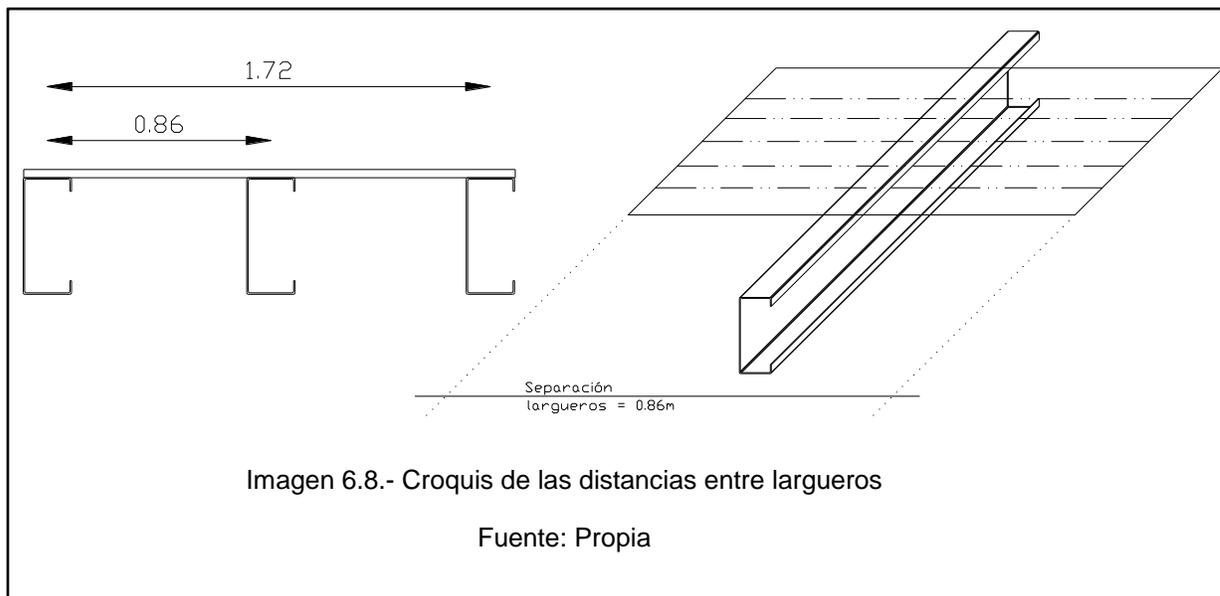
Se usará el Manual de Diseño estructural Tavera-Moreno Vol. 2.

2) Análisis de cargas

Peso de la lámina de acero Cal. 10 27.46 kg/m^2

A continuación se estimará el peso correspondiente a los largueros:

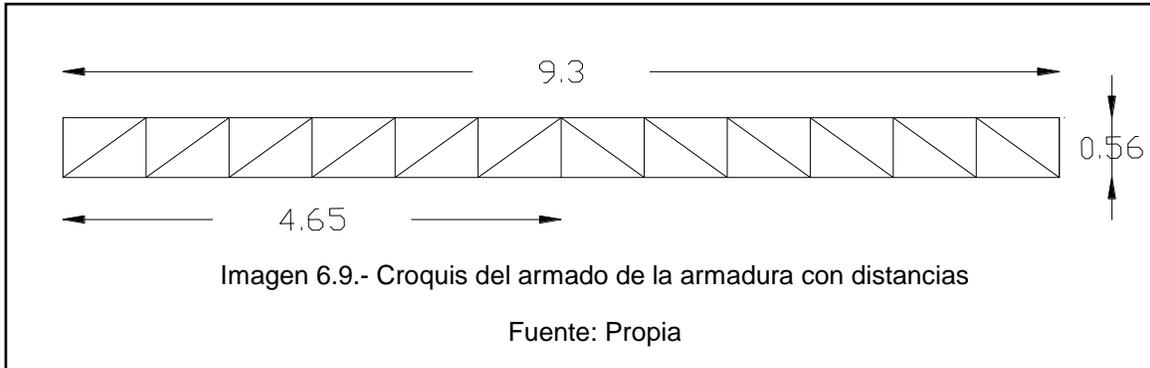
Se propone un perfil CPL 6" Cal 14 (peso = 4.53 kg/m).



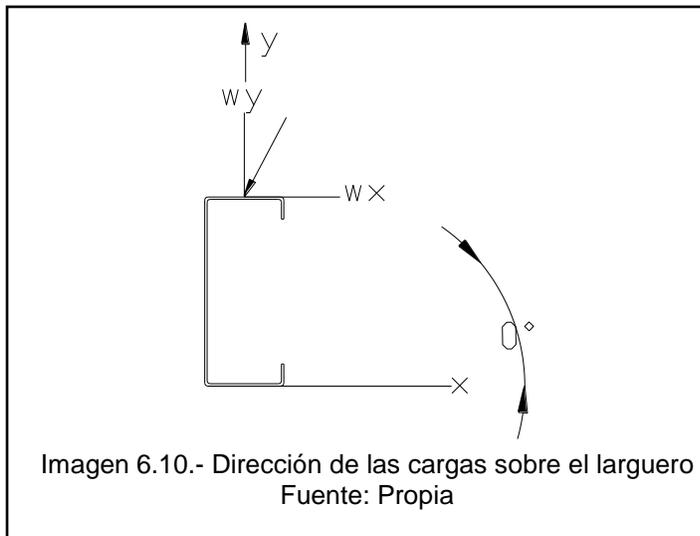
Peso propio del larguero (estimado) = 5.27 kg/m^2

3) Cálculo de los largueros (carga permanente)

De acuerdo con las dimensiones de la techumbre y los requerimientos arquitectónicos de la misma, se tiene lo siguiente:



Determinación de las cargas sobre los largueros.



Carga por ml de larguero: 28.15 kg/m.

$P_m = \text{CARGA DE MONTAJE} = 100 \text{ kg}$ (Se considerará colocada en la posición más desfavorable para el larguero, ó sea, al CENTRO del larguero).

$$w_x = 0 \text{ kg/m.}$$

$$P_{mx} = 0 \text{ kg.}$$

$$M_x = 490.28 \text{ kg-m}$$

$$w_y = 28.15 \text{ kg/m.}$$

$$P_{my} = 100 \text{ kg.}$$

$$M_y = 0$$

A continuación, como ya se tienen los momentos flexionantes, se REVISARÁ el perfil que se supuso anteriormente para estimar el peso propio de los largueros para después, demostrar si son aceptables.

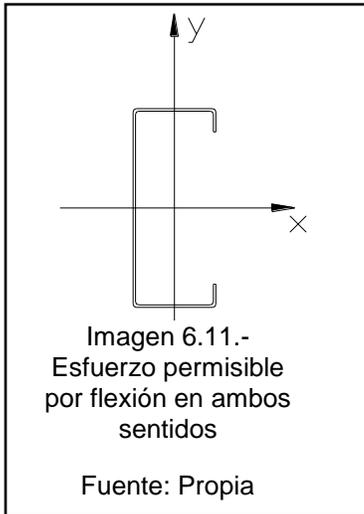
Tratándose de perfiles formados en frío, la fórmula de la interacción, es frecuente emplearla de la siguiente manera: $x + fby \leq Fb$, ya que se considera que, en ambos sentidos, el patín de compresión está arriestrado ó atiesado, y se puede usar el esfuerzo máximo permisible $Fb = 0.60fy$. El acero con el cual se fabrican los perfiles doblados en frío, tiene un límite de fluencia $fy = 55\text{lbs/in}^2 = 3850 \text{ kg/cm}^2$.

$$Fb = 0.60fy = 0.60 \cdot 3850 = 2310 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto $Fbx = Fby = 2310 \text{ kg/cm}^2$

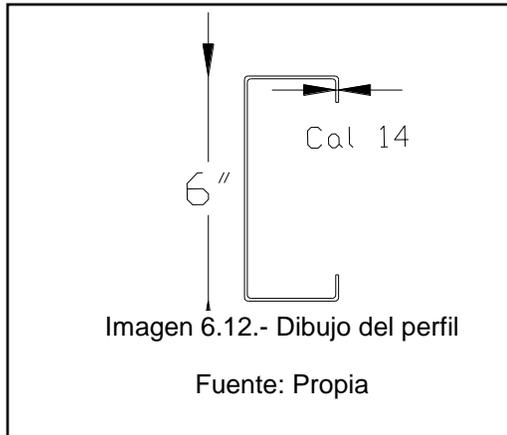
Para este tipo de perfiles que tienen los dos patines atiesados, la fórmula de interacción se reduce a:

$$fbx + fby \leq 2310 \text{ kg/cm}^2$$



Como puede apreciarse, la fórmula de interacción, no es otra cosa, que la aplicación de la fórmula de la escuadría, considerando los esfuerzos por flexión sobre el perfil, primero en un sentido y luego en otro, y ya que la acción de los esfuerzos sobre el perfil, es simultánea, la suma de los esfuerzos en ambos sentidos, no debe exceder del esfuerzo permisible en flexión.

Revisión del perfil CPL 6 x 2 1/2" Cal. 14:



Peso = 4.53 kg/m.

$S_x = 27.43 \text{ cm}^3$.

$S_y = 7.05 \text{ cm}^3$.

Hay que hacer notar, que la aplicación de las cargas en el sentido del eje y-y, no se hace en el plano que pasa por el centro de gravedad del perfil, por lo cual, esa excentricidad ocasiona sobre el perfil, un afecto de torsión. Para tomar en cuenta lo anterior, se reducirá el módulo de la sección S_y , al 50% de su valor, y aunque ésta forma de considerar el efecto de torsión sobre el perfil no es muy ortodoxa, los resultados obtenidos en la práctica, han demostrado ser bastante satisfactorio.

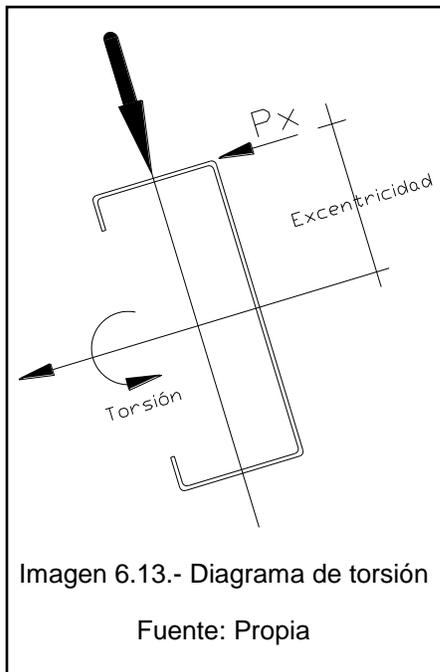


Imagen 6.13.- Diagrama de torsión

Fuente: Propia

Momento torsión = $P_x \cdot \text{Excentricidad}$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{49027.86}{27.43} = 1787.381 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{by} = \frac{M_y}{\frac{S_y}{2}} = \frac{0}{\frac{7.05}{2}} = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$1787.381 \text{ kg/cm}^2 \leq 2310 \text{ kg/cm}^2$$

La propuesta del perfil es correcta.

4) Diseño de la armadura

A continuación se presenta el cálculo de la armadura más desfavorable de las que se muestran en la imagen 6.1, las cuales serán las encargadas de soportar todo lo correspondiente a la techumbre (cableado, láminas, entre otros materiales).

- Peso de cubierta (lamina + largueros + carga viva) = 31.99 kg/m².
- Peso de la armadura: Para su determinación se utilizará la fórmula de

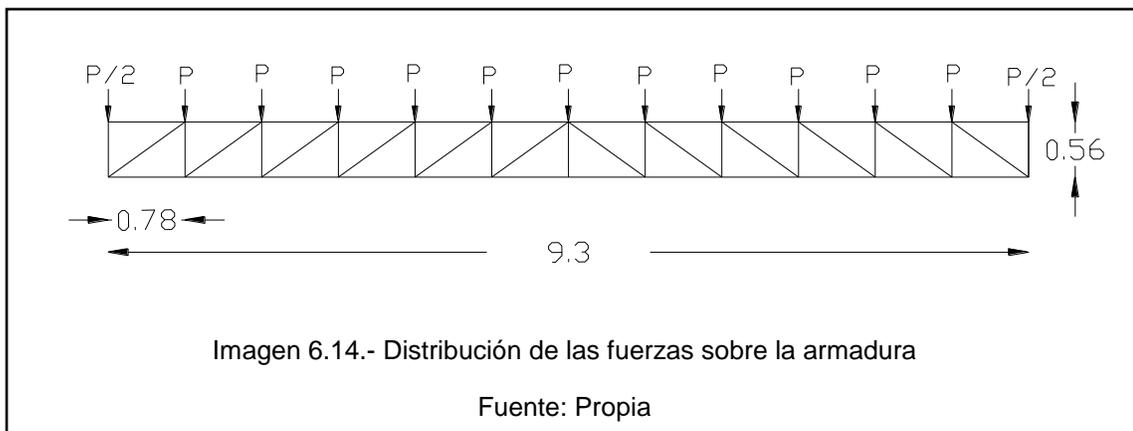
Fleming:
$$W = 0.0985 \sqrt{\frac{wa}{s}} (43.055L^2 + 196.85L)$$
 por lo tanto W no

queda igual a: $W = 162.046 \text{ kg}$.

$$wa = \frac{W}{L \times a} = 1.986 \text{ kg/m}^2 \text{ (peso propio de la armadura).}$$

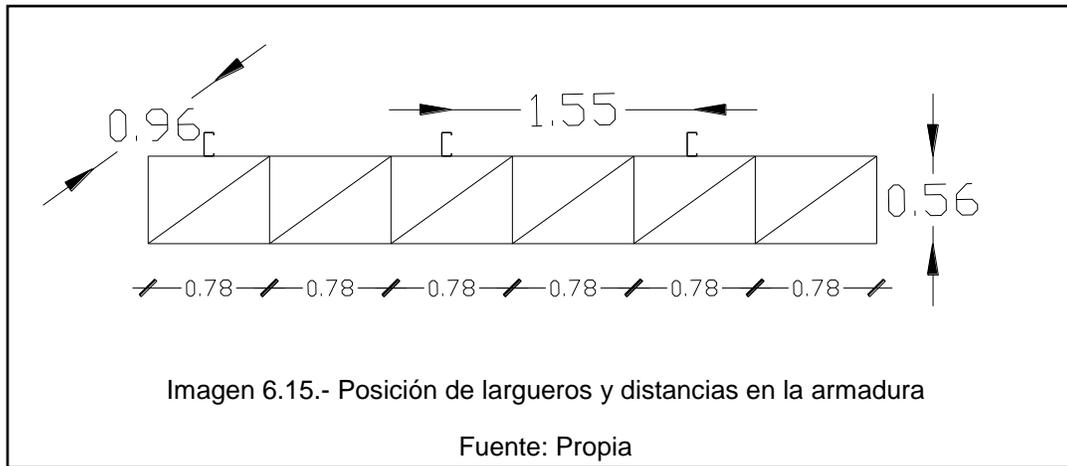
Peso total sobre la armadura = peso de cubierta + peso propio armadura.

$$wt = 33.976 \text{ Kg/m}^2$$



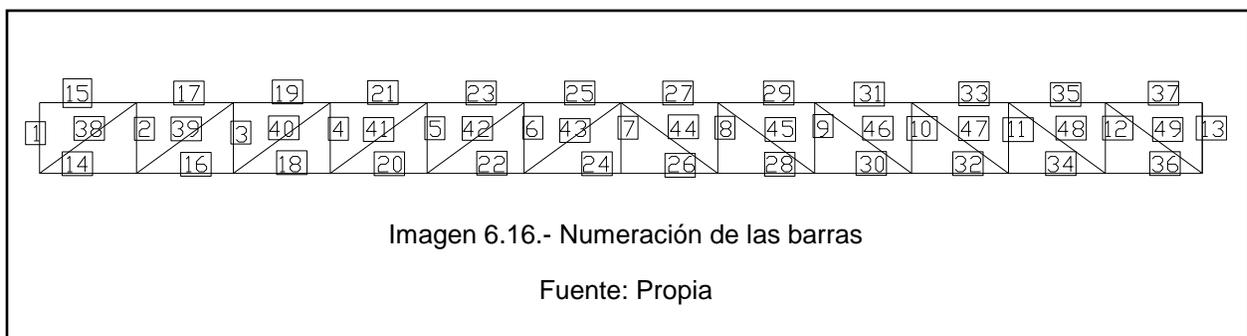
Determinación de la carga P:

$$P = 315.974 \text{ kg} ; P/2 = 157.987 \text{ kg}$$



Para solucionar la armadura, se hará uso de un programa denominado SAP 2000 el cual arrojará datos esenciales para terminar de diseñar el elemento.

Al ingresar los datos en el programa SAP2000, arroja las fuerzas que actúan sobre la armadura sobre la cuerda inferior, superior, montantes y diagonales. El valor de las fuerzas cortantes también representa en qué estado se encuentra cada parte de la armadura, es decir, se indica si se encuentra a compresión o a tensión, esto se sabe dependiendo del signo.



En las siguientes tablas se muestra la fuerza e intensidad que recae en cada barra.

Resultados:

Barra	Intensidad	Fuerza
1	-0.380	Compresión
2	-0.478	Compresión
3	-0.421	Compresión
4	-0.319	Compresión
5	-0.211	Compresión
6	-0.103	Compresión
7	0	
8	0.103	Tensión
9	0.211	Tensión
10	0.319	Tensión
11	0.421	Tensión
12	0.478	Tensión
13	0.380	Tensión
14	-0.695	Compresión
15	-0.556	Compresión
16	-0.500	Compresión
17	-0.480	Compresión
18	-0.391	Compresión
19	-0.407	Compresión
20	-0.282	Compresión
21	-0.296	Compresión
22	-0.172	Compresión
23	-0.187	Compresión
24	-0.066	Compresión
25	-0.078	Compresión

Barra	Intensidad	Fuerza
26	0.026	Tensión
27	0.037	Tensión
28	0.131	Tensión
29	0.147	Tensión
30	0.241	Tensión
31	0.255	Tensión
32	0.351	Tensión
33	0.367	Tensión
34	0.460	Tensión
35	0.494	Tensión
36	0.656	Tensión
37	0.516	Tensión
38	-0.020	Compresión
39	-0.020	Compresión
40	-0.020	Compresión
41	-0.020	Compresión
42	-0.020	Compresión
43	-0.020	Compresión
44	-0.020	Compresión
45	-0.020	Compresión
46	-0.020	Compresión
47	-0.020	Compresión
48	-0.020	Compresión
49	-0.020	Compresión

Tablas 6.4.- Resultados de las fuerzas

Fuente: Propia

Reacciones de apoyo:

Apoyo fijo:

$R_{y1} = 2.87$ tons.

$R_{x1} = -5.884 \times 10^{-14}$ tons.

Apoyo móvil:

$R_{y2} = 2.87$ tons.

Diseño del as barras de la armadura.

Se revisarán las barras con mayor intensidad una a compresión y la otra a tensión:

Barras a tensión:

Cuerda inferior: Barra 36.

Acero P.T.R.

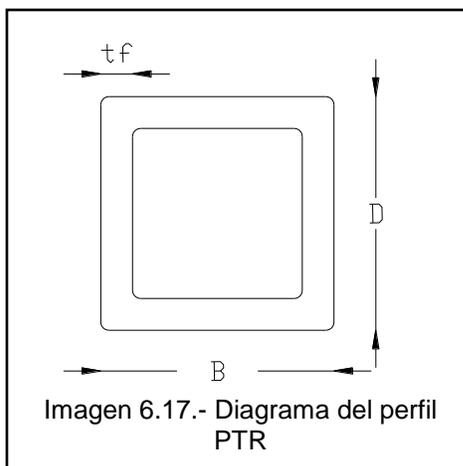
$$T = 0.656 \text{ ton}$$

$$F_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0.66f_y = 0.66 \cdot 3200 = 2112 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{T}{F_t} = 0.311 \text{ cm}^2$$

Se propone PTR 1" x 1" :



$$\text{Área} = 2.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso} = 2.10 \text{ kg/m}$$

$$r_x = r_y = 0.87 \text{ cm}$$

Imagen 6.17.- Diagrama del perfil PTR

Revisión de la relación de esbeltez:

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 78}{0.87} = 89.66 < 250$$

(Relación máxima permisible para miembros principales a tensión)

Por lo tanto se acepta para todas las barras a tensión.

Barras en compresión:

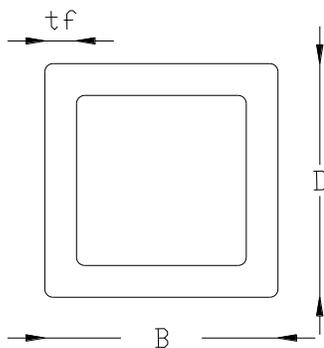
Cuerda inferior: Barra 14.

Acero P.T.R.

$$C = 0.695 \text{ ton}$$

$$F_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

Se propone PTR 1" x 1":



$$\text{Área} = 2.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso} = 2.10 \text{ kg/m}$$

$$r_x = r_y = 0.87 \text{ cm.}$$

Revisión de la relación de esbeltez:

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 78}{0.87} = 89.66 < 200$$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{f_y}} = \frac{6340}{\sqrt{3200}} = 112 > 89.66$$

Por lo tanto el esfuerzo F_a se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{12}{23} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)_c^2} \right] f_y = 1135.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{\text{admissible}} = 2.68 \times 1135.38 = 3042.81 \text{ kg} = 3.042 \text{ ton.}$$

Por lo tanto se acepta para todas las barras a compresión.

Peso real de la armadura:

Longitud total de la armadura en ml:

Cuerda superior : $(12 \times 0.775 \times 2.10) = 19.53 \text{ kg.}$

Cuerda inferior : $(12 \times 0.775 \times 2.10) = 19.53 \text{ kg.}$

Diagonales : $(12 \times 0.775 \times 2.10) = 19.53 \text{ kg.}$

*Montantes : $(12 \times 0.775 \times 2.10) = 19.53 \text{ kg.}$

*No se tomó en cuenta el montante del centro (barra 7) debido a que no carga ninguna fuerza.

TOTAL = 78.12 kg

Peso preliminar estimado:

Antes de iniciar el análisis de la armadura, se aplicó una fórmula para estimar el peso propio de la armadura, el cual resultó de 162.046 kg.

$$162.046 \text{ kg} > 78.12 \text{ kg}$$

Por lo tanto se acepta la propuesta de solución.

A continuación se realizará el análisis de otro elemento el cual será el más desfavorable de las armaduras que conforman la techumbre del área de despacho de diesel.

Análisis de cargas

Peso de la lámina de acero Cal. 10 27.46 kg/m^2

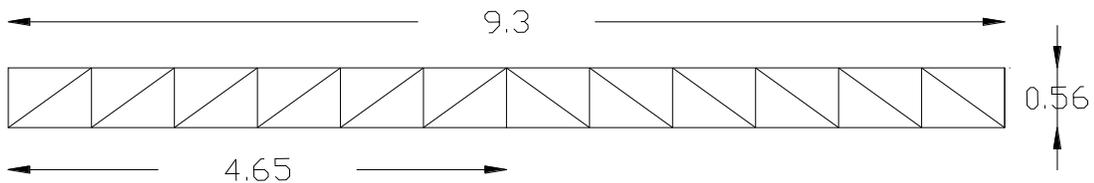
A continuación se estimará el peso correspondiente a los largueros:

Se propone un perfil CPL 6" Cal 14 (peso = 4.53 kg/m).

Peso propio del larguero (estimado) = 3.08 kg/m^2

5) Cálculo de los largueros (carga permanente)

De acuerdo con las dimensiones de la techumbre y los requerimientos arquitectónicos de la misma, se tiene lo siguiente:



Determinación de las cargas sobre los largueros.

Carga por ml de larguero: 44.90 kg/m .

$P_m = \text{CARGA DE MONTAJE} = 100 \text{ kg}$ (Se considerará colocada en la posición más desfavorable para el larguero, ó sea, al CENTRO del larguero).

$$w_x = 0 \text{ kg/m.}$$

$$P_{mx} = 0 \text{ kg.}$$

$$M_x = 281.75 \text{ kg-m}$$

$$w_y = 44.90 \text{ kg/m.}$$

$$P_{my} = 100 \text{ kg.}$$

$$M_y = 0$$

Revisión del perfil CPL 6 x 2 ½" Cal. 14:

$$\text{Peso} = 4.53 \text{ kg/m.}$$

$$S_x = 27.43 \text{ cm}^3.$$

$$S_y = 7.05 \text{ cm}^3.$$

Momento torsión = P_x * Excentricidad

$$fbx = \frac{M_x}{S_x} = \frac{28174.92}{27.43} = 1027.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$fby = \frac{M_y}{\frac{S_y}{2}} = \frac{0}{\frac{7.05}{2}} = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$1027.16 \text{ kg/cm}^2 \leq 2310 \text{ kg/cm}^2$$

La propuesta del perfil es correcta.

6) Diseño de la armadura

- Peso de cubierta (lamina + largueros + carga viva) = 31.99 kg/m².
- Peso de la armadura: Para su determinación se utilizará la fórmula de

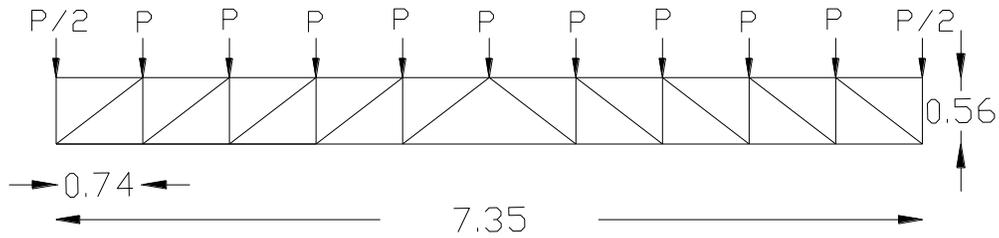
Fleming:
$$W = 0.0985 \sqrt{\frac{wa}{s}} (43.055L^2 + 196.85L)$$
 por lo tanto W no

queda igual a: $W = 84.729 \text{ kg.}$

$$wa = \frac{W}{L \times a} = 2.217 \text{ kg/m}^2 \text{ (peso propio de la armadura).}$$

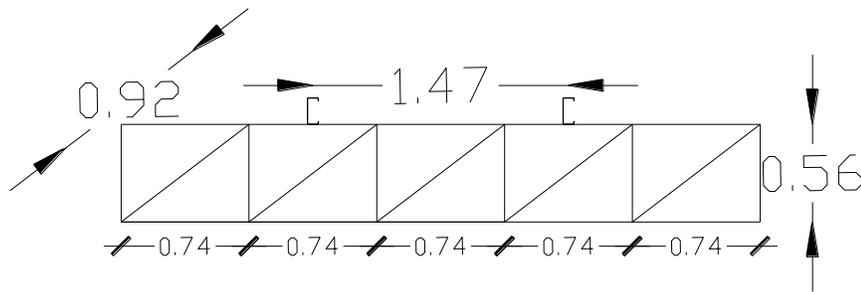
Peso total sobre la armadura = peso de cubierta + peso propio armadura.

$$wt = 34.207 \text{ Kg/m}^2$$



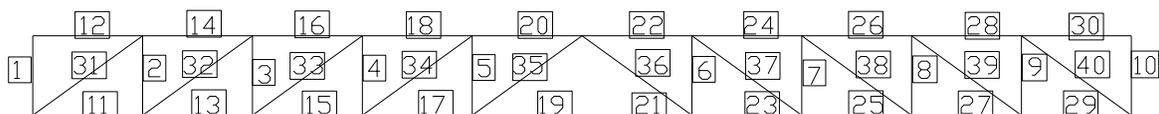
Determinación de la carga P:

$P = 251.421 \text{ kg} ; P/2 = 125.71 \text{ kg}$



Para solucionar la armadura, se hará uso de un programa denominado SAP 2000 el cual arrojará datos esenciales para terminar de diseñar el elemento.

Al ingresar los datos en el programa SAP2000, arroja las fuerzas que actúan sobre la armadura sobre la cuerda inferior, superior, montantes y diagonales. El valor de las fuerzas cortantes también representa en qué estado se encuentra cada parte de la armadura, es decir, nos indica si se encuentra a compresión o a tensión, esto se sabe dependiendo del signo.



En las siguientes tablas se muestra la fuerza e intensidad que recae en cada barra.

Resultados

Barra	Intensidad	Fuerza
1	-0.241	Compresión
2	-0.295	Compresión
3	-0.246	Compresión
4	-0.164	Compresión
5	-0.077	Compresión
6	0.077	Tensión
7	0.164	Tensión
8	0.246	Tensión
9	0.295	Tensión
10	0.241	Tensión
11	-0.486	Compresión
12	-0.382	Compresión
13	-0.331	Compresión
14	-0.358	Compresión
15	-0.238	Compresión
16	-0.253	Compresión
17	-0.145	Compresión
18	-0.158	Compresión
19	-0.038	Compresión
20	-0.070	Compresión

Barra	Intensidad	Fuerza
21	0	-
22	0.031	Tensión
23	0.107	Tensión
24	0.119	Tensión
25	0.199	Tensión
26	0.214	Tensión
27	0.292	Tensión
28	0.320	Tensión
29	0.448	Tensión
30	0.344	Tensión
31	-0.019	Compresión
32	-0.019	Compresión
33	-0.019	Compresión
34	-0.019	Compresión
35	-0.019	Compresión
36	-0.019	Compresión
37	-0.019	Compresión
38	-0.019	Compresión
39	-0.019	Compresión
40	-0.019	Compresión

Tablas 6.5.- Resultados de las fuerzas

Fuente: Propia

Reacciones de apoyo:

Apoyo fijo:

$R_{y1} = 2.03$ tons.

$R_{x1} = -1.621 \times 10^{-14}$ tons.

Apoyo móvil:

$R_{y2} = 2.03$ tons.

Diseño del as barras de la armadura.

Se revisarán las barras con mayor intensidad una a compresión y la otra a tensión:

Barras a tensión:

Cuerda inferior: Barra 29.

Acero P.T.R.

$$T = 0.448 \text{ ton}$$

$$F_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0.66f_y = 0.66 \cdot 3200 = 2112 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{T}{F_t} = 0.212 \text{ cm}^2$$

Se propone PTR 1" x 1" :

$$\text{Área} = 2.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso} = 2.10 \text{ kg/m}$$

$$r_x = r_y = 0.87 \text{ cm}$$

Revisión de la relación de esbeltez:

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 73.5}{0.87} = 84.48 < 250$$

(Relación máxima permisible para miembros principales a tensión)

Por lo tanto se acepta para todas las barras a tensión.

Barras en compresión:

Cuerda inferior: Barra 11.

Acero P.T.R.

$$C = 0.486 \text{ ton}$$

$$F_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$$

Se propone PTR 1" x 1":

$$\text{Área} = 2.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso} = 2.10 \text{ kg/m}$$

$$r_x = r_y = 0.87 \text{ cm.}$$

Revisión de la relación de esbeltez:

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 78}{0.87} = 84.48 < 200$$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{f_y}} = \frac{6340}{\sqrt{3200}} = 112 > 84.48$$

Por lo tanto el esfuerzo F_a se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{12}{23} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(KL/r)_c^2} \right] f_y = 1195.24 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{\text{admisible}} = 2.68 \times 1135.38 = 3203.23 \text{ kg} = 3.203 \text{ ton.}$$

Por lo tanto se acepta para todas las barras a compresión.

Peso real de la armadura:

Longitud total de la armadura en ml:

Cuerda superior : $(10 \times 0.735 \times 2.10) = 15.44$ kg.

Cuerda inferior : $(10 \times 0.735 \times 2.10) = 15.44$ kg.

Diagonales : $(10 \times 0.92 \times 2.10) = 19.32$ kg.

*Montantes : $(10 \times 0.735 \times 2.10) = 15.44$ kg.

TOTAL = 65.63 kg

Peso preliminar estimado:

Antes de iniciar el análisis de la armadura, se aplicó una fórmula para estimar el peso propio de la armadura, el cual resultó de 84.73 kg.

$84.73 \text{ kg} > 65.63 \text{ kg}$

Por lo tanto se acepta la propuesta de solución.

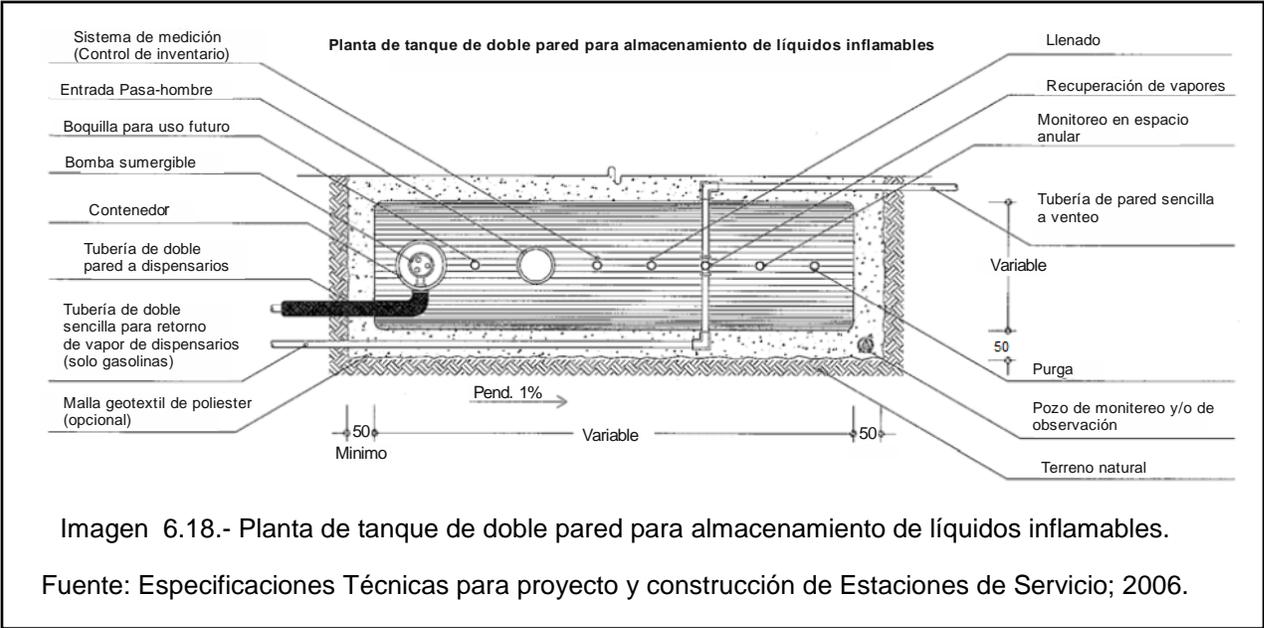
6.7.- Tanques de almacenamiento.

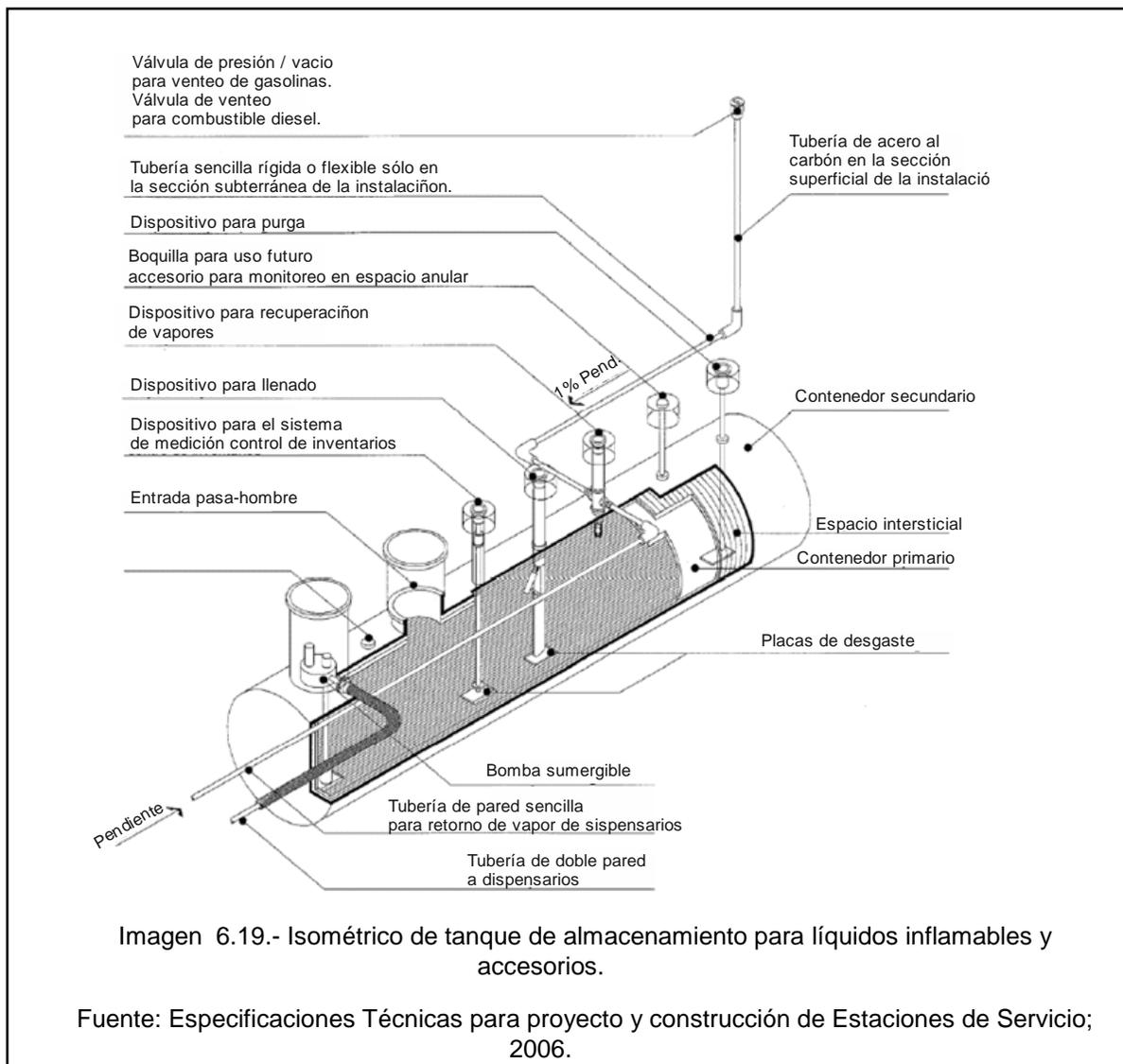
A este apartado se citarán a las Especificaciones Técnicas para proyecto y construcción de Estaciones de Servicio.

Los sistemas de almacenamiento se clasifican en tanques subterráneos o superficiales para el almacenamiento de combustibles. Estos tanques deben de tener

dispositivos de detección electrónica de fugas en el espacio anular, que servirán para detectar fugas de combustible del contenedor primario o la presencia de agua del manto freático en el caso de tanques de almacenamiento subterráneos.

Tienen una entrada hombre para inspección y limpieza interior y seis boquillas adicionales para la instalación de accesorios, distribuidas en el lomo superior del tanque o agrupadas dentro de contenedores que no permitan el contacto de la extensión de los tubos de los accesorios con el material de relleno, tal y como se muestra en las siguientes imágenes.





6.7.1.- Tipos de tanques.

Los tanques de almacenamiento de combustible serán cilíndricos horizontales de doble contención o pared y pueden ser subterráneos, superficiales confinados o superficiales no confinados.

En forma general se utilizan tanques subterráneos, sin embargo, en los siguientes casos se podría permitir la utilización de tanques superficiales:

- Instalaciones Marinas, rurales y carreteras.

- Por inestabilidad del subsuelo.
- Por elevada dureza del subsuelo que dificulte realizar la excavación.
- Por nivel del manto freático superficial.

La capacidad nominal será igual o mayor a 40,000 litros y pueden ser fabricados con compartimientos internos, siendo la capacidad nominal de cada compartimiento de 40,000 litros o más.

6.7.2.- Materiales de construcción.

El contenedor primario es de acero al carbón y su diseño, fabricación y prueba estará de acuerdo a lo indicado por el código UL-58. El contenedor secundario se fabricará de acero al carbón, polietileno de alta densidad o fibra de vidrio. Dependiendo del tipo de material utilizado cumplirán con lo señalado por los códigos UL-58, UL-1316 y UL-1746.

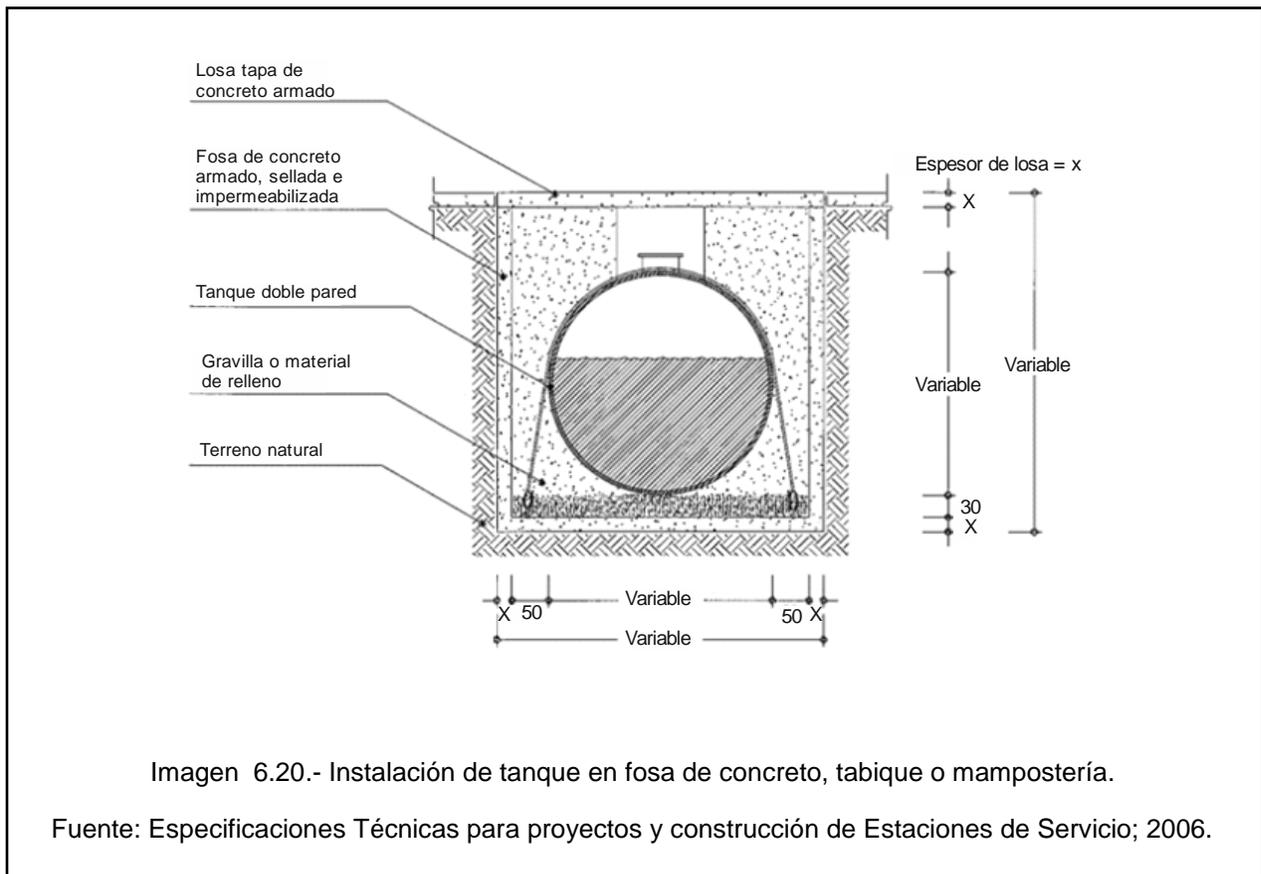
6.7.3.- Colocación.

El procedimiento para realizar la excavación de la fosa y la colocación de los tanques, se basarán en los resultados del estudio de mecánica de suelos. Una vez establecidas las medidas de seguridad, se deben tomar las precauciones necesarias de acuerdo a la presencia o ausencia de agua subterránea y tráfico en el área. Se pueden utilizar mallas geo textiles de poliéster, con la finalidad de estabilizar los taludes y evitar la contaminación del material de relleno.

Si los Reglamentos de Construcción de la Entidad Federativa donde se lleve a cabo la construcción de la Estación de Servicio no disponen de medidas de

protección a construcciones adyacentes a la fosa donde se colocarán los tanques de almacenamiento subterráneo, la distancia entre la colindancia del predio y el límite de la excavación para la fosa será de por lo menos 1.50 metros. Esta separación puede ser menor en la medida en que lo permitan los Reglamentos de Construcción correspondientes y existan elementos de protección a las construcciones colindantes

En las siguientes imágenes se indican las especificaciones para la colocación de los tanques y el detallado del anclaje que llevará:



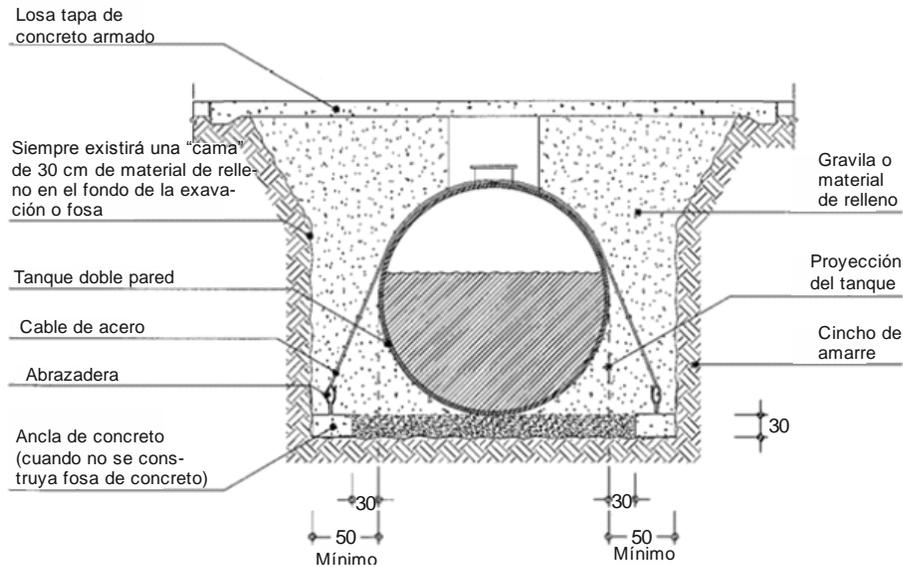
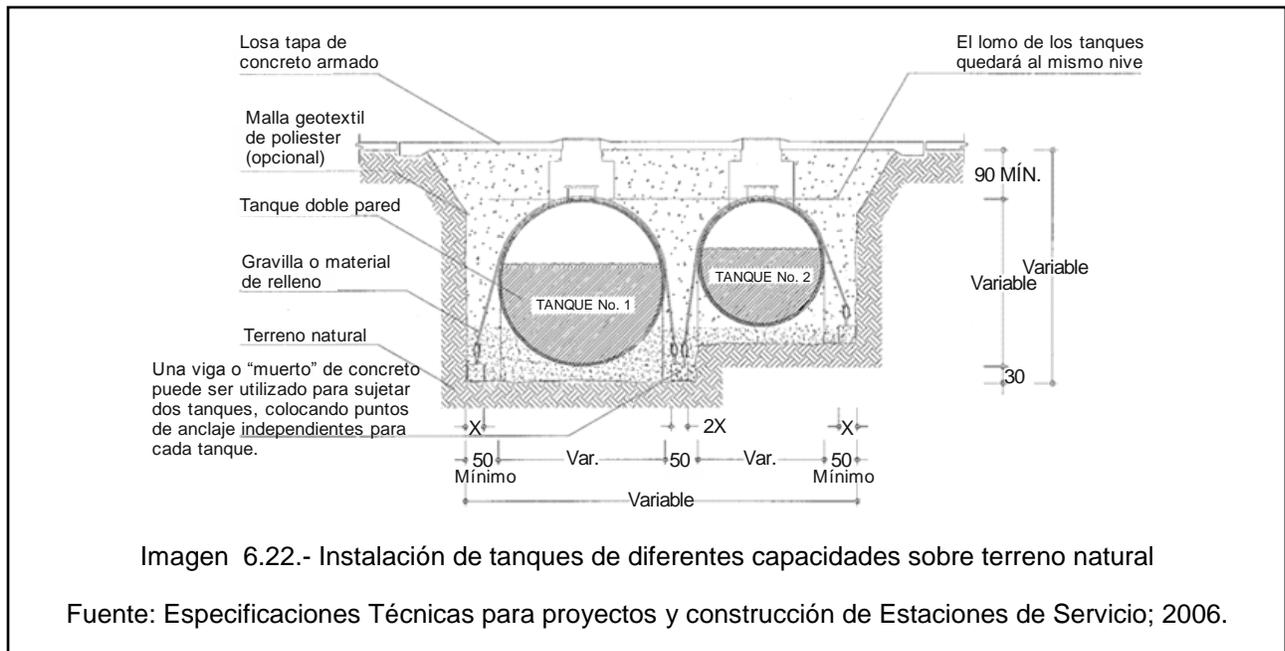


Imagen 6.21.- Detalle de anclaje de tanques sobre terreno natural

Fuente: Especificaciones Técnicas para proyectos y construcción de Estaciones de Servicio; 2006.

La excavación debe ser realizada con cuidado para evitar alteraciones o daños a las bases o cimentación de las estructuras existentes. Los tanques subterráneos ubicados adyacentes o en el interior de edificios, deben ser localizados con respecto a las bases o cimentación de estos de tal forma que no haya interferencias dañinas entre sí con los bulbos de presión generados tanto por los elementos estructurales de la cimentación del edificio como de la propia fosa donde se aloja el tanque de almacenamiento. La distancia de cualquier parte del tanque a la pared más cercana de cualquier sótano o excavación se hará de acuerdo a lo señalado por el código NFPA 30A y estará definida por el cálculo estructural realizado, con base en las recomendaciones de cimentaciones que se indiquen en el estudio de mecánica de suelos.

Los tanques subterráneos serán cubiertos con el material de relleno (gravilla, granzón, arena inerte u otro material recomendado por el fabricante del tanque) hasta el lecho bajo de la losa tapa de la fosa de tanques, o bien con material tepetate; tomando en cuenta que el cálculo de la losa tapa no transmita cargas a los tanques, y en su colado dejar una flecha para que absorba el asentamiento normal de la misma, realizando el cálculo para que la losa transmita las cargas vivas y muertas hacia los muros colindantes de la propia fosa. Donde los tanques sean expuestos al tráfico vehicular, se les protegerá con una profundidad mínima de 1.25 metros del nivel de piso terminado al lomo de tanque. Si no habrá circulación vehicular sobre los tanques, la profundidad, puede ser por lo menos 0.90 metros a la misma referencia.



La profundidad máxima del tanque medida desde el nivel de piso terminado al lomo del mismo no debe de ser superior a 2.00 metros. Al concluir la colocación de los tanques de almacenamiento, se debe verificar su profundidad real. Considerando

las diferencias que existan, la profundidad no debe ser menor a 0.80 metros en áreas sin circulación vehicular y 1.10 metros en áreas de circulación vehicular; ni superior a 2.20 metros. Las conexiones para todas las boquillas del tanque de almacenamiento serán herméticas.

Las líneas de llenado, vaciado y recuperación de vapores que puedan ser conectadas y desconectadas, deben estar localizadas fuera de edificios y en una zona libre de cualquier fuente de ignición y a no menos de 1.50 metros de cualquier apertura de los edificios, de acuerdo a lo señalado en el código 30A. Las conexiones deben estar cerradas y deben ser herméticas cuando no están en uso, así mismo deben ser identificadas correctamente.

El piso del fondo de la fosa debe de tener una pendiente del 1% hacia una de las esquinas de la fosa donde, en caso de requerirse, se construirá un cárcamo de bombeo de por lo menos 60 cm. de profundidad, de tal manera que en ese punto reconozca el agua que por alguna causa llegue a estar dentro de las fosas.

6.8.- Estudio de mecánica de suelos.

En el interior de este informe se presentan los trabajos de campo y gabinete, las recomendaciones y conclusiones; así como las fotografías tomadas del sitio en estudio, y los anexos de las pruebas realizadas a las muestras extraídas de cada sondeo; bajo el siguiente índice de trabajos.

1. Introducción y objetivo del estudio.
2. Pruebas para determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales extraídos, en los sondeos realizados para el Estudio Geotécnico y Vías terrestres
3. Estratigrafías de los sondeos, reportes de los estudios y concentrado de resultados, respecto de Estudio Geotécnico y Vías terrestres.
4. Diseño de Pavimento para vialidades y Proceso Constructivo general.
5. Conclusiones y recomendaciones generales.

1.- Introducción y objetivo del estudio:

Se tiene proyectada la construcción de la estación de servicio “Sagrado Corazón S.A. de C.V.” con la finalidad de realizar el muestreo en campo. Los trabajos consistieron en la realización de dos sondeos o PCA’s para la exploración en la zona de tanques y oficinas, a 10.00 m y 3.00 m respectivamente y dos sondeos para vías terrestres a 1.80 m. por debajo del nivel de terreno natural actual dentro del predio, dichos sondeos se ubicaron dentro de la áreas destinadas a dichos elementos. Se realizó la verificación de la estratigrafía general del predio, se obtuvieron muestras alteradas de suelo representativas de cada uno de los estratos encontrados y se extrajo dos muestras inalteradas, para su posterior estudio en el laboratorio, esto con la finalidad de determinar las propiedades índice y mecánicas del suelo.

El presente informe tiene como objetivo principal, conocer las condiciones, estratigrafía y clasificación del subsuelo, obtener la capacidad de carga del mismo y

poder así plantear las recomendaciones necesarias para el buen comportamiento de las estructuras por construir.

2.- Pruebas a realizar para la determinación de las propiedades índice y mecánicas de los materiales extraídos así como ensayos para calidad en vías terrestres:

Como proyecto para la obtención de las características de los materiales muestreados de forma inalterada en campo, se tienen las siguientes pruebas de laboratorio:

- **Determinación de Peso Volumétrico Seco Suelto “PVSS”.** Esta prueba permite determinar el valor de la relación entre una cantidad de material por unidad de volumen, este peso se puede obtener al vaciar un material previamente cuarteado y seco, en un recipiente de volumen conocido, sin darle acomodo manual alguno a sus partículas. También se denomina peso volumétrico aparente y se refiere al considerar el volumen de los vacíos del suelo formando parte del suelo mismo.
- **Determinación de la Composición Granulométrica.** Estas pruebas permiten determinar la composición por tamaños (granulometría) de las partículas que integran los materiales empleados para terracerías, mediante su paso por una serie de mallas con aberturas determinadas. El paso del material se hace primero a través de las mallas con la abertura más grande, hasta llegar a las más cerradas, de tal forma que los tamaños mayores se van reteniendo, para

así obtener la masa que se retiene en cada malla, calcular su porcentaje respecto al total y determinar el porcentaje de la masa que pasa.

- **Determinación de la Humedad Natural.** Esta prueba permite determinar el contenido de agua en los materiales para terracerías, con el fin de obtener una idea cualitativa de su consistencia o de su probable comportamiento. La prueba consiste en secar una muestra del material en el horno y determinar el porcentaje de la masa del agua, con relación a la masa de los sólidos.
- **Determinación de los Límites de Consistencia.** Estas pruebas permiten conocer las características de plasticidad de la porción de los materiales para terracerías que pasan la malla N° 40 (0,425mm), cuyos resultados se utilizan principalmente para la identificación y clasificación de los suelos. Las pruebas consisten en determinar el límite líquido, es decir, el contenido de agua para el cual un suelo plástico adquiere una resistencia al corte de 2,45 kPa (25 g/cm²); éste se considera como la frontera entre los estados semilíquidos y plástico. El límite plástico o el contenido de agua para el cual un rollito se rompe en tres partes al alcanzar un diámetro de 3 mm; éste se considera como la frontera entre los estados plásticos y semisólido. El índice plástico se calcula como la diferencia entre los límites líquido y plástico.
- **Clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. “SUCS”.** Sistema por el cual y en base a las pruebas índices de un suelo, se

puede obtener el tipo de material que se está trabajando, cubre los suelos gruesos y los finos; describiendo las Gravas, Arenas, Limos, Arcillas y Coloides; además de la clasificación en los gruesos de: Bien Graduados y Mal Graduados; así como en los finos de: Alta o Baja Plasticidad.

- **Prueba de Compresión Triaxial Rápida.** En esta prueba triaxial, la muestra de suelo se coloca dentro de una cámara llena de agua con cierta presión inicial (σ_3) y posteriormente se aplica sobrecarga hasta llevar a la muestra a un esfuerzo máximo. Con los resultados obtenidos se traza la curva esfuerzo-deformación y los círculos de Mohr, resultados que nos indican las características esfuerzo- deformación y posteriormente por medio de la teorías de capacidad de carga obtener la capacidad de carga admisible de ese suelo.
- **Prueba de Consolidación Unidimensional.** El Objetivo de esta prueba es determinar el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce, en un espécimen de suelo confinado lateralmente en un anillo con una deformación nula y sujeto a una carga axial, ésta carga será la máxima que la estructura transmita al suelo; permitiendo determinar la cantidad de deformación que el suelo tendrá con la consecuente reducción de volumen.
- **Valor Relativo de Soporte.** Ensayo que clasifica la calidad de un material para su posible uso en la elaboración de una estructura de pavimento, o clasifica la calidad del material que se tiene para desplante del mismo.

- **Determinación de PVSM y Wopt.** De compactación: mediante la prueba marcada por las normativas correspondientes, que este caso los datos se obtuvieron en base a la prueba Aashto Estándar, para determinar estos dos parámetros importantes en la determinación del grado de compactación de la capa en estudio.

Todos estos procedimientos son realizados tomando como base la normativa vigente para Estudios Geotécnicos de las siguientes instituciones normativas:

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes “SCT”.
- Manual de Pruebas Geotécnicas del “IMTA” Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua.
- AASTHO. (American Association of State Highway and Transportation Officials.)
- ASTM. (American Society for Testing and Materials.

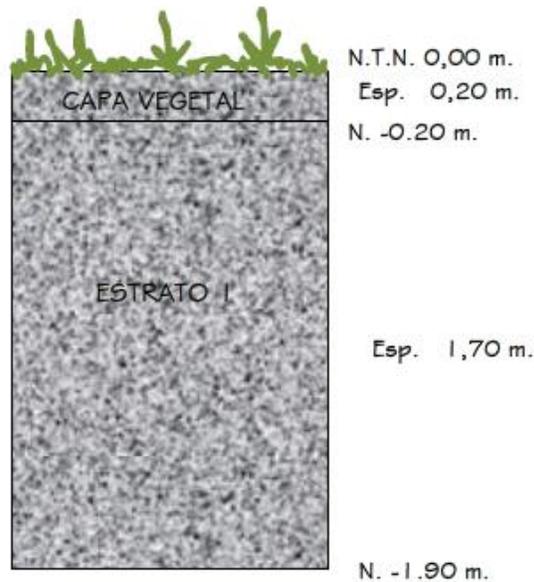
3.- La estratigrafía del sondeo realizado para el estudio Geotécnico, se describe a continuación:

SONDEO UNO (Vialidad)

Capa vegetal: Capa superficial compuesta pasto, Raíces y material orgánico, con un espesor promedio De 0.20 m.

Estrato uno: Capa compuesto por un material fino de tipo arcilloso de color gris oscuro, consistencia media a dura, con un espesor promedio de 1.70 m.

No se encontró de nivel de agua freática, fin de la exploración a 1.90 m.

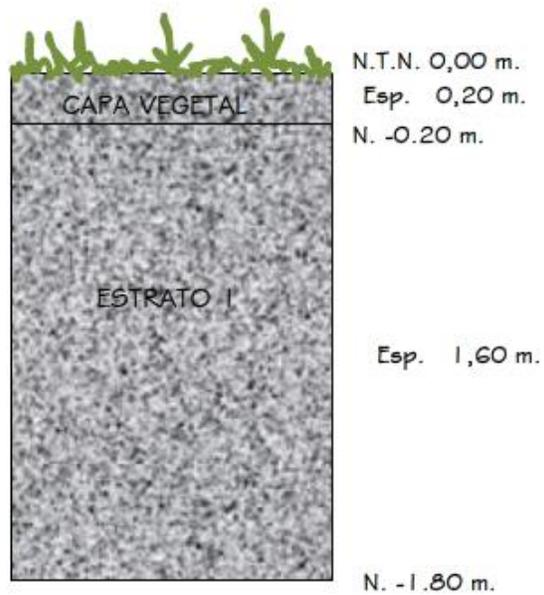


SONDEO DOS (Vialidad)

Capa vegetal: Capa superficial compuesta pasto, Raíces y material orgánico, con un espesor promedio De 0.20 m.

Estrato uno: Capa compuesto por un material fino de tipo arcilloso de color gris oscuro, consistencia media a dura, con un espesor promedio de 1.60 m.

No se encontró de nivel de agua freática, fin de la exploración a 1.80 m.



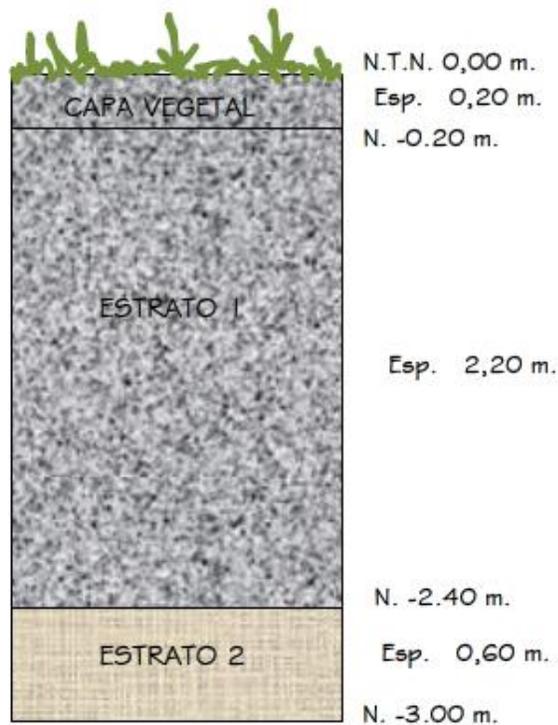
SONDEO TRES (Oficinas)

Capa Vegetal: Capa superficial compuesta pasto, raíces y material orgánico, con un espesor promedio de 0.20 m.

Estrato uno: Capa compuesta por un material fino de tipo arcilloso de color gris oscuro, consistencia media a dura, con un espesor promedio de 1.60 m.

Estrato dos: Capa compuesta por un material fino de tipo arcilloso de color gris claro, consistencia dura, con un espesor promedio de 0.60 m.

No se encontró de nivel de agua freática, fin de exploración a 3.00 m.



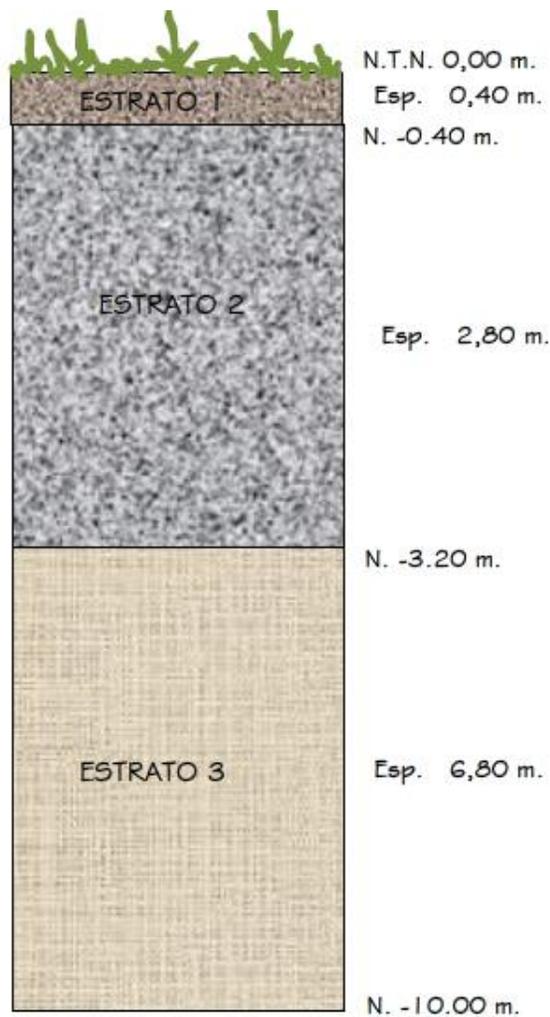
SONDEO CUATRO (Tanque)

Estrato uno: Capa superficial material fino de tipo arcilloso color café oscuro, dentro de la cual se localiza la capa vegetal compuesta pasto, raíces y material orgánico, con un espesor promedio de 0.40 m.

Estrato dos: Capa compuesta por un material fino de tipo arcilloso de color gris oscuro, consistencia dura, con un espesor promedio de 2.80 m.

Estrato tres: Capa compuesta por un material fino de tipo arcilloso de color gris claro, consistencia dura, con un espesor promedio de 6.80 m.

No se encontró de nivel de agua freática, fin de exploración a 10.00 m.



Concentrado de resultados.

PRUEBAS REALIZADAS	SONDEO I	
	CAPA VEGETAL	ESTRATO I
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO. (M)	DE 0.00 A 0.20	DE 0.20 A 1.50
DESCRIPCIÓN OCULAR DEL SUELO.	Capa superficial compuesto por pasto, rices y material orgánico.	Material fino de tipo arcilloso color gris oscuro de consistencia media a dura.
NIVEL DE AGUA FREÁTICA.	NO	NO
GRANULOMETRÍA		
PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO PVSS. (Ton/m ³)	-	0.899
% SOBRETAMAÑOS > 7.5 CM (3")	-	0.00
% GRAVAS. Pasa 5.08 cm (2") y retenido en 4.76 cm (Malla No. 4)	-	0.00
% ARENAS Pasa 4.76 cm (Malla No. 4) y retenido en 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	19.76
% FINOS. Pasa 0.0074 cm. (Malla No. 200)		80.24
CLASIFICACIÓN GRANULMÉTRICA.	-	Material Fino, Aparentemente arcilla
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
HUMEDAD NATURAL (%)	-	51.98
LÍMITE LÍQUIDO. (%)	-	93.80
LÍMITE PLÁSTICO. (%)	-	33.07
ÍNDICE PLÁSTICO. (%)	-	60.73
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	-	18.00
CLASIFICACIÓN LÍMITES	-	CH
DESCRIPCIÓN SUCS.	-	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD
AASHTO ESTANDAR		
PESO VOLUMÉTRICO SECO MAX. (Ton/m ³)	-	1060.00
HUMEDAD OPTICA (%).	-	34.00
VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
VRS NO SATURADO (%).	-	27.56
VRS SATURADO A 24 HRS. (%).	-	6.13
EXPANSION A 24 HRS. (%).	-	8.94

Tabla 6.6.- Concentrado de resultados de las pruebas realizadas para el estudio Geotécnico, a los materiales extraídos del **SONDEO UNO**, en la zona vialidad.

Fuente: Propia

PRUEBAS REALIZADAS	SONDEO 2	
	CAPA VEGETAL	ESTRATO I
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO. (M)	DE 0.00 A 0.20	DE 0.20 A 1.80
DESCRIPCIÓN OCULAR DEL SUELO.	Capa superficial compuesto por pasto, rices y material orgánico.	Material fino de tipo arcilloso color gris oscuro de consistencia media a dura.
NIVEL DE AGUA FREÁTICA.	NO	NO
	GRANULOMETRÍA	
PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO PVSS. (Ton/m ³)	-	0.895
% SOBRETAMAÑOS > 7.5 CM (3")	-	0.00
% GRAVAS. Pasa 5.08 cm (2") y retenido en 4.76 cm (Malla No. 4)	-	0.00
% ARENAS Pasa 4.76 cm (Malla No. 4) y retenido en 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	19.11
% FINOS. Pasa 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	80.89
CLASIFICACIÓN GRANULométrICA.	-	Material Fino, Aparentemente arcilla
	LÍMITES DE CONSISTENCIA	
HUMEDAD NATURAL (%)	-	56.86
LÍMITE LÍQUIDO. (%)	-	91.00
LÍMITE PLÁSTICO. (%)	-	32.57
ÍNDICE PLÁSTICO. (%)	-	58.43
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	-	17.00
CLASIFICACIÓN LÍMITES	-	CH
DESCRIPCIÓN SUCS.	-	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD
	AASHTO ESTANDAR	
PESO VOLUMÉTRICO SECO MAX. (Ton/m ³)	-	1040.00
HUMEDAD OPTICA (%).	-	40.00
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE	
VRS NO SATURADO (%).	-	30.63
VRS SATURADO A 24 HRS. (%).	-	7.35
EXPANSION A 24 HRS. (%).	-	9.01

Tabla 6.7.- Concentrado de los resultados de las pruebas realizadas para el estudio Geotécnico, a los materiales extraídos del **SONDEO DOS**, área de vialidad.

Fuente: Propia

Con las pruebas de valor relativo de soporte y las características del suelo encontrado, se diseñara la propuesta para la estructura de pavimento a considerarse para las vialidades de la estación de servicio.

PRUEBAS REALIZADAS	SONDEO 3		
	CAPA VEGETAL	ESTRATO I	ESTRATO 2
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO. (M)	DE 0.00 A 0.20	DE 0.20 A 2.40	DE 2.40 A 3.00
DESCRIPCIÓN OCULAR DEL SUELO.	Capa superficial compuesto por pasto, rices y material orgánico.	Material fino de tipo arcilloso color gris oscuro de consistencia media a dura.	Material fino de tipo arcilloso color gris claro de consistencia media a dura.
NIVEL DE AGUA FREÁTICA.	NO	NO	NO
	GRANULOMETRÍA		
PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO PVSS. (Ton/m ³)	-	0.906	0.974
% SOBRETAMAÑOS > 7.5 CM (3")	-	0.00	0.00
% GRAVAS. Pasa 5.08 cm (2") y retenido en 4.76 cm (Malla No. 4)	-	0.00	0.00
% ARENAS Pasa 4.76 cm (Malla No. 4) y retenido en 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	18.40	25.90
% FINOS. Pasa 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	81.60	74.10
CLASIFICACIÓN GRANULométrICA.	-	Material Fino, Aparentemente arcilla	Material Fino, Aparentemente arcilla
	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
HUMEDAD NATURAL (%)	-	66.25	77.00
LÍMITE LÍQUIDO. (%)	-	93.00	28.69
LÍMITE PLÁSTICO. (%)	-	30.00	48.31
ÍNDICE PLÁSTICO. (%)	-	63.00	58.43
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	-	16.00	17.00
CLASIFICACIÓN LÍMITES	-	CH	CH
DESCRIPCIÓN SUCS.	-	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD
	AASHTO ESTANDAR		
PESO VOLUMÉTRICO PROM. (Ton/m ³)	-	1265.00	-
COHESIÓN (Ton/m ²)	-	1.06	-
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	-	13.09	-
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
DENSIDAD DE SÓLIDOS.	-	2.57	-
CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN (Ton/m ²)	-	7.00	-

Tabla 6.8.- Concentrado de resultados de las pruebas realizadas para el estudio geotécnico, a los materiales extraídos del **SONDEO TRES**, área de oficina.

Fuente: Propia.

PRUEBAS REALIZADAS	SONDEO 4		
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO. (M)	DE 0.00 A 0.40	DE 0.40 A 3.20	DE 3.20 A 10.00
DESCRIPCIÓN OCULAR DEL SUELO.	Material fino de arcilloso color café oscuro, dentro del cual se localiza la capa vegetal.	Material fino de tipo arcilloso color gris oscuro de consistencia media a dura.	Material fino de tipo arcilloso color gris claro de consistencia media a dura.
NIVEL DE AGUA FREÁTICA.	NO	NO	NO
	GRANULOMETRÍA		
PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO PVSS. (Ton/m ³)	-	0.923	0.991
% SOBRETAMAÑOS > 7.5 CM (3")	-	0.00	0.00
% GRAVAS. Pasa 5.08 cm (2") y retenido en 4.76 cm (Malla No. 4)	-	0.00	0.00
% ARENAS Pasa 4.76 cm (Malla No. 4) y retenido en 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	18.90	27.10
% FINOS. Pasa 0.0074 cm. (Malla No. 200)	-	81.10	72.80
CLASIFICACIÓN GRANULométrICA.	-	Material Fino, Aparentemente arcilla	Material Fino, Aparentemente arcilla
	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
HUMEDAD NATURAL (%)	-	63.93	58.00
LÍMITE LÍQUIDO. (%)	-	94.00	75.00
LÍMITE PLÁSTICO. (%)	-	31.01	30.43
ÍNDICE PLÁSTICO. (%)	-	62.99	44.57
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	-	17.00	17.00
CLASIFICACIÓN LÍMITES	-	CH	CH
DESCRIPCIÓN SUCS.	-	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	ARCILLA INORGANICA DE ALTA COMPRESIBILIDAD
	AASHTO ESTANDAR		
PESO VOLUMÉTRICO PROM. (Ton/m ³)	-	-	1404.00
COHESIÓN (Ton/m ²)	-	-	1.60
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	-	-	11.66
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
DENSIDAD DE SÓLIDOS.	-	-	2.45
CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN (Ton/m ²)	-	-	8.00

Tabla 6.9.- Concentrado de resultados de las pruebas realizadas para el estudio geotécnico, a los materiales extraídos del **SONDEO CUATRO**, área de tanques.

Fuente: Propia.

Con las pruebas de compresión Triaxial rápida y consolidación, se obtuvieron los valores de resistencia del suelo a la profundidad donde se obtuvieron las muestras inalteradas, con estos resultados, los valores de peso volumétrico y la profundidad de desplante, se podrá calcular la capacidad de carga del suelo.

3.1.- Capacidad de carga en laboratorio por medio de pruebas de resistencia al corte de los suelos.

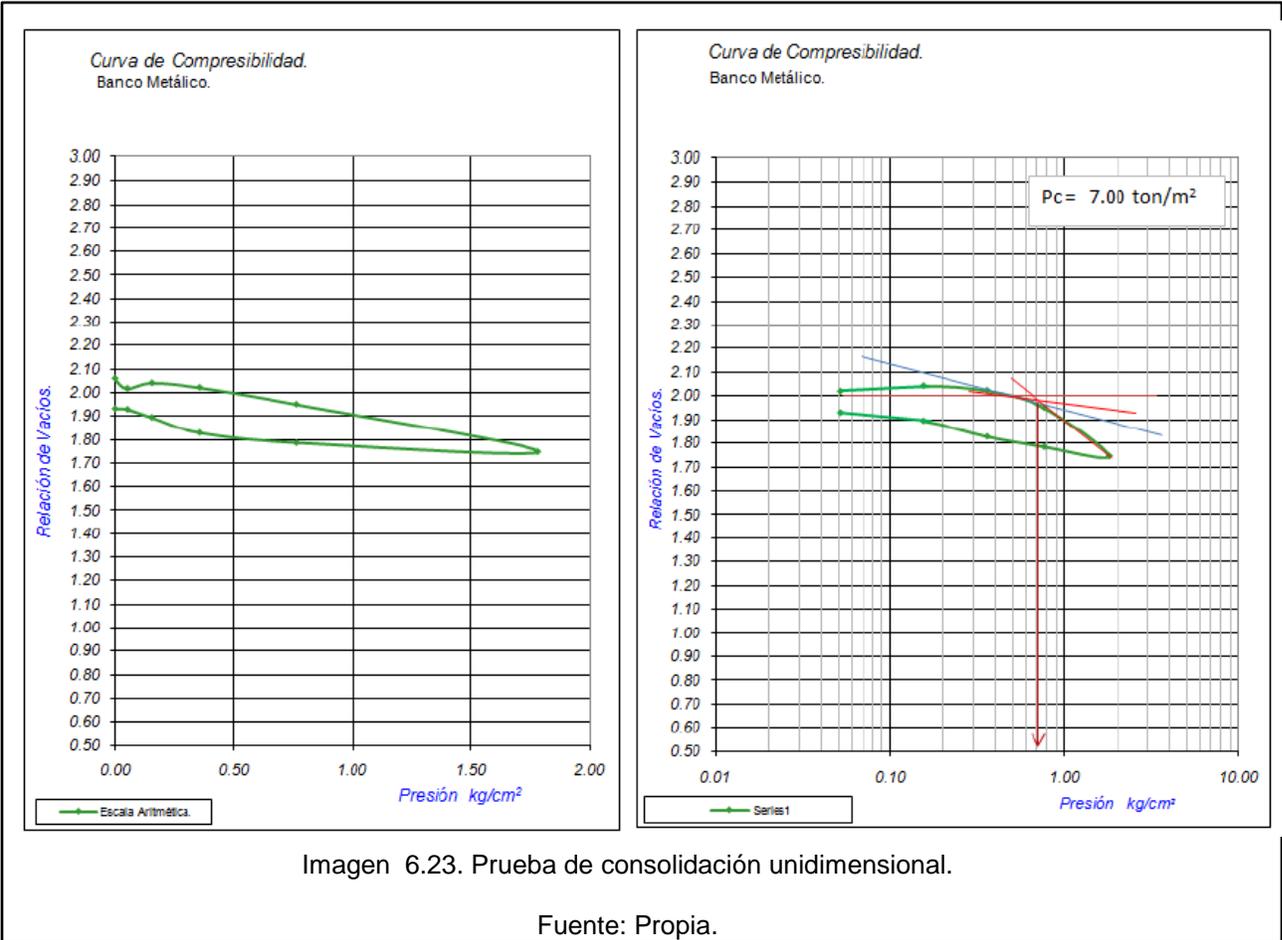
Para el sondeo tres, realizado en el área destinada para oficinas se tiene:

En base al ensaye de compresión Triaxial Rápida, se tiene una capacidad admisible para el Sondeo Tres, Estrato Uno a una profundidad de 1,50 m, a partir del nivel de terreno natural actual:

Capacidad de carga según Terzaghi.			
Datos requeridos		Factores:	
C (ton/m ²) =	1.060	N _c =	9.86
D _f (mt) =	1.50	N _q =	3.29
B (Mt) =	1.00	N _γ =	0.76
γ (ton/m ³) =	1.265		
φ Grados =	13.09	Cálc. Basados resultados	
φ Radian =	0.228	de Prueba Triaxial	
Capacidad de carga obtenida			
q _u =	17.18	Ton/m ²	
q _{adm} = q _u /3 =	5.73	Ton/m ²	Admisible

Tabla 6.10.- Capacidad de carga según Terzaghi para el sondeo tres
Fuente: Propia.

A continuación se presenta en forma reducida las gráficas resultado de la prueba de consolidación unidimensional realizada, a las muestras inalteradas de suelo, del Sondeo Tres, Estrato Uno a una profundidad de 1,50 m:



De la prueba de consolidación unidimensional obtuvimos una carga de Preconsolidación a la profundidad de 1,50 m., de 7,00 Ton/m².

Para el sondeo cuatro, realizado en el área destinada para los tanques tenemos:

En base al ensaye de compresión Triaxial Rápida, se tiene una capacidad admisible para el Sondeo Cuatro, Estrato Tres a una profundidad de 3,50 m, a partir del nivel de terreno natural actual:

Capacidad de carga según Terzaghi.			
Datos requeridos		Factores:	
C (ton/m ²) =	1.600	N _c =	9.12
D _f (mt) =	3.50	N _q =	2.88
B (Mt) =	1.00	N _γ =	0.55
γ (ton/m ³) =	1.404		
φ Grados =	11.66	Cál. Basados resultados	
φ Radian =	0.204	de Prueba Triaxial	
Capacidad de carga obtenida			
qu =	29.13	Ton/m ²	
q _{adm} = qu/3 =	9.71	Ton/m ²	Admisible

Tabla 6.11.- Capacidad de carga según Terzaghi para el sondeo cuatro.
Fuente: Propia.

A continuación se presenta en forma reducida las gráficas resultado de la prueba de consolidación unidimensional realizada, a las muestras inalteradas de suelo, del Sondeo Cuatro, Estrato Tres a una profundidad de 3,50 m:

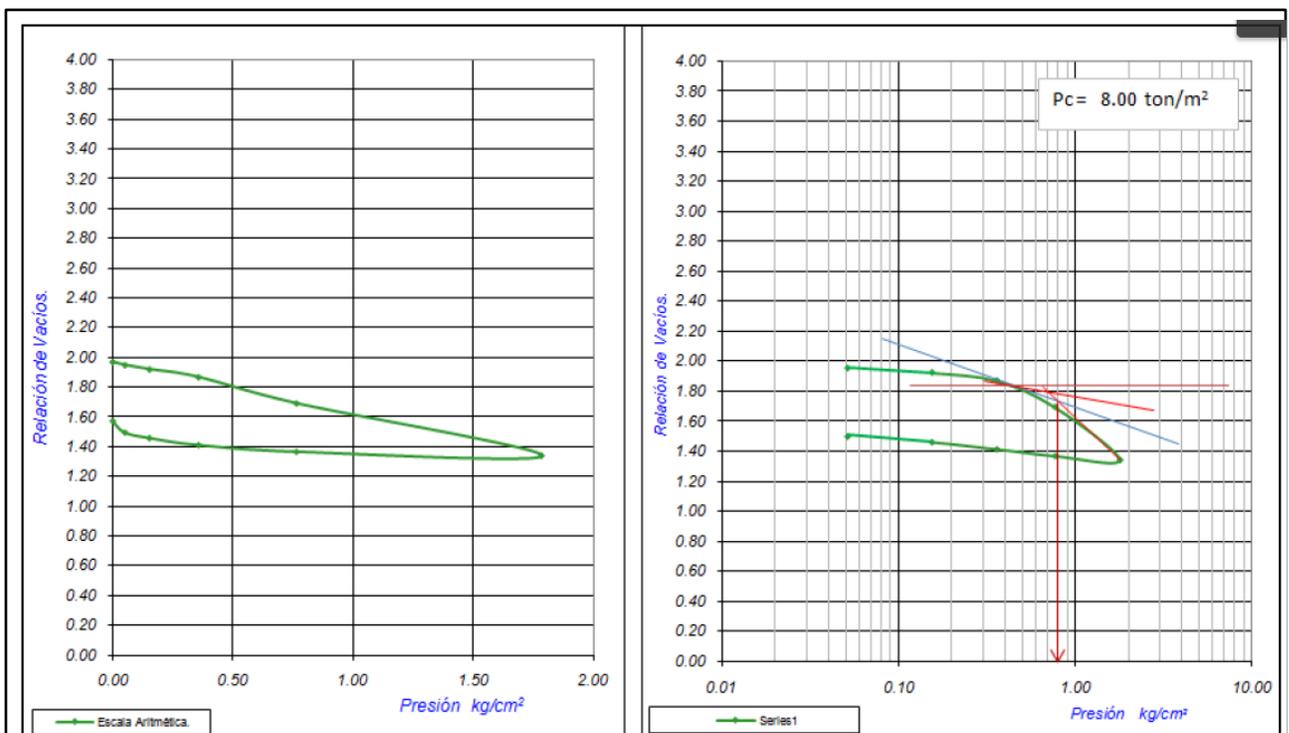


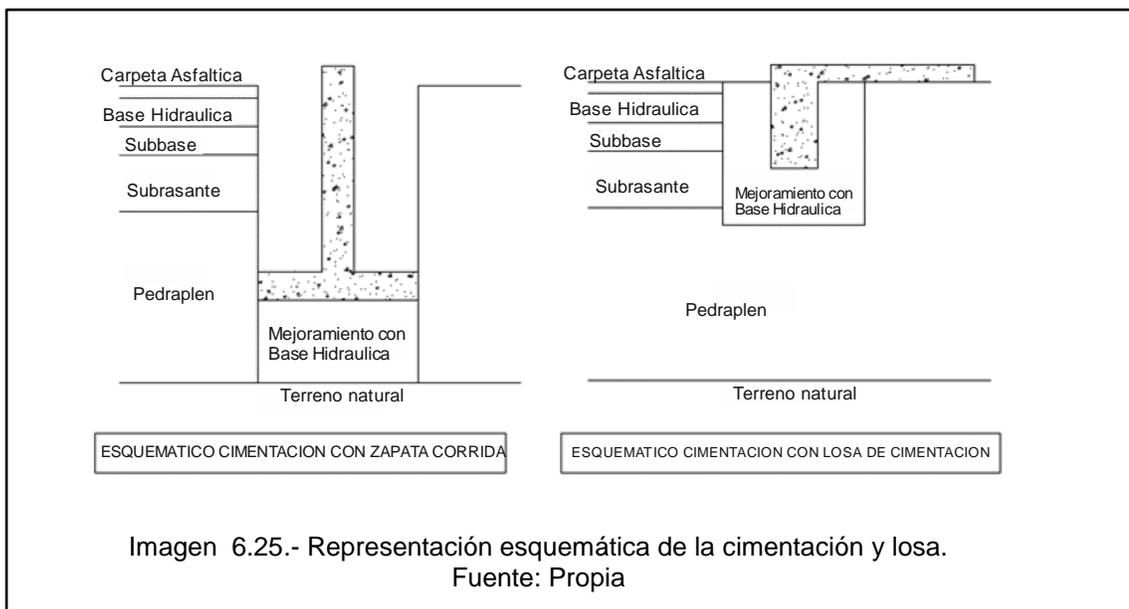
Imagen 6.24.- Prueba de consolidación unidimensional.
Fuente: Propia.

De la prueba de consolidación unidimensional obtuvimos una carga de Preconsolidación a la profundidad de 3,50 m., de 8,00 Ton/m².

4.- Observaciones, conclusiones y recomendaciones generales:

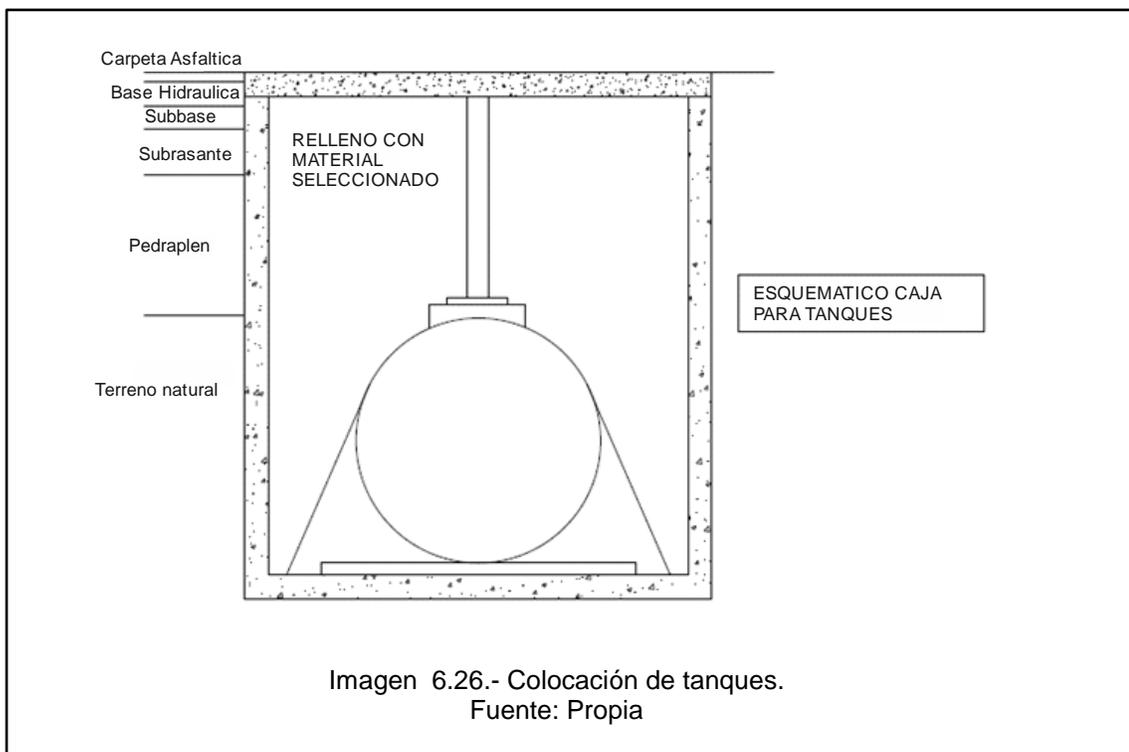
- a. En predio en general presentan una estratigrafía hasta una profundidad explorada de 10,0 m, conformada por; una capa superficial definida como capa vegetal de espesor promedio de 20 cm la cual se deberá de retirar antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, un primer estrato conformado por una arcilla inorgánica de alta compresibilidad de color gris oscuro, el cual presenta un espesor promedio de 3,0 m, de consistencia media, y un estrato dos, conformado por una arcilla inorgánica de alta compresibilidad de color gris claro, en un espesor promedio de 7,00 m. de consistencia media a dura.
- b. No se encontró nivel de aguas freáticas hasta la profundidad explorada de 10,0 m.
- c. Respecto a la capacidad de carga admisible en la **zona de oficinas**, tenemos que para el estrato uno, compuesto por una arcilla inorgánica de alta compresibilidad de color gris oscuro, a una profundidad de 1,50 m a partir del nivel de terreno natural actual del predio; de la prueba de compresión Triaxial rápida tenemos una Carga admisible de 5,73 Ton/m². (Cinco coma sesenta y tres toneladas por metro cuadrado), de la prueba de Consolidación Unidimensional tenemos una carga de Preconsolidación de 7,00 Ton/m².

(Siete coma cero toneladas por metro cuadrado), en el entendido que se elevara el nivel de toda la zona de proyecto, se recomienda desplantar la cimentación de la edificación de oficinas sobre material mejorado con calidad de Base Hidráulica en capas con espesor no mayor de 20 cm, por los niveles, el espesor de esta capa seria en promedio de 80 cm, la cual se colocara sobre el terreno natural previamente compactado esto en todas las franjas de la cimentación si se utilizan un sistema de zapatas corridas o en su defecto sobre una capa de base hidráulica de la estructura general si es utilizada una losa de cimentación, colocando en las franjas destinadas al alojamiento de las contratrabes un mejoramiento por debajo de las mismas mediante base hidráulica, utilizando una **capacidad de carga admisible de 7,00 Ton/m². (Siete coma cero toneladas por metro cuadrado).**



- d. Respecto a la carga admisible en la **zona de tanques**, se tiene que para el estrato dos, compuesto por una arcilla inorgánica de alta compresibilidad de

color gris claro, a una profundidad de 3,50 m a partir del nivel de terreno natural actual del predio; de la prueba de compresión Triaxial rápida tenemos una Carga admisible de 9,71 Ton/m². (Nueve coma sesenta y un toneladas por metro cuadrado), de la prueba de Consolidación Unidimensional tenemos una carga de preconsolidación de 8,00 Ton/m². (Ocho coma cero toneladas por metro cuadrado), para lo cual, se recomienda utilizar una **capacidad de carga admisible de diseño de 8,00 Ton/m². (Ocho coma cero toneladas por metro cuadrado)**, construyendo un contenedor de concreto armado para los tanques de combustible, y sus anclajes.



- e. El flujo agua de los canales que atraviesan el predio, se deberán de canalizar mediante tubería, de preferencia de tubería ADS o similar, para evitar la saturación del terreno natural.

f. Se recomiendan las siguientes calidades de materiales en generales para la obra.

- Concreto simple en plantillas. $F'c > 100 \text{ kg/cm}^2$.
- Concreto reforzado en subestructura y estructura. $F'c > 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Concreto en áreas peatonales, pasillos, banquetas. $F'c > 180 \text{ kg/cm}^2$.
- Concreto en elementos de confinamiento como lo son Castillos, dalas de desplante y cerramiento, etc. $F'c > 180 \text{ kg/cm}^2$.
- Concreto en áreas de circulación de vehículos. $F'c > 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero de refuerzo G-42. $Fy > 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero de refuerzo TEC-60. $Fy > 6000 \text{ kg/cm}^2$.
- Materiales Pétreos, que cumplan con lo dispuesto en la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT, para la fabricación de concreto, rellenos, capa de sub-base, base hidráulica.

g. Para la evaluación sísmica dentro del diseño estructural del edificio de oficinas, se deberán de considerar los siguientes puntos con respecto a la geotecnia del sitio, zona sísmica y el tipo de obra por realizar; en los siguientes renglones se colocarán los datos necesarios para este concepto.

- Tipo de obra: “Grupo A”
- Tipo de suelo: “Tipo II”
- Zona sísmica: “C”
- Coeficiente sísmico: “0.30” RCEM, Artículo 422.

- h. Si existen trabajos de estructura metálica, se recomienda la inspección de soldadura a través de calificación de soldadores e inspección de soldadura por medio de líquido penetrante, las cuales son pruebas no destructivas y permiten anticipar cualquier daño o falta de calidad en este tipo de trabajos.
- i. Es de suma importancia y se recomienda ampliamente, la presencia durante la construcción de su obra de un Laboratorio de Control de Calidad; que asegure el procedimiento y la calidad de los trabajos y materiales usados en este proyecto, logrando así asegurar los puntos básicos de la Ingeniería Civil, Seguridad, Estabilidad y Economía, todo esto en favor de su inversión y tranquilidad.

CONCLUSIONES

Para concluir este trabajo de tesis, a continuación se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo así, el capítulo 1, de esta tesis ha demostrado que, si se quiere tener una solución correcta, se tiene que contar con un procedimiento distinto que permita definir las variables tanto de análisis como de diseño. Hay requisitos que se pueden satisfacer como, por ejemplo la estabilidad, resistencia, deformación del proceso constructivo.

Se ha definido como análisis el procedimiento que se puede determinar en la estructura y sus elementos que lo componen, además se ha visto que según como se realice el proceso, se pueden obtener mejores o malas soluciones, por lo que para diseñar la estructura se tendrán que utilizar procedimientos aproximados, cálculos y criterios generales de diseño que ayuden a tomar decisiones. Al adentrarse a los términos de análisis se hace referencia a todos aquellos elementos compuestos, que por el cual podrán, ayudar a la estructura haciéndola eficazmente mejor o menor resistente, en cuestiones a realizar un buen desempeño y así tener la ventaja de poder predecir cómo se comportará la estructura.

Asimismo también se podrá tomar en cuenta la importancia de la resistencia de los materiales, ya que es el alma de cualquier estructura. De tal manera que puede haber alteraciones en los materiales, por los procedimientos de traslado, colocación y curado.

Se ha establecido de acuerdo al planteamiento del problema, la seguridad ante todo para las personas que, en su entorno lo habitan, como también la estructura de dicha construcción, teniendo en cuenta las herramientas de análisis

estructural que son útiles en el diseño de ciertos objetivos que se mencionan a continuación.

- Conocer mediante el uso intensivo del análisis, la relación entre algunas de las variables que intervienen y obtener funciones aproximadas que permitan establecer criterios de diseño.
- Comprobar el resultado del cálculo y conocer el grado de seguridad de la estructura.

En el capítulo 2 se han analizado varios conceptos que permitirán el análisis del diseño estructural y que en todo caso será satisfactorio para el diseñador estructural, con el uso de manuales y programas. Se ha demostrado que para poder diseñar se tiene que tener conocimiento de los diferentes tipos de sistemas estructurales que existen, claro está en tomar los más importantes, entre ellos están la mampostería, concreto y el acero.

Por lo que en el diseño cabe saber, que para los elementos estructurales tiene que ser económico, que se cumpla con ciertos requisitos de seguridad, funcionalidad y estética. Para ello se requiere un buen análisis y diseño estructural, los cuales requieren tareas que comprendan un gran número de cálculos y operaciones numéricas. También hay que destacar que muchas metodologías, desarrolladas en la actualidad para el diseño de estructuras, utilizan soluciones iterativas que puedan ser desventajosas para los diseñadores, sobre todo para aquellos de escasa experiencia. Por tales motivos es necesario hacer uso de las herramientas y tecnologías disponibles en el presente. Una de ellas es la utilización del programa

SAP 2000, que especialmente está desarrollado para elementos de diseño estructural.

Se decidió enfocar el trabajo en este tipo de miembros estructurales por ciertos motivos. Primero, porque estos miembros son importantes y además necesarios en las estructuras de acero. Se vuelven indispensables debido a que fluyen como conexión entre elementos de concreto y elementos de acero, para así lograr una adecuada transmisión y distribución de las cargas. Segundo, porque resulta ser escasa la literatura al diseño de dichos elementos estructurales tan importantes. Por ello el trabajo realizado puede servir como apoyo en el estudio de columnas, soporte de vigas y otros elementos estructurales.

Dentro de las estructuras ningún elemento tiene menor importancia que otro. Cada miembro desempeña una tarea específica y con esto se logra el funcionamiento adecuado de toda la estructura. Por tal motivo, el ingeniero tiene la obligación de realizar el diseño de todos los elementos estructurales, apegándose a las normas disponibles.

Como se pudo observar en el capítulo 3 es de gran importancia ya que se determinarán, los detalles de terminación de cualquier construcción, como lo serán las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, estudio de mecánica de suelos y análisis de cálculos.

Por lo tanto, se dio respuesta a la pregunta de investigación al señalarse que es necesario analizar y diseñar dichos componentes estructurales que permitan facilitar el aprendizaje del lector individuo, como también a las necesidades del constructor. También con ayuda de las normas de PEMEX a las que este sujeto el

proceso constructivo y especificaciones que se requieran para un estudio de mecánica de suelos y de instalaciones, el diseño y análisis en base a normas y reglamentos ya efectuados.

Se encuentran también que los autores de dichas fuentes en la presente tesis fuesen expertos en diferentes áreas antes mencionadas, o que al menos contaran con cierta experiencia en el rango de procesos de construcción, en los análisis estructurales y de diseño, como también trabajar con los diferentes materiales estructurales que puede ser, mampostería, acero y concreto los más utilizados, esto se hizo con la finalidad de darle más conocimiento y confianza al trabajo.

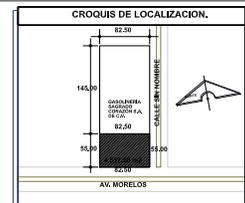
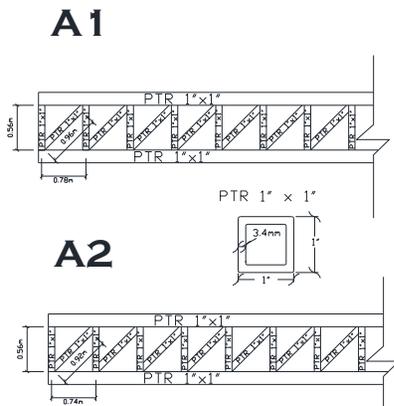
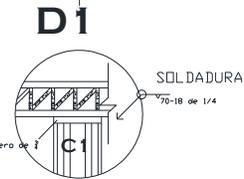
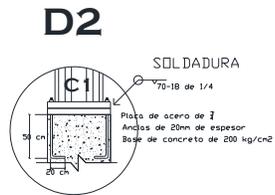
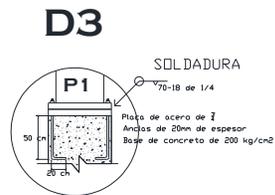
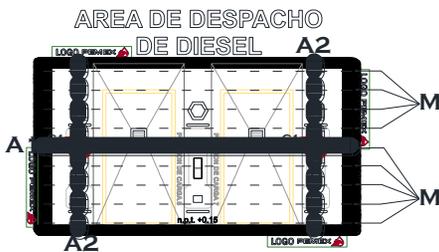
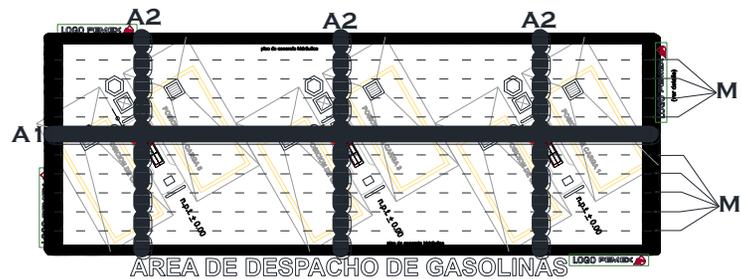
Finalmente se puede establecer que en la presente investigación, el proyecto es factible y viable, puesto que las investigaciones realizadas de dichos estudios se demuestran para vienes lucrativos, tanto de la comunidad misma como del personal integro.

BIBLIOGRAFIA

- Arnal Simón, Luis y colaborador. (2009).
Reglamento de construcciones para el distrito federal.
Ed. Trillas. México.
- Beaufait, Fred W. (1981).
Análisis estructural.
Ed. Prentice Hall. México.
- Bowles, Joseph E. (1989).
Diseño de acero estructural.
Ed. Limusa. México.
- Castillo Martínez, Heberto. (1973).
Análisis y diseño estructural.
Ed. RSI. México.
- Cisneros Rosas, José Antonio y colaboradores. (2008).
Alcantarillado sanitario y pluvial.
- Enríquez Herper, Gilberto. (1989).
El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales.
Ed. Limusa. México.
- Francis, A. J. (1984).
Introducción a las estructuras: Para arquitectura e ingeniería.
Ed. Limusa. México.

- Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2004).
Metodología de la investigación.
Ed. Mc Graw Hill. México
- Hill, Louis A. (1995).
Fundamentos de diseño estructural: acero, concreto y madera.
Ed. Alfaomega. México.
- Kenneth, M. Leet. (2006).
Fundamentos de análisis estructural.
Ed. Mc Graw Gill. México.
- Kinney, J. Sterling. (1976).
Análisis estructural de estructuras indeterminadas.
Ed. CECSA. México.
- McCormac, Jack C. (1983).
Análisis estructural.
Ed. Harla. México.
- Melli Piralla, Roberto. (2009).
Diseño estructural.
Ed. Limusa-Noriega. México.
- Mendieta Alatorre, Angeles. (2005).
Métodos de la investigación y manual académico.
Ed. Porrúa. México

ANEXOS

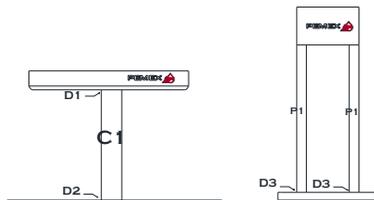


NOTAS Y ESPECIFICACIONES:

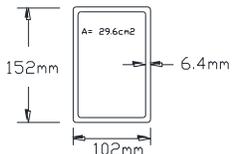
- Se usará concreto de f_c 200, 250 kg/cm²
- Se usará soldadura de 70-18 de 1/4
- Se usará acero con f_y de 2520 y 4200 kg/cm²
- El ancla μ que se utilizó para las columnas de las gasas será el mismo utilizado para las columnas del anuncio de PDENEX
- Se usará laminado de acero para techumbre cal. 10
- Se usará P18 de 1"1" para los cuerdos, diagonales y montantes de las armaduras
- Se usarán columnas circulares para sostener los techumbres en las áreas de despacho de gasolina y diesel

SIMBOLOGIA.

A1	[Symbol]
A2	[Symbol]
M	[Symbol]



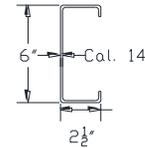
P1 (COLUMNAS ANUNCIO)



C1 (COLUMNAS)



M (LARGUEROS)

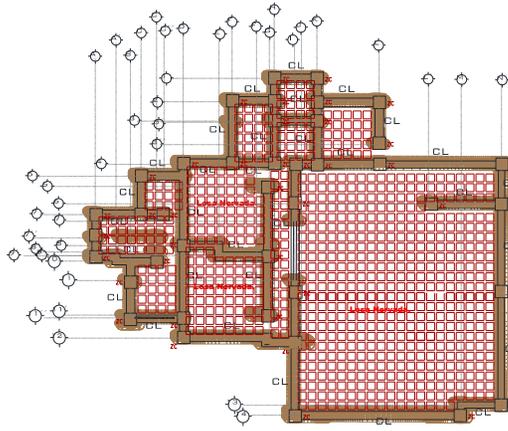


SELLOS:

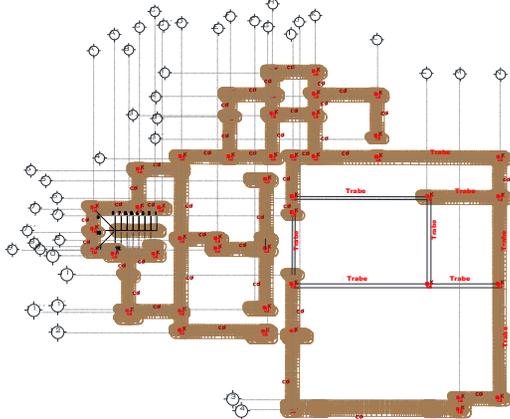
NO.	DESCRIPCION	RESPONSABLE	FECHA	TIPO	PROYECTO Y CONSTRUCCION
01	Estructural	Ivan Martínez Cepas Sociedad Cruz-Cedeno			

CT	ESTACION DE SERVICIO TIPO CARRETERAS
10142	
PROYECTO: GASOLINERA SAGRADO CORAZON S.A. DE C.V. UBICACION: AV. MORELOS W 2000, FRACC. EL CAPITAL SISTEMA: MEX. C.F. 80001 REG. C.O.C.E. 11012014	
PROYECTADO:	REVISADO:
PLANO ESTRUCTURAL	SEÑALADO

EDIFICIO DE OFICINAS PLANTA BAJA CIMENTACIÓN

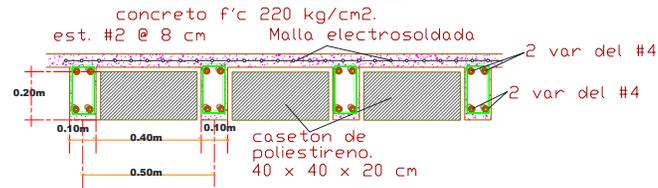


EDIFICIO DE OFICINAS PLANTA BAJA TRABES Y COLUMNAS

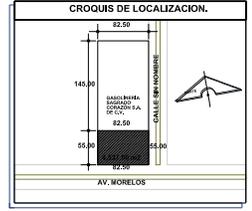
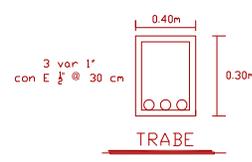
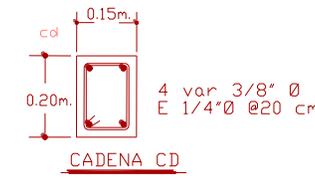
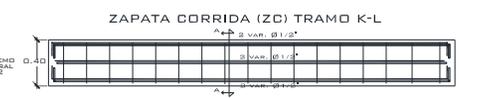
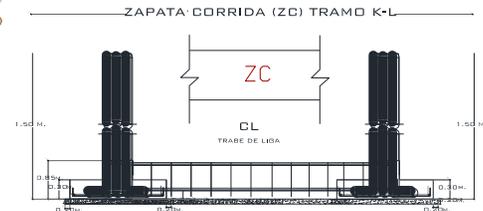
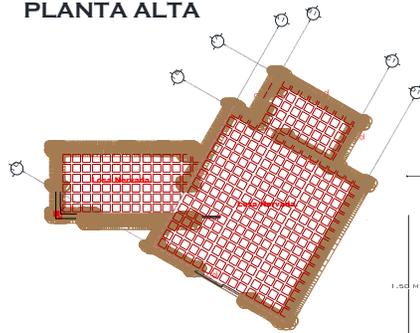


DIBUJOS SIN ESCALA

Detalle de losa Nervada.



PLANTA ALTA



NOTAS Y ESPECIFICACIONES:
Se usará losa nervada con casetones de 40x40x20
Se utilizarán varillas del #2,3,4
Se usará concreto de f'c 200, 250 kg/cm²
Se usará zapata corrida para toda la cimentación de edificación.

SIMBOLOGIA.			
	Columna		Zapata corrida
	Losa nervada		Caseta de servientado
	Trabe		Trabe de liga

ESTACION DE SERVICIO TIPO CARRETERAS	
CT 10142	
PROYECTO: CAROLINERIA SAGRADO CORAZON S.A. DE C.V. UBICACION: AV. MORELOS # 2989, PRADO EL CARMEL, APARTADO 1001004, RAYOLCÉ 1001004	
PROYECTISTA: [Blank]	PROYECTO: [Blank]
PLANO ESTRUCTURAL	PROYECTO: [Blank]

FECHA	DESCRIPCION	PROYECTANTE	REVISOR	VERIFICADOR	PROYECTO Y CONSTRUCCION
01	Plano Estructural	Hector Martinez Torres	Dimitreva Cardenas		