



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

CONSTRUCCIÓN DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES "INTERLOMAS"
UBICADA EN LA CALLE DE JACARANDAS # 1 COLONIA PIRULES,
HUIXQUILUCAN ESTADO DE MEXICO.

OPCION TITULACION:
TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
HECTOR D. RAMÍREZ CAMARILLO.

ASESOR: ABEL ANGEL LOPEZ MARTINEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ACATLAN, EDO. DE MEXICO.

JULIO DE 2003.

... a la Dirección General...
... a difundir en formato electrónico...
... entenido de mi trabajo...
NOMBRE: Héctor Ramírez
Camarillo
FECHA: 22 VIII/03
Firma: [Firma]

A



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.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES " INTERLOMAS " UBICADA EN LA CALLE JACARANDAS #1 COLONIA PIRULES. HUIXQUILUCAN ESTADO DE MEXICO.

OBJETIVO GENERAL - Determinar en base a las características del sitio la selección de instalaciones y equipo óptimo para la construcción de una torre de telecomunicaciones.

INTRODUCCION	3
1. - Generalidades	5
1.1. - Definición de torre.....	20
1.2. - Tipos de torre.....	20
1.2.1. - Torre autoportada.....	20
1.2.2. - Torre arriostrada.....	22
1.2.3. - Monopolo.....	23
1.3. - Definición de shelter o contenedor.....	25
1.4. - Tipos de shelter o contenedor.....	25
1.4.1. - Shelter prefabricado.....	25
1.4.2. - Shelter de concreto Rhon.....	26
1.4.3. - Shelter construido en sitio.....	27
2. - Localización del sitio.	
2.1. - Selección del lugar para la construcción del sitio de telecomunicaciones.....	29
2.2. - Selección del tipo de torre.....	29
2.3. - Selección del tipo de shelter.....	30
3. - Diseño de cimentación.	
3.1. - Cimentación de torre autoportada.....	32
3.1.1. - Estudios del subsuelo.....	35
3.2. - Diseño de la cimentación.....	45
4. - Rediseño de la estructura existente.	
4.1. - Estudios de la construcción existente para alojar el shelter.....	54
4.2. - Bajada de cargas.....	58
4.3. - Readecuación de las instalaciones.....	62
5. - Proceso constructivo.	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

5.1. - Preparación del lugar para la construcción de la torre.....	63
5.2. - Excavación para alojar dado de cimentación.....	64
5.3. - Habilitado, armado y colado.....	66
5.4. - Relleno de cimentación.....	67
5.5. - Izaje de torre.....	68
5.6. - Pintura en torre.....	69
5.7. - Preparación del lugar para la construcción del shelter.....	70
5.8.- Tapiado de ventanas, puertas y fabricación de muros perimetrales.....	71
5.9. - Colado de losa a base vigueta y bovedilla.....	73
5.10. - Acabados e impermeabilización.....	75
5.11.- Programa de obra.....	78
6.- Presupuesto	
6.1.- Que es un presupuesto.....	80
6.2.- como se integra un presupuesto.....	80
CONCLUSIONES.....	90

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN.

Este trabajo se refiere a las diferentes condiciones que se encuentran para la construcción de torres que se utilizan para la recepción y/o transmisión dentro de la telefonía celular y él por que se construye en la zona seleccionada y se indica si es o no rentable realizar este tipo de construcciones.

Uno de los objetivos principales que se tienen para determinar la construcción de una torre. es que las empresas que se encuentran dentro del medio de las telecomunicaciones dentro del país se encuentran en un gran desarrollo. por lo que estas se encuentran obligadas a dar una mayor cobertura en el servicio y como consecuencia se crean nuevas torres de transmisión y/o recepción.

Una de las características que se buscan en la construcción de estas es la de ampliar la cobertura del servicio. a si como brindar una mejor recepción en la señal que se envía o se recibe por lo que se buscan zonas donde no existan interferencias entre una y otra.

En nuestro caso particular el lugar que se escogió no se tiene problemas de los antes mencionados, es decir que la zona donde se construye la torre es un lugar elevado cerros en una zona habitacional por lo que nos indica que las construcciones mas altas en esta zona son de aproximadamente de 6 mts De altura y la torre que necesitamos es de tipo autosortada y estas tienen una altura mínima de 30 mts. De altura por lo que no afecta esta característica para la construcción de la misma.

Otro aspecto por lo que se determino que se construyera la torre es que no existe ninguna en esta zona de las características que posteriormente serán mencionadas, y a la vez poder hacer que la torre trabaje en condiciones optimas.

Después de que se tiene la zona se busca el lugar donde se realizara la construcción de la misma por lo que se buscan predios donde los dueños acepten las condiciones que propone la empresa y que no propicien una situación desfavorable que impida la construcción de la misma.

Otro aspecto que se analizo es que la casa donde se construirá la torre. al conocer las condiciones y características del lugar se opto por la realizar una construcción que no incremente el presupuesto estipulado para realizar la construcción, asi se cuida el punto del presupuesto. es decir que con la construcción del shelter en sitio es diferente el costo de un prefabricado. aunque en tiempo no nos alargamos y asiendo esta comparativa todavía nos es mas barato realizar el shelter en sitio que colocar un prefabricado.

Para la construcción de esta torre se realizo un concurso para que posteriormente se adjudicara la obra a la empresa que cumpliera con la bases de

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

la empresa contratante que este caso es NEXTEL en dicho concurso participaron 8 empresas de las cuales la obra se construyo con tres empresas diferentes una realizo toda la obra civil, otra realizo el izaje de la torre y por ultimo otra realizo toda la instalación del equipo requerido para que la torre funcione en su rendimiento optimo.

1.- GENERALIDADES.

LA TECNOLOGÍA ALÁMBRICA E INALÁMBRICA DE TELECOMUNICACIONES. ORÍGENES Y DESARROLLO

En este capítulo expondremos las indagaciones teóricas iniciales sobre electricidad y magnetismo, así como los principales experimentos que condujeron al invento del telégrafo y el teléfono, cuyos estudios pioneros tuvieron lugar en Europa y Norteamérica desde mediados del siglo XVII. Nos referiremos también al descubrimiento de las ondas radioeléctricas en el último tercio del siglo XVII. En conjunto, estos descubrimientos e inventos darían lugar a transmisiones eléctricas telegráficas y telefónicas a través de cables y también a las transmisiones inalámbricas. Antes de abordar estos temas revisaremos la definición de las telecomunicaciones así como su relación con la radiodifusión.

DEFINICIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES

En sentido amplio las telecomunicaciones comprenden los medios para transmitir, emitir o recibir, signos, señales, escritos, imágenes fijas o en movimiento, sonidos o datos de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos geográficos a cualquier distancia a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos. El concepto de telecomunicaciones es relativamente nuevo, pues hasta mediados de los sesenta fue incluido en los diccionarios. Al seno de la misma Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) se tuvieron que hacer grandes esfuerzos en los setenta y los ochenta para avanzar hacia una definición aceptable. Su significado ha evolucionado rápidamente por la convergencia de diferentes tecnologías que han posibilitado la interconexión de artefactos electrónicos y por la comunicación entre personas, no nada más en una, sino en varias direcciones.

El concepto se utiliza indistintamente como sinónimo de transmisión de datos, de radiodifusión, de comunicación de voz y también se le identifica con algunos componentes de la industria de entretenimiento.

TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN

Es común que a las telecomunicaciones se les confunda con la radiodifusión, quizá porque esta última nos es más familiar. La radiodifusión se refiere a estaciones de radio y televisión que envían señales a aparatos receptores para una audiencia masiva. Son señales electrónicas que viajan a través del aire y son difundidas a una amplia región. La estación de radio usa radioondas que no son transportadas por cable u otras facilidades, pues viajan directamente a los radioescuchas que sintonizan una estación. Tales estaciones son difusoras en el sentido tradicional.

Sin embargo, la radiodifusión ha pasado a tener mayor similitud, o a ser parte de los sistemas de telecomunicaciones, pues las transmisiones para radio y televisión se realizan también vía telefónica a través de sistemas de satélites que se identifican con las telecomunicaciones. Un sistema local de cable puede, por

ejemplo, recoger la señal de la estación de radio y alimentar a sus suscriptores en uno de los canales de cable. Así, se constata que el término radiodifusión (*broadcasting*) no es suficientemente amplio como para aplicarse a todas las tecnologías que ahora son parte del espectro de la comunicación electrónica. De ahí que el término telecomunicaciones se haya adoptado para incluir a sistemas de comunicación alámbricos e inalámbricos, en una o más direcciones, donde queda incluido el término radiodifusión.

El concepto telecomunicaciones se ha enriquecido por la emergencia de medios interactivos como la misma telefonía, computación, televisión y televisión por cable, que paulatinamente vienen disminuyendo las diferencias tecnológicas existentes entre ellos. La televisión por cable, por ejemplo, permite a los espectadores hablar electrónicamente a su aparato de televisión, seleccionar información de un banco central de datos y solicitar servicios de video, compras caseras, programas educativos, etcétera. Es decir, un mismo medio posee las capacidades tecnológicas que anteriormente se daban separadas.

Las telecomunicaciones de la actualidad se conforman básicamente por tres grandes medios de transmisión, cables, radio y satélites. Las transmisiones por cable se refieren a la conducción de señales eléctricas a través de distintos tipos de líneas. Las más conocidas son las redes de cables metálicos (de cobre coaxiales, hierro galvanizado, aluminio) y fibra óptica. Los cables metálicos se tienden en torres o postes formando líneas aéreas, o bien en conductos subterráneos y submarinos, donde se colocan también las fibras ópticas. Para las transmisiones por radio se utilizan señales eléctricas por aire o el espacio en bandas de frecuencia relativamente angostas. Las comunicaciones por satélites presuponen el uso de satélites artificiales estacionados en la órbita terrestre para proveer comunicaciones a puntos geográficos predeterminados.

LA ELECTRICIDAD Y EL MAGNETISMO, BASES PARA LA TRANSMISIÓN DE MENSAJES

La evolución de las redes de telecomunicación ha dependido del desarrollo de materiales conductores, la explotación del espectro radioeléctrico y el diseño de artefactos para generar y recibir radiaciones. Por ello, las telecomunicaciones son fruto de los cambios de la física desde antes de la primera revolución industrial, aunque su desarrollo se hace presente desde el siglo XIX. Los aportes científicos y tecnológicos de la electrónica, microelectrónica, ciencia de materiales y el espacio, óptica, cibernética, entre otros, ya en el siglo XX incidieron directamente en el perfeccionamiento de las primeras redes y la diversificación de servicios.

Los estudios sobre electricidad y magnetismo se iniciaron a mediados del siglo XVII, considerándose como dos fenómenos distintos y separados. Las investigaciones sobre el magnetismo no se realizaban con el mismo interés que la primera, aunque desde antes de la Era Cristiana, los chinos utilizaban piedras-imanas como brújulas. Entre los estudios sobre magnetismo, sobresalen desde principios del siglo XVII, el del inglés William Gilbert que en 1600 publicó el libro *De Magnete* donde consideraba a la tierra como un gran imán girando en el

espacio y establecía una base racional para comprender el movimiento de la aguja de una brújula y su atracción hacia los polos norte y sur de la tierra. Para Inglaterra, esto significó, en momentos en que poseía la marina más poderosa del mundo, un pilar estratégico para la navegación comercial y la conquista de territorios. Curiosamente, por esa misma fecha, Gilbert fue nombrado médico de la Reina. Para 1675, el físico irlandés Robert Boyle (1627-1691) construyó una bomba de vacío lo suficientemente eficiente para probar que el magnetismo funcionaba bien tanto en el vacío como en la atmósfera.

En este mismo siglo, los experimentos para generar, almacenar y conducir electricidad fueron constantes. El físico alemán Otto von Guericke (1602-1682) generó electricidad en laboratorio cuando construyó en 1665 el globo rotatorio o esfera que producía chispas por fricción. La máquina de Guericke consistía en una gran esfera de cristal que contenía sulfuro, se montaba sobre un eje con manivela y al hacerla girar a gran velocidad tocaba una tela de tal forma que soltaban chispas entre dos bornes separados que hacían contacto con la esfera por medio de unas escobillas.

En 1729, el inglés Stephen Gray (1666-1736) descubrió la manera de transmitir electricidad por frotamiento de varillas de vidrio. Posteriormente, en 1745, el prusiano Ewald Ch. von Kleist (1715-1759) realizó experimentos para acumular electricidad; en una botella de cristal medio llena de agua y sellada con un corcho, introdujo un clavo hasta hacerlo tocar el agua. Luego aproximó la cabeza del clavo a una máquina de fricción para comunicarle carga al poner en contacto la cabeza del clavo a un cuerpo no electrificado para ver si había capturado electricidad, saltó una potente chispa que estremeció su brazo. Había descubierto que la energía se puede almacenar.

Años después, en 1753, el estadista y politólogo norteamericano Benjamin Franklin (1706-1790) hizo descender una corriente eléctrica de una nube tormentosa, sometió a prueba el pararrayos e ideó la manera de conservar la carga eléctrica.

El francés Charles Coulomb (1736-1806), encontró en 1785 la forma de medir la electricidad y el magnetismo. Finalmente en 1795 el físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) consiguió producir y almacenar electricidad. Volta creyó que la electricidad procedía de los metales, por lo que construyó una pila voltaica o batería de pares de discos, uno de zinc y otro de plata, separando cada par por una piel o un disco de papel. Estos discos absorbentes que separaban los metales fueron empapados con una solución (agua salada o vinagre). Este descubrimiento aclaró que, en efecto, para almacenar energía se necesitaban dos tipos de metal y productos químicos para producir chispas, tal como lo venía sosteniendo el italiano Luigi Galvani (1737-1798), quien al realizar la disección de una rana cerca de una máquina generadora observó que se había producido una chispa entre la rana y la máquina, lo que le hizo pensar que había descubierto una fuente de electricidad en los animales.

LAS BASES PARA LA INVENCION DEL TELÉGRAFO

El descubrimiento de la electricidad abrió múltiples caminos para obtener inventos más avanzados como el telégrafo. los cuales fueron transitados gracias a la perseverancia de grandes hombres de ciencia. Entre los experimentos más importantes que condujeron a su invención, se encuentran el del físico danés Hans Ch. Oersted (1777-1851), quien descubrió la relación entre la electricidad y el magnetismo, cuando todavía se creía que eran dos fenómenos distintos. Estableció por primera vez que la corriente eléctrica no circula sola por un alambre sino que va acompañada de un invisible campo de fuerzas magnéticas. En 1819 cuando impartía una conferencia en la Universidad de Copenhague, produjo una oscilación de la aguja al colocar un hilo conductor de corriente eléctrica junto a una sencilla brújula marina. Esto ni siquiera llamó la atención del auditorio: después en su laboratorio, repitió más experimentos obteniendo el mismo resultado. Este fue el punto de partida para que, en 1831, el inglés Michael Faraday (1791-1867) estableciera la inducción electromagnética y demostrara que el movimiento de un imán (inventado por Sturgeon en 1823 y perfeccionado por Joseph Henry (1797-1878) en 1831) podía inducir el flujo de corriente eléctrica en un conductor próximo a dicho imán.

De esta forma, la producción de electricidad artificial y su conducción apoyada en los principios del magnetismo, establecieron las bases para la transmisión de mensajes a través de señales eléctricas.

LA TELEGRAFÍA

A lo largo de la historia el hombre ha utilizado banderolas, columnas de humo, reflejos ópticos y otros medios para la comunicación marítima y terrestre. Antes de que se usara la electricidad llegaron a construirse extensas redes no eléctricas. Una de ellas fue la que unía a París y Lille en Francia, con 5 mil kilómetros de recorrido y 534 estaciones. Era una red telegráfica basada en principios de la óptica, consistente en una serie de mástiles elevados, provistos en su extremo superior de brazos de madera móviles, y cuyas posiciones, visibles desde los mástiles vecinos, podían combinarse formando ángulos variados entre sí para representar todas las letras del alfabeto.

Los descubrimientos sobre la electricidad fueron el acicate para perfeccionar redes como ésta que había proliferado en ciudades de Inglaterra, Alemania, Italia y Estados Unidos.

Las primeras referencias sobre la posibilidad de transmitir mensajes por medio de la corriente eléctrica alámbrica se encuentran en una detallada carta firmada sólo con las iniciales C.M., aparecida en 1753 en uno de los números de la *Scots Magazine* de Scotland, Inglaterra. En ella se proponía el empleo de 26 cables separados, cada uno de los cuales correspondería a una letra del alfabeto, con lo que se podrían transmitir mensajes letra a letra.

Experimentos similares con uso de cables se emprendieron en distintas partes del mundo. En 1754 Georges L. Lesage (1724-1803) puso a prueba en Ginebra un sistema compuesto de 24 hilos aislados, donde cada hilo representaba

una letra del alfabeto y terminaba en la estación receptora, logrando enviar mensajes, aunque con enormes dificultades. En 1795 el médico barcelonés Francisco Salvá teorizó sobre una línea telegráfica de un solo hilo que podría ser aislado y tendido a través del océano donde el agua podría actuar como hilo conductor de retorno. El mismo Salvá ideó un telégrafo eléctrico con hilos conductores y logró transmitir despachos mediante descargas de un condensador. En 1828 el estadounidense Harrison G. Dyar construyó y operó una línea telegráfica por donde transmitió a trece kilómetros de distancia los resultados de una carrera de caballos en Long Island, con un único hilo. También se reconoce a los alemanes Carl Gauss (1777-1855) y Wilhelm Weber (1804-1891) como los creadores, en 1833, del primer sistema teleográfico electromagnético viable. Utilizando un imán, bobina y un manipulador se estuvieron enviando por años mensajes codificados a través de un circuito de dos hilos desde sus laboratorios ubicados en diferentes lugares en la ciudad de Göttingen, a una distancia de milla y media.

En Inglaterra William F. Cooke (1806-1879) y Charles Wheatstone (1802-1875) desarrollaron un sistema teleográfico que se componía por un tablero con cinco llaves, una para cada una de las cinco agujas del telégrafo. Cada llave podía atraer corriente a un circuito y de ese modo provocar que la aguja correspondiente girara y pusiera una letra del alfabeto. Cooke y Wheatstone formaron una asociación legal y en junio de 1837 recibieron una patente para su telégrafo, que se convertiría en el más grande medio de comunicación de larga distancia de Inglaterra, muchos años antes de que Morse lo hiciera en Estados Unidos.

En el mismo año de 1837 el físico y artista norteamericano Samuel Morse (1791-1872) inventó un telégrafo eléctrico y un código de signos o alfabeto convencional en el que las letras están representadas por combinaciones de rayas y puntos y que por emisiones alternadas de una corriente eléctrica se grababan en el extremo opuesto de un conductor metálico. Con ello, el envío de mensajes se hizo sistemático, fluido y al alcance del público.

Gracias a una asignación de 30 mil dólares hecha por el Congreso de su país, Morse estableció en 1844 la primera línea telegráfica experimental de 60 kilómetros entre Washington, D.C. y Baltimore, Maryland, en Estados Unidos; A través de esa línea se envió el famoso texto del telegrama alusivo a la grandiosidad del invento, que decía "[[exclamdown]]Qué maravilla ha creado Dios!"

Las redes telegráficas experimentaron un rápido crecimiento, incluso mayor que el del ferrocarril. En Estados Unidos por ejemplo, para 1853 se habían tendido poco más de 37 mil kilómetros de líneas telegráficas; en 1860 eran casi 81 mil y al año siguiente ya comunicaban al país de costa a costa con una red que enlazaba a Nueva York con San Francisco.

El sistema original de telegrafía manual, requería que la persona que realizaba la transmisión conociera el Código Morse, leyera el mensaje a enviar y

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

accionara el manipulador telegráfico para convertir cada letra en un grupo codificado de pulsaciones largas y cortas. El operador-receptor debía escuchar los grupos de códigos para traducirlas a letras y descifrar el mensaje.

Cuando en 1880 el servicio telegráfico se generalizó en algunas ciudades de Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania y muchos países más, se convirtió en el medio de comunicación metropolitano más común. asimismo, con la puesta en operación de los sistemas telegráficos de distrito terminó el aislamiento bajo el que habían operado las estaciones de policía y los cuerpos de bomberos. Para 1875, en Estados Unidos ya se arrendaban líneas a la Prensa Asociada (Associated Press AP) quien prestaba servicios en Nueva York, Filadelfia, Baltimore y Washington. Los periodistas ya no tuvieron que depender exclusivamente de sus colegas establecidos en lugares distantes para estar al tanto de los acontecimientos más relevantes de la época. El telégrafo no solo unió a ese país, sino que aceleró la expansión económica: revolucionó la recolección de noticias, proveyó de información adelantada sobre condiciones del clima a los vapores y ferrocarriles y modificó los patrones de los negocios y las finanzas.

No sólo en Estados Unidos la telegrafía se extendió rápidamente. Ciudades grandes y pequeñas en todo el mundo recibieron casi al mismo tiempo los beneficios del novedoso medio de comunicación. En Canadá en 1847 ya funcionaban dos compañías organizadas por particulares, hombres de negocios y comerciantes. La *Montreal Telegraph Company*, que domino por décadas, en su primer año llegó a tener 12 oficinas para una sola línea que unía Trois Rivieres y Toronto, en el Este canadiense. En México, la primera línea telegráfica entro en funcionamiento el 5 de noviembre de 1851, comunicaba la ciudad de México con el poblado de Nopalucan, Puebla. Esta línea, por disposiciones oficiales se extendió hasta Veracruz en 1852. Al siguiente año se terminó otra línea que comunicó a la ciudad de México con Guadalajara, pasando por León, Guanajuato. En 1854 las líneas tendidas cubrían una distancia de 608 kilómetros, atendidas por 6 oficinas en las ciudades de México, Orizaba, Jalapa, Veracruz, Guanajuato y León. Año tras año empezaron a cubrirse los más importantes puntos de la República Mexicana hacia el noreste y noroeste, llegando a establecerse el primer contacto con la frontera de Estados Unidos en 1873.

La generalización del telégrafo como medio idóneo para las comunicaciones a grandes distancias provocó que ya no sólo por motivos personales se continuaran haciendo investigaciones y experimentos, sino porque este se había convertido en un próspero negocio explotado por inventores y empresas comerciales.

Por ello, el telégrafo Morse permanentemente experimentaba varios perfeccionamientos. Primero se emplearon sistemas para transmisión simultánea de dos telegramas por un mismo hilo (equivalentes a 20-25 palabras por minuto).

Entre 1924-1928, con la introducción del teletipo o teleimpresor, la telegrafía manual empezó a reemplazarse por la de impresión (que operaba 500 palabras

por minuto), haciéndola más eficiente, barata y de fácil manejo. En el teleimpresor las combinaciones de impulsos eléctricos, líneas y puntos, se traducían automáticamente a la llegada en letras alfabéticas que eran impresas en papel. Este se compone de una pareja de máquinas de escribir colocadas a distancia, cuando se escribe un mensaje en una de las máquinas, su par lo recibe escribiéndolo en hojas de papel, y viceversa. Es el equivalente a mecanografiar a distancia mediante interruptores de circuitos.

El teleimpresor se constituiría en uno de los implementos clave para la modernización de la telegrafía, que en la actualidad trabaja con una velocidad de cinco mil a seis mil palabras por segundo, contra 75 palabras por minuto del de 1930. El teleimpresor ha sido prácticamente suplantado por el fax, que funciona a través de líneas telefónicas, pero que a su vez está siendo reemplazado por enlaces de computadoras. Equivale también al correo electrónico actual, que funciona vía líneas telefónicas enlazando equipos de computación. Con la introducción de las redes telex (*teletypewriter exchange*) el sistema telegráfico alcanzó una eficiencia sin precedentes, se hizo accesible a las empresas y oficinas públicas, quienes ya no tuvieron que acudir a las oficinas telegráficas para enviar sus numerosos mensajes escritos.

Adicionalmente se han introducido sistemas de telegrafía avanzados como la telegrafía múltiple, que es la transmisión simultánea de varias comunicaciones a través de un mismo hilo, o la telegrafía armónica que consiste en la realización de conversaciones telefónicas por un hilo con una banda de frecuencias comprendidas entre 300 y 3,400 Hz o períodos por segundo, mientras que la transmisión de un mensaje telegráfico por el mismo hilo, sólo requiere una banda de 25 Hz.

EL DESCUBRIMIENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. SUSTENTO PARA LA TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

El descubrimiento que revolucionó la comunicación telegráfica y telefónica fue la aplicación de la radioelectricidad a estos dos tipos de telecomunicación a finales del siglo XIX, mismo que permitió la transmisión telegráfica inalámbrica, facilitó la comunicación entre largas distancias y ahorró la construcción de extensas redes de hierro galvanizado o cobre. Hasta el siglo referido, prevalecía aún la idea newtoniana de la luz como emisión de partículas de un foco emisor, cuando se superó ese paradigma de la física, aparecieron descubrimientos sucesivos que sentaron las bases para la telegrafía y la telefonía sin hilos.

El físico británico James C. Maxwell (1831-1879) formuló la teoría electromagnética de la luz señalando su carácter ondulatorio, es decir su transmisión a través de ondas invisibles para el ojo humano. Estableció que los campos eléctrico y magnético, actuando juntos, producen un nuevo tipo de energía llamada radiación. En 1873 publicó el *Tratado sobre electricidad y magnetismo*, que se reconoce ahora como el origen de la actual teoría electromagnética. Posteriormente, el alemán Heinrich R. Hertz (1857-1894), entre 1885-1889, comprobó por la vía experimental la existencia de las ondas

electromagnéticas. Con el descubrimiento de estas ondas que viajan en el espacio, se ideó la forma de producirlas y recibirlas a través de aparatos que aprovecharan los fenómenos eléctricos que la física había descubierto.

Diez años antes de que Hertz comprobara la existencia de las ondas electromagnéticas, el italiano Guillermo Marconi (1874-1937) consiguió el 2 de junio de 1891 una patente para la telegrafía sin hilos. Marconi se había concentrado en la idea de utilizar dichas ondas para transmitir señales a través del espacio. Construyó un aparato con el objeto de conectar al transmisor y receptor con una antena y a la tierra. En junio de 1896 transmitió el primer mensaje radiotelegráfico hallándose el receptor a 250 metros del emisor y separados por muros. Para 1897 logró comunicaciones más lejanas cuando transmitió un telegrama a una distancia de nueve millas entre las ciudades de Lavernock y Brean Down, en Italia. Con ello, las ondas hertzianas posibilitaron la comunicación inalámbrica entre los hombres.

La comunicación inalámbrica maravilló al mundo. Muy pronto todos los barcos de guerra fueron provistos de aparatos de radiotelegrafía. Empezaron a recibir noticias de lo que ocurría en el mundo, y en 1904 los grandes trasatlánticos ya imprimían diariamente periódicos a bordo. En 1907 comenzó a funcionar un servicio transoceánico para radiogramas. Pero esto nada más era telegrafía. Aún no existía la radiotelefonía tal como se conoce hoy, es decir, no había en las casas aparatos pequeños por los que se pudiera escuchar música.

Lo que posibilitó la introducción de radiotelefonía en los hogares fue la transición, dentro del campo de las ondas electromagnéticas, del telégrafo al teléfono. El primer paso para lograr que la radiotelegrafía se convirtiera en radiotelefonía fue el invento de la válvula, el bulbo y el micrófono. El micrófono se necesitaba para poner los sonidos "en el aire", y el bulbo para ponerlos y sacarlos. El micrófono modula las ondas radiotelefónicas enviadas, mientras que el tubo rectifica y aumenta la débil corriente radiotelefónica recibida, hasta lograr reproducir los sonidos en un auricular o un altoparlante. Con estos adelantos, para 1908 fue posible sostener una conversación radiotelefónica entre Roma y Sicilia, a una distancia de 500 kilómetros, aproximadamente.

La utilidad de la telegrafía inalámbrica quedó demostrada tempranamente en muy dramáticas circunstancias, con ocasión del naufragio del vapor Titanic, que durante su viaje inaugural chocó el 15 de abril de 1912 contra un iceberg cuando navegaba rumbo a Nueva York. Sólo 707 de 2,224 personas a bordo se salvaron gracias a las llamadas de auxilio enviadas por telegrafía sin hilos a otros barcos. Al año siguiente también las llamadas de socorro radiadas desde el buque italiano Voltorno, que se incendió en pleno océano Atlántico, hicieron acudir a diez barcos en su auxilio y pudieron rescatar a 521 personas.

Los científicos que contribuyeron a hacer realidad este medio de telecomunicación, quizá nunca pensaron que sus descubrimientos serían la base para el despegue y desarrollo posterior de grandes industrias lucrativas como la

telefonía sin hilos, la navegación marítima, la transportación aérea la comunicación por satélite y la conquista espacial.

La capacidad para mover información a la velocidad de la luz mediante el telégrafo trajo consigo la expansión e integración de los mercados, por la reducción de los costos de transacción y el fácil movimiento de capitales. También hizo posible el desarrollo de instituciones modernas como la bolsa de valores, las aseguradoras y servicios de información.

En Estados Unidos así como en otros países las líneas telegráficas se tendieron sobre las vías de los ferrocarriles, lo que trajo beneficios para ambas empresas. La administración y operación de los ferrocarriles se volvió más eficaz por la provisión de despachos eléctricos con información sobre la localización de cada tren o del estado de sus vías. Los ferrocarriles por su parte dieron a las compañías telegráficas un derecho exclusivo de uso de sus rutas.

Al mismo tiempo que la telegrafía se instauraba como medio eficiente de comunicación, surgieron otros medios más avanzados como el teléfono, la radiotelegrafía, la radiotelefonía y la televisión, para lo cual concurren diversas relaciones de carácter técnico, organizativo y económico al grado que los sistemas telegráficos y telefónicos empezaron pronto a compartir redes, e incluso desde la década de los cuarenta de este siglo las compañías telefónicas y telegráficas empezaron a emplear equipos de red similares a gran escala. Asimismo, con la radiocomunicación, la telegrafía sin hilos se convirtió en el medio por excelencia para las comunicaciones internacionales y prácticamente confino a las redes de cable a uso local.

LA TELEFONÍA

La telefonía es el medio de telecomunicación que más impacto ha tenido sobre la humanidad. Es un sistema que se utiliza para la transmisión de la voz humana, sonidos o imágenes escritas y en movimiento a distancia, por acción de corrientes eléctricas u ondas electromagnéticas.

La búsqueda de nuevas tecnologías de comunicación durante más de un siglo, se ha concentrado fundamentalmente en perfeccionar a este medio de telecomunicación por excelencia. Su disponibilidad a costos relativamente bajos y fácil manipulación, lo convirtieron no sólo en un implemento auxiliar de la vida cotidiana sino en un medio indispensable para la economía, la política y la cultura. La red telefónica mundial se ha hecho tan básica como la infraestructura de carreteras terrestres e incluso, por la rapidez y facilidad con que se pueden tender las primeras, supera en extensión y cobertura a las segundas. La red telefónica mundial es enorme, con aproximadamente 700 millones de kilómetros permite comunicación prácticamente a cualesquier lugar de la tierra por medio de microondas, cables de cobre, cables coaxiales, enlaces satelitales y fibras ópticas. El invento del teléfono constituyó una carrera apasionante. A la par que se hacían experimentos para poner en práctica las transmisiones telegráficas y una vez que éstas se lograron, muchos científicos y aficionados a las comunicaciones

intentaron enviar también la voz humana y no sólo puntos y líneas el problema principal era transformar las ondas sonoras en señales eléctricas y viceversa

Desde la década de 1820, el inglés Charles Wheatstone demostró que los sonidos musicales podrían retransmitirse a través de cables metálicos y de vidrio, pero nunca intentó conectar dos campos. En 1854 el empleado de la Oficina de Correos y Telégrafos de Francia, Charles Bourseul, expuso, al parecer por primera vez, en un extraordinario artículo publicado en las columnas de *L'illustration de Paris*, los principios teóricos del teléfono electrónico y que a la fecha no han variado. Este artículo decía:

"Hablando delante de una membrana que establezca e interrumpa sucesivamente la corriente de una pila, y enviando a la línea la corriente suministrada por este transmisor, al ser recibida por un electroiman podría este atraer y soltar una placa móvil. Es indudable que de esta suerte se llegara en un porvenir más o menos próximo, a transmitir la palabra a distancia por medio de electricidad. Las sílabas -continúa- se reproducirán exactamente por la vibración de los medios interpuestos. Reproduciendo estas vibraciones se obtendrán también exactamente reproducidas las sílabas".

Como respuesta a sus ideas, Bourseul recibió la sugerencia de sus jefes de que se pusiera a hacer cosas más útiles. Poco tiempo pasó para que reconocieran su gravísima incredulidad.

Tres años más tarde, el italiano emigrado a Estados Unidos, Antonio Meucci (1808-1889), estudió su realización práctica y en 1857 fabricó el primer aparato telefónico, que por problemas prácticos no pudo registrar como patente. En 1861 el alemán Philipp Reiss (1834-1874) construyó un aparato que solo transmitía la altura del sonido y no la intensidad ni el timbre, por lo que no transmitía la voz humana, cuestión en la que se centrarían los norteamericanos Alexander G. Bell (1847-1922) y Elisha Gray (1835-1901) con gran éxito.

Bell y Gray llevaron a cabo en Estados Unidos, entre 1872 y 1876, intensos experimentos para lograr las comunicaciones de voz intentaron enviar simultáneamente muchos mensajes telegráficos sobre el mismo cable. El primero se acercó a la solución del problema a través de la acústica y, el segundo, por medio de la electricidad. Asimismo, construyeron aparatos similares sólo que el de Gray no tenía transmisor y el de Bell sí. Aunque posteriormente Gray logró establecer los principios del transmisor, Bell había completado las especificaciones y las notarió en la ciudad de Boston el 20 de enero de 1876. Ambos solicitaron la patente el 14 de febrero de ese mismo año pero Bell lo hizo antes con un par de horas de diferencia. La primacía fue concedida a Bell el mes siguiente. Sin embargo, la controversia sobre si Bell conocía el principio de la resistencia variable desde hacia años (como el dijo), o si obtuvo la idea de los documentos de Gray, nunca será completamente resuelta y con ello tampoco el pleito judicial sobre una de las patentes más cotizadas de la historia.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Alentado por sus logros, Bell avanzó en el perfeccionamiento de la transmisión de voz, aumentando la densidad a la pila eléctrica con la que opera. Cuando se encontraba trabajando en su taller en marzo de 1875, al agregarle ácido sulfúrico a la pila, parte del líquido se le derramó sobre la pierna e inmediatamente solicitó ayuda a su socio Watson que se encontraba a 30 metros de distancia de él. Watson oyó claramente a través del teléfono las palabras de Bell, "Señor Watson venga aquí, lo necesito". Fue ahí, en su taller de Boston, donde empezaron a funcionar los primeros aparatos telefónicos eléctricos.

Uno de los aspectos más interesantes de la invención del teléfono Bell fue que a diferencia del telégrafo, no requirió un operador que enviara y otro que recibiera los mensajes, ni necesitó del conocimiento del código Morse o la habilidad de escribir en teleimpresora. Simplemente requirió hablar y oír.

Los avances tecnológicos a partir del teléfono Bell no se hicieron esperar. En 1878, Thomas Alva Edison (1847-1931) lo perfeccionó adaptándole un micrófono de carbón que aumentó su potencia, y lo convirtió en el detonante para la expansión de las llamadas de larga distancia. En ese mismo año se instalaron centrales telefónicas para conectar entre sí a 1 350 aparatos que funcionaban en diferentes casas particulares en Estados Unidos. Para 1887, a solo una década de su introducción comercial, ya había 235 kilómetros de cables tendidos con 444 centrales conectando 150 mil suscriptores. Y lo que parecía ser imposible para la comunicación a distancia sucedió en 1892, cuando se enlazaron vía aérea las ciudades de Nueva York y Chicago, a 1 650 kilómetros de distancia.

Desde los primeros días de funcionamiento el teléfono tuvo el problema de la pérdida de intensidad de la señal a medida que la distancia entre el transmisor y el receptor aumentaba. Ello llevó a plantear serias dudas sobre la posibilidad de la comunicación a largas distancias sobre circuitos telefónicos. La invención del tubo de vacío en 1906 por el estadounidense Lee DeForest (1873-1961) resolvió ese problema mediante la amplificación de la señal e hizo posible la colocación de repetidores a lo largo de las líneas de transmisión para amplificar las señales. El tubo de vacío llevaría de lleno a la era de las telecomunicaciones. Sus efectos se extendieron más allá de la telefonía, abarcaron a la radio, la televisión, la computación y llevaron al desarrollo de la electrónica como una de las más grandes industrias de mitad del siglo XX.

La telefonía se convirtió en una próspera industria mundial con una demanda impresionante del servicio. En los Estados Unidos se diseminó más rápidamente, pues para 1900 ya contaba con 675 mil aparatos telefónicos. En 1925 había más de 26 millones de aparatos en el mundo, correspondiendo a Estados Unidos 17 millones y alrededor de 700 mil a Europa. En México, en ese mismo año, funcionaban poco más de 50 mil aparatos, mientras que en Argentina había 173 mil.

En las ciudades más grandes pronto proliferaron las redes telefónicas metálicas que, inicialmente eran aéreas, pero al advertirse los riesgos físicos que

representaban, empezaron a colocarse en el subsuelo, solo que los alambres se farraron con cables de plomo para que pudieran ser tendidos bajo tierra, que son las que hoy predominan y solamente en ciudades pequeñas se instalan tendidos aéreos.

La rápida popularidad del teléfono provocó serias dificultades en las conexiones entre abonados. Las líneas se saturaban pues cada aparato estaba conectado por una línea de dos hilos con una central en donde todas las líneas se juntaban en un conmutador atendido por operadoras (ese mismo sistema todavía se utiliza en poblaciones pequeñas). Esto ocasionó enormes marañas de cableados detrás de los conmutadores y hacia cada vez más impráctico el servicio.

LAS CORRIENTES PORTADORAS

A partir de 1919 se implementó la interconexión automática que sustituyó en las centrales a los empleados que hacían manualmente los enlaces. Esto es, se encontró la manera de sostener varias conversaciones simultáneas sobre una misma línea gracias a las corrientes portadoras. El equipo que hacía la conexión consistía en bancos relevadores y switches montados en una fila de bastidores que ocupaban pisos y edificios enteros.

Mediante procedimientos técnicos es posible modular las variaciones de las corrientes de frecuencias bajas (o audiofrecuencias que se utilizan en la transmisión de voz humana en una banda que va desde 300 a 3 400 ciclos por segundo) sobre oscilaciones de frecuencias elevadas. Este procedimiento fue adoptado por la telefonía múltiple donde se elige para cada comunicación una frecuencia portadora distinta. Así, varias comunicaciones pueden viajar juntas por el mismo circuito, ocupando diferentes bandas dentro de la gama de frecuencias elevadas. Cuando llega la comunicación al extremo de una línea, se deja pasar solamente una banda de frecuencias por un filtro, es decir se separan las comunicaciones que luego son moduladas para que las corrientes de frecuencias audibles lleguen al receptor.

Obviamente, estas transmisiones no se pudieron hacer por los cables sencillos que se venían utilizando.

EL CABLE COAXIAL

Para los treinta, se creó el cable coaxial, formado por un conductor centrado y aislado dentro de otro cilíndrico que protege al primero y evita la pérdida de energía por radiación, a la vez que disminuye las perturbaciones provocadas por energías adyacentes o por otros circuitos. Un par de estos hilos forma una línea coaxial que cabe en una misma instalación, pues cada uno es apenas más grueso que un lápiz. Con ellos se empezaron a transmitir simultáneamente 1.860 conversaciones telefónicas y tenían capacidad adicional para hacer transmisiones para radio y televisión.

Con el tiempo el manejo simultaneo de llamadas progresaria para lograr mayor capacidad. Con el equipo electromecánico de sistema de panel se interconectaron 10 mil líneas telefónicas, mientras que con el equipo *crossbar* se alcanzó una capacidad de 30 mil líneas telefónicas. Las conexiones de los circuitos en este tipo de equipo son establecidas con muy pocos movimientos mecánicos resultando en menor desgaste y mantenimiento. A su vez este equipo es paulatinamente reemplazado por sistemas electrónicos que establecen conexiones a grandes velocidades y con capacidad de más de 100 mil líneas. Estos han evolucionado hacia la transmisión digital que veremos en el siguiente capítulo.

LOS CABLES SUBMARINOS

La transmisión a larga distancia intercontinental a través del agua, también fue motivo de preocupación de científicos y emprendedores, hombres de negocios desde principios del siglo XIX. Los experimentos que implicaban enlaces por agua se realizaron inicialmente a través de ríos y mares.

En 1811 el científico alemán Samuel T. von Sommerring (1755-1830) desarrolló el primer cable submarino aislado y envió la primer señal telegráfica a través del Río Isar, en Munich. Morse activo otro conductor en el puerto de Nueva York en 1842 y E. Corneli tendió en 1845 el primer cable durable también a través del Río Hudson, entre Nueva York y el Puerto Lee. Otros cables se tendieron a través del río Mississippi, en los mares de Irlanda, el Mar del Norte, etcétera.

Las dificultades para tender cables por agua, multiplicaban las dificultades por tener que soportar los rigores del mar, como perturbaciones de corrientes marítimas, la presión marítima, mordeduras de tiburones y otras que en los tendidos por aire o por debajo de la tierra eran ajenas.

Por ello, los intentos por hacer cruzar el Atlántico con cables en 1857, 1858 y 1865 no tuvieron éxito y solo trabajaban unos cuantos días. En 1858 el Atlántico fue unido entre Irlanda y Newfoundland, Canadá, pero el sistema de aislamiento del cable falló y tuvo que ser abandonado después de funcionar únicamente 27 días. Después de 1866 fueron tendidos una serie de cables trasatlánticos por británicos, franceses y norteamericanos que trabajaron parcialmente. Para inicios de la década de 1920, los cables más rápidos, con amplificadores en tubos de vacío, trabajaban en impresoras múltiplex de ocho canales en vez de uno. Para los cuarenta había 20 cables trasatlánticos que ya no funcionaron en los años cincuenta.

Para 1950 dos grandes innovaciones favorecieron de manera importante el tendido de cables para conducción de telefonía: la invención del cable coaxial y del amplificador de tubo de vacío que pudo resistir la presión del agua a 5 mil metros y con un tiempo de duración de hasta 20 años. En 1950 se probó un cable coaxial con repetidores sumergidos entre Miami, Estados Unidos y La Habana, Cuba. A principios de 1956 inició operaciones el primer cable submarino trasatlántico de cable coaxial con capacidad para 36 circuitos telefónicos y

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

enlazaba Scotland, Inglaterra y Newfoundland. En ese mismo año se tendió otra línea con 16 repetidores en dos sentidos en una línea que iba desde Newfoundland a Nueva Escocia y era capaz de transportar 60 conversaciones telefónicas al mismo tiempo. Para 1976 con la utilización del sistema de llamadas a intervalos, el TAT 6 hizo posible mandar cuatro mil llamadas telefónicas simultáneamente. Para 1980 una variante del cable coaxial permitió transportar una capacidad superior a los 4 mil circuitos de voz.

A pesar de que los cables submarinos han sido declarados dos veces "muertos" - primero con la introducción de la radio y luego con la introducción de los satélites para comunicaciones en los setenta - en las últimas décadas se ha observado mayor interés en diversas compañías por su explotación. Ahora los modernos cables submarinos cruzan no nada más el Atlántico, sino el Pacífico, las costas y un sin fin de islas en los continentes.

Los cables submarinos ofrecen algunas ventajas respecto de las comunicaciones por satélite. Tienen una vida de más de 25 años mientras que la de los satélites es de 10; funcionan bien independientemente del clima y disturbios magnéticos, mientras que los receptores y transmisores para comunicaciones vía satélite son afectados por el clima, lluvias, tormentas, etcétera. Su tecnología admite reparaciones y mantenimiento, mientras que en los satélites normalmente es muy complicado.

La innovación más importante en la última década en los cables submarinos es la introducción de fibra óptica. Las ondas ópticas conducidas por tales cables dan la vuelta a la tierra en fracciones de segundos. El primer cable intercontinental, el TAT 8 transporta más de 32 mil conversaciones al mismo tiempo aparte de una masa de datos que puede ser enviada a intervalos. Sus altos costos de inversión comparado con el cable coaxial (que se introdujo en los cincuenta y que ahora son tendidos donde la frecuencia de su uso o crecimiento es bajo), son compensados con el incremento de la capacidad. Los cables de fibra óptica normalmente pueden ser operados sin amplificadores y debido a su diminuto diámetro de 25 a 30 mm son de peso liviano, más elásticos y fáciles de enterrarse. Aunque su pequeñez los hace más sensibles a las mordidas de los tiburones, son protegidos por cubiertas especiales para resistir esos peligros.

Además de los países industrializados como Inglaterra, Canadá, Rusia, Estados Unidos y Francia, el tendido de cables submarinos es realizado por otros como Singapur y México mediante su participación en proyectos comunes de distintas empresas.

Desde agosto de 1993, Telefonos de México es socio mayoritario del sistema de cable submarino Columbus II. Este cable es de fibra óptica y se programó para entrar en servicio en diciembre de 1994 con capacidad para 23 mil canales telefónicos y para transmitir 90 mil conferencias simultáneamente. Sus amarres se encuentran en Cancún, México; West Palm Beach, Estados Unidos;

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Saint Thomas e Islas Virgenes. EE UU. Isla Gran Canaria. España. Isla Madeira. Portugal. y Palermo. Italia. En el proyecto participaron 58 compañías de telecomunicaciones de 41 países, entre las que se encuentran Telefonica de España, AT&T, Italcable y Companhia Portuguesa Radio Marconi.

Las ventajas que brindan las transmisiones por cables submarinos han llevado a una intensa competencia entre empresas constructoras y operadoras de los mismos, así como con las de comunicaciones por satélite. La compañía estadounidense *American Telephone and Telegraph* (AT&T), compete con *International Telecommunications Satellite* (INTELSAT) por la preeminencia en las comunicaciones intercontinentales. AT&T ha intensificado la construcción de cables submarinos cinco por todo el mundo. En octubre de 1990 empezó a construir junto con la empresa japonesa *Kokusai Denshin Denwa* un cable transpacífico, con capacidad para proveer hasta 600 mil líneas telefónicas y entrará en operación en 1996. A mediados de 1992 puso en operación su más reciente sistema de comunicación submarina intercontinental denominado TAT-1C, que utiliza cables de fibra óptica, conduce 80 mil conversaciones telefónicas simultáneas y enlaza directamente a los Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos.

De ninguna manera los cables submarinos han sido desplazados por otras tecnologías y por el contrario se han consolidado como una importante opción de comunicación para largas distancias. En la actualidad, la competencia entre diferentes sistemas de comunicación es común y frente a los satélites, por ejemplo, tienen algunas ventajas por los menores riesgos durante la instalación y el mayor tiempo de duración de las redes.

1.1.- DEFINICIÓN DE TORRE.

Se le llama torre a una estructura o edificio que tiene una altura mayor que el ancho de la sección.

Atendiendo a la definición anterior las estructuras utilizadas para la recepción y/o transmisión de señales de telecomunicaciones quedan comprendidas dentro del denominado torre

1.2.- TIPOS DE TORRE.

Debido a las necesidades de recepción de señales, la altura de la torre para este fin es variable, por lo que nos obliga a dividir a estas en tres grupos:

a) Torre arriostrada, la cual se utiliza para alturas que no sobrepasen los 21 metros.

b) Torre Autosoportada la cual se utiliza a partir de los 21 metros y hasta los 36 metros de altura.

c) Monopolo este tipo de torre se utiliza cuando se requieren alturas mayores de los 36 metros

1.2.1.- TORRE ARRIOSTRADA.

Este tipo de torre se utiliza en lugares donde no hay terreno disponible por lo tanto se instala en azoteas de bienes inmuebles como son casa, edificios, etc., lo que nos lleva a realizar una adecuación a estas construcciones.

Para ejecutar este tipo de construcciones se despiantan en la azotea, siendo la base una estructura metálica de sección triangular, sobre esta se colocan en tramos circulares de 6 metros en la parte inferior y superior se colocan unas placas soldadas de sección poligonal a estas se le hacen unos barrenos para poder hacer los ensambles con los siguientes tramos, este se realiza basándose en tornillos.

Cada uno de estos tramos son colocados en los vértices del triángulo, estos a su vez están comunicados por pequeños tramos de sección circular colocados diagonalmente y horizontalmente también llamados contraventeos para hacer rígida la estructura.

Al colocar el siguiente tramo circular de 6 metros disminuye el calibre de la sección, así como el de los contraventeos, así se colocan los tramos hasta llegar a la altura deseada.

A este tipo de estructuras se le colocan riostras en cada uno de los vértices para contrarrestar las fuerzas horizontales

Se le llama riostras a las piezas colocadas oblicuamente a la estructura estas nos ayudan a resistir las fuerzas laterales por lo que se hace rígida la estructura.

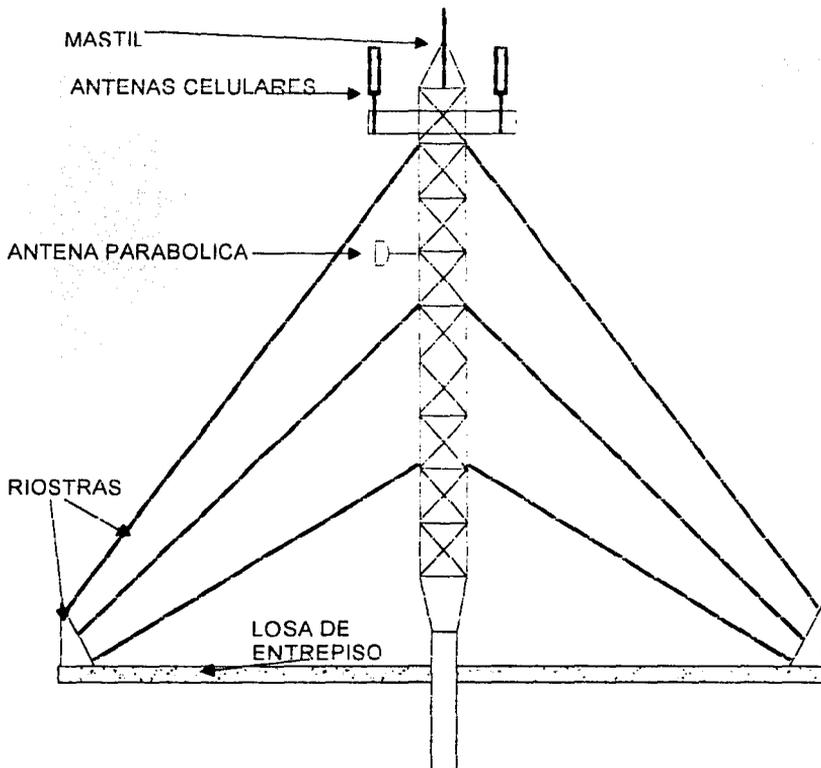


FIGURA: 1.1 TORRE ARRIOSTRADA.

1.2.2.-TORRE AUTOSOPORTADA.

Este tipo de torre se utiliza en lugares donde existen áreas sin construir por lo que es necesario hacerles una cimentación, para contrarrestar el peso propio de la estructura así como las fuerzas horizontales ya que la altura de estas es considerable.

Este tipo de estructuras se desplantan sobre una cimentación, que consta de un cubo de concreto armado previamente diseñada, de ahí se desplantan 3 dados unidos por una trabe de liga formando un triángulo, cada uno de estos dados coincide con un vértice, a estos dados se les empotran unas anclas para poder desplantar de ahí la torre.

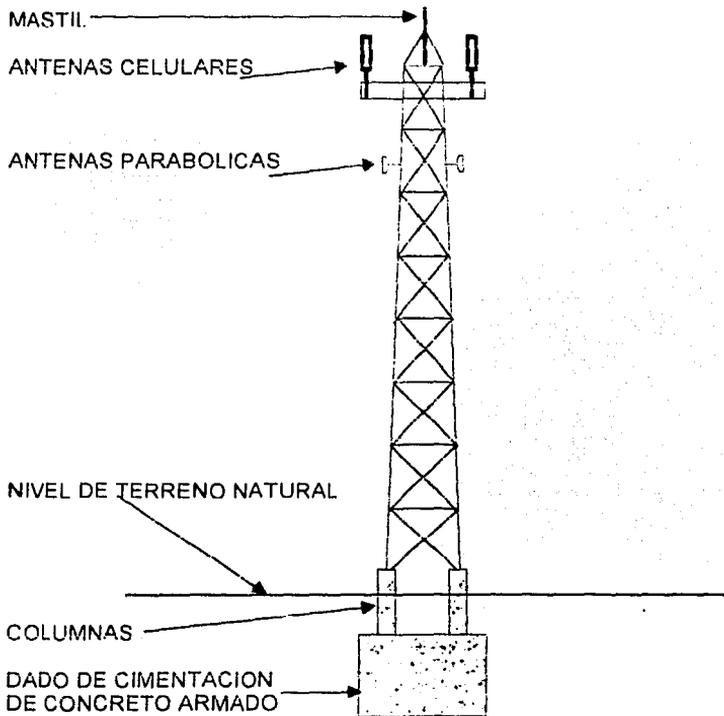


FIGURA: 1.2 TORRE AUTOSOPORTADA

En cada vértice se colocan tramos circulares de 6 metros en la parte inferior y superior se colocan unas placas soldadas de sección poligonal para hacer el ensamble de la cimentación con la torre y a su vez con el tramo siguiente.

Para hacer rigida la estructura se colocan tramos circulares horizontalmente como diagonalmente uniéndose de esta forma los vértices de la torre.

Al colocar el siguiente tramo circular de 6 metros disminuye el calibre de la sección con el fin de disminuir la sección en la parte superior de la torre.

En la parte inferior de la torre se tiene una distancia de 3.4 metros entre apoyos y en la parte superior de la torre se tiene una distancia de 1.2 metros.

1.2.3.- MONOPOLO.

Este tipo se utiliza en lugares donde se requiere una estructura mayor a los 36 metros, por lo que es necesario desplantarla desde el nivel de terreno natural debido a lo anterior es de gran importancia considerar el peso de esta para el diseño de la cimentación, así como el de realizar un análisis de fuerzas.

A diferencia de las torres arriostradas y autosoportadas que son de sección triangular, el Monopolo se construye con tramos tubulares de acero, estos a su vez varían en sus diámetros desde los 0.5 metros de diámetro hasta los 1.20 metros de diámetro.

El Monopolo se ensambla en tramos tubulares de acero cada uno de estos es de 6 metros hasta llegar a la altura deseada, este tipo de tubos de acero son anclados uno con otro por medio de bridas que son colocadas en los extremos de estos.

Al Monopolo se le coloca una escalerilla por la que bajan los cables de las antenas y del pararrayos a la cual se le llama "cama guía", en lado opuesto a la estructura es colocada una escalera de acceso que es complementada con un cable de seguridad.

Generalmente el tipo de cimentación consiste en un dado de concreto armado cuyas dimensiones varían según el estudio realizado.

El objetivo de este dado es el de colocar unas anclas con las que se liga la cimentación con el Monopolo, en total se colocan 32 anclas empotradas en la cimentación, estas son de sección circular.

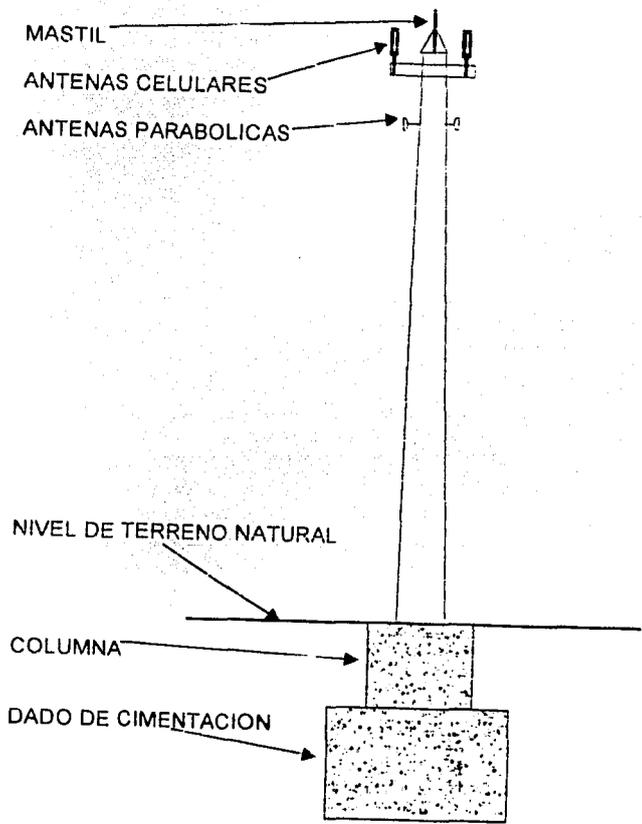


FIGURA 1.3 MONOPOLO.

1.3.- DEFINICIÓN DE SHELTER O CONTENEDOR.

El contenedor o shelter es una caseta prefabricada o elaborada en sitio con dimensiones de acuerdo al uso requerido.

Este tipo de casetas se utiliza para almacenar equipo telefonico, previamente equipado de las instalaciones especiales para su optimo funcionamiento.

1.4.- TIPOS DE SHELTER O CONTENEDOR.

Debido a las características de los lugares previamente establecidos para la ubicación de estos, se pueden colocar al nivel de terreno natural o al nivel de azotea, por lo que las estructuras se dividen en

- a) Shelter Blindado.
- b) Shelter elaborado en sitio
- c) Shelter de concreto o Rhon.

1.4.1.- SHELTER BLINDADO.

Consiste en una caseta prefabricada en una sola pieza y completamente rígida, lo cual nos permite equiparla con el equipo necesario, en el sitio de fabricación y transportarla al lugar donde se instalara.

Este tipo de estructuras por su rigidez nos permite transportarla e izarla a cualquier lugar, ya sea al nivel de terreno natural o al nivel de azotea sin temor a posibles deformaciones, también nos permite ahorrar tiempos ya que se instala en un solo día.

Especificaciones de la estructura:

a) La plataforma de piso esta fabricada con perfiles tubulares de acero tipo PTR de 4"X 3"X 8.39 Kg./m y PTR de 4"X 2"X 7.12 Kg./m, con tapas en sus extremos de lamina cal 10 para proteger su interior de la humedad, todos los perfiles son unidos con soldadura eléctrica E-7018, la capacidad de carga en el piso es de 1000Kg/m2.

b) Los muros, paredes, techos están fabricados con perfiles y lamina de aluminio, estructurados por perfiles de acero tipo Z remachando a ellos el forro exterior (lamina de aluminio).

C) La estructura del techo se encuentra perfectamente sellada al forro exterior con sellador sikaflex 221. El techo esta fabricado a dos aguas en el sentido longitudinal, el ángulo de inclinación es de 4 grados.

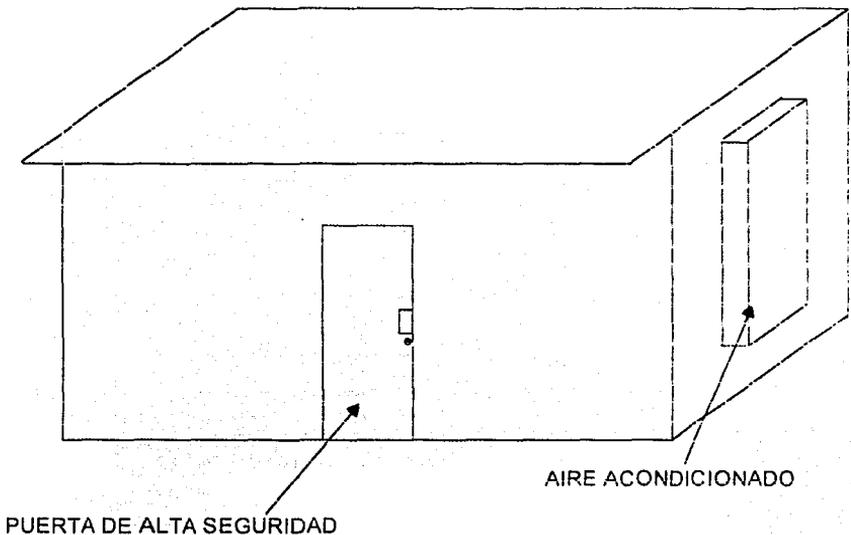


FIGURA:1.4 SHELTER BLINDADO

1.4.2.- SHELTER CONSTRUIDO EN SITIO.

Este tipo de shelter consiste en una caseta fabricada en el lugar debido a las características que presenta el lugar. como puede ser de difícil acceso o que existan construcciones en los alrededores por lo que no es posible realizar el izaje de la caseta prefabricada. otra de las causas es aprovechar las estructuras existentes y adecuar el lugar para la construcción de la caseta.

Este tipo de estructuras por ser construidas en el lugar se requiere de mas tiempo al instalarlo que el de uno prefabricado.

Especificaciones estructurales.

- a) La plataforma del piso esta fabricada por una losa de concreto armada con una capacidad de carga en el piso de $f'c=250$ kg/cm² por lo que nos soporta el peso del equipo que se requiere instalar.
- b) Los muros están formados por block con dimensiones de 8X14x28, con juntas de mortero de 1 centimetro y acabado pulido por el lado inferior y por el lado exterior acabado rústico esto se realiza con el fin de evitar la humedad.
- c) La estructura del techo es fabricada por una losa de concreto armada y posteriormente se coloca un entortado de impermeabilización para evitar que las lluvias perjudiquen el equipo.

LOSA DE CONCRETO ARMADO

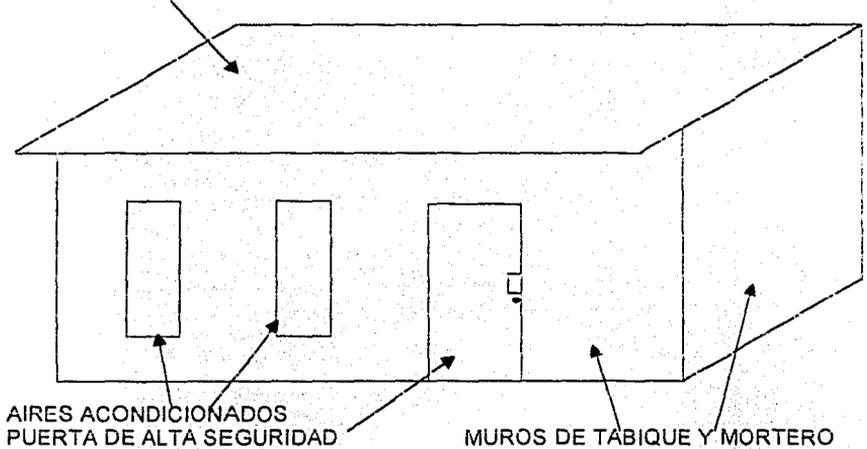


FIGURA: 1.5 SHELTER ELABORADO EN SITIO

1.4.3.- SHELTER DE CONCRETO O RHON.

Este tipo de caseta es de fabricación norteamericana y se realiza en los talleres de la empresa Rhon.

Este tipo de casetas es completamente rígido, lo cual nos permite equiparla con el equipo necesario en los talleres y transportarla al lugar donde se instalara para ahorrar tiempos

Las dimensiones de esta caseta son de 3 metros de ancho, 6 metros de largo y 3 metros de altura, los muros de la caseta, losa y piso son de concreto armado, en la parte exterior de los muros se tiene un acabado rústico de granzón de color terracota.

Por las características mencionadas estas casetas o Shelter tienen un peso mayor al de los blindados, aproximadamente se estima en 1.22 toneladas por metro cuadrado, por lo que en algunos lugares donde se colocara es necesario realizar una cimentación para soportar el peso de esta

Una de sus limitaciones de estos Shelters es que solo se pueden colocar al nivel de piso natural por razones ya explicadas su colocacion se realiza por medio de una grúa, cuya capacidad depende del brazo de palanca que originara la grúa para colocar el Shelter en su base.

Para poder colocar el Shelter este tiene dos anclas en cada extremo de cada muro longitudinal, en la parte inferior de estos.

Especificaciones estructurales.

- a) La plataforma del piso debe fabricarse con una losa de concreto armada con una capacidad de carga $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Los muros están elaborados con concreto armado, en la parte exterior de estos se tiene un acabado rústico a partir de granzón color terracota.
- c) La estructura del techo esta elaborada por concreto armado, en la parte exterior se encuentra una capa de impermeabilización para evitar la humedad.

2.- LOCALIZACION DEL SITIO.

2.1.-Selección del lugar para la construcción del sitio de telecomunicaciones.

Uno de los aspectos más importante para la selección del lugar donde se construirá la torre, es el de conocer los parámetros del correcto funcionamiento de las instalaciones.

Uno de los puntos más importantes a considerar es el de saber en que zona o a que distancia con relación a otra torre se debe hacer la construcción una de la otra, para que la señal que se percibe en esa zona sea intensa y como consecuencia obtener un óptimo funcionamiento de esta.

Una de las características que presenta el lugar y que deben ser analizadas para la construcción de la torre, es la de verificar que no existan interferencias de señales de transmisión, este tipo de interferencias o también llamados ruidos son los edificios, cerros, etc

Por lo que en ciertos casos nos obliga a rodear estos edificios, colocando otra torre en un lugar donde no existan interferencias de señales. un ejemplo de este tipo de torres que son construidas muy cerca una de la otra se da en la ciudad de México, en la que existen varias edificaciones de altura considerable, por lo que se construyen torres del tipo arriestradas debido a que no existen lugares adecuados para la construcción de torres autosoportadas o monopolos como se menciona estas torres son colocadas en las azoteas de las edificaciones, con lo cual ayuda a aumentar la altura de la torre considerandola desde el nivel de terreno natural.

Ahora bien en los alrededores de la ciudad para la construcción de torres se considera la topografía del lugar ya que es difícil que existan edificaciones de altura considerable muy cercanas entre si, por lo que aquí se trata de buscar zonas altas como cerros lo cual nos conduce a instalar torres autosoportadas o bien monopolos.

2.2.- Selección del tipo de torre.

Después de haber encontrado el lugar óptimo para la construcción de la torre, se realiza un estudio para determinar que tipo de torre y altura de la misma. El que consiste en determinar las características del lugar.

- Construcciones existentes en los alrededores del lugar.
- Verificar que exista espacio disponible para maniobrar una grúa.
- Acceso al lugar.
- Alturas determinadas por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

- Revisión estructural del sitio.
- Estudio de geotecnia.
- Nivel socioeconómico de la zona.
- Espacio disponible en el predio.
- Uso del suelo.
- Altitud del sitio en m. s. n. m.
- Líneas de la compañía de luz y fuerza.
- Levantamiento topográfico de predio.
- Lectura de Resistividad del suelo.
- Lectura de recepción de ondas.

Una vez obtenida toda la información anterior, nos sirve para realizar un estudio y determinar el tipo de torre, en nuestro caso se obtuvieron las siguientes características:

- Construcciones no muy altas.
- Calles muy angostas.
- Fácil acceso al lugar.
- Sin problemas de altura con la D.G.A.C.
- Construcción apta para montar un shelter
- Zona lomerío.
- Nivel socioeconómico medio.
- Espacio de terreno pero no muy extenso.
- Uso de suelo habitacional.
- Altitud
- Existencia de transformadores.
- Resistividad de 3 ohm.

Con esta información se selecciona el tipo de torre. Que al no tener construcciones altas se descarta la posibilidad de una torre arriostrada, por lo cual queda la posibilidad de una torre autosoportada o monopolo.

Ahora bien al tener calles angostas, no se puede maniobrar una grúa, con lo cual se descarta la posibilidad del monopolo, quedando como opción una torre autosoportada y como no se restringe la altura por la D.G.A.C. y se tiene una buena altitud con respecto al mar en el sitio y teniendo una torre Autosoportada la cual no sobrepasa alturas mayores de 36 metros; por consiguiente este tipo de torre es el elegido para construirse.

2.3.- Selección del tipo de shelter.

Para hacer la selección del tipo de shelter que se requiere para el óptimo funcionamiento de la torre de telecomunicaciones, es necesario analizar las características del sitio donde se desea colocar el shelter o contenedor y tener en cuenta las siguientes consideraciones:

D.G.A.C= Dirección General de Aeronáutica Civil.

Un shelter del tipo prefabricado de tipo blindado se coloca con la ayuda de una grúa, generalmente en las losas de las casas.

Para poder instalar el shelter del tipo Rhon se requiere de espacio para poder colocar una grúa y hacer el montaje de este. una gran desventaja es que este tipo de shelter solo puede ser colocado al nivel de terreno natural por tener un peso considerable. lo cual nos hace tener una mayor área en terreno natural.

Ahora bien se tiene la opción del shelter construido en sitio que por lo general este tipo de instalaciones se utiliza cuando no se puede hacer el montaje de los otros tipos de shelter o que se pretenden aprovechar las construcciones existentes.

En lo que a nuestro caso se refiere se tienen las siguientes condiciones

- Calles angostas.
- Construcción óptima para la instalación de un shelter.
- Espacio de terreno disponible pero no muy extenso.

Con las condiciones anteriores se tiene que:

Al tener calles angostas no se puede maniobrar una grúa, se descarta la posibilidad de utilizar los shelter blindados y Rhon, quedando la opción del fabricado en sitio y como no se tiene espacio suficiente sobre la superficie para construirlo y se tiene una construcción en buen estado se opta por la adecuación del shelter, es decir que se realizó una remodelación para la construcción del mismo.

3.- DISEÑO DE CIMENTACION.

3.1.- CIMENTACION DE TORRE AUTOSOPORTADA.

Para realizar la construcción de una edificación en cualquier lugar esta debe ser soportada por medio de una cimentación apropiada, ya que ninguna edificación podrá ser desplantada sobre suelos o rellenos sueltos, tierra vegetal, o desechos.

Solo es aceptable cimentar sobre terreno natural competente o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradantes y hayan sido adecuadamente compactados.

Una de las características para que una cimentación tenga una vida útil aceptable es la de proteger a esta contra el deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas.

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo. Las zapatas que soportan una sola columna se les llaman individuales o zapatas aisladas.

Para del diseño de las cimentaciones se deben considerar aspectos generales, como puede ser que en los climas calientes y especialmente en las regiones semiáridas, la profundidad mínima de estas puede depender de la mayor profundidad a que los cambios estacionales de humedad produzcan una contracción y expansión apreciable del suelo.

La elevación a la que se desplanta una cimentación, depende de las características del subsuelo y de la carga que debe soportar. Siempre la cimentación se desplanta a una profundidad máxima en la que se encuentre material que tenga la capacidad de carga adecuada.

La excavación para una cimentación de concreto reforzada debe mantenerse seca, para poder colocar el refuerzo y sostenerla en su posición correcta mientras se cura.

Como el subsuelo de la ciudad de México presenta características muy desfavorables para la construcción de edificaciones, a este se le realizaron una serie de estudios los cuales nos sirven como base para llevar a cabo cualquier la construcción de torre.

Por lo que respecta al Distrito Federal dichos estudios lo dividieron en 3 zonas con características diferentes, las que a continuación se describen.

Zona I Lomas formadas por rocas o suelos generalmente firmes que

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fueron depositados fuera del ambiente lacustre. En estas zonas es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles Excavados en suelos para explotar minas de arena

Zona II Transición, en esta zona los depósitos profundos se encuentra a 20 metros de profundidad o menos y que esta constituida predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados Con capas de arcilla lacustre.

Zona III Lacustre, integrado por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo O arcilla. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente Por suelos aluviales y rellenos artificiales.

En el diseño de toda cimentación se consideran los siguientes estados de limite.

1) De falla, los cuales pueden ser:

- a) Flotación.
- b) Desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación.
- c) Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

2) De servicio que son:

- a) Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión con respecto al nivel del terreno circundante.
- b) Inclinación media.
- c) Deformación diferencial.

En el diseño de la cimentación se considera, el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, las descargas por excavación, los efectos del hundimiento regional sobre la cimentación

En el diseño de las excavaciones se consideran los siguientes limites:

1) De falla

- a) Colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de soporte de los mismos.
- b) Falla de los cimientos de las edificaciones adyacentes
- c) Falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes.

2) De servicio

- a) movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores.

El tipo de cimentación mas adecuado para una estructura dada, depende de varios factores, como su función, las cargas que debe soportar, las condiciones del subsuelo y el costo de la cimentación comparado con el costo de la superestructura.

Para la construcción y/o ejecución de la cimentación se deberán considerar los siguientes puntos:

1) Obtener información aproximada con respecto a la naturaleza de la superestructura y de las cargas que se van a transmitir a la cimentación.

2) Determinar las condiciones del subsuelo en forma general.

3) Considerar brevemente cada uno de los tipos acostumbrados de cimentación, para juzgar si pueden construirse en las condiciones prevalecientes, si serian

capaces de soportar las cargas necesarias y si pudieran experimentar asentamientos perjudiciales.

4) Realizar estudios más detallados y aun anteproyectos de las alternativas más prometedoras. Para hacer estos estudios puede ser necesario tener información adicional con respecto a las cargas y condiciones del subsuelo, que deberán extenderse lo suficiente para determinar el tamaño aproximado de las zapatas o pilas a la longitud aproximada.

En lo que a nuestro caso se refiere es el diseño de una cimentación para una estructura con un peso aproximadamente de 17 toneladas y 36 metros de altura esta se realizara en la zona I de lomas.

3.1.1.- ESTUDIOS DEL SUBSUELO.

Existen diferentes métodos para extraer muestras del suelo para realizar pruebas de laboratorio este se realiza mediante una exploración de campo y se define el tipo de muestreo que se realizara, estas deberán ser suficientes para definir de manera confiable los parámetros del diseño de la cimentación.

El tipo de sondeo más común que se usa en Mecánica de Suelos para fines de muestreo y conocimiento del subsuelo, es el de realizar pruebas a cielo abierto.

Cuando este método es practicado se debe considerar como el más satisfactorio para conocer las condiciones del subsuelo, ya que este metodo consiste en excavar un pozo con dimensiones suficientes para que un tecnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos del subsuelo en su estado natural, así como darse cuenta de las condiciones precisas referentes al contenido de agua en el suelo.

Una gran desventaja de este método es que no se pueden hacer excavaciones a gran profundidad a causa, sobre todo, de la dificultad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático, naturalmente que el tipo de suelo de los diferentes estratos atravesados también influye grandemente en los alcances del método.

Se debe tener un cuidado especial en los criterios para distinguir la naturaleza del suelo y la misma, modificada por la excavación realizada.

Es necesario que durante la excavación del pozo a cielo abierto se lleve un registro completo de las condiciones del subsuelo, ya que pueden sufrir cambios por la pérdida de agua o que reaccionen con esta.

En estos pozos se pueden extraer muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado. Las muestras inalteradas son simplemente porciones de suelo que se protegerán contra pérdidas de humedad introduciéndolas en frascos o bolsas emparafinadas.

Las muestras inalteradas deberán tomarse con precauciones generalmente labrando la muestra en una oquedad que se practique al efecto en la pared del pozo. La muestra debe protegerse contra pérdidas de humedad envolviéndola en una o más capas de manta debidamente impermeabilizada con brea y parafina.

El tipo de muestreo que se utilizó para realizar las pruebas de laboratorio y como consecuencia determinar las propiedades mecánicas del subsuelo es realizando pruebas a cielo abierto.

Estas zonas se caracterizan por estar constituidas de suelos naturales de muy baja compresibilidad y alta resistencia al esfuerzo cortante. Sin embargo como ya se mencionó, por la presencia de rellenos o de minas, se han presentado problemas de asentamientos y de capacidad de carga por lo que se deberá de asegurar que no exista este tipo de problemas.

Las pruebas de laboratorio que se realizan al suelo se dividen en propiedades índice o físicas y propiedades mecánicas, estas se determinaron a través del método de muestreo a cielo abierto.

Las propiedades índice o físicas se determinan a partir de las siguientes pruebas:

- Clasificación visual y al tacto.
- Contenido natural de agua.
- Peso específico natural.
- Límites de consistencia.

CLASIFICACIÓN VISUAL Y AL TACTO

Clasificación visual y al tacto, las principales bases de criterio para identificar suelos finos en el campo son la investigación de las características de dilatación, tenacidad y resistencia en estado seco. El color y el olor del suelo pueden ayudar, especialmente en suelos orgánicos.

Dilatación. Una pastilla con el contenido de agua necesario para que el suelo adquiera una consistencia suave, se agita alternativamente en la palma de la mano, golpeándola secamente contra la otra mano, manteniéndola apretada entre los dedos. Un suelo fino, no plástico, adquiere una apariencia de hígado mostrando agua libre en su superficie mientras se le agita, en tanto que al ser apretado entre los dedos, el agua superficial desaparece y la muestra se

endurece, finalmente empieza a desmoronarse como un material frágil, al aumentar la presión. La velocidad con que la pastilla cambia de consistencia y con la que el agua aparece y desaparece define la intensidad de la relación e indica el carácter de los finos del suelo.

El fenómeno de aparición de agua en la superficie de la muestra es debido a la compactación de los suelos limosos.

Tenacidad La prueba se realiza sobre un espécimen de consistencia suave, similar a la masilla. Este espécimen se le da forma cilindro de unos 3 mm de diámetro aproximado, que se amasa y vuelve a dar forma esto se hace varias veces, se observa como aumenta la rigidez del rollito a medida que el suelo se acerca al límite plástico.

Resistencia al estado seco La resistencia de una muestra de suelo previamente secado, al romperse bajo presiones ejercidas por los dedos. Los limos no presentan prácticamente ninguna resistencia en estado seco y sus muestras se desmoronan con muy poca presión digital. La resistencia que oponen las arcillas inorgánicas son muy alta.

Color, nos indica si existen materiales orgánicos por medio de tonos oscuros. Los colores claros y brillantes son propios de suelos inorgánicos.

Olor, los suelos orgánicos tienen por lo general un olor muy intenso si el suelo está húmedo y disminuye con la exposición al aire.

Considerando las características de los suelos encontrados en el sitio se tiene una arena limosa con gravas compacta y cementada de color café claro de compacidad relativa alta a muy alta.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El suelo está constituido de muchos ingredientes diferentes que pueden encontrarse en los tres estados o fase de la materia que son sólido, líquido y gaseoso.

La relación entre los pesos y volúmenes de las diferentes fases es importante, por que nos ayuda a definir las condiciones del suelo o su comportamiento físico.

Los volúmenes y pesos de las diferentes fase de la materia en un suelo se pueden representar por un esquema o diagrama en bloque. El volumen total y el peso están representados por la totalidad del bloque; los sólidos por la sección inferior, los líquidos por la sección intermedia y los gases por la sección superior.

Los resultados del muestreo realizado al lugar donde se instalara la torre, arrojaron un contenido de humedad del 13%.

LIMITES DE CONSISTENCIA

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto limite sin romperse. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los limites de Atterberg. Los tipos de limites son: limite liquido y limite plástico, mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio. Todos los limites de consistencia se determinan empleando suelo que pasa por la malla numero 40.

El índice de plasticidad indica el rango de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico.

Limite liquido se define como el contenido de humedad expresado en porciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado liquido al plástico. Los suelos plásticos tienen una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte.

Limite plástico se define como el contenido de humedad expresado en porciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno. Para determinar el limite plástico se le debe evaporar la humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable.

Para nuestro caso los resultados de las pruebas de laboratorio nos indican que los limites líquidos y plásticos son variables de 45 a 32% y de 38 a 18% respectivamente.

PESO ESPECIFICO NATURAL

El peso especifico es el peso unitario de una masa de suelo es la razón del peso de la masa del mismo al volumen de la masa de este.

El peso especifico relativo de una substancia es la razón de su peso al peso de igual volumen de agua.

Los resultados que se obtuvieron basándose en las pruebas de laboratorio que se realizaron y nos indican un peso especifico de 2.12 t/m³.

Las propiedades mecánicas se obtiene a través de las pruebas de compresión triaxial.

TIPO DE PRUEBA

CONTENIDO DE HUMEDAD
LIMITES DE CONSISTENCIA
PESO ESPECIFICO NATURAL

RESULTADO

13 %
32 A 45% Y 18 A 38%
2.12 T/M3

PRUEBAS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Se emplean para determinar en el laboratorio las características de esfuerzo, deformación y de resistencia de los suelos

En teoría en estas pruebas podría variarse a voluntad las presiones actuantes en 3 direcciones ortogonales sobre un espécimen de suelo y midiendo sus características mecánicas en forma completa. En la práctica para facilitar su ejecución los esfuerzos en dos direcciones son iguales

En una prueba triaxial el espécimen se somete a presión lateral con un líquido generalmente agua dentro de una cámara protegidos por una membrana impermeable. En la base del espécimen se colocan piedras porosas comunicados con una aleta en el exterior por medio de un tubo de plástico la presión en la cámara se puede modificar a voluntad, controlada por medio de una válvula y un manómetro que regule el paso del agua a presión

La carga axial se transmite al espécimen por medio de un vástago que atraviesa la tapa superior de la cámara

En la prueba de compresión triaxial no se permite en ninguna etapa consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanecerá siempre cerrada impidiendo el drenaje. En primer lugar se aplica al espécimen una presión hidrostática y, de inmediato se hace fallar al suelo con la aplicación rápida de la carga axial.

Los esfuerzos efectivos en esta prueba no se conocen bien, ni tampoco su distribución, en ningún momento, sea anterior o durante la aplicación de la carga axial.

Los resultados que se obtuvieron por medio de la prueba de compresión triaxial rápida no consolidada son los siguientes:

Cohesion = 7 t/m³

$\phi = 37^\circ$

Modulo de elasticidad = 724 kg/cm²

Poisson = 0.25

CAPACIDAD DE CARGA

Utilizando los resultados de las pruebas de laboratorio se realizaron los estudios de la cimentación. en este se analizaron la capacidad de carga del suelo. así como el cálculo de los asentamientos y la estabilidad de taludes

La teoría de la elasticidad permite establecer la solución para el estado de esfuerzos en un medio semi-infinito, homogéneo isotropo y linealmente elástico. cuando sobre él actúa una carga uniformemente distribuida. sobre una banda de ancho $2b$ y de longitud infinita

La teoría de Terzaghi cubre el caso mas general de suelos con "cohesion y fricción" y su impacto en la mecánica de suelos ha sido de tal trascendencia que aun hoy, es posiblemente la teoria mas usada para el cálculo de capacidad de carga en los proyectos prácticos. especialmente en el caso de cimientos poco profundos.

La expresión cimiento poco profundo se aplica a aquel en el que el ancho B es igual o mayor que la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento (profundidad de desplante = DF). En estas condiciones Terzaghi, desprecia la resistencia al esfuerzo cortante arriba del nivel de desplante del cimiento, considerándola solo de dicho nivel hacia abajo. El terreno sobre la base del cimiento se supone que solo produce un efecto que pueda representarse por una sobrecarga $q = \gamma DF$. actuante precisamente en el plano horizontal que pase por la base del cimiento. en donde γ es el peso específico del suelo

La expresión dada por Terzaghi se redujo para tomar en cuenta la existencia del talud. por lo que nos queda como se presenta a continuación.

$$q_u = 0.4 B N$$

Donde:

q_u = capacidad de carga ultima.

γ = peso volumétrico del suelo = 2.12 t/m^3

B = ancho de la cimentación. = 4.5 m .

N = factor de capacidad de carga (valor que se obtiene de gráficas) = 11.8

$$q_u = 0.4 (2.12 \text{ t/m}^3) (4.5 \text{ m}) (11.8) = 45 \text{ t/m}^2$$

La capacidad de carga admisible resulta ser de 45 t/m^2 .

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

La teoría de la elasticidad permite resolver muchos problemas de deformación bajo muy diversas condiciones del medio elástico. siempre y cuando se hagan respecto a ese medio hipótesis de comportamiento, de tipo simplificado.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La naturaleza de tales hipótesis es tal que, salvo que muy contados casos las soluciones obtenidas para las diferentes condiciones bajo estudio tienen un valor muy discutible en su aplicación a los suelos. La presentación de algunas soluciones específicas es útil, pues permiten, por lo menos, la valuación del orden de magnitud de los desplazamientos en algunos casos de interés que carecen de soluciones más apropiadas.

Lo que en los suelos pudiera considerarse módulo de elasticidad aumenta con la profundidad, al aumentar la sobrecarga impuesta, esto es particularmente importante en los suelos granulares. Por otra parte, la relación de Poisson es muy difícil de medir, aparte de que varía con gran cantidad de factores y todo tiende a indicar que, en suelos dicha relación no tiene el sentido específico que se le atribuye en otros campos de la ingeniería y que los conceptos E y μ se sustituirán por parámetros más representativos del comportamiento mecánico de los suelos.

Con relación a las citadas constantes elásticas pudiera decirse que aun y cuando se aplique a los suelos el criterio, hoy tan extendido, de los esfuerzos efectivos, salvo en muy contadas excepciones los valores de E y μ cambiarían constantemente, tanto con el nivel de esfuerzos aplicados al suelo, como con la velocidad de aplicación de dichos esfuerzos.

En muchos casos prácticos las distribuciones de esfuerzos que se obtienen mediante la aplicación de la teoría de la elasticidad han resultado satisfactorios en sus confrontaciones con el experimento. Los desplazamientos, empero, no resultan tan satisfactorios y, a menudo, se desvían definitivamente de los observados por lo que en mecánica de suelos, a partir de distribuciones elásticas de esfuerzos, usados frecuentemente, se prefiere desarrollar métodos propios para el cálculo de deformaciones.

Una de sus aplicaciones podría ser el cálculo de los asentamientos instantáneos que ocurren al actuar una carga en un suelo que pudiera considerarse homogéneo, elástico e isotrópico. Entre estos suelos se cuentan algunas arcillas preconsolidadas o normalmente consolidadas cuando el espesor del estrato no es muy grande y también aquellos materiales arcillosos cementados que prácticamente no se consolidan debido a la acción del cementante.

De esta manera para evaluar la magnitud de los asentamientos inmediatos se aplica la teoría de la elasticidad que es la siguiente expresión:

$$A_{he} = C_d q B ((1-\mu^2) / E_s)$$

Donde:

A_{he} = asentamiento elástico.

C_d = Coeficiente que depende de la geometría del área cargada. 1.12

q = Presión de contacto. 3.67 t/m²

B = Ancho del cimiento. 4.5 m

μ = Relación de Poisson. 0.25

Es = Modulo de elasticidad. 7240 t/m²

$$Ahe = (1.12) (3.67 \text{ t/m}^2) (4.5 \text{ m}) [(1 - 0.25)^2 / 7240 \text{ t/m}^2] = 0.0023 \text{ m}$$

Se estiman deformaciones elásticas del orden de los 2 milímetros.

ESTABILIDAD DE TALUDES

Se le llama talud a cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente la estructura de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería. Los taludes se dividen en naturales y artificiales.

En taludes siempre se ha imaginado que la falla ocurre como un deslizamiento de la masa de suelo, actuando como un cuerpo rígido, a lo largo de una superficie de falla supuesta.

Los tipos de falla más frecuentes en taludes son los que se mencionan:

- Falla por deslizamiento superficial

Cualquier talud esta sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo: el fenómeno es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud a causa de la falla de presión normal confinante que allí existe.

- Falla por movimiento del cuerpo del talud.

Pueden ocurrir en los taludes con movimientos bruscos que afectan a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo.

Estos fenómenos reciben el nombre de deslizamiento de tierras.

- Flujos.

Este tipo de falla consiste en movimientos mas o menos rápidos de zonas localizadas de una ladera natural, de manera que el movimiento en si y las distribución aparente de las velocidades y los desplazamientos asemejan el fluir de un liquido viscoso.

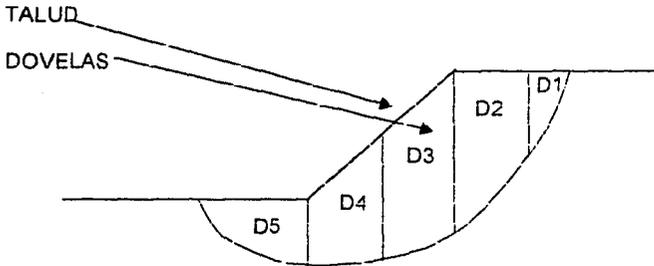
- Fallas por erosión.

Estas fallas son de tipo superficial provocadas por arrastres de viento, agua, etc. en los taludes.

El método de las dovelas es el que nos interesa. por lo que a continuación se describe:

En primer lugar. se propone un círculo de falla a elección y la masa de tierra deslizante se divide en dovelas.

El número de dovelas es. hasta cierto punto. cuestión de elección. si bien, a mayor número, los resultados del análisis se hacen más confiables.



Las fuerzas N_i , T_i son las reacciones normal y tangencial del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento. Las dovelas adyacentes a la i -ésima. bajo en estudio. ejercen ciertas acciones sobre esta, que pueden representarse por las fuerzas normales P_1 y P_2 y por las tangenciales T_1 y T_2 .

Las fuerzas P_1 y P_2 se contrarrestan. es decir. se considera que esas dos fuerzas son iguales, colineales y contrarias. También se acepta que el momento producido por las fuerzas T_1 y T_2 que se consideran de igual magnitud. es despreciable. Estas hipótesis equivalen a considerar que cada dovela actúa en forma independiente de las otras y que N_i y T_i equilibran a W_i .

El cociente N_i/A_i se considera una buena aproximación al valor T_i , presión normal actuante en el área A_i , que se considera constante en esa longitud. Con este valor de A_i puede entrarse a la ley de resistencia al esfuerzo cortante que se haya obtenido y determinar ahí el valor de s_i . resistencia al esfuerzo cortante que se supone constante en todo el arco AL_i .

Puede calcularse el momento motor debido al peso de las dovelas como:

$$M_m = R \sum |T_i|$$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Si la componente normal del peso de la dovela, N_i pasa por O , por ser la superficie de falla un arco de circunferencia, y por lo tanto no da momento respecto a aquel punto. Si en la corona del talud existiesen sobrecargas su momento deberá calcularse en la forma usual y añadirse al dado.

El momento resistente es debido a la resistencia al esfuerzo cortante, que se desarrolla en la superficie de deslizamiento de cada dovela y vale:

$$MR = R \sum S_i AL_i$$

La resistencia máxima al esfuerzo cortante se desarrolla al unisono en todo punto de la superficie de falla hipotética no sucede realmente debido a las concentraciones de esfuerzos que se producen en ciertas zonas las que tienden a generar mas bien fallas progresivas.

Calculados el momento resistente y el motor puede definirse un factor de seguridad.

$$F_s = MR / M_m$$

La experiencia ha demostrado que una superficie de falla en que resulte $F_s > 1.5$ es prácticamente estable.

La revisión de la estabilidad consistia en comparar las fuerzas resistentes contra las fuerzas deslizantes aplicando el método antes mencionado según la ecuación descrita a continuación.

$$F_s = (CL + N \tan \phi) / T.$$

Donde:

F_s = Factor de seguridad.

C = Cohesión.

L = longitud de la superficie de falla.

N = Suma de las fuerzas normales a la superficie de falla.

T = Suma de las fuerzas tangenciales a la superficie de falla.

ϕ = Angulo de fricción interna del suelo.

De este análisis se obtiene de las pruebas de laboratorio se tiene que el talud presenta los siguientes factores de seguridad:

Condición	F_s
Estática	1.7
Sísmica	1.5

Por lo que el talud que estamos analizando es estable.

3.2.- DISEÑO DE LA CIMENTACION.

La función de una zapata de cimentación es distribuir la carga total que transmite una columna, incluyendo su propio peso, sobre suficiente área de terreno, considerando que las presiones que transmita se mantengan dentro de los límites permitidos para el suelo que soporta.

Las zapatas, representa voladizos que sobresalen de la columna en ambas direcciones reciben presiones del terreno hacia arriba que provocan esfuerzos de tensión en el fondo de la zapata. Las zapatas son por lo tanto reforzadas mediante dos parrillas de acero perpendiculares entre sí y paralelas a los bordes. Puestos que estos voladizos son frecuentemente de poca luz, el esfuerzo de corte y a la adherencia son normalmente más críticos que la flexión.

Basándose en experimentos realizados con zapatas cuadradas que al proyectarlas y cargarlas hasta fallar debido a esfuerzo cortante tal falla no tiene lugar por esfuerzo cortante a lo largo de los planos que representan la prolongación de las caras de las columnas, sino más bien por tensión diagonal en las caras de una pirámide truncada con pendiente aproximada de 45° con todas sus caras. La sección crítica debido al esfuerzo cortante no es considerado en la cara de la columna.

Los esfuerzos críticos que tienen lugar en las zapatas son, por lo tanto la compresión de la columna sobre la zapata, la presión de la zapata contra el suelo que la sostiene, esfuerzos diagonales de tensión, esfuerzos tensores en el acero, esfuerzo a compresión del concreto por flexión y esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero.

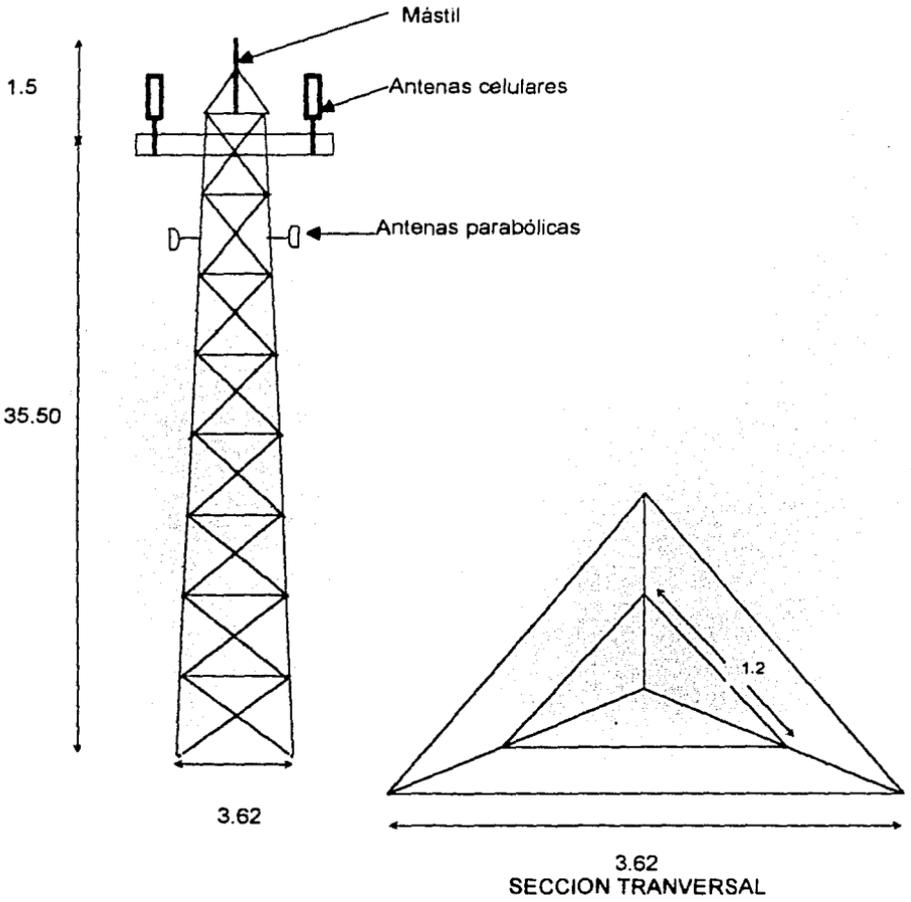
Para realizar el diseño óptimo de la cimentación, se determinan las características que presenta el subsuelo, basándose en esto sabremos que en el lugar se tiene una arena limosa con gravas, compacta y cementada, de color café claro de compacidad relativa alta a muy alta, así como un contenido de humedad del 13%.

El lugar en donde se realiza la construcción presenta las siguientes propiedades mecánicas:

- Capacidad de carga en el suelo de 45 T/M².
- Los asentamientos son nulos, estos son del orden de los 2 mm, en este tipo de suelos los asentamientos son instantáneos.
- Al realizarse la excavación se tiene que los taludes son verticales y por el tipo de suelo (arena limosa), estos son estables por lo que no existen deslaves de materiales.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La empresa que fabrica la torre es SISTEMEX (sistemas de telefonía y transmisión de México S.A de C.V) que esta a su vez nos proporciona los siguientes datos para poder realizar el diseño de su cimentación:



Haciendo un análisis de cada uno de los componentes de la torre, que a su vez se considera el peso del elemento, también el peso del equipo que es

instalado en la torre, así como el peso de los accesorios que necesita esta para su correcto funcionamiento y se considera una carga muerta de 300 kg. Que representa a 3 personas en la torre.

Al hacer el análisis de cargas verticales se tiene un total de cargas muertas + cargas vivas + cargas accidentales, que estas nos dan un total de 8.99 toneladas.

REVISIÓN POR VIENTO DE LA TORRE DE TELEFONÍA CELULAR DEL SITIO DENOMINADO INTERLOMAS.

La estructura que analizaremos es del tipo II.

Comprende las estructuras cuya esbeltez o dimensiones reducidas de su sección transversal las hace especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración, cuyos periodos naturales largos favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes. Se cuentan en este tipo los edificios con esbeltez, definida como la relación entre la altura y la mínima dimensión en planta mayor de 5 o con periodo fundamental mayor de 2 segundos.

Se incluyen también las torres atirantadas o en voladizo para líneas de transmisión, antenas, tanques elevados, parapetos, anuncios y en general las estructuras que presentan las dimensiones muy corta paralela a la dirección del viento.

PRESION DE DISEÑO.

El efecto del viento se considera equivalente a una presión (empuje o succión) que actúa en forma estática en dirección perpendicular a la superficie expuesta. Su intensidad se determina con la expresión:

$$p = C_p C_z K_p o$$

p_o = es la presión básica de diseño; Se tomara igual a 30 kg/cm² para las estructuras comunes y a 35 kg/cm² para aquellas clasificadas como del grupo A en el artículo 174 del título sexto del reglamento de construcción.

K_p = es un factor correctivo por condiciones de exposición del predio en que se ubica la construcción.

C_z = es un factor correctivo por la altura, sobre la superficie del terreno de la zona expuesta.

C_p = es un factor de presión, depende de la forma de la construcción y de la posición de la superficie expuesta.

Para obtener el valor de C_z es a través de la identificación del tipo de zona que puede variar de acuerdo a los tres tipos de zonas en nuestro caso particular se tiene una zona tipo C es de terreno abierto. Pocas o nulas obstrucciones al flujo del viento, como en campo abierto.

$$C_z = (z/10)(2/a)$$

z= es la altura del área expuesta sobre el nivel del terreno y el coeficiente a se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla
Factores de corrección de la presión de
Viento por condiciones de exposición.

	Zona		
	A	B	C
K	0.65	1	1.6
A	3.6	4.5	7.0

$$C_z = (36/10)(2/7) = 1.03$$

Presiones interiores, cuando las paredes de una construcción pueden tener aberturas que abarquen mas de 30% de su superficie, deberá considerarse en el diseño de los elementos estructurales el efecto de las presiones que se generan por la penetración del viento en el interior de la construcción

Aberturas principales en la cara de barlovento	0.75
Aberturas principales en la cara de sotavento	-0.6
Aberturas principales en las caras paralelas a la dirección del viento	-0.5
Aberturas uniformes distribuidas en las cuatro caras	-0.3

El valor negativo nos indica que existe una succión.

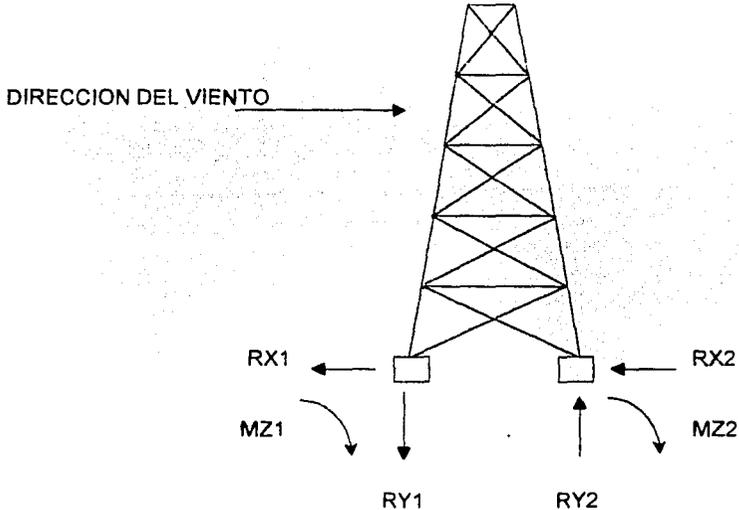
$$P = (0.3)(1.03)(1.6)(35 \text{ kg/cm}^2) = 17.3 \text{ kg/cm}^2$$

Con este resultado se obtienen el análisis para realizar el diseño por viento

SISTTEMEX nos proporciona los siguientes resultados obtenidos del análisis estructural de la torre considerando al viento como una fuerza.

Reacciones por cara de la torre en el desplante de cada pieza

Apoyo	Rx (ton)	Ry (ton)	Mz (ton-m)
1	2 516	32 294	0 041
2	3.413	39.908	0.049



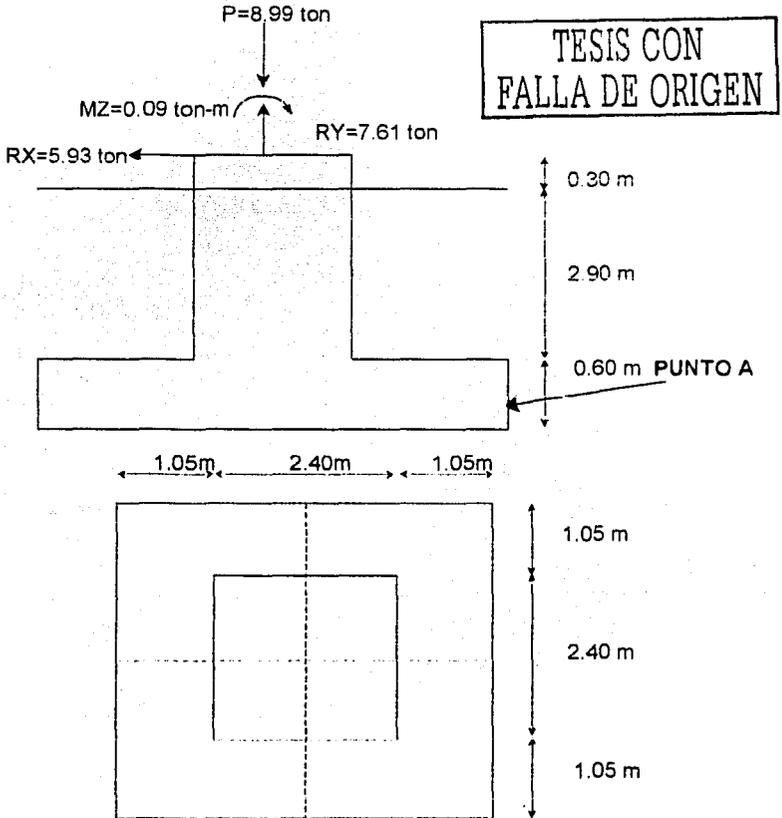
Considerando la dirección de las reacciones en la parte inferior de la torre se tiene los siguientes resultados.

$$\Sigma R_x = 5.93 \text{ ton}$$

$$\Sigma R_y = 0.761 \text{ ton}$$

$$\Sigma M = 0.09 \text{ ton-m}$$

Para dicha torre se propone una cimentación con las siguientes dimensiones:



Se obtiene el peso de la estructura:

$$\begin{aligned}
 \text{Zapata} &= 4.5 * 4.5 * 0.6 * 2.4 = & 29.16 \text{ ton} \\
 \text{Dado} &= 2.4 * 2.4 * 3.2 * 2.4 = & 44.24 \text{ ton} \\
 \text{Relleno} &= ((4.5 * 4.5) - (2.4 * 2.4)) * 2.9 * 1.8 = & 75.64 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\text{Peso de la cimentación} = 149.04 \text{ ton}$$

Momentos actuantes respecto al punto A, el momento se obtiene de una fuerza por un brazo de palanca.

$$\begin{aligned}
 M &= 5.93 * 3.8 &= & 22.534 \text{ ton-m.} \\
 M &= 8.99 * 2.25 &= & 20.227 \text{ ton-m} \\
 M &= 74.52 * 2.25 &= & 167.67 \text{ ton-m} \\
 M &= -7.61 * 2.25 &= & -17.122 \text{ ton-m} \\
 M &= &= & -0.09 \text{ ton-m}
 \end{aligned}$$

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

$$MT = \quad = \quad 193.22 \text{ ton-m}$$

Propiedades de la zapata:

$$\begin{aligned}
 AR &= 4.5 * 4.5 &= & 20.25 \text{ m}^2 \\
 I_x &= (4.5 * 4.5^3)/12 &= & 34.172 \text{ m}^4 \\
 S &= 34.172/(4.5/2) &= & 15.19
 \end{aligned}$$

Esfuerzos transmitidos al terreno:

$$\begin{aligned}
 q &= P/A \pm M/S \\
 q_1 &= (149.04/20.25) - (193.22/ 15.19) = -5.36 \\
 q_2 &= (149.04/20.25) + (193.22/ 15.19) = 20.08 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

La carga que transmite la estructura al subsuelo es menor que la resistencia que se obtiene del subsuelo, por lo tanto no se hacen modificaciones a las dimensiones con las que se está realizando el diseño

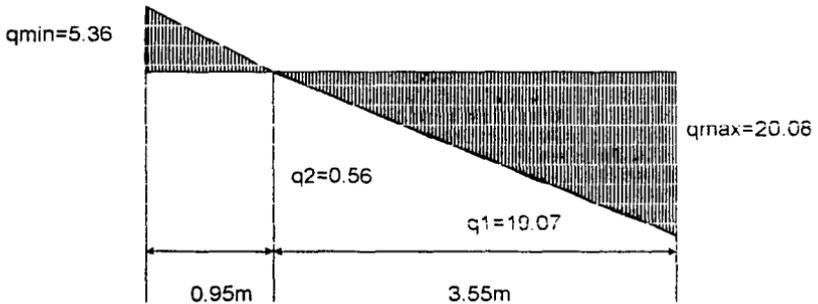
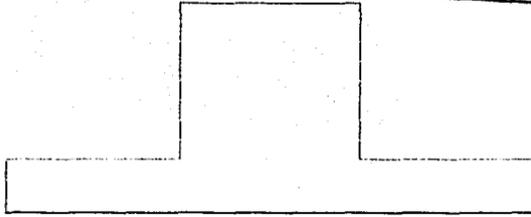
Diseño de zapata con tensiones.

Se propone una longitud de 1.05 m

$$\begin{aligned}
 q &= -5.36 + (4.5-1.05)*((20.08-(-5.36))/4.5) = 14.144 \\
 M &= ((14.144*1.05(2)/2)+((20.08-14.144)*1.05(2)/3) = 9.978 \text{ ton-m} \\
 V_p &= (20.08+14.144)/2 * 1.05 = 17.967 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Se propuso un peralte de diseño de 1.05m, pero ahora se trabaja con un peralte real de 0.5m.

$$V_p = (20.08+14.144)/2 * 0.5 = 8.556 \text{ ton}$$



Flexión

$b=100$ cm

$d=55$ cm

$f_c = 250$ kg/cm²

$f_y = 4200$ kg/cm²

Constantes:

$f^*c = 0.8 * 250 = 200$ kg/cm²

$f^*c = 0.85 * 200 = 170$ kg/cm²

$(min = (0.7 (250)(1/2) / 4200 = 0.00264$

$(= 170 / 4200 (1 - ((1 - (2 * 997800 * 1.1) / (0.9 * 100 * 55(2 * 170)) (1/2) = 0.0009 ((min$

$As = 0.00264 * 100 * 55 = 14.52$ cm² /m

$S = (100 * 2.54) / 14.52 = 17.493$ cm

Var # 5 @ 15 cm.

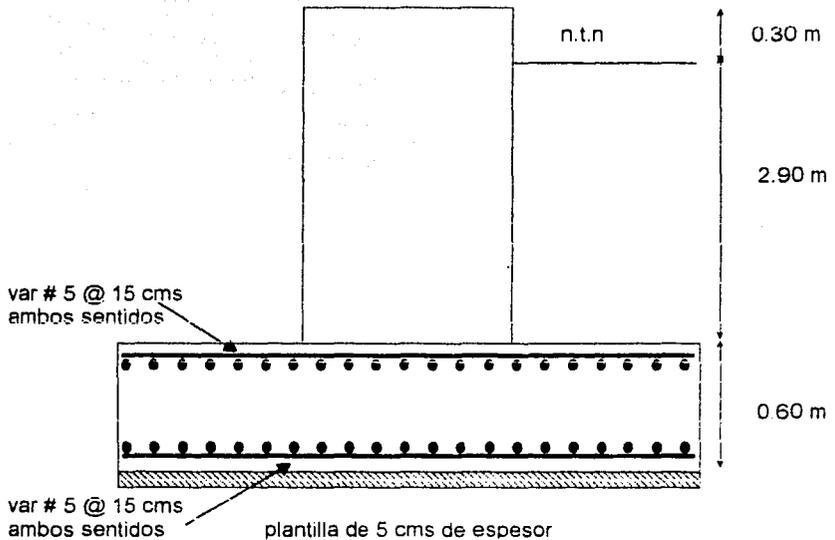
Cortante

$V_u = 8.556$ ton * 1.1 = 9.412 ton

$V_{cr} = 0.9 * 100 * 55 (0.2 + 30 * 0.00264) * (200 (1/2) = 19544.997$ kg.

$V_{cr} = 19.544$ ton

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Calculo de las columnas estas nos sirven para ligar la cimentación con la torre.

Datos

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d' = 5 \text{ cm}$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Cb = 6000 / (6000 + fy) d = (6000 / (6000 + 4200)) 35 = 20.588$$

$$ab = BCb = 0.85 * 20.588 = 17.5$$

$$Pb = Fr(0.85f'cab + A'sfy - Asf*s) = 0.7(0.85 * 250 * 17.5 * 40) = 104125 \text{ kg}$$

$$E's((fy/Es) = 4200 / 2000000 = 0.0021$$

$$E's = Ec(c-d')/c = 0.003(20.588 - 5) / 20.588 = 0.0024$$

$$0.0024(0.0021$$

$$Pb = 0.70(0.85f'cab + Astfy) = 0.70(148750 + Ast * 4200)$$

$$Ast = (104.125 \text{ kg} / 2940 \text{ kg/cm}^2) = 35.4167 \text{ cm}^2$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$iM_b = 0.7(148750(35-35-(17.5/5)) + 17.708 \cdot 4200(35-5-35) + 17.708 \cdot 4200 \cdot 35)$$

$$M_b = 0.7(-520625 - 371868 + 2603076) = 0.7(1710583) = 1197408 \text{ kgcm}$$

$$e_b = M_b / P_b = 1197408 / 104125 = 11.49 \text{ cm}^2$$

4.- REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

La estructura existente consta de dos niveles. en la parte interior se le da el uso de tipo habitacional. el techo esta formado por una losa armada de un concreto de resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. en la parte superior se daba un uso habitacional el techo estaba formado por una techumbre basado en vigas de madera y laminas de asbesto.

4.1.- Estudio de la construcción existente para alojar el shelter.

En toda obra de ampliacion no se podra sobrepasar los limites de resistencia de la estructura por lo que es necesario conocer con que seguridad se puede incrementar la capacidad de carga de la estructura o de un elemento por lo que es conveniente ordenar una investigacion de la resistencia de la estructura a través de un análisis. que este puede ser por pruebas de resistencia de la estructura o por medio de una combinacion de análisis y pruebas de carga

Para hacer la evaluacion de la resistencia se va a realizar por medio de un análisis. se realiza una investigacion de campo completa sobre las dimensiones y detalles de los elementos, las propiedades de los materiales y otras condiciones pertinentes a la estructura tal como realmente se construyo.

Para hacer una evaluacion de la resistencia por medio de pruebas de carga. esta no debe hacerse si no hasta que la porcion de la estructura que se someterá a la carga tenga por lo menos 56 dias de edad ya que antes de este tiempo la estructura puede sufrir alteraciones como podrian ser asentamientos en los suelos, grietas, etc.

Cuando se vaya analizar únicamente una porcion de la estructura. la porción en duda debe cargarse de tal manera que se pruebe adecuadamente la zona que se sospecha debil

Cuarenta y ocho horas antes de la aplicacion de la carga de prueba. debe aplicarse una carga que simule el efecto de la porción de cargas muertas que aun no estén actuando, misma que permanecerá en ese lugar hasta que se termine todas las pruebas.

Después de que la carga de prueba haya estado en posición durante 24 horas. se debe analizar la estructura y verificar que no haya sufrido daños o fallas.

Si la porcion probada de la estructura muestra una clara evidencia de falla, se debe considerar que no ha pasado la pruebas en la porción previamente probada.

Los sistemas de concreto no preesforzados que no recuperen el 75 % de la deflexión, se pueden volver a probar. pero no antes de 72 horas después de

haberse retirado la primera carga de prueba, la porción probada de la estructura debe considerarse satisfactoriamente si:

- a) La porción probada de la estructura no muestra una evidencia visible de falla en la segunda prueba.
- b) La recuperación a la deflexión provocada por esta segunda prueba de cargas es por lo menos, un 80% de la deflexión máxima en la segunda prueba.

La evaluación de la resistencia de estructura existentes se aplica a estructuras de edificios ya existentes, cuando existe alguna duda acerca de su capacidad de carga. Generalmente, tal duda puede surgir si se considera que los materiales suministrados fueron de calidad deficiente, si se desconfía de la construcción, o si la estructura no satisface el reglamento en algún aspecto.

En vista de que en algunos casos las pruebas de carga pueden no ser factibles, o que pueden no ser el método más apropiado, se permite la evaluación por métodos analíticos como una alternativa para las pruebas de carga.

Cuando se realiza una investigación analítica el análisis debe basarse en los datos obtenidos que se refieren a las dimensiones reales de la estructura a la resistencia de los materiales en la obra y a todos los demás detalles pertinentes.

Si se requiere obtener corazones de concreto, deberán tomarse muestras suficientes para obtener un promedio confiable de los índices de resistencia y detectar los posibles efectos en las zonas críticas, las pruebas de corazones dan una resistencia aproximada del 85% de la que se obtiene de cilindros del mismo concreto curados en el laboratorio.

Los factores de carga y los factores de reducción de resistencia prevén los posibles excesos de carga en relación con las cargas específicas de diseño. Las complejidades implicadas en el análisis, las variaciones en la mano de obra, las variaciones en los materiales y factores semejantes que separadamente pueden estar dentro de las tolerancias, en general debe demostrarse que el edificio tiene una resistencia cercana o mayor que la especificada en el diseño original.

Un criterio de aceptación general para el comportamiento de una estructura bajo la prueba de carga es que esta no debe mostrar evidencia visible de falla. La evidencia visible de falla incluye agrietamiento, descascaramiento o deflexión de tal magnitud y extensión que sea obviamente excesiva e incompatible con los requisitos de seguridad de la estructura.

Si ocurre un daño suficiente como fractura que pueda considerarse que la estructura no ha pasado la prueba, no se permite volver a probar, puesto que se considera que los elementos dañados no deben ponerse en servicio, ni siquiera con una carga aplicada lentamente.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Si la estructura no presenta muestras visibles de falla, se emplea la recuperación a la deflexión después de retirar la carga de prueba para determinar si la resistencia de la estructura es satisfactoria o no.

Para realizar el análisis es necesario estimar la resistencia de una estructura. La forma más directa de obtenerla es haciendo una prueba de carga ya sea sobre toda la estructura

El concreto como el acero tienen características distintas, según sea su composición y su forma de fabricación. Es necesario tener un índice que relacione las características del material con el comportamiento que puede esperarse de este. Los índices de resistencia más característicos del concreto son en su resistencia a la compresión y en el acero su resistencia a la tensión.

El índice del concreto se evalúa a través de la resistencia del concreto tal como es producido. Comúnmente se considera este índice como indicativo de la resistencia del concreto en la estructura.

Para estimar la resistencia del concreto en una estructura pueden ensayarse especímenes cilíndricos extraídos mediante taladros especiales o pueden efectuarse ensayos no destructivos.

En estructuras de concreto donde el trabajo predominante sea la compresión, la resistencia de un espécimen sometido a la compresión simple será índice satisfactorio.

El índice de resistencia a la flexión del concreto simple se obtiene del ensayo de vigas de sección cuadrada, simplemente apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentradas.

El índice de resistencia utilizado en el caso del acero, es su esfuerzo de fluencia, f_y y este se determina en una prueba de tensión, a una velocidad de carga especificada, midiendo además deformaciones, generalmente en una longitud de 20 cm. El esfuerzo de fluencia se calcula sobre la base del área nominal.

Para poder realizar el análisis de la estructura se obtuvieron los siguientes datos obtenidos en campo:

Se tiene una viga de concreto armado de 15 cm. x 25 cm. Se realizó una bajada de cargas considerando todos los elementos que intervienen para la realización de esta, además se colocó una carga de 3 ton. que esta prueba se realizó basándose en las pruebas antes mencionadas.

El análisis que se realizó es el de comprobar que el momento resistente sea mayor que el momento último, por lo que se tuvo que recurrir a una bajada de carga para obtener el peso que soporta la viga, se tiene que esta viga soporta una

carga puntual de 4.9 ton. con este dato se obtiene el momento último de la siguiente forma:

Calculo de reacciones:

$$M_A=0$$

$$4.9 \cdot 5 - R_B \cdot 7 = 0$$

$$24.5 - R_B \cdot 7 = 0$$

$$R_B = 24.5 / 7 = 3.5 \text{ ton}$$

$$F_Y = 0$$

$$R_A - 4.9 + 3.5 = 0$$

$$R_A = 1.4 \text{ ton}$$

Calculo de momentos:

$$0 < X < 5$$

$$M = 1.4X$$

EVALUANDO

$$M(0) = 0$$

$$M(5) = 1.4 \cdot 5 = 7 \text{ ton-m}$$

$$5 < X < 7$$

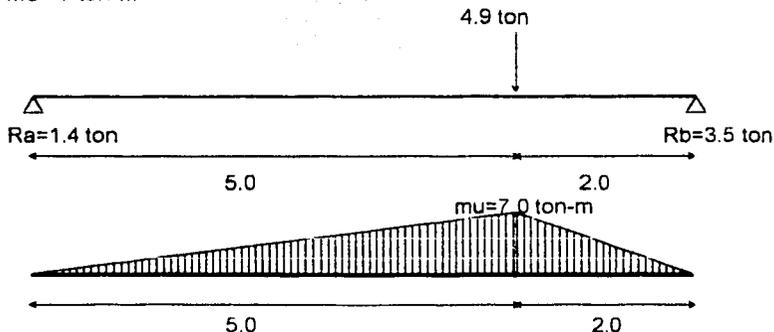
$$M = 1.4X - (4.9(X-5))$$

EVALUANDO

$$M(5) = 1.4 \cdot 5 - (4.9(5-5)) = 7$$

$$M(7) = 1.4 \cdot 7 - (4.9(7-5)) = 0$$

$$M_U = 7 \text{ ton-m}$$



El análisis del momento resistente se determinara de la siguiente forma:

Datos

$$M_u = 7 \text{ ton-m}$$

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

$$H = 25 \text{ cm}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

D= 22.5cm
 $F'c=200\text{kg/cm}^2$
 $Fy= 4200 \text{ kg/cm}^2$

Constantes

$F^*c = 0.8 f'c = 0.8*200=160\text{kg/cm}^2$
 $F''c= 0.85 f^*c= 0.85*160=136\text{kg/cm}^2$

$Pb=(f''c/ty)(4800/fy+6000)=(136/4200)(4800/4200+6000)=0.01524$
 $P \text{ max}= 0.75Pb = 0.75*0.01524= 0.01143$
 $Pmin = (0.7 f'c)/ty= (0.7 200)/4200=0.002357$

$Pmax-qmax-As \text{ max}$

$Qmax = qmax fy/f''c=0.01143(4200/136)=0.353$
 $Asmax = pmaxbd= 0.01143*15*22.5=3.857\text{cm}^2$

Calculo del momento resultante máximo de la viga.

$Mr = Frbd2f''cqmax (1-0.5qmax)$
 $Mr=0.9*15*22.5\text{cuadrado}*136*0.353(1-0.5(0.353))=270194.199\text{kg-m}$
 $Mr=270194.19 \text{ kg-m}= 27.01 \text{ ton-m (Mu=7 ton-m)}$

Calculo de As

$Asmax = pmaxbd= 0.01143*15*22.5=3.857\text{cm}^2$

El resultado es de 3.85cm² por lo que para cubrir esa área de acero se tienen 4 var #3

4.2.- BAJADA DE CARGAS.

Para poder realizar el análisis de cualquier estructura es necesario conocer las características físicas de cada uno de los elementos que la integran, así como conocer los pesos de cada uno de estos elementos, para poder determinar la intensidad de la carga que es distribuida, conociendo su resistencia se puede determinar los comportamientos por lo que se somete la estructura con la carga actuante ya sea puntual o uniformemente repartida, estas son las condiciones en las que se puede encontrar al realizar el análisis de cualquier estructura. este tipo de análisis nos sirve para conocer el comportamiento de la misma. con un determinado tipo de cargas ya sean muertas o como vivas. En nuestro caso

debemos saber si con este tipo de fuerzas nos resiste la estructura existente. si no realizar modificaciones a esta.

Conociendo el peso o las cargas que se utilizaran en cualquier estructura se dimensionan traveses, columnas, cimentaciones, asi como losas armadas

Para poder determinar la carga muerta, debe incluirse el peso propio del elemento que se esta diseñando. asi como el peso del resto de la estructura que debe soportar.

Se considera como cargas muertas a los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y que tiene un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo

Para el análisis de dichas cargas se emplearan las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizan valores minimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menos, como el caso de volteo, flotación y succión producida por el viento

Se consideran cargas vivas a las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente

Las cargas no incluyen el peso de muros divisorios de mamposteria o de otros materiales, equipos u objetos de peso fuera de lo común como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes. etc.

Cuando se prevén tales cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada.

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

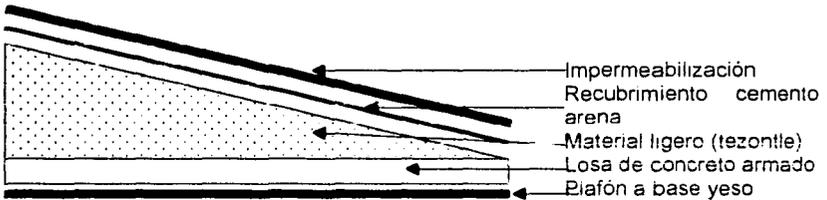
- La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentimientos inmediatos en suelos, así como el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.
- La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento 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 calculo de asentimientos diferidos.
- 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 considerara nula sobre toda el área.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

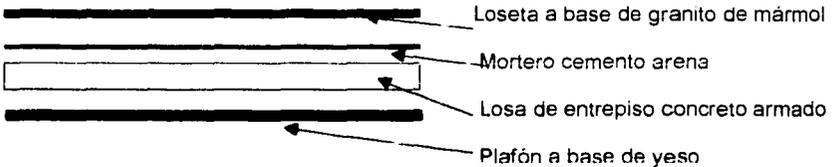
En el diseño o análisis de esfuerzos permisibles, las cargas muertas, vivas y otras que puedan actuar simultáneamente, se suman para obtener la carga total que debe soportar un elemento o sistema estructural

El análisis de esfuerzos permisibles se obtienen dividiendo los elementos que integran la estructura que se dividen en losa de azotea, losa de entrepiso, muros y vigas de concreto reforzado. de estos elementos se obtiene el peso por metro cuadrado.

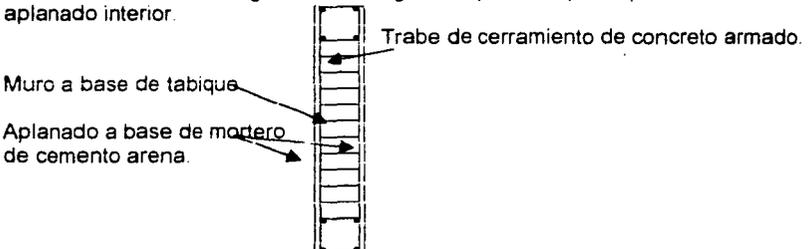
La losa de azotea esta integrada por una impermeabilización, un recubrimiento de arena cemento, material ligero (tezontle), losa armada, yeso en plafón y una carga viva



La losa de entrepiso esta integrada por 4 elementos que son. Mosaico, mortero cemento arena, losa de concreto armado, yeso en el plafón y carga viva



Los muros de carga están integrados por tabique, aplanado exterior y aplanado interior.

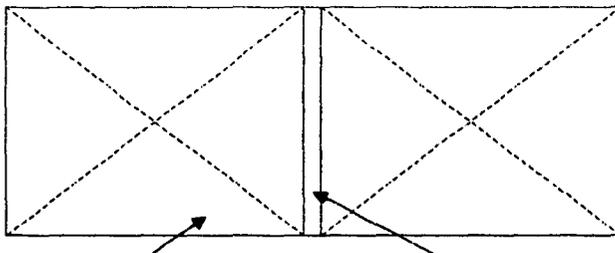


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Trabe de desplante de concreto armado

Para distribuir las cargas en las losas de azotea como de entrepiso, se realizan colocando líneas de falla que se presentan a 45 grados por lo que las losas se dividen en áreas, estas son llamadas áreas tributarias, estas líneas se colocan por lo general donde hay cambios de dirección de los muros o donde existan columnas de concreto armado.

Distribución de áreas (áreas tributarias)



Losa de concreto armado.

Trabe de cerramiento

El peso de la losa de azotea se obtiene multiplicando el peso de la losa, este se obtiene del análisis de los elementos que integran a esta, por el área tributaria de la losa y dividiendo entre la longitud de la área tributaria.

Para obtener el peso del muro se multiplica el peso del muro por la altura de este.

El peso de la losa de entrepiso se obtiene de la misma forma que la losa de azotea.

Se considera una carga muerta de 3 toneladas que es la condición mas critica que recibe la estructura.

Se considera también el peso de la viga.

Peso de la losa de azotea $(343 \text{ kg/m}^2 * 10.453 \text{ m}^2)/7.195 = 498.38 \text{ kg/m}$

Muro $275 \text{ kg/m}^2 * 2.8 \text{ m} = 770 \text{ kg/m}$

Peso losa de entrepiso $(438 \text{ kg/m}^2 * 10.453 \text{ m}^2)/7.195 = 592.748 \text{ kg/m}$

Carga muerta = 3000.00 kg/m

Peso viga = 54 kg/m

Suma = 4915.058 kg/m

Sé esta considerando una carga puntual de 4.9 toneladas, con esta carga se realizara el análisis por que es la más desfavorable que se encuentra en el peso que soportara la estructura.

4.3.- READECAUCION DE LAS INSTALACIONES.

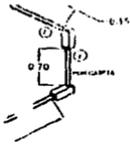
La readequación de las instalaciones se obtienen después de conocer las características de las construcciones existentes y conocer el uso que se le dará a estas instalaciones, por lo que es necesario hacer remodelaciones y ampliaciones a la construcción existente, para poder darle al lugar o construcción el uso adecuado para el que se haya realizado el análisis correspondiente.

Después de que se conocieran los resultados del análisis de la estructura existente, se determinara si se realizaran modificaciones a esta. en nuestro caso no se efectuarian trabajos de remodelación a la estructura existente, por lo tanto solo se ejecutaran trabajos de ampliaciones.

La estructura que nos interesa es la parte superior para colocar el equipo de telecomunicaciones, por lo que este equipo requiere una temperatura constante y por lo tanto no ser afectado por los cambios del clima que existen en el medio ambiente, es necesario realizar trabajos de remodelación a la estructura existente del segundo nivel.

Los trabajos de remodelación consisten en quitar la techumbre del segundo nivel, demoler muros divisorios, retirar pisos, realizar tapiados de puertas y ventanas existentes elevar la altura de los muros a partir de mortero y tabique, colocar castillos y cadenas con un concreto de resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, la losa es elaborado basándose en vigueta y bovedilla, realizar trabajos de acabados en la parte interior y exterior, pintar muros y plafón y impermeabilizar la azotea a base de un entortado y una capa de acritón en la parte superior del entortado, todo esto es para satisfacer las necesidades por las cuales se esta realizando esta remodelación.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CASITA

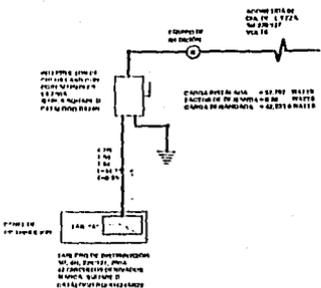
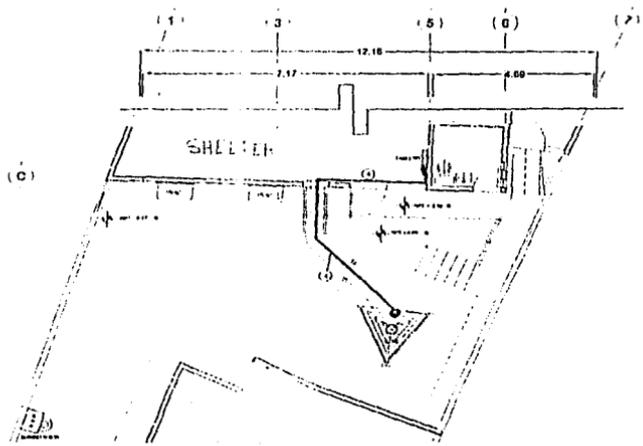


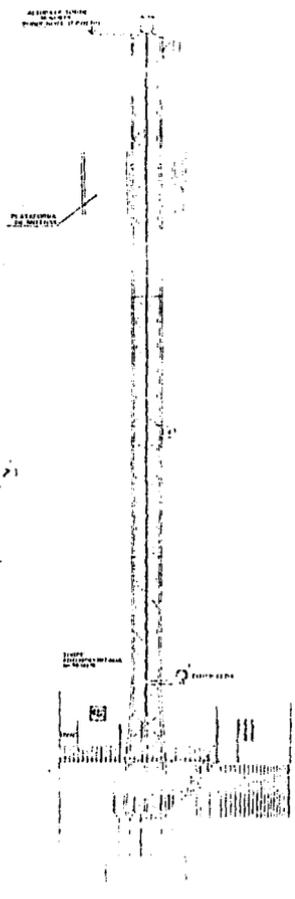
DIAGRAMA UNIFILAR



IC. DE CANALIZACIÓN DE ALIMENTADOR



VISTA DE PLANTA HACIA
LUZ DE OBSTRUCCIÓN



LUZ DE OBSTRUCCIÓN

5.- PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para realizar la construcción de las instalaciones requeridas se deben considerar ciertos aspectos: como son el de tener una copia de los planos en los que se indicaran los trabajos a realizar. estos deben ser conservados en obra.

Durante la ejecución de la obra se deberá tomar las medidas necesarias para no alterar el comportamiento, ni el funcionamiento de las casas e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública.

Los materiales de construcción y/o escombros producto de la obra podrán colocarse momentáneamente en las banquetas con previo permiso de la delegación, sin invadir la superficie de rodamiento, estos materiales deben ser tapados con una lona para evitar que exista contacto con el medio ambiente y como consecuencia producir polvo o en su caso evitar que se humedezcan.

Para poder seleccionar el proceso constructivo se debe apegar a las características que se presentan en el lugar, por lo que en el proceso constructivo que seguimos es el más apropiado, de acuerdo a las características que se presentan en el lugar, es decir que las condiciones de trabajo no son siempre las idóneas, por lo que se encontramos limitaciones que se deben considerar para realizar la construcción que es el espacio tan reducido, por lo que no se pueden realizar maniobras ya sea de equipo o del personal para realizar la construcción.

5.1.- PREPARACION DEL LUGAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TORRE.

La preparación del lugar consiste en realizar una limpieza al mismo, es decir quitar cualquier tipo de objetos que interfieren en la construcción de esta como se esta realizando dentro de un predio habitado los objetos que se retiran se realizan con mucho cuidado ya que son plantas, tanques de gas, etc.

El trazo consiste en medir el terreno y marcar sus límites y cruces con hilos, este trazo nos indica en donde será colocada la cimentación de la torre.

En la etapa del trazo es importante medir con precisión, de esta manera se evitara muchos problemas posteriores. Hay que comprobar la alineación del terreno donde se llevara a cabo la construcción, tomando como referencia las casa vecinas, la banqueta, etc.

Además de marcar los límites o líneas del área donde se llevara a cabo la construcción, se recomienda trazar los lugares donde se realizara algún tipo de instalaciones.

Este trazo se hace basándose en el teorema de Pitágoras, este se realiza tomando como referencia la colindancia con los predios, es decir se consideran estos como catetos y se verifica el ángulo formado entre estas, posteriormente se trazan líneas perpendiculares y paralelas a las líneas de colindancia verificando los ángulos formados entre ellas, se colocan puentes de madera y se ata un hilo que se extiende hasta el otro extremo del terreno donde se coloca otro puente de madera posteriormente se traza una línea de cal en todo el perímetro del terreno que se utilizara.

Es importante considerar desde el principio que el nivel del piso del terreno se tomara como nivel de terreno natural ó 0+000, el nivel de los dados es de 0+030 estas cotas están dadas en mts.

Para marcar la distancia entre el piso del terreno y el de los dados, se pueden señalar esos niveles en la barda de colindancia.

5.2.- EXCAVACIÓN PARA ALOJAR CIMENTACIÓN DE TORRE.

Después de haber realizado los trazos del terreno, se procede a realizar la excavación en el lugar donde se construirá la cimentación.

Antes de empezar a realizar la excavación se consideran, los siguientes estados limite:

a) De falla: Colapso de los taludes o paredes libres de la excavación, falla de los cimientos de las construcciones colindantes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes.

b) De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores.

Los resultados de las pruebas de laboratorio que se realizaron a las muestras obtenidas del lugar, y a las propiedades mecánicas, nos indican que no existe ningún problema relacionado con alguno de los estados limite de falla o de servicio por lo que se puede realizar la excavación sin ningún problema.

Se empiezan los trabajos de excavación del terreno para la construcción de la cimentación.

Para comenzar la excavación se debe retirar una plantilla de concreto pobre con una resistencia de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ aproximadamente con un espesor de 5 cm. Para realizar esta demolición se llevo a cabo con una pareja de ayudantes

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

que obtuvieron un rendimiento de 4.26 m³/jor. El primer estrato de suelo es de material blando que tiene un espesor de 50 cm este estrato es atacado en forma manual utilizando zapapicos y palas el material excavado es colocado en el extremo de la excavación y es acarreado hacia la calle. para que después sea retirado, el rendimiento es de 16 m³/jor esto se obtiene con una cuadrilla compuesta por 2 ayudantes. se considera un acarreo de 20mts

El siguiente estrato que se encontró es un material duro que esta constituido de una arena limosa con gravas. compactadas y cementadas. de color café claro de compacidad relativa alta a muy alta. este estrato permanece hasta la profundidad requerida.

La forma de ejecutar la excavación en este estrato es primeramente utilizando zapapicos y palas, pero el rendimiento que se obtuvo era muy bajo considerando que se amplió la fuerza de trabajo hasta que se le dio la solución que posteriormente se menciona. ya que se tenía planeado utilizar maquinaria para la realización de este. pero como ya se menciona se tiene un espacio muy pequeño por lo que la maquinaria no podría maniobrar. se optó por realizar la excavación con rotomartillos, y esta se realizó en desniveles (escalonada) hasta alcanzar la profundidad de 3.5 m. para que al utilizar el rotomartillos el material se desgajé y nos sea más fácil realizar la excavación, para retirar el material se realizó de manera manual, y al incrementar la profundidad de la excavación nos era más difícil sacar el material excavado este es colocado en el extremo de la excavación y después acarreado hacia la calle. el rendimiento que se obtuvo con dos rotomartillos es de 7.6 m³/jor .

La cuadrilla con que se obtuvo este rendimiento consta de 8 personas 2 utilizando los rotomartillos, 2 personas con los zapapicos. 2 removiendo el material excavado 2 sacando el material excavado, no se podía incrementar la fuerza de trabajo ya que se tiene un espacio de 4.5 por 4.5 metros. nos resulta inconveniente utilizar más personas ya que no tendrían espacio necesario para poder maniobrar adecuadamente con los rotomartillos, se considera una jornada de 8 de la mañana a las 9 de la noche. También se intercambiaban en sus posiciones de trabajo para que no les resulte muy desgastante la realización de la excavación.

Después de haber terminado la excavación se coló un firme de concreto con una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 5 centímetros.

5.3 HABILITADO, ARMADO Y COLADO.

Como ya se mencionó. se tiene un espacio muy reducido en el lugar donde se realizara la construcción, por lo que fue necesario realizar el habilitado del

acero en un taller, es decir realizar los cortes de las varillas y dobleces que se requieran, estos se realizan basándose en los planos estructurales.

Antes de realizar el armado, se traza en el firme de concreto el lugar donde serán colocadas las columnas que nos servirán de enlace con la torre, ya que éstas se encontrarán empotradas con la zapata.

El armado se realiza con las varillas que fueron habilitadas en el taller, según sean las indicaciones de los planos estructurales, es importante mencionar que las condiciones no siempre son las óptimas por lo que pueden sufrir algunas modificaciones en sitio.

No importa si las varillas están parcialmente oxidadas, aunque es preferible que se encuentren limpias. Es muy importante que no tengan grasa, aceite o polvo.

Para obtener un buen armado hay que amarrar con alambre recocido del número 18, las varillas en los lugares donde se cruzan con otras.

El rendimiento que se obtuvo al realizar el habilitado y armado es de 0.195 ton/jor para obtener este rendimiento se empleó con un oficial y un ayudante, se considera una jornada de 8 horas.

Un punto muy importante es revisar que exista un espacio libre de 2.5 cm. entre la varilla y la cimbra. Esto se logra si abajo del cruce de las varillas se colocan rocas (pollitos) de 2.5 cm. O bien se hacen tacones de concreto que entren sin ninguna dificultad esto se realiza en la parte inferior de la zapata y en los costados también se colocan piedras en los lugares donde el acero este en contacto con la cimbra, esto se realiza para que el concreto y el acero puedan realizar su función el concreto trabajar a compresión y el acero a tensión.

En los sitios marcados se colocan las columnas para que sean coladas al mismo tiempo que la zapata.

Después que se tiene toda la cimentación armada se procede a colocar las anclas que estas son las que ligan la cimentación con la torre ó estructura metálica, estas anclas son colocadas a plomo y son bien aseguradas para que no tengan movimiento, al colocarlas se coloca un escantillón sobre estas para evitar que las anclas sean movidas, este escantillón no debe entrar o salir forzosamente.

Después de que se tiene toda la cimentación armada se procede a colocar la cimbra para el colado de esta.

A los taludes de la excavación se les coloco una capa de mortero con cemento-arena para que el concreto de la cimentación no se contamine con los materiales del talud.

La colocación de la cimbra se ejecuto de la siguiente forma:

Se elaboran cajones de triplay para formar el perimetro de las columnas; al ser colocadas se revisa que exista un espacio libre de 5 cm, entre varilla y la cimbra. A estos cajones se les trata con aceite quemado para que no exista adherencia entre el concreto y la cimbra.

En el cimbrado del dado de cimentación se obtuvo un rendimiento de 15m²/jor. Este rendimiento se obtiene con 2 cuadrillas cada una con un oficial carpintero y un ayudante la jornada se considera de 10 hrs.

Para realizarse el colado se pidió el concreto premezclado por lo que solamente fue bombeado y vaciado en la cimentación y al mismo tiempo se coloco el vibrador para que el concreto penetrara entre las varillas de la cimentación y a su vez que no existieran bolsas de aire.

5.4.- RELLENO DE CIMENTACIÓN.

El relleno de la cimentación se realizo por que la excavación que se ejecuto no se cubrió totalmente de concreto por lo que existen huecos que estos deben ser cubiertos por materiales que sean fácilmente compactados.

La compactación de los suelos se entiende como el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. La importancia de la compactación de los suelos se basa en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtienen al sujetar el suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso especifico seco y disminuyendo sus vacios.

El material es acarreado aproximadamente 20 mts., es colocado en capas de 25 cm. Y se humedece de modo que no se sature el material y posteriormente es apisonado con un compactador tipo bailarina hasta que esta haga un ruido diferente al compactar ya que requerimos una compactación del 95 % según la prueba Proctor para verificar esta compactación se realizaron calas.

Este procedimiento se realizó hasta alcanzar el nivel de terreno natural, además está basado en la prueba Proctor normal, que consiste en ensayar una muestra de suelo y aplicando 25 golpes con un pistón de 5.5 lb. A una altura de 12 in. En cada una de sus tres capas iguales de material colocado en un molde cilindrico de 4 in. de diámetro.

El rendimiento que se obtuvo de la compactación es de 12 m³/jor este rendimiento se obtuvo con 2 cuadrillas de un oficial y un ayudante cada una.

5.5.- IZAJE DE TORRE.

Una vez concluidos los trabajos con relación a la cimentación se procede al montaje de la torre.

Después de ser llevados los elementos estructurales que conforman la estructura, se procede a revisar los planos del montaje, en los cuales se especifica el orden en que deben irse colocando las piezas, la posición de las mismas.

Luego de revisar los planos y determinar el orden en que serán colocadas las piezas se le colocan marcas con pintura y son separadas por grupos para hacer más fácil el montaje.

Como ya se menciona que el lugar donde se está realizando la construcción se carece de espacios por lo que no es posible utilizar una grúa montada sobre un camión.

El acero estructural se monta mediante un dispositivo de elevación manual. El dispositivo manual que utilizaremos es el de la grúa de poste o pluma, consta de dos postes metálicos, de unas retenidas hechas de torones de acero, generalmente se colocan a un ángulo con el poste de 45° o menos. La cuerda de elevación, la capacidad de una grúa de poste o pluma se determina por la resistencia de las retenidas, la cuerda de elevación, el gancho de cabrestante que soporta la estructura y el poste mismo.

Este procedimiento en el primer tramo de la torre ya que este es de mayor peso que los tramos restantes en forma que se va ascendiendo en tramos estos son más ligeros que los que se encuentran en la parte inferior, por lo que para hacer el montaje de los tramos siguientes se asegura la pluma en la parte superior del primer tramo y se instala el siguiente tramo o sección este procedimiento se sigue hasta llegar a la parte superior de la torre, a esta estructura se le colocan contraventeos estos son izados con una polea y un mecate.

Los ensambles de los tramos y la colocación de los contraventeos se realizan sujetándolos con tornillos y tuercas que son colocados manualmente.

Toda la torre se ensambló en 1 semana y el rendimiento diario varía ya que en la parte inferior de esta los tramos de estructura son más pesados y como se iba ensamblando se disminuye el peso de los tramos estructurales.

5.6.-PINTURA EN TORRE.

El objetivo de la pintura es darle a la estructura una apariencia agradable, prolongar la conservación y duración de la construcción y en algunos casos es de señalamientos.

En lo que a nuestro caso se refiere se pone un especial énfasis en el uso de señalamientos, porque la estructura que estamos construyendo tiene una altura

de 33 m. y no puede ser visualizada fácilmente, ya que la Dirección General de Aviación Civil nos indica que la estructura debe ser visualizada a determinada distancia para evitar cualquier tipo de accidentes aéreos, por lo que los colores que se usan son el blanco y el rojo esto es durante el día para la noche se utiliza otro funcionamiento a partir de luces de obstrucción y/o preventivas.

La pintura nos protege contra la corrosión, esta ocurre a temperatura ambiente sólo con presencia de oxígeno como agua

Para proteger contra la corrosión, se selecciona un sistema de pintura basándose en la función de la estructura, su ambiente, métodos de mantenimiento y sus requerimientos de apariencia.

En el desarrollo de un sistema de pintura, es muy importante relacionar apropiadamente el tipo de pintura con la preparación de la superficie.

Una pintura que necesito que se utiliza debe de cumplir con las siguientes características:

- Secado lento.
- Contenido de aceite y pigmentos individuales de herrumbre.

Estas características se deben cumplir para garantizar que la pintura protegerá a la estructura contra la corrosión y los agentes del medio ambiente.

Después de haber sido seleccionados los elementos que integran la estructura y el orden en el que serán montados se procede a pintar estos elementos, para que posteriormente sean ensamblados, el fin de realizarse de esta forma de la colocación de la pintura es el de no manchar el lugar con alguna gota que escurra si se pinta después de hacer el ensamble de la torre, para no desperdiciar pintura y tiempo en limpiar las gotas que se hayan caído al piso.

El rendimiento obtenido es de 8 ml/hr a dos manos empleando un ayudante.

5.7.- PREPARACIÓN DEL LUGAR PARA LA COLOCACION DEL SHELTER.

La preparación del lugar se realiza haciendo una demolición de todo aquello que no utilizaremos de la estructura, ya que la esta no será demolida completamente, después de haber analizado la parte de la estructura que no utilizaremos, se le realizaran trabajos de ampliación a esta.

La primera etapa de la preparación del lugar consiste en quitar una techumbre a partir de vigas de madera y laminas de asbesto, estos trabajos se

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

realizan con especial cuidado ya que se pretende recuperar todo el material que sea posible por indicaciones de los dueños del lugar. Al realizar este retiro se obtuvo un rendimiento de 60 m²/jor. Este se obtuvo con 1 cuadrilla compuesta de 3 oficiales y 5 ayudantes. el jornal se considera de 10 hrs.

La segunda etapa de la preparación del lugar consiste en demoler muros divisorios a base de marros y cinceles. en estos se encontró una viga de concreto armada por lo que estos trabajos se complicaron un poco. El rendimiento de la demolición del muro es de 12 m²/jor se obtuvo este con 2 cuadrillas cada una con un ayudante, para la demolición de la viga de concreto armada se obtuvo un rendimiento de 0.70 m³/jor este se obtiene con una cuadrilla de un ayudante se consideran jornales de 10 hrs.

La tercera etapa consistió en demoler parte de los muros perimetrales de la estructura.

La cuarta etapa consistió en retirar el piso que estaba formado por mosaico. este fue retirado con cinceles y martillos ya que se pretendía recuperar el mayor material posible. Para el retiro del piso se obtuvo un rendimiento de 20 m²/jor. este se realizo con 2 cuadrillas que constan de 2 oficiales y un ayudante cada una.

Los trabajos de limpieza se iban realizando en la forma que se avanzaban los trabajos de demolición, todo el cascajo que se desechaba era acarreado aproximadamente 20 mts.

Otra etapa era la de quitar puertas, ventanas y todos los accesorios del baño, estos trabajos se realizaron en forma manual con cinceles y martillos y se cancelo la red de agua potable, así como la del drenaje. Se obtuvo un rendimiento de 8 pzas/ jor.

5.8.- TAPIADO DE VENTANAS, PUERTAS Y FABRICACION DE MUROS PERIMETRALES.

Como ya se menciona se realizaron trabajos en los que se esta ampliando la estructura existente y se le están realizando algunas modificaciones, por lo que es necesario tapar o cancelar algunos accesos, así como ventanas y ampliar muros perimetrales ya que la estructura debe ser completamente cerrada; únicamente se tendrá un solo acceso.

Esto se hace con el fin de que en el interior de la estructura se mantenga a una temperatura constante durante el día y la noche, para que el equipo de telecomunicaciones tenga un funcionamiento optimo.

Para realizar los tapiados de las puertas y ventanas se utilizaron tabiques de barro recocado.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La mezcla para realizar los tapiados de las puertas y ventanas se hacen con:

- 1 bulto de mortero
- 4 botes de arena

Se le agrega agua hasta hacer una pasta manejable.

Durante la construcción de los tapiados se reviso:

- Rectificar la verticalidad del muro con una plomada.
- La plomada se coloca cada 4 hileras de tabique.
- La junta entre tabique y tabique es de 1 cm.
- Cuando se llega a una altura de 1.5 m se coloca un andamio para seguir trabajando.
- Los tabiques se pegan en forma cuatrapeada

Para la construcción de los muros enrasantes se realiza de la siguiente forma:

- 1.- Se puso un hilo de lado a lado del muro Esto nos ayuda a obtener una correcta alineación.
- 2.- Se verifica constantemente que el hilo conserve la horizontal
- 3.- Los tabiques se pegan en forma cuatrapeada. Como se tiene una altura mayor de 1.5 m se pone un andamio para seguir trabajando

Durante la construcción se verifica lo siguiente:

- Se rectifica la verticalidad del muro con una plomada.

* Se verifican los lugares donde serán colocados los castillos, por lo que se dejan los huecos.

* Debe haber castillos en todos los cruces del muro, o a la mitad de aquellos que tengan más de 3 m de largo.

Se obtiene un rendimiento de 22 m²/por esto se obtuvo con 2 cuadrillas de un oficial y un ayudante cada una.

Después de haber terminado los muros se procede a realizar los castillos, ya que estos le dan refuerzo a los muros que soportan el techo de la estructura y mayor seguridad ante los temblores.

Los castillos que se construirán son la continuación de los que existían por lo que se realizarán empalmes de 40 diámetros de la varilla para que se amarren a la estructura existente.

Los castillos son de 10 X 15 cm el armado se hace con 4 varillas del #3. Los estribos se amarran con alambre recocida a cada 20 cm, hay que cuidar que todos los estribos estén bien amarrados a las varillas en todos los 4 cruces.

El armado del castillo se coloca exactamente alineado al muro, para que con el colado quede fundido a esa pared.

La cimbra del castillo se realizo con tablas de pino de tercera.

Primero se realizo el molde. y antes de colocarlo se hacen pequeños perforaciones en las juntas de los tabiques. para que al fijar la cimbra se amarre al muro con alambre recocido.

Una vez colocada la cimbra. se vacia la mezcla en el castillo y con una varilla se va picando para que el concreto entre en todos los huecos.

La mezcla se elabora con 5 botes de arena, 5 3/4 botes de grava y dos botes de agua por cada bulto de cemento (los botes que se mencionan son de 18 lt).

El rendimiento que se obtuvo en la fabricación de los castillos es de 21.05 ml/jor esto se obtiene con un oficial y un ayudante.

Se dejaron las varillas de los castillos que sobresalen del muro 25 cm. . Para que estas puntas se amarren después con la cadena de cerramiento y el armado del techo.

5.9.- COLADO DE LOSA BASADO EN VIGUETA Y BOVEDILLA.

Después de haber terminado la construcción de los muros y de haberse colado los castillos se procede a realizar la construcción de la losa que en este caso será de vigueta y bovedilla con el objeto de reducir el tiempo de la construcción de la losa si se realiza de la manera tradicional es decir de concreto armado.

Se procede a realizar el armado de la cadena que esta consta de 4 varillas del #3 los estribos se amarran con alambre recocido. a cada 20 cm. hay que cuidar que todas los estribos estén bien amarrados alas varillas, esta cadena es colocada en todo el perímetro de la estructura.

Esta cadena de remate o apoyo de la losa y la losa. se cuelan al mismo tiempo, ya que la cadena reparte el peso de la losa sobre los muros, en forma uniforme.

Por lo que después de haberse armado la cadena se procede a colocar las viguetas que debe empotrar como mínimo 5 cm, dentro del acero de las cadenas

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

(mas el recubrimiento) estas vigas deben ser colocadas a la distancia que indique el plano de distribución.

Después se procede a colocar las bovedillas en el interior del tablero, las bovedillas que no serán colocadas son las de la primera y la ultima hilera del tablero.

Antes de colocar las bovedillas de la primera y la ultima hilera se procede a colocar la cimbra para que uno de los extremos de estas sea apoyada en la cimbra.

Se respetaran las secciones de las cadenas incluyendo el recubrimiento

Después se procede a colocar la malla 6-6/10/10 en todo el tablero en donde existan traslapes estos se realizan con dos cuadros, esta malla es enganchada con todos los conectores que sobre salen en la cabeza de la vigueta a la mala 6-6/10/10.

Se colocan tramos de alambre galvanizado colgados de las viguetas a cada 60 cm, estos se utilizan para amarrar la tira de metal desplegado en el lecho inferior de las viguetas a toda su longitud.

Después de haberse colocado las viguetas y las bovedillas se procede a colocarse una cimbra, esta se coloca en sección longitudinal del tablero, es decir se colocan largueros en los extremos y al centro y se colocan puntales en los empalmes de los largueros y al centro, en los extremos se colocan a 1/3 de la longitud del larguero.

En el tablero siguiente son colocadas las vigas de otra forma, es decir si se colocaron transversalmente en el tablero anterior ahora son colocadas longitudinalmente en el siguiente tablero y se sigue el mismo procedimiento.

En este tipo de losa se colocan 5 cm máximo de concreto de una resistencia de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Se coloca metal desplegado en toda la parte inferior de la losa y se amarra antes de enyesar.

A esta losa se cuela conjuntamente una marquesina por lo que el procedimiento para colar la marquesina es de la siguiente forma:

Primero se instalan los pies derechos o postes de madera en los que se apoyan los largueros que son polines de 10 X 10 cm, encima de los largueros se apoyan las hojas de triplay.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Este mismo procedimiento se sigue en el otro extremo de la marquesina, tanto en los pies derechos como en los largueros se comprueba que este nivelada la cimbra.

Para evitar que la cimbra se derrumbe, por falta de resistencia en los soportes, es muy importante fijarla perfectamente colocando contraventeos estos se fijan a los pies derechos en diagonal, tanto por fuera como por dentro.

Colocada la cimbra se procede a realizar el armado de la marquesina este se realiza con varillas del #3 que son colocadas longitudinalmente como transversalmente, las varillas que son colocadas transversalmente son empotradas con el tablero que esta conformado de viguetas y bovedillas 1 metro en forma de columpios.

El armado de la marquesina se hace de la siguiente forma:

En el lado corto de la marquesina se ponen varillas del #3 rectas, estas son llamadas varillas cortas se ponen a cada 20 cm.

La del lado largo se llama varillas largas y también se colocan a cada 20 cm con varillas del #3. Estas varillas se amarran en los cruces con alambre recocado del #18 las puntas largas se doblan hacia arriba.

Debido a que las cadenas deben colarse junto con la losa, la cimbra que se utiliza para la cadena es la misma que para la losa. En los muros exteriores, la cimbra se completa con una tabla en la cara exterior.

Antes del colado la cimbra se moja con agua y se ponen tapones en los agujeros con papel mojado, para que no se escape por ahí el concreto.

El concreto que se utiliza para el colado es surtido por una premezcladora, por lo que se bombea el concreto para que este llegue hasta el lugar donde es requerido.

5.10.- ACABADOS E IMPERMEABILIZACION.

Es conveniente cubrir con aplanados de mezcla o yeso los muros interiores, para evitar que en huecos se críen insectos nocivos, otro aspecto es el de darle un aspecto agradable ya sean a los muros interiores como exteriores.

A nuestra estructura se le colocan aplanados de mezcla en los lugares donde se realizaron modificaciones a la estructura, es decir aplanar los tapiados de ventanas y puertas, así como los muros enrasantes para la losa.

Estos aplanados de mezcla son colocados a base de una revoltura de mortero, arena y agua.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El espesor de este recubrimiento es de aproximadamente de 1 cm. para darle al muro una apariencia agradable y uniforme.

El aplanado exterior evita que los muros se humedezcan con las lluvias.

Primero se realiza un repellado, que consiste en poner la mezcla y luego se hace el aplanado. Sobre el muro humedecido previamente, el repellado se hace aventando la mezcla, firmemente, con la cuchara.

Para obtener una capa de espesor y superficie uniforme, se empareja el repellado con una regla de madera, quitándole el exceso de revoltura

La mezcla de repellado se hace con:
1 porción de mortero por 5 porciones de arena.

El aplanado se hace con una liana de madera, efectuando movimientos circulares, para lograr una superficie uniforme.

La mezcla del aplanado se hace con:
1 bote de cemento.
4 botes de arena cernida.

El espesor de esta capa es de 1/2 cm y se pule con liana metálica.

Es necesario dejar reventar el repellado, varias horas antes de aplicar la mezcla del aplanado, para evitar cuarteaduras en el acabado final del aplanado.

El repellado y el aplanado se coloca en la parte interior de la estructura, en la parte exterior solamente se le da un repellado.

El rendimiento que se obtuvo en el aplanado de los muros es de 13.75 m²/jor este se obtiene con un oficial y un ayudante.

El piso de cemento o fino es la última capa que recubre el firme de concreto interior de una construcción.

Para hacer el piso de cemento, se hace una mezcla con un saco de mortero y 6 botes de arena.

Antes de vaciar la mezcla sobre el firme, es necesario barrer y quitar la tierra que haya en el firme y luego humedecerlo con agua, para que pegue mejor el fino de cemento sobre el firme.

Para obtener un nivel parejo del piso, se colocan maestras a la misma altura que el espesor del fino entre 2 o 3 cm de espesor, guiándose con una regla.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Las maestras se colocan a una distancia que permita poner una regla de madera sobre ellas, así se conoce el tamaño del espesor. y se mantiene parejo el piso. El paso siguiente es colocar el piso de cemento o fino.

Una vez que se haya vaciado el cemento y para que el terminado del piso quede liso y uniforme. se usa una llana metálica. emparejando con movimientos circulares.

El piso se estuvo regando con agua durante 8 días. para mantenerlo húmedo, esto evita que el piso se reviente o se hagan grietas. El rendimiento que se obtuvo fue de 40 m²/jor. Este se realiza con 2 cuadrillas de un oficial y un ayudante cada una.

Como la losa es de vigueta y bovedilla se coloca el metal desplegado en todo el plafón para que el acabado pueda realizarse recubriéndolo de yeso.

Antes de empezar el enyesado se arma un andamio de madera para alcanzar el techo.

La superficie de la losa se humedece, antes de iniciar el recubrimiento. la mezcla para el aplanado de yeso se hace con:

Yeso blanco y agua. para un bulto de yeso de 40 kg se agregan 30 litros de agua. Para lograr mayor dureza en el aplanado de le agregaron 2 kilos de cemento por cada 40 kilos de yeso.

La aplicación del yeso. se coloca maestras a cada 1.5 m que servirán de apoyo a la regla y hacer que la superficie quede uniforme.

El yeso y el agua se mezclan. batiéndolos bien durante un tiempo; luego se deja la mezcla, hasta que adquiera la consistencia de una pasta. Después la pasta se coloca con una cuchara sobre la llana de madera y se embarra en el techo.

El aplanado en plafón se obtuvo un rendimiento de 8.5 m²/jor este se obtiene con una cuadrilla compuesta de un oficial y un ayudante.

La pasta preparada endurece rápidamente, por lo que solo hay que hacer la cantidad que de tiempo aplicarla.

Finalmente, se retocan los lugares donde haya faltado pasta, pasándole la llana metálica. hasta lograr una superficie lisa.

En los muros se coloca una pasta de tipo corev para darle un acabado de tipo rugoso.

Esta pasta es colocada con un rodillo. es decir se llena de pasta el rodillo y se aplica en los muros como si se estuviera pintando.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La impermeabilización en la azotea se realiza para evitar que el agua de las lluvias se filtren hacia el interior de la estructura y dañar el equipo que se encuentra en el interior de esta.

La impermeabilización consta de la construcción de un pretil, rellenar la azotea con tezontle, sellar para evitar la filtración de agua de lluvia con una lechada de mortero con arena y cemento posteriormente se coloca una capa de impermeabilizante de tipo acrílico.

Se le da una inclinación cuando se hace el relleno para que el agua pueda escurrir hacia la salida que se haya indicado.

Los pretiles son la prolongación de los muros de la parte posterior de la estructura, sobre la parte superior de la losa, en nuestro caso se construye de 10 cm.

El relleno que empleamos fue tezontle que es tendido, nivelado y compactado haciendo la pendiente desde el extremo de la azotea, hasta el punto que se haya indicado para la salida del agua.

Terminando de colocar el relleno, se extiende una lechada de cemento.

Que consta de una parte de cemento y 6 partes de arena y agua, para tapar los huecos que existan del relleno impidiendo el paso del agua a través de estos. Primero se colocan maestras, después se embarra el repellado con una regla y se deja secar unos 30 minutos y se le aplica otra lechada con una escoba.

Terminando de colocar la lechada y dejarla secar se coloca una capa de impermeabilizante acrílico este se coloca con un rodillo en toda la superficie de la azotea.

El rendimiento obtenido en la impermeabilización es de 8,57 m²/jor este se obtiene con 2 cuadrillas de un oficial y dos ayudantes cada una.

5.11.- PROGRAMA DE OBRA.

El programa de obra es una representación gráfica del avance que se pretende lograr durante el desarrollo de la obra este se realiza colocando los días y las partidas en las que se divide la construcción de la misma y se puede ver en cuantos días se termina cada partida que constituye la obra.

Es preciso aclarar que muy pocas veces o casi nunca se cumple con el programa de obra que se presenta en el concurso con el de tiempo real de ejecución.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En nuestro caso particular no se cumplió con el programa que se presentó al inicio en el concurso, por lo que existen muchos problemas que no se contemplan durante la realización del concurso. que es en nuestro caso se tenían que realizar trabajos de remodelación y por lo tanto se tenía que demoler parte de la estructura existente y una de las condiciones que pusieron los dueños del inmueble es la de recuperar todo el material y eso hizo que se retardaran los trabajos, pero posteriormente se habló con los dueños para que aceptaran que se demoliera todo.

Otro aspecto que se tuvo fue en la excavación que como no se tenía el espacio suficiente para meter maquinaria que realizara la misma esta se realizó a pala y pico mientras se busca solucionar el problema y se iba avanzando poco a poco pero el rendimiento de las personas se iba disminuyendo conforme se hacía más profunda la excavación, después se optó por realizarla con rotomartillos con lo cual solo se desgajaba el material y se tenía que sacar con botes y a su vez este era colocado el parte de afuera del inmueble que era acarreado en carretillas a una distancia de 25 mts.

Se realizó la comparativa del programa real y el de concurso y existen diferencias entre uno y otro por lo que existe un defasamiento de 7 días por lo que no se cumplió con lo estipulado en el concurso y se pretende aplicar sanciones de tipo económico hacia la empresa constructora, pero se están presentando las justificaciones necesarias para que las sanciones no sean aplicadas por parte de la empresa contratante.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

PROGRAMA DE OBRA CONCURSO

No.	PARTIDA	D I A S																																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34		
I	LIMPIEZA																																			
II	TRAZO	■																																		
III	CIMENTACIÓN																																			
IV	CONSTRUCCIÓN SHELTER																																			
V	IZAJE DE TORRE																																			
VI	ACBADOS SHELTER																																			
VII	IMPERMEABILIZACION																																			
OBSERVACIONES																																				

08

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE OBRA REAL

No.	PARTIDA	D I A S																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	
I	LIMPIEZA																																		
II	TRAZO		■																																
III	CIMENTACIÓN																																		
IV	CONSTRUCCIÓN DE SHELTER																																		
V	IZAJE DE TORRE																																		
VI	ACABADOS SHELTER																																		
VII	IMPERMEABILIZACION																																		
OBSERVACIONES																																			

81

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.- PRESUPUESTO.

Presupuesto es la estimación del valor de una obra para condiciones definidas y en un tiempo inmediato. este es requerido en las bases del concurso y estas variaciones con el presupuesto real de ejecución. se consideran muchos aspectos que hacen que varíe uno del otro, ya que el presupuesto que se presenta al inicio se realiza con los planos del proyecto y al irse desarrollando la obra se encuentra con que existen modificaciones al proyecto y por consecuencia se modifican los volúmenes de obra ya que los precios son los mismos. en esta obra nos toco realizar la obra civil de la torre.

También existen conceptos que no se tienen contemplados en el presupuesto original esto es por las modificaciones que sufrió el proyecto y para poder realizar el cobro de estos trabajos se realizan a través de un presupuesto de conceptos extraordinarios que tienen que ser revisados y autorizados por la supervisión que es ajena a la contratista y al cliente para que puedan posteriormente ser cobrados.

6.1.- COMO SE INTEGRA UN PRESUPUESTO.

El presupuesto esta compuesto por una clave. concepto. unidad precio unitario, importe para poder sacar el precio unitario se tiene que analizar lo que se esta pidiendo en el concepto y así saber cuales son los alcances del este y poder realizar el precio con todas las características del concepto y vigilar que sean cobrados todos los detalles que son involucrados para la ejecución de dicho concepto. para realizar el precio unitario se tienen que considerar todos los materiales que son necesarios para la ejecución se realiza el análisis del material basándose en la unidad del concepto, es decir por m2.ml.m3.pza, etc. posteriormente se realiza un análisis de la mano de obra esta se dividen en cuadrillas que están comprendidas por un oficial y ayudantes según sea el caso, después se realiza el análisis de la herramienta y equipo que para obtenerlo se considera el 3% de la mano de obra, este puede variar según sean los alcances del contrato, posteriormente se realiza el análisis de los costos indirectos, utilidad e iva.

El presupuesto de la obra civil se divide en partidas que son: limpieza, trazo, cimentación, construcción del shelter, acabados en shelter e impermeabilización.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO "INTERLOMAS"

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA DE CONCURSO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
I. LIMPIEZA					
I.1	ACARREO EN CARRETILLA DE INSUMOS DE ZONA DE DESCARGA A AREA DE TRABAJO, INCLUYE CARGA Y DESCARGA A UNA DISTANCIA HORIZONTAL MAXIMA DE 20.00 MTS. SE CONSIDERO UNA CUADRILLA DE 3 AYUDANTES GENERALES.	JUR	5.00	294.51	1,472.55
I.2	DEMOLICION A MANO DE ESTRUCTURA DE MASONERIA INCLUYE ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICION A UNA DISTANCIA DE 20.00 MTS.	M3	2.50	727.02	1,817.55
I.3	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICION Y SOBRIANTES FUERA DE OBRA HASTA TIRO	M3	3.50	71.65	250.61
II TRAZO.					
II.1	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, SEGUN PROYECTO, CON HILO Y PINTURA DE ESMALTE A CUALQUIER NIVEL, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS, PARA SUPERFICIES MENORES DE 200 M2	M2	34.00	2.60	88.40
II.2	LIMPIEZA DE ARCA DE TRABAJO, SE CONSIDERO UN AYUDANTE GENERAL PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD	JOR	6.00	113.40	680.40
III CIMENTACIÓN.					
III.1	DEMOLICION DE TIRSO DE CONCRETO DE 10 CMS. DE ESPESOR INCLUYE ALAMBRES LATERALES EN AREA DE TRABAJO	M2	13.00	25.20	327.60
III.2	EXCAVACION A MANO EN CERAS DE 0 A 2 MTS DE PROFUNDIDAD MAT. II ZONA B INCLUYE ASINTE DE TALUDES, TRASPALIO Y EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO	M2	26.00	39.11	1,016.86
III.3	EXCAVACION A MANO EN CERAS DE 2 A 4 MTS DE PROFUNDIDAD MAT. II ZONA B INCLUYE ASINTE DE TALUDES, TRASPALIO Y EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO	M3	13.65	50.77	693.01
III.4	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICION Y SOBRIANTES FUERA DE OBRA HASTA TIRO	M3	59.51	71.00	4,225.51
III.5	RELLENO CON MATERIAL DE BANCO (TREPATE) COMPACTADO AL 90 % CON EQUIPO DE IMPACTO (PATA DE ELEFANTE) EN	M3	41.00	156.00	6,396.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO "INTERLOMAS"

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA DE CONCURSO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	CAPAS DE ARMADO DE ACERO PARA OBRA DE OBRA ACABADO DE MANTENIMIENTO EN LINEA HORIZONTAL HASTA 20 MTS. HERRAMIENTA Y EQUIPO PARA CADA TAREA DE CADA UNO DE LOS TRABAJOS				
III.6	PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA RIN DE 5 CMS DE ESPESOR CONCRETO F=160 KG/M2	M2	13.00	31.00	403.00
III.7	ZAPATA AISLADA DE 3.5 X 3.5 MTS. 0.90 MTS DE PERALTE DE CONCRETO F.C= 250 KG/M2 R.R. ACABADO COMUN Y REFORZADA CON VAR DE 1" A CADA 20 CMS EN AMBOS SENTIDOS EN FORMA DE PARRILLA TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA INFERIOR, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CURADO	FZA	1.00	7,596.30	7,596.30
III.8	COLOCACION, NIVELACION Y FIJACION DE ANCLAS PROTEGIENDO LA CUERDA	FZA	18.00	100.00	1,814.40
III.9	DRENAJE DE TUBO DE PVC DE 4"	ML	1.50	141.75	212.63
III.10	COLUMNA C-1 DE SECCION 40 X 40 REFORZADA CON 8 VAR DE 3/4" Y 2 EST DE 1/2" A CADA 20 CMS ACABADO AFARENTE, CONCRETO F.C= 250 KG/M2 R.R. HECHO EN OBRA, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CURADO	ML	8.00	252.00	2,016.00
III.11	DADO D-2 DE SECCION 60 X 60 REFORZADO CON 16 VAR DE 1/2" Y 5 EST DE 3/8" A CADA 20 CMS ACABADO AFARENTE CONCRETO F.C= 250 KG/M2 R.R. HECHO EN OBRA, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CURADO	ML	2.40	567.00	1,360.80
IV CONSTRUCCIÓN DE SHELTER					
IV.1	DESMONTAJE DE TECHINERE DE ASBESTO PARA SU ADECUACION SEGUN PROYECTO	FZA	1.00	1,500.00	1,500.00
IV.2	DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESP. INCLUYE ACARREOS LATERALES EN AREA DE TRABAJO	M2	21.00	25.20	529.20
IV.3	DEMOLICION DE TABES DE CONCRETO ARMADO DE 15 X 20 CMS INCLUYE ACARREOS LATERALES EN AREA DE TRABAJO	ML	10.00	25.20	252.00
IV.4	DEMOLICION DE MUROS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 15 CMS DE ESP. INCLUYE ACARREOS LATERALES EN AREA DE TRABAJO	M2	15.00	12.00	180.00
IV.5	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICION Y	M3	4.00	71.00	284.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO "INTERLOMAS"

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA DE CONCURSO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUBSABIES FUERA DE OBRA BASI TIPO					
IV 6	PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA R.N. DE 5 CMS DE ESPESOR CONCRETO F' C=100 KG/CM2	M2	6.75	31.00	209.25
IV 7	FIRME DE CONCRETO DE 12 CMS DE ESPESOR DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R.R. HECHO CON MALLA ELECTROSOLDADA 8-8 10-10 ACABADO PULIDO.	M2	9.65	123.90	1,195.04
IV 8	CASTILLOS DE SECCION 15 X 15 CMS DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R.N REFORZADO CON 4 VARS DE 3/8" Y EST DEL No. 2 A CADA 15 CMS ACABADO CUMUN . DOS CARAS . INCLUYE CIMBRADO Y DESCIMBRADO	ML	10.00	67.81	678.10
IV 9	TRABE DE 30 X 15 CMS ARMADA CON 8 VARS DE 1/2" EST DEL No. 2 A CADA 20 CMS F' C= 250 KG/CM2 R.R. HECHO EN OBRA CON REVOLVEDORA . ACABADO APARENTE . DEJANDO PREPARACION PARA RECIBIR LOSA	ML	18.50	263.50	5,244.75
IV 10	LOSA DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R.N DE 10 CMS DE ESPESOR REFORZADA CON VARS DE 3/8" A CADA 20 CMS EN AMBOS SENTIDOS Y UN LECHO . ACABADO APARENTE . INCLUYE CIMBRA . DESCIMBRA Y CURADO	M2	21.00	155.40	3,263.40
IV 11	MUPO DE TABIQUE DE 5.5 X12.5 X 25 CMS JUNTEADO CON MORTERO CEMAPE 14 DE 12.5 CMS DE ESPESOR . ACABADO CUMUN	M2	25.00	89.04	2,241.00
V ACABADOS EN SHELTER					
V 1	APLANADO CON MORTERO DE CEMAPE 13 CON LLANA DE MADERA DE 2 CMS DE ESPESOR . EN MUROS	M2	100.00	39.60	3,960.00
V 2	APLANADO CON MORTERO DE CEMAPE 13 CON LLANA DE MADERA DE 2 CMS DE ESPESOR . EN PLAFON	M2	21.00	45.30	951.30
V 3	PINTURA VINILICA COLOR BLANCO PARA MUROS Y PLAFONES MCA . CUMEX A DOS MANOS INCLUYE SELLADOR	M2	305.00	17.35	5,291.75
V 4	LOSETA VINILICA DE 20 X 30 CMS DE 3 MM DE ESP. MCA VINILICA INCLUYE FEGRAMENTO	M2	21.00	68.25	1,433.25
V 5	PUERTA METALICA A BASE DE LAMINA CAL. 12 Y BASTIDOR DE PIP 2" REFUERZO EN CERRADURA Y MANIJA DE ALUMINIO CHAFARACA TOVER TIPO S-1. PUERTA DE SECCION 100 X 220 CMS . INCLUYE FABRICACION Y MONTAJE . PINTURA COLOR NEGRO A DOS MANOS	PZA	1.00	3,641.40	3,641.40

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO
"INTERLOMAS"**

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA DE CONCURSO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
V.4	ZOCLO MINILUCO DE 7 CMS DE COLOR TECHNO INCLUYE PESAMIENTO	M ²	44.00	6.62	291.28
VI IMPERMEABILIZACION					
VI.1	COLOCACION DE TEJONTE SOBRE AZULETA CON PREPARACION PARA RECIBIR CAPA DE MORTERO, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M ²	10.00	45.50	455.00
VI.2	COLOCACION DE ENTORTADO CON MORTERO CEM-ARE 15 DE 2 CMS DE ESPESOR	M ²	21.00	39.60	831.60
VI.3	COLOCACION DE IMPERMEABILIZANTE MCA ACRITON COLOR TERRACOTA, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M ²	21.00	35.20	739.20
TOTAL					63,334.09
IVA					9,500.11
INDIRECTOS 20%					12,666.82
UTILIDAD 25%					15,833.52
TOTAL PRESUPUESTO CIENTO UN MIL TRECIENTOS TREINTA Y CUATRO PESOS 54/100 M N					101,334.54

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO
"INTERLOMAS"**

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA REAL

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
I. LIMPIEZA					
I.1	ACARREO EN CARRETILLA DE INSUMOS DE ZONA DE DESCARGA A ÁREA DE TRABAJO, INCLUYE CARGA Y DESCARGA A UNA DISTANCIA HORIZONTAL MAXIMA DE 20.00 MTS SE CONSIDERO UNA CUADRILLA DE 3 AYUDANTES GENERALES.	JOR	5.00	294.51	1,472.55
I.2	DEMOLICIÓN A MANO DE ESTRUCTURA DE MANPOSTERIA INCLUYE ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN A UNA DISTANCIA DE 20.00 MTS.	M3	2.50	727.02	1,817.55
I.3	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN Y SOBANTES FUERA DE OBRA HASTA TIRO.	M3	3.50	71.66	250.81
II. TRAZO.					
II.1	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, SEGÚN PROYECTO, CON HILO Y PINTURA DE ESMALTE, A CUALQUIER NIVEL, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS, PARA SUPERFICIES MENORES DE 200 M2	M2	51.84	2.60	134.78
II.2	LIMPIEZA DE ÁREA DE TRABAJO. SE CONSIDERO UN AYUDANTE GENERAL PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD.	JOR	8.00	113.40	907.20
III CIMENTACIÓN.					
III.1	DEMOLICIÓN DE PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR INCLUYE ACARREOS LATERALES EN ÁREA DE TRABAJO	M2	20.25	25.20	510.30
III.2	EXCAVACIÓN A MANO EN CEPAS DE 0 A 2 MTS DE PROFUNDIDAD MAT. II ZONA B INCLUYE AFINE DE TALUDES, TRASPALÉO Y EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO	M3	40.50	39.11	1,583.96
III.3	EXCAVACIÓN A MANO EN CEPAS DE 2 A 4 MTS DE PROFUNDIDAD MAT. II ZONA B INCLUYE AFINE DE TALUDES, TRASPALÉO Y EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO	M3	30.36	50.77	1,542.39
III.4	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN Y SOBANTES FUERA DE OBRA HASTA TIRO	M3	72.91	71.66	5,224.73
III.5	RELLENO CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE) COMPACTADO AL 90 % CON EQUIPO DE IMPACTO (PATA DE ELEFANTE) EN CAPAS NO MAYORES DE 20 CMS, INCLUYE MANO DE OBRA, ACARREO DE MATERIAL EN DISTANCIA HORIZONTAL HASTA 20 MTS. HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	40.29	138.60	5,584.19

**CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO
"INTERLOMAS"**

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA REAL

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
	NECESARIO PARA LA EJE				
III.6	PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA R.N. DE 5 CMS DE ESPESOR CONCRETO F' C=100 KG/CM2	ML	20.25	31.00	627.75
III.7	ZAPATA AISLADA DE 4.5 X 4.5 MTS Y 0.60 MTS DE PERALTE DE CONCRETO F' C= 250 KG/CM2 R.R. ACABADO COMUN Y REFORZADA CON VAR DE 5/8" A CADA 15 CMS EN AMBOS SENTIDOS EN FORMA DE PARRILLA TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO INFERIOR, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CUR	PZA	1.00	7,596.30	7,596.30
III.8	COLOCACION, NIVELACION Y FIJACION DE ANCLAS PROTEGIENDO LA CUERDA	PZA	18.00	100.80	1,814.40
III.9	DRENAJE DE TUBO DE PVC DE 4"	ML	1.50	141.75	212.63
III.10	COLUMNA C-1 DE SECCION 40 X 40 REFORZADA CON 8 VARS DE 3/4 Y 5 EST DE 3/8" A CADA 20 CMS ACABADO APARENTE, CONCRETO F' C= 250 KG/CM2 R.R. HECHO EN OBRA, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CURADO.	ML	9.60	252.00	2,419.20
III.11	DADO D-2 DE SECCION 60 X 60 REFORZADO CON 16 VARS DE 1/2" Y 5 EST DE 3/8" A CADA 20 CMS ACABADO APARENTE, CONCRETO F' C= 250 KG/CM2 R.R. HECHO EN OBRA, INCLUYE CIMBRADO, DESCIMBRADO Y CURADO.	ML	2.40	567.00	1,360.80
	IV CONSTRUCCIÓN DE SHELTER				
IV.1	DESMONTAJE DE TECHUMBRE DE ASBESTO PARA SU ADECUACION SEGÚN PROYECTO.	PZA	1.00	1,500.00	1,500.00
IV.2	DEMOLICIÓN DE PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESP. INCLUYE ACARREOS LATERALES EN ÁREA DE TRABAJO.	M2	31.34	25.20	789.77
IV.3	DEMOLICIÓN DE TRABES DE CONCRETO ARMADO DE 15 X 20 CMS INCLUYE ACARREOS LATERALES EN ÁREA DE TRABAJO.	ML	8.18	25.20	206.14
IV.4	DEMOLICIÓN DE MUROS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 15 CMS DE ESP. INCLUYE ACARREOS LATERALES EN ÁREA DE TRABAJO	M2	17.06	12.60	214.96
IV.5	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN Y SOBRESANTES FUERA DE OBRA HASTA TIRO	M3	5.81	71.66	418.34
IV.6	PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA R.N. DE 5 CMS DE ESPESOR CONCRETO F' C=100 KG/CM2	M2	31.34	31.00	971.54

CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO "INTERLOMAS"

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA REAL

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
IV.7	FIRME DE CONCRETO DE 12 CMS DE ESPESOR DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R/R REFZU. C/3. MALLA ELECTROSOLDADA 6-6 10-10 ACABADO PULIDO	M ²	31.34	123.90	3,883.03
IV.8	CASTILLOS DE SECCION 15 X 15 CMS DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R/R REFORZADO CON 4 VARS. DE 3/8" Y EST. DEL No 2 A CADA 15 CMS ACABADO COMUN , DGS CARAS , INCLUYE CIMBRADO Y DESCIMBRADO	ML	9.50	67.81	644.20
IV.9	TRABE DE 30 X 15 CMS ARMADA CON 8 VARS DE 1/2" EST. DEL No 2 A CADA 20 CMS F' C= 250 KG/CM2 R/R HECHO EN OBRA CON REVOLVEDORA , ACABADO APARENTE DEJANDO PREPARACION PARA RECIBIR LOSA	ML	23.57	283.50	6,682.10
IV.10	LOSA DE CONCRETO F' C=200 KG/CM2 R/R DE 10 CMS DE ESPESOR REFORZADA CON VARS DE 3/8" A CADA 20 CMS EN AMBOS SENTIDOS Y UN LECHO, ACABADO APARENTE , INCLUYE CIMBRA, DESCIMBRA Y CURADO.	M ²	31.34	155.40	4,870.24
IV.11	MURO DE TABIQUE DE 5.5 X12.5 X 25 CMS JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARE 1-4 DE 12.5 CMS DE ESPESOR, ACABADO COMUN	M ²	9.43	89.64	845.13
V ACABADOS EN SHELTER					
V.1	APLANADO CON MORTERO DE CEM-ARE 1.3 CON LLAHA DE MADERA DE 2 CMS DE ESPESOR, EN MUROS	M ²	113.14	39.80	4,480.19
V.2	APLANADO CON MORTERO DE CEM-ARE 1.3 CON LLAHA DE MADERA DE 2 CMS DE ESPESOR, EN PLAFON.	M ²	31.34	45.30	1,419.70
V.3	PINTURA VINILICA COLOR BLANCO PARA MUROS Y PLAFONES MCA COMEX A DOS MANOS INCLUYE SELLADOR	M ²	305.00	17.35	5,291.75
V.4	LOSETA VINILICA DE 30 X 30 CMS DE 3 MM DE ESP. MCA VINILASA INCLUYE PEGAMENTO.	M ²	31.34	68.25	2,138.96
V.5	PUERTA METALICA A BASE DE LAMINA CAL 12 Y BASTIDOR DE PTR 2 REFUERZO EN CERRADURA Y MANUA DE ALUMINIO CHAPAMCA TOVER TIPO S-1, PUERTA DE SECCION 100 X 220 CMS. INCLUYE FABRICACION Y MONTAJE, PINTURA COLOR NEGRO A DOS MANOS	PZA	1.00	3,641.40	3,641.40
V.6	ZOCLO VINILICO DE 7 CMS DE COLOR NEGRO, INCLUYE PEGAMENTO.	ML	23.57	6.62	156.03

VI IMPERMEABILIZACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**CONSTRUCCION DE LA TORRE DE TELECOMUNICACIONES DEL SITIO DENOMINADO
"INTERLOMAS"**

AV. JACARANDAS # 1 COL. HUIXQUILUCAN

PRESUPUESTO DE OBRA REAL

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
VI.1	COLOCACION DE TEZONTLE SOBRE AZOTEA CON PREPARACION PARA RECIBIR CAPA DE MORTERO INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA	M ³	10.00	45.50	455.00
VI.2	COLOCACION DE ENTORTADO CON MORTERO CEM-ARE 15 DE 2 CMS DE ESPESOR	M ²	31.34	39.60	1,241.06
VI.3	COLOCACION DE IMPERMEABILIZANTE MCA ACRITON COLOR TERRACOTA, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA	M ²	31.34	35.20	1,103.17
			TOTAL		74,010.22
				IVA	11,101.53
			INDIRECTOS 20%		14,802.04
				UTILIDAD 25%	18,502.58
	TOTAL PRESUPUESTO: CIENTO DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS PESOS 35/100 M.N				118,416.35

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCLUSIONES:

Se ha construido la torre de telefonía celular del sitio denominado Interlomas, que funciona como recepción y/o transmisión de señales, por lo que se cumplió con el objetivo ya que esta se encuentra funcionando en condiciones optimas. una de las grandes experiencias que se tiene en este tipo de obras es que se aprenden muchas cosas que después son aplicadas en la vida profesional.

Uno de los aspectos que se tienen que tener muy bien en la mente del constructor que para poder realizar una obra de cualquier magnitud se tiene que actuar conforme al reglamento de construcción, a las normas técnicas y sacar los permisos correspondientes para que esta no sufra retrasos en su ejecución. Una de las cosas que son muy claras es que no siempre para la ejecución de cualquier obra se tienen las mismas condiciones, por lo que se deben de contar con los estudios necesarios, ya sea de mecánica de suelos, estructurales etc.

Para realizar cualquier modificación a una estructura existente se tienen que verificar si la misma es capaz de soportar las cargas muertas y vivas de lo que se piensa construir y si no cumple se tienen que realizar modificaciones en la estructura misma, esto se tiene que revisar ya que si se incrementa el peso a la estructura es posible que sufra deformaciones y que como consecuencia ser derrumbada.

Con lo que quiero explicar es que las condiciones de construcción no siempre son las mismas, es decir que las características del suelo no son iguales en todas las zonas de la república mexicana por lo que en cada zona en específico se tiene que realizar una visita de obra antes por parte de las empresas que concursaran en la construcción de dicha obra y al realizar esta visita se observan todas las características del lugar para que sean contempladas en el programa de obra que sea presentado y que en dicha construcción no se tengan contemplados todos los problemas que se llegaran a tener y como consecuencia no tener retrasos de la misma, pero es importante saber que se pueden encontrar problemas al ejecutar la obra ya que como se menciona en la visita solo se vieron las características del lugar superficialmente y no se sabe lo que exista en el subsuelo.

El participar directamente en la obra se adquiere una experiencia en cuanto a la construcción, se aprende a tomar una jerarquía dentro de la misma ya que muchas veces le preguntan al ingeniero como resolver el problema que se tiene en ese instante, y se ven los procesos de construcción que muchas veces solo se ha escuchado hablar de el y no es lo mismo saber que existe que ver físicamente como se ejecuta.

Un aspecto que me parece muy importante es el de la seguridad que se maneja en la obra ya que muchos trabajadores por sentirse cómodos al realizar su

trabajo no se colocan el equipo de seguridad ya que este nos protege y nos evita tener un accidente de consecuencia dentro de la obra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Arnal Simón Luis y Betancourt Suarez Max.
Nuevo Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
Edit. Trillas.
2 edición.
México D.F.
1994.
- 2.- Arquero Esteban Francisco.
Practica Constructiva.
Ediciones Ceac.
2 edición.
Barcelona España.
1980.
- 3.- Baud.
Tecnología de la Construcción.
Edit. Blume.
5 edición.
Barcelona España.
1977.
- 4.- Cormac Mc.
Diseño de estructuras metálicas.
Edit. Alfa Omega.
2 edición.
México D.F.
1991.
- 5.- Crespo Villalaz Carlos
Mecánica de suelos y cimentaciones.
Edit. Limusa
4 edición.
México D.F.
1998.
- 6.- Escuela Mexicana de Arquitectura Universidad la Salle.
Materiales y Procedimientos Constructivos.
Edit. Diana.
- 7.- Juárez Badillo y Rico Rodriguez.
Mecánica de Suelos Tomo 1
Edit. Limusa.
3 edición.
México D.F.
1977.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 8.- Lara Rodríguez Domingo y Muñoz Rodríguez Dario.
Sistema de Comunicaciones Móvil.
Edit. Alfa Omega.
- 9.- Manual de Diseño de Obras Civiles.
Estructuras para transmisión de energía eléctrica.
C.F.E.
- 10.- Oppenheim Alan V.
Señales y Sistemas.
Edit. Hamid.
- 11.- Plazola.
Normas y Costos de Construcción.
Edit. Limusa.
3 edición.
México D.F.
1971.
- 12.- Sowers B.
Mecánica de Suelos y Cimentaciones.
Edit. Limusa.
7 edición.
México D.F.
1993.
- 13.- Suarez Salazar.
Costo y tiempo en Edificación.
Edit. Limusa.
3 edición.
México D.F.
- 14.- Zurita Ruiz José.
Formulario para la Construcción.
Ediciones Ceac.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN