

44



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

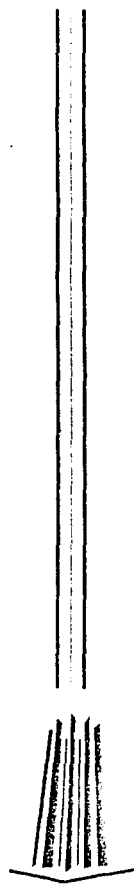
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN

“CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO  
DE UNA TORRE DE TELEFONÍA CELULAR”

## T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A:  
FRANCISCO SALOME SERRANO CANO

ASESOR:  
ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA.



MÉXICO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002



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.

# PAGINACION DISCONTINUA



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FRANCISCO SALOMÉ SERRANO CANO  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 9 de noviembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA TORRE DE TELEFONÍA CELULAR", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 19 de noviembre del 2001  
LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ

C p/ Secretaría Académica.  
C p/ Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.  
C p/ Asesor de Tesis.

LTG/AIR/IIa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A quienes debo todo en este mundo, empezando por la vida:

**MIS PADRES**

**Victoria Cano Rueda**

**José Patricio Serrano Buendía**

Les doy las gracias por haberme concebido y por enseñarme a luchar en todo y contra todo, espero no haberlos defraudado y que se sientan orgullosos de mí, como yo de ustedes por que se que nunca podré pagarles todo lo que han hecho por mí.

**MI ESPOSA**

Gracias a esa maravillosa mujer que dios puso en mi camino,

Gracias a su comprensión y a su paciencia,

Gracias al fruto que de ella nació, mi hijo.

Mujer tu me ayudaste en mis momentos mas dificiles, aliviaste mis dolencias, me diste palabras de aliento cuando yo flaqueaba de voluntad, tu que mediste valor para enfrentar las adversidades, por toda esa comprensión que de tu cuerpo y alma nace hacia mi y que se que nunca podré pagarte.

**CON TODO MI AMOR**

## **MI HIJO**

A ti hijo espero que dios te de entendimiento y te haga un hombre de bien, que cuando leas estos renglones te des cuenta de lo mucho que te quiero pues tu fuiste uno de los motivos para lograr mi superación y éxito.

## **A MI HERMANA**

### **EDITH SERRANO CANO ( + )**

A ti hermana te doy esta satisfacción en donde quiera que te encuentres y gracias por escucharme y aconsejarme, como te lo prometí este también es tu triunfo, gracias.

## **A MIS PROFESORES**

Gracias por sus conocimientos, consejos y experiencia que cada uno de ellos me transmitió desinteresadamente con el afán de formar un buen profesionista espero nunca defraudarlos.

## **A MIS GRANDES CUATES**

Por que a ellos les debo las cosas mas elementales de una amistad, comprensión, verdad y apoyo.

Alex y Beto

**MUY EN ESPECIAL A MI ASESOR DE TESIS**

**Ing. Gabriel Alvarez Bautista**

Por al apoyo que me brindo y el tiempo que invirtió durante la realización del presente trabajo **GRACIAS, MUCHAS GRACIAS.**

**A DIOS.**

DOY GRACIAS A DIOS POR QUE E CULMINADO UNA DE LAS METAS MAS ANHELADAS EN MI VIDA TERMINAR MIS ESTUDIOS PROFESIONALES, EL CAMINO NO FUE FACIL PUES TUVE DE TODO, TRISTEZAS Y ALEGRIAS DURANTE TODO ESE TIEMPO DE MI VIDA TU ESTUVISTE A MI LADO Y PUSISTE EN MI CAMINO A TODA ESA GENTE QUE ME APOYO Y ME BRINDO SU CONFIANZA ESPERO ME DISCULPEN POR NO MENSIONARLOS, PERO A TODOS ELLOS GRACIAS, PUES DE SUS REGAÑOS Y SUS PALABRAS APRENDI QUE EN LA VIDA EL QUE LUCHA POR SUS METAS LOGRA EL TRIUNFO ANHELADO A UN CON LOS TROPIEZOS MAS GRANDES QUE DE ELLA PROVENGAN.

**TE DOY GRACIAS DIOS MIO.**

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

### CAPITULO I

<b>GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
Aspectos históricos	4
Las radiobases	6
Actividades generales	14

### CAPITULO II

<b>ACCIONES QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO DE UNA TORRE DE TELEFONIA CELULAR</b>	<b>20</b>
Descripción del proyecto	20
Análisis del modelo estructural	37

### CAPITULO III

<b>MECANICA DE SUELOS</b>	<b>77</b>
Antecedentes del proyecto	77
Características geológicas generales	78
Muestreo y exploración del subsuelo	80
Pruebas de laboratorio	83
Características estratigráficas del subsuelo	88
Alternativas de cimentación	89
Asentamientos diferidos	99
Especificación de materiales	102
Trabajos efectuados	105
Diseño de cimentación	108



## **CAPITULO IV**

<b>PROCESO CONSTRUCTIVO</b>	<b>123</b>
Preliminares	123
Construcción de la radiobase	123

## **CAPITULO V**

<b>NORMAS Y ESPECIFICACIONES</b>	<b>133</b>
Normas para el estudio de mecánica de suelos	133
Normas para la elaboración de torre	149
Especificaciones para la realización de los estudios de mecánica de suelos	164

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>170</b>
---------------------	------------

**ANEXO**

**BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCION

Durante el periodo actual donde no son suficientes los medios de comunicación como son correo, telégrafos y teléfonos, para poder estar en contacto constante con gente que se encuentra lejos de nosotros como puede ser en un estado, en una colonia, incluso en otra calle, etc., y puesto que las demandas por estos servicios son mucho mayores que los que se presentaban a la población anteriormente se vio en la necesidad de crear mas medios de comunicación, como es el Internet y como es un teléfono móvil, al que se le conoce como teléfono celular hoy en día del cual hablaremos mas adelante en este trabajo realizado.

Para solucionar este tipo de problemas de comunicación da marcha un plan piloto, dicho plan consiste en construir radiobases celulares para poder tener una mejor cobertura y dar un mejor servicio construyendo instalaciones cercanas a la población para poder prestar los servicios al publico con mayor eficiencia.

Para poder llevar acabo este plan es necesario contar con instalaciones propias o arrendadas y adecuadas en cada zona, el problema que se presenta en primer lugar, es la de encontrar un lugar bastante accesible.

El presente trabajo trata de exponer la experiencia presentada en la construcción de este tipo de obras de criterios ingenieriles en cada una de sus etapas, analizando recursos que intervienen, así como el costo de cada uno de ellos para integrar un presupuesto.

Los capítulos que integran este trabajo son manejados en cuanto a la dificultad que se presento para la construcción en cada una de sus etapas, de acuerdo a la información que se requería y tiempo de construcción.

En el capítulo I, trata de algunos datos históricos y además de una breve descripción de las acciones que se realizan para la elaboración de un sitio celular y algunas consideraciones que se deben de tomar en cuenta.

En el capítulo II, dentro de la construcción de la torre de telefonía celular describiremos el proyecto estructural y arquitectónico es decir, se mencionan las dimensiones y necesidades de espacio que requiere dicha construcción, así como algunos cálculos para su correcta elaboración.

Dentro del capítulo III, describiremos dos de los aspectos más importantes en cualquier tipo de construcción, como es, la Mecánica de Suelos y el diseño de la cimentación para la torre Autosoportada de telefonía celular.

En el capítulo IV, trataremos el proceso constructivo de la torre Autosoportada de telefonía celular desde la limpia y trazo de terreno hasta el ensamble de las celosías de la torre, tomando en cuenta la excavación del pozo a cielo abierto para la extracción de la muestra para la Mecánica de Suelos y el material utilizado para el mejoramiento del suelo para la realización de la torre.

Haciendo mención del capítulo V, nos daremos cuenta que siempre son necesarias las normas y especificaciones que se puedan tener dentro de cualquier tipo de construcción.

Y por ultimo se ofrecen las conclusiones que se crean más convenientes, importantes y pertinentes que deberán de conocerse durante la ejecución y terminación de la obra.

Cabe señalar que se le dio mas importancia a la cimentación, Mecánica de Suelos y el diseño estructural, que al proceso constructivo de la torre y demás obras que se realizaron.

esto por que la construcción depende de una buena elaboración de las pruebas de laboratorio y un buen diseño de la cimentación, pasando por el buen diseño estructural, sin olvidar el acondicionamiento del terreno, etc.

Y por ultimo; como el aspecto más importante de este trabajo diremos que el objetivo a alcanzar en este es el de "Canalizar distintos procedimientos constructivos, con relación a los materiales utilizados, para poder lograr reducir el tiempo de ejecución, buscando, la economía de la obra".

Así como analizar a fondo los procesos de las pruebas de laboratorio para la Mecánica de Suelos y la realización del supervisor de obra en cada proyecto.

Ya que la industria de la construcción en nuestro país tiene unas características que la hacen de tal modo especial, que en la actualidad no se podría pensar en realizar una obra de cierta importancia, sin la presencia de la supervisión de obra, de ahí que la supervisión, se ha convertido en un elemento de fundamental importancia para llevar acabo los proyectos de construcción con cierta tranquilidad para el cliente o el propietario de la obra.

En suma, la supervisión de obra, debe asegurar y ser responsable de que la obra se concluirá en el tiempo, costo y calidad, que se establecieron desde la concepción misma de un proyecto de construcción, pero además la supervisión de obras debe de tener claras las acciones para impulsar la productividad en todos los aspectos del desarrollo de un proyecto.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### **Aspecto histórico.**

El "Sistema de Telefonía Celular" es un concepto reciente, ya que inicia su operación comercial en Estados Unidos de Norteamérica en 1984. Desde entonces sé a desarrollado mucho mas que otros sistemas de telecomunicaciones.

El nombre completo del Sistema es "Sistema de Radiotelefonía Móvil Con Tecnología Celular", siendo sus tres características más importantes

- Radiotelefonía: Se refiere a la telefonía a través de ondas de radio.
- Móvil: es la capacidad de dar servicio a teléfonos en movimiento, inclusive en altas velocidades.
- Tecnología Celular: Es la técnica que permite reutilizar un numero limitado de frecuencias para aumentar "ilimitadamente" la capacidad del sistema, mediante el uso de "células".

El termino "celular" se refiere a la estructura del sistema, compuesto por áreas geográficas llamadas "células"; que juntas forman una área de servicio o "área de cobertura"; cada una de estas células, es cubierta con la señal de radio que emite o recibe la radiobase, con el fin de transmitir la señal de los teléfonos localizados en su área.

En este sistema, al igual que todos los de telecomunicaciones, cumple con una norma, que en este caso es la denominada AMPS ( Advanced Mobile Phone System ), la cual corresponde al estándar EIA/TIA - 553, desarrollado en Estados Unidos y que en México existe a través de una NOM ( Norma Oficial Mexicana).

Un sistema Celular se integra de varios elementos, que al funcionar en conjunto nos dan un resultado que, en este caso, es proporcionar el servicio de telefonía celular con características propias.

Las partes fundamentales para que el Sistema de Telefonía Celular funcione son:

- Central Telefónica Móvil (MTX)
- Radiobase (Sitio Celular)
- Teléfono Celular (Equipo Terminal o Unidades Móviles)

La Red Telefónica Publica Conmutada (RTPC) no forma parte integral del sistema, pero se considera como un elemento mas para su operación.

#### EL MTX (Mobile Telephone Exchange)

También se le conoce como MSC (Mobile Service Center) o MTSO (Mobile Telephone Service Office) o simplemente Switich. Es la parte más importante del sistema celular, ya que controla el funcionamiento de los otros elementos del sistema celular, elaborando, procesando y almacenando la información relativa a su propio funcionamiento y lo correspondiente a las llamadas (numero de suscriptor, duración, origen y destino, etc.).

Se compone de dos grandes sistemas:

- Sistema de conmutación.
- Sistema de procesamiento de datos.

Con la información que recibe el MTX de un teléfono, compara los datos de identificación de cada aparato con los que tiene registrados, y en caso de coincidir, nos clasificados como activos o disponibles, permitiendo hacer o recibir llamadas.

Cuando no coinciden estos datos, el MTX ignora la presencia del teléfono celular y no realiza registro alguno.

De esta manera cuando un usuario hace una llamada, marcando el número deseado y oprimiendo "SEND", el teléfono transmite al MTX a través del canal de control de la radiobase la información mencionada anteriormente, permitiendo o no que la llamada se efectúe.

### **Las radiobases.**

La función básica de una radiobase, es la de comunicar a la central celular con todas y cada una de las unidades móviles que se encuentren dentro de la Cobertura del Sistema.

A través de las radiobases se mantiene permanentemente una cobertura de señal celular en un área determinada por medio del canal de control, a fin de permitir la comunicación MTX – Móviles, proporcionando los canales de voz al establecer comunicación.

Los componentes básicos de una Radiobase son:

- Canales, transceptores o unidades de radio.
- Interfaz, para interconexión con el MTX.
- Equipo asociado, para transmisiones/recepciones: antenas, combinadores, acopladores, guía de onda, etc.

Existen otros equipos complementarios a las Radiobases cuya función es únicamente modificar y/o ampliar su cobertura, por lo que se denominan Repetidores Celulares.

El teléfono celular es para las personas usuarias la parte más conocida e importante del Sistema Celular ya que a través del teléfono se obtiene el servicio, es decir, pueden hacer o recibir llamadas.

Tecnológicamente existen teléfonos análogos, digitales y duales de los cuales se tienen conocimiento en las personas usuarias los dos últimos.

Un teléfono celular esta integrado por los siguiente elementos:

- Unidad de Radiofrecuencia: transceptor y equipo asociado para transmisión(antena, acopladores).
- Unidad de Control: procesamiento electrónico, teclado, display.
- Unidad de Voz / audio: interfaz con el usuario (monitoreo, altavoz).
- Unidad de Alimentación: batería o adaptador.

La cobertura es a fin de operar el servicio de telefonía celular con base en una competencia sana, la Secretaria de Comunicaciones y Transportes dividió a la Republica Mexicana en nueve regiones, tomando en cuenta tanto aspectos geográficos como de mercado, estas regiones celulares son:

1. Baja California
2. Noroeste
3. Norte
4. Noreste
5. Occidente
6. Centro
7. Golfo Sur
8. Sureste
9. México



Actualmente la Señal Celular cubre las 80,000 poblaciones más importantes del país y más de 23,000 kilómetros de ejes carreteros. Ello implica cobertura de más del 85% de las zonas habitadas de México.

Los tipos de comunicación se pueden dar de dos tipos de comunicación en lo que a telefonía celular se refiere:

- Entre celular y convencional, y viceversa.
- De celular a celular

La primera de ellas se origina en el teléfono celular, que al ser activado es identificado por la Radiobase más cercana, cada Radiobase esta conectada a la Central de Telefonía Celular (MTX), y esta a su vez con la Red Telefónica Publica Conmutada (RTPC) y se muestra en el siguiente diagrama:

CELULAR ► RADIOBASES ► MTX ► RED PUBLICA TELEFONICA ►  
TELEFONO CONVENCIONAL

En el segundo tipo de comunicación es de un teléfono celular a otro celular que funciona como se muestra a continuación en el siguiente diagrama:

CELULAR ► RADIOBASES ► MTX ► RADIOBASES ► CELULAR

La diferencia entre el primero y el segundo tipo de comunicación esta en que la comunicación de celular a celular de la misma banda no utiliza la Red Telefónica Publica Conmutada.

El centro de operación es la Central Telefónica Móvil Celular o MTX, el cual conecta la llamada por medio de sus canales de voz e intercambia información a través de canales de control, por lo que el MTX identifica:

- Numero de Abonado que llama: EMISOR.
- Numero de Abonado al que llama: RECEPTOR.

- Si es Local o Visitante.
- Si pertenece al sistema de la Banda o si es de la competencia.

Es así del por que la importancia de construir una radiobase y tomar en cuenta que entre mas cobertura allá mejor servicio de telefonía tendremos los usuarios, teniendo así como claro ejemplo el que no nos podamos comunicar en las horas pico con la persona o las personas con las que tenemos un compromiso que realizar.

En el sistema celular las llamadas viajan sobre ondas de radio a estaciones estratégicamente situadas en una zona geográfica dividida en pequeñas células, cuyos radios oscilan entre mil quinientos y mil metros. En cada célula hay una estación básica de baja potencia conectada al receptor-transmisor de una Estación Central de Conmutación que se ocupa de conectar la señal de radio a la Red Telefónica Publica.

Pero no se limita a eso, también pasa la señal de un receptor a otro a medida de que el vehículo viaja de célula en célula. Una computadora central localiza automáticamente la ubicación de cada teléfono móvil, asigna a los usuarios a los canales radioeléctricos disponibles en determinada célula, reasigna frecuencias automáticamente a medida que el aparato receptor va de célula en célula, y además se encarga de tomar datos de cada llamada para su facturación.

Es por eso que la telefonía requiere de una mejor supervisión, calidad y sobre todo un buen desarrollo de cada torre. Y ya que hablamos de supervisión, el que un proyecto alcance los objetivos planteados, es compromiso fundamental de un supervisor o jefe de obra, ya que tiene un papel decisivo en la planificación, ejecución y control del proyecto.

Es importante clarificar que el supervisor no es un mero coordinador y menos un secretario de una comisión. Si no por el contrario es el responsable de lograr el éxito del proyecto mediante la adopción de decisiones, la dirección del equipo humano y toma medidas correctas.

Es también importante que el supervisor de obra sea técnicamente competente y este directamente relacionado con los aspectos técnicos del proyecto, debido a que la existencia de la empresa depende de la experiencia técnica.

El propósito de la planeación es dividir los requerimientos globales del proyecto en elementos que puedan atenderse con eficacia. Una planeación eficaz evita las crisis innecesarias y se anticipa a las inevitables y las hace más fáciles de controlar.

También el supervisor de obra debe estar involucrado en la selección de su equipo de trabajo y habrá de tomar en cuenta la responsabilidad de informar del desempeño de cada uno de los miembros en un proyecto determinado. Esta información no solo es para directores, sino también para los miembros del equipo.

Una vez que el proyecto esta planeado y organizado, el supervisor debe centrar su esfuerzo en dirigir las actividades de cada una de las personas que intervienen en él. Fundamentalmente, esta función consiste en asegurarse de que el trabajo del proyecto se lleva acabo eficazmente.

Las funciones de control del supervisor de obra pueden ser divididas en cuatro categorías: calidad técnica, presupuestos, programación, satisfacción al cliente. Esta función puede realizarse fácilmente a través de diversos métodos de control, como revisiones de diseño, informes periódicos del progreso y revisiones informales de hechos importantes.

La habilidad del supervisor de obra para delegar trabajo en otros miembros del equipo requiere medidas de control adecuadas.

Otra responsabilidad del supervisor de obra, es la participación en la administración de costos.

El supervisor conoce el proyecto y al cliente. Este conocimiento a fondo asegura que los costos de trabajo sean debidamente estimados, para preparar los informes rápidamente y con exactitud.

El supervisor de obra tiene una capacidad de análisis comprobada, puede definir el proyecto y desarrollar el conjunto de actividades para terminarlo; coordina y monitorea las actividades y entrega el producto final a tiempo dentro de los costos establecidos.

Cuando se toma la decisión de realizar un proyecto es necesario, como ya se menciono, nombrar un jefe de obra.

A partir de ese momento se inicia las fases de preparación y planificación del proyecto, uno de los aspectos más importantes para la gestión del mismo.

Es importante señalar que una vez iniciada la ejecución del proyecto será necesario poner en marcha ciertos dispositivos de información y control que deberán permitir conocer en todo momento la situación del proyecto en relación con los objetivos establecidos y tomar las medidas de corrección oportunas que garanticen que el proyecto esta permanentemente orientado a la consecución de los mismos y que el jefe de obra mantiene el control de su evolución.

Esta misión puede descomponerse en un conjunto de funciones específicas donde se deberá tener una gran conciencia cuando se tenga detalles mínimos de lo que será el proyecto entre las que cabe destacar como más importantes las siguientes:

- Colaboración con el cliente en la definición y razonamiento para que se pueda obtener los ideales que se persiguen tanto con el supervisor de obra y cliente, llegando así a la concreción de los objetivos del proyecto.

- Planificación del proyecto en todos sus aspectos, identificando las actividades a realizar, los recursos a poner en juego, los plazos y los costos previstos.
- Dirección y coordinación de todos los recursos afectos al proyecto.
- Mantenimiento permanente de las relaciones externas del proyecto: clientes, proveedores, subcontratistas, otras direcciones, etc.
- Toma de decisiones necesarias para garantizar el avance del proyecto e impulsar su progreso constante.
- Seguimiento del proyecto y mantenimiento de las informaciones necesarias para conocer en todo momento la situación, en relación con los objetivos establecidos.
- Adopción de las medidas correctivas pertinentes para poner remedio a las desviaciones que se hubieran detectado y tratar de llevar por buen destino el proyecto y alcanzar el objetivo que en un principio se trazó.
- Responder ante clientes y superiores de la consecución de los objetivos del proyecto.
- Proponer, en su caso, modificaciones a los límites u objetivos básicos del proyecto cuando concurren circunstancias que así lo aconsejen.

A pesar de la importancia decisiva de las fases preparatorias, ahora es preciso enfrentarse con la parte más trascendental: hay que convertir en realidad todo lo que se ha imaginado y que se ha plasmado sobre un papel; hay que realizar la obra que a dado lugar al proyecto que dará satisfacción al deseo inicial del cliente.

Es el momento y el estudio de la planificación a de dar paso a la acción y a la decisión.

Precisamente la adopción de decisiones es el cometido principal que compete a partir de este momento, sobre todo el jefe de obra, pero también el resto de instancias de responsabilidad implicadas. La vertiente gerencial del jefe de obra adquiere toda su relevancia y será una de las bases fundamentales para poder conseguir los objetivos propuestos.

El control de calidad solo es posible si se parte de unas normas y especificaciones claras, previamente definidas, conocidas y compartidas por todas las partes. El control de calidad es, ante todo, comparar la obra que se está ejecutando con dichas especificaciones y comprobar si se está respetando o si existen diferencias significativas.

Este hecho, pese a ser obvio, se olvida con demasiada frecuencia y no es raro ver proyectos que carecen de especificaciones técnicas suficientemente concretas y completas.

El control de calidad es una labor compleja que requiere conocimientos técnicos profundos en la materia de que se trate, que se ha de concretar en muestreos, análisis y mediciones adecuadas al caso.

El control de calidad solo será eficaz si, es preventivo y se realiza en los momentos oportunos.

Para que el control de calidad sea eficaz debe efectuarse a lo largo de toda la obra con tiempo para ir corrigiendo, sin costos, añadidos graves y las deficiencias que pudiesen detectarse.

También subsiste el peligro de multiplicar indefinidamente el estudio de las alternativas, de querer asegurar tanto la calidad de la decisión, que esta no llegue a producirse, o no lo haga a su debido tiempo. El estudio de la decisión puede servir de coartada precisamente para evitar tener que evitarla.

La decisión exige, por tanto, un acto de voluntad. En un momento dado hay que pasar a la acción, lo que siempre es fruto de una actitud mental. Ese acto de voluntad es esencial a toda decisión hasta tal punto que la decisión no llega a existir sin dicho acto volutivo.

Es por esa razón que el supervisor de obra tiene mucho que ver en cuanto a la realización de las radiobases celulares, si acaso le faltara estos requisitos a algún supervisor imagínese lo que pasaría en la empresa solicitante y por consiguiente en la economía de la misma.

### **Actividades generales.**

Para la realización de una RADIO-BASE CELULAR se necesitaron seguir una secuencia de donde se desprenden los siguientes pasos

1. Entrega de anillo de búsqueda (por radio frecuencia).
2. Adquisición de sitios.
3. tramites de licencias y permisos.
4. inspección del sitio.
5. realización de proyecto.
6. análisis de proyecto.
7. Construcción de la radiobase celular.
8. Instalaciones.
9. entrega del sitio.

### **Entrega de anillo de búsqueda (por radio frecuencia).**

En esta parte del proyecto se tiene como finalidad localizar en donde se podrá instalar la RADIO-BASE, ya que el departamento de Radio Frecuencia da un Anillo de Búsqueda, para poder buscar los lugares más óptimos y los espacios que mejor se adapten a los requisitos del solicitante. Lamándose Anillo de Búsqueda a un Lote o a una Manzana, para que se pueda instalar ahí un sitio celular y pueda dar su máxima eficiencia en cuanto a la recepción y transmisión de las ondas celulares.

### **Adquisición de sitios.**

Se llama departamento de Adquisiciones de Sitios, por que en ese departamento se manda a realizar las transacciones con las personas de los predios donde se localiza el Anillo de Búsqueda, ellos se encargan de explicar a las personas encargadas del terreno los trabajos que se realizaran dentro de su predio y los beneficios económicos que obtendrán por la renta de su inmueble,

obteniendo así, a tres candidatos de diferentes predios dentro de ese Anillo de Búsqueda.

Después de haber obtenido los tres candidatos como mínimo, los reportes fotográficos y los documentos de los candidatos requeridos por la empresa, Radio Frecuencia estudia cual de los tres candidatos es el mejor ubicado para recibir y enviar las señales de telefonía celular, y por el que se decida, empezar a diseñar su sitio celular.

### **Tramites de licencia.**

A este departamento se le llama LOGISTICA, ya que en el se elaboran los contratos de arrendamiento, luz, agua, tesorería, gobierno, permisos y los pagos de cada uno de los tramites que hay que hacer para la realización de cada sitio.



Ellos se encargan de agilizar los tramites y los permisos para la construcción de la Torre, el costo, la renta y las inconveniencias que puedan ocurrir con la elaboración de la misma.

#### **Inspección del sitio.**

Las áreas de Proyecto e Ingeniería tendrán que ir al sitio para darle el visto bueno y así empezar a planear los trabajos de la Mecánica de Suelos, construcción, acometida eléctrica, drenaje y agua potable.

En esta visita también se tendrá que sacar la resistencia de suelo, la inductancia que existe en la zona si es buena o mala para que haya que mejorar el suelo con material que el proyectista sugiera. Se observara los tipos de alumbrado y transformadores que existan en la zona para la instalación eléctrica del sitio, y también se realizara la mecánica de suelos del mismo.

#### **Realización de proyecto.**

Después de haber ido a campo, en gabinete se empieza elaborar los planos que corresponden a cada departamento (ver ANEXOS) como son:

- 1.- planos eléctricos.
- 2.- planos arquitectónicos.
- 3.- planos de sistema de tierras.
- 4.- plano estructural.

Los cuales servirán como material de apoyo para el contratista en la realización del sitio. También se debe de mandar los mismos planos a la empresa que solicito la Radio Base, para solicitar el visto bueno de la misma.

### **Análisis de proyecto.**

En esta área se realiza los análisis estructurales, los precios unitarios, costos, programa de obra y calendario de actividades, que se podrán llevar a cabo en la realización de la torre de telefonía celular.

Tomando en cuenta los planos estructurales se llevan a cabo una serie de simulaciones y estudios realizados por computadora, para saber los comportamientos que tendrá durante un sismo o una ráfaga de aire que pueda dañar la torre y así tener una buena seguridad.

También se toma en cuenta los planos eléctricos pues de ellos depende las instalaciones eléctricas y los aterrizajes de tierras que van conectados a los electrodos colocados alrededor de la cimentación de la torre.

### **Desarrollo del sitio.**

En esta parte se lleva a cabo la supervisión tanto de la obra civil como la eléctrica, pues se tiene que revisar desde la limpieza del terreno, el colado de las zapatas y la plataforma donde se pondrá el contenedor, la colocación de la torre, la llegada del contenedor, y las conexiones de todo el sistema eléctrico.

Esta es una de las partes importantes ya que de ella depende que la construcción de la torre quede exactamente como lo requirieron en el plano pues si se llega a colar con un concreto no solicitado puede llegar a fallar.

También se debe de revisar las anclas de la torre pues de ello depende que las estructuras solicitadas lleguen a quedar, puesto que si se llega a mover por lo menos unos cuantos centímetros esto a lo largo de la colocación de las siguientes estructuras, sé vera la falla y se tendrá que volver a desmontar las estructuras puestas ya que los barrenos no coinciden, eso costaría tiempo y dinero a la empresa.

Pues una mala atención por parte del residente de obra podría colocar en una situación peligrosa a la compañía y al sitio donde se encuentra la Torre.

### **Instalaciones.**

Esta es una de las fases en las cuales se deberá de dar un amplio espacio pues al conectar un swich mal podría dañar todo el sistema eléctrico y este es más costoso que la elaboración de la construcción de la torre. También se debe de supervisar que todas las conexiones estén muy bien aisladas y que todo el contenedor este muy bien sellado pues no debe de entrarle por ningún motivo agua, ni aire pues dañaría en todo su aspecto también a los tableros de conexión celular.

Se debe de observar que todos lo cables que vienen de la cama de Fideers deben de estar muy bien estirados y que no presenten ninguna ondulación por ninguna parte, si estos defectos se presentaran en las instalaciones se tendrían que componer inmediatamente, pues si no lo hicieran sería motivo de rechazo por parte del cliente.

### **Entrega de sitio.**

Con una solemne ceremonia es entregado el sitio pues a pasado la supervisión de la empresa y el sitio es entregado funcionando.

Cabe señalar que antes de la ceremonia se deja por lo menos quince días trabajando el equipo y la torre, pues se hacen pruebas antes de ser entregada, donde los equipos de radiofrecuencia de cada compañía, sea bien el contratante y el contratista revisan las instalaciones tanto la obra civil como la eléctrica.

Realizando los trabajos de supervisión de la torre se elige la fecha de operación del sitio y se pone en función un sitio mas de TELEFONIA CELULAR.

Es así como se realiza la elaboración de cada torre de telefonía celular pues se requiere de diversos departamentos como se menciono, pues cada departamento tiene su especial importancia para llevar acabo la realización de cada sitio celular.

## **CAPITULO II**

### **ACCIONES QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO DE UNA TORRE DE TELEFONIA CELULAR.**

#### **Descripción del proyecto.**

A continuación los datos de la torre de telefonía celular:

Se trata de una torre de telefonía celular Autosoportada de 30 metros de altura, con una plataforma y dos repetidoras, la cual estará ubicada en Toluca.

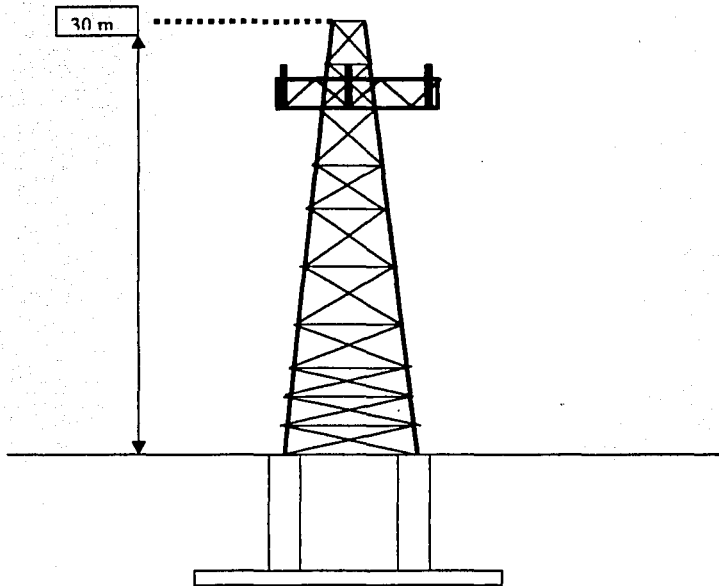
Apegándonos al Reglamento de Construcción del Distrito Federal vigente a la fecha, se trata de una edificación perteneciente al grupo "A" (artículo 174), la cual está localizada en la zona II (artículo 175) para fines de cimentación y análisis sísmico.

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con un terreno irregular de 120 metros cuadrados de superficie, el cual presenta de frente hacia la vía pública 11 metros de longitud, considerándose los restantes tres lados limitados por construcciones ya existentes siendo estas casas habitación de dos niveles.

Tomando en cuenta las especificaciones de telefonía celular se realizaron los trabajos correspondientes basándose como referencia en los datos regionales, los datos de la torre correspondiente y la realización de los datos sísmicos de la región, es así como se realizaron los siguientes trabajos.

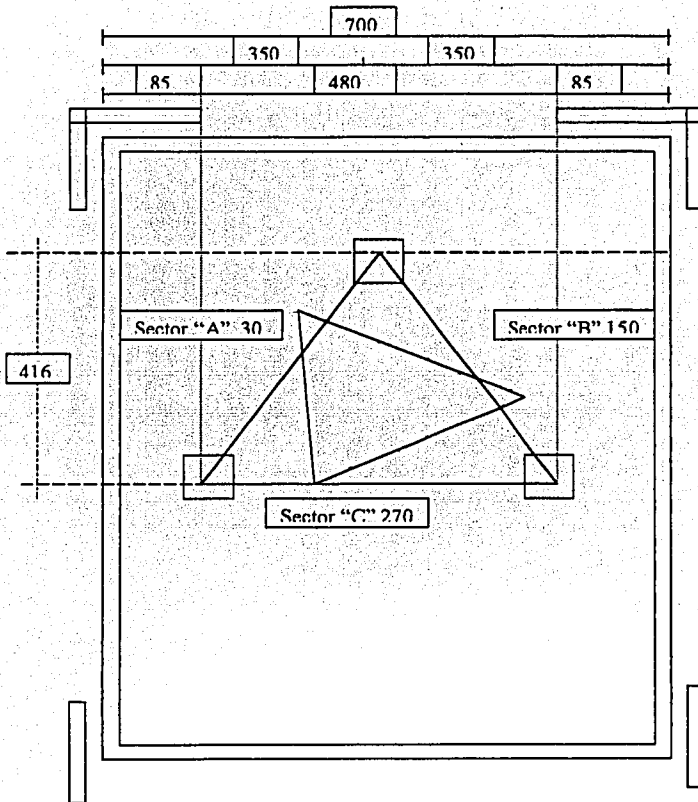
Se realizó el Análisis de Carga de Viento, Análisis Dinámico y Análisis Estático por medio de un programa de computadora, así también realizamos el

diseño de la torre de telefonía celular mediante el programa de computadora STAAD III esta corrida se muestran mas adelante.



**TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 MTS. DE ALTURA, SEPARACIÓN ENTRE PIERNAS DE 1.50 MTS.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**PLANTA PROPUESTA DE TORRE AUTOSOPORTADA**

**LOTE CON ANCHO MENOR DE 10.00 MTS.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CARGA DE VIENTO

\*EN BASE AL MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE C.F.E. DISEÑO POR VIENTO 1993

ESTRUCTURA DEL GRUPO	A
TIPO DE ESTRUCTURA	2
VR = VELOCIDAD REGI PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS	130 Km/h
CATEGORIA DEL TERRENO POR RUGOSIDAD	2
$\tau$ = TEMPERATURA PROMEDIO	12.7 °C
CLASE DE ESTRUCTURA SEGUN SU TAMAÑO	B
FT = FACTOR DE TOPOGRAFIA	1.0
Fc = FACTOR DE TAMAÑO	0.95
$\alpha$ = EXPONENTE QUE DETERMINA LA FORMA DE LA VARIACION DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO CON LA ALTURA, ES ADIMENSIONAL	0.131
$\delta$ = ALTURA GRADIENTE	315 metros
ALTITUD	2680 m.s.n.m.
pi = presión barométrica inferior. =	530
ps = presión barométrica superior. =	565
h2 = altura a presión bar. inf. =	3000
h2' = altura a presión bar. sup. =	2500
$\Omega$ = PRESION BAROMETRICA	552.4
G = FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y ALTURA RESPECTO AL N.M.M.	0.758 mm de Hg.

$$G = (0.392 \times \Omega) / (273 + \tau)$$

qz = PRESION DINAMICA DE BASE A UNA ALTURA Z SOBRE EL NIVEL DE TERRENO, KG/M<sup>2</sup>

$$qz = 0.0048 \times G \times VD^2$$

Frz = FACTOR DE RUGOSIDAD Y ALTURA

$$Frz = 1.56(10/\delta)^2 \quad \text{si, } Z \leq 10$$

$$Frz = 1.56(Z/\delta)^2 \quad \text{si, } 10 < Z < \delta$$

$$Frz = 1.56 \quad \text{si, } Z \geq \delta$$

Az = AREA DE LA ESTRUCTURA, M<sup>2</sup>

At = AREA TRIBUTARIA M<sup>2</sup>

$\phi$  = RELACION DE SOLIDEZ, ADIMENSIONAL

$$\phi = Az/At$$

F $\alpha$  = FACTOR DE EXPOSICION QUE TOMA EN CUENTA EL EFECTO COMBINADO DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO

$$F\alpha = Fc \times Frz$$

VD = VELOCIDAD DE DISEÑO EN PARTICULAR A UNA ALTURA Z, EN Km/h.

$$VD = VR \times FT \times F\alpha$$

## ANALISIS DINAMICO :

SE EMPLEA ESTE METODO SI LA ESTRUCTURA CUMPLE CON ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- a).- SI, LA RELACION  $H/D > 5$ , EN DONDE H ES LA ALTURA DE LA CONSTRUCCION Y D LA DIMENSION MINIMA DE LA BASE  
 b).- SI, EL PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA ES MAYOR QUE 1 SEGUNDO.

REVISION :

a).- RELACION  $H/D = 14.00/1.00 = 14.00m > 5$ , POR LO TANTO SE APLICA EL ANALISIS DINAMICO.

PRESION EN LA DIRECCION DEL VIENTO:  $p_z = F_a C_a q_z$

$F_a$  = FACTOR DE RESPUESTA DINAMICA DEBIDA A RAFAGAS

$C_a$  = COEFICIENTE DE ARRASTRE, QUE DEPENDE DE LA FORMA DE LA ESTRUCTURA, ADIMENSIONAL.

$q_z$  = PRESION DINAMICA DE BASE EN LA DIRECCION DEL VIENTO.

EN DONDE:

$$F_a = 1/g^2 [1 + g_p (\sigma/\mu)]$$

EN DONDE:

$g$  = FACTOR DE RAFAGA VARIABLE CON LA ALTURA Z

$g_p$  = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO DE LA CARGA POR VIENTO

$\sigma/\mu$  = RELACION ENTRE LA DESVIACION ESTANDAR DE LA CARGA POR VIENTO Y EL VALOR MEDIO DE LA CARGA POR VIENTO

LA VARIACION DEL FACTOR DE RAFAGA CON LA ALTURA Z SE CALCULA CON LAS SIGUIENTES EXPRESIONES:

$$g = k' [10/\delta]^{\eta} \quad \text{si, } Z \leq 10$$

$$g = k' [Z/\delta]^{\eta} \quad \text{si, } 10 < Z < \delta$$

$$g = k' \quad \text{si, } Z \geq \delta$$

LAS VARIABLES  $k'$  Y  $\eta$  SON ADIMENSIONALES, LAS CUALES DEPENDEN DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO DE DESPLANTE Y  $\delta$  ES LA ALTURA GRADIENTE EN m. ESTAS VARIABLES SE DEFINEN EN LA TABLA 129 DEL MANUAL DE DISEÑO.

LA RELACION  $\sigma/\mu$  REPRESENTA LA VARIACION DE LA CARGA DEBIDA A LA TURBULENCIA DEL VIENTO Y SE OBTIENE CON LA SIGUIENTE ECUACION:

$$\sigma/\mu = \sqrt{k_r/C_a' [B \cdot SE/\zeta]}$$

DONDE:

$k_r$  = FACTOR RELACIONADO CON LA RUGOSIDAD DEL TERRENO:

CATEGORIA DEL TERRENO	$k_r$
1	0.06
2	0.08
3	0.10
4	0.14

$\zeta$  = COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO : POR SER ESTRUCTURA TIPO CELOSIA SE CONSIDERA IGUAL A 0.005

B = FACTOR DE EXCITACION DE FONDO

S = FACTOR DE REDUCCION POR TAMAÑO

E = FACTOR QUE REPRESENTA LA RELACION DE LA ENERGIA DE RAFAGA CON LA FRECUENCIA NATURAL DE LA ESTRUCTURA.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



EL FACTOR  $C\alpha' = 3.46 (F_T)^2 [10/\delta]^{2\alpha'}$

SI  $H \leq 10$

$C\alpha' = 3.46 (F_T)^2 [H/\delta]^{2\alpha'}$

SI  $10 < H < \delta$

$C\alpha' = 3.46 (F_T)^2$

SI  $H > \delta$

DONDE :

$F_T$  = FACTOR DE TOPOGRAFIA

$\delta$  = LA ALTURA GRADIENTE DE ACUERDO A LA TABLA I.29

$H$  = ALTURA TOTAL DE LA CONSTRUCCION

EL FACTOR  $\alpha'$  SE DETERMINA EN FUNCION DE LA CATEGORIA DEL TERRENO

CATEGORIA DEL TERRENO	$\alpha'$
1	0.13
2	0.18
3	0.245
4	0.31

LOS PARAMETROS  $B$ ,  $S$ ,  $E$  Y  $g_p$  SE PUEDEN CALCULAR CON LA AYUDA DE LAS GRAFICAS DE LA FIGURA I.20 EN LAS GRAFICAS DE LA FIGURA I.20  $b/H$  ES LA RELACION ENTRE EL ANCHO  $b$ , Y LA ALTURA  $H$ , DE LA CONSTRUCCION, CORRESPONDIENTES AL LADO DE BARLOVENTO. LA RELACION  $(3.6 n_0 H) / V_H$  ES IGUAL A LA FRECUENCIA REDUCIDA.

EN DONDE :

$n_0$  = LA FRECUENCIA NATURAL DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA EN HZ

$V_H$  = VELOCIDAD MEDIA DE DISEÑO DEL VIENTO, SE CALCULA CON LA ALTURA MAS ELEVADA DE LA ESTRUCTURA, Y SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$V_H = (1/g_H) V_H$$

SIENDO :  $g_H$  EL FACTOR DE RAFAGA Y SE CALCULA PARA  $Z = H$

$V_H$  = VELOCIDAD DE DISEÑO Y SE CONSIDERA TAMBIEN PARA  $Z = H$

POR ULTIMO  $g_p$  FACTOR DE PICO SE OBTIENE EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE RAPIDEZ DE FLUCTUACION

PROMEDIO  $v$ , EN HZ, EL CUAL SE DEFINE CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$v = n_0 \sqrt{(SE)/(SE + \zeta B)}$$

ESTOS TERMINOS YA SE DETERMINARON CON ANTERIORIDAD.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CARGA DE VIENTO EN TORRE DE 30.00m (ANALISIS ESTATICO)

ALTURA METROS	Frz	F $\alpha$	VD KM/H	qz KG/M <sup>2</sup>	Ae M <sup>2</sup>	At M <sup>2</sup>	$\phi$	Ca PLANOS	Ca CIRCULAR	Ca PROME PIERNAS	FZA PIERNAS	FZA DIAG	FZA MONT
6.34	0.99	0.94	122.61	54.69	5.25	23.14	0.23	2.80	1.60	2.44			
12.68	1.02	0.97	126.48	58.20	4.88	18.70	0.26	2.65	1.50	2.31			
19.02	1.08	1.03	133.38	64.72	3.69	14.27	0.26	2.65	1.50	2.31			
25.36	1.12	1.07	138.50	69.79	3.34	9.83	0.34	2.30	1.50	2.06			
30.02	1.15	1.09	141.60	72.94	1.08	3.80	0.28	2.50	1.50	2.20			
PLATAF													
23.5	1.11	1.05	137.13	68.41	1.217	5.00	0.24	2.65		2.65			

### PERFILES PROPUESTOS:

PIERNAS : L° DE 3"	(mm)	LONG	m
DIAGONALES: L° DE 2"	(mm)	LONG	m
MONTANTES : L°21/2"	(mm)	LONG	m

CUERDAS : L° DE 4"	(mm)
DIAGONALES: L° DE 2"	(mm)
CUERDAS (CAPITEL) : L°21/2"	(mm)
DIAGONALES (CAPITEL): L° 2"	(mm)

## ANALISIS DINAMICO:

b = BASE DE LA ESTRUCTURA	4	metros
H = ALTURA TOTAL DE LA ESTRUCTURA	33.0	metros
Z = ALTURA A LA QUE SE DESEA CALCULAR LA PRESION DEL VIENTO	33.0	metros
CATEGORIA DEL TERRENO POR RUGOSIDAD	2	
FT = FACTOR DE TOPOGRAFIA	1.0	
CLASE DE ESTRUCTURA SEGUN SU TAMAÑO	B	
T = PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA	0.48	SEG.
$\zeta$ = COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO	0.010	
$\delta$ = ALTURA GRADIENTE	315	metros
F <sub>c</sub> = FACTOR DE TAMAÑO	0.95	
k <sub>r</sub> = FACTOR RELACIONADO CON LA RUGOSIDAD DEL TERRENO	0.08	
B = FACTOR DE EXCITACION DE FONDO. FIG. 1.20 PAG. 1.4.76	1.290	
$\eta_0$ = FRECUENCIA NATURAL DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA	2.10	Hz
k' = FACTOR QUE DEPENDE DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO. TABLA 1.29	1.288	
$\eta$ = FACTOR QUE DEPENDE DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO. TABLA 1.29	-0.054	
$\rho_H$ = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO DE LA CARGA POR VIENTO	1.45	
V <sub>H</sub> = VELOCIDAD DE DISEÑO PARA LA ALTURA MAXIMA	141.6	Km/h
V <sub>H</sub> = VELOCIDAD MEDIA DE DISEÑO	97.33	Km/h
(3.6 $\eta_0$ H) / V <sub>H</sub> = FRECUENCIA REDUCIDA	2.582	
S = FACTOR DE REDUCCION POR TAMAÑO. FIG. 1.20 PAG. 1.4.76	0.033	
(3.6 $\eta_0$ ) / V <sub>H</sub> = NUMERO DE ONDAS	0.078	ONDAS/m
E = FACTOR DE LA ENERGIA POR RAFAGA. FIG. 1.20 PAG. 1.4.76	0.045	
$\alpha'$ = FACTOR QUE DEPENDE DE LA CATEGORIA DEL TERRENO	0.18	
C <sub>q</sub> ' =	1.536	
$\sigma/\mu$ = RELACION ENTRE LA DESVIACION ESTANDAR DE LA CARGA POR VIENTO Y EL VALOR MEDIO DE LA CARGA	0.274	
v = COEFICIENTE DE RAPIDEZ DE FLUCTUACION PROMEDIO	0.674	
g <sub>p</sub> = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO FIG. 1.20	4.100	

## TORRE AUTOSOPORTADA DE DE 30.00m DE ALTURA, SAN GABRIEL

## WENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

TRAMO	Z	V <sub>0</sub>	q <sub>z</sub>	LONGITUD		A <sub>e</sub>	g	F <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	SOLIDEZ	C <sub>a</sub>	PRESION	C <sub>a</sub>	FUERZA	FUERZA	TOTAL
				PIERNAS	DIAGONAL											
	(m)	Km/Hra	kg/m <sup>2</sup>	(cm)	(cm)	(m <sup>2</sup> )						kg/m <sup>2</sup>	(kg)	(kg)	(kg)	
1	6.34	122.61	54.69	634.00	VARIABLE	5.25	1.5518	0.881	23.14	0.23	2.44	117.610	617	69	69	
2	12.68	126.48	58.20	634.00	VARIABLE	4.88	1.5320	0.904	18.70	0.26	2.31	121.305	592	66	66	
3	19.02	133.38	64.72	634.00	VARIABLE	3.69	1.4968	0.945	14.27	0.26	2.31	140.940	520	43	43	
4	25.36	138.50	69.79	634.00	VARIABLE	3.34	1.4757	0.975	9.83	0.34	2.06	140.106	468	39	39	
5	30.02	141.60	72.94	634.00	VARIABLE	1.08	1.4623	0.992	3.80	0.28	2.20	159.264	172	19	19	
6	0	0.00	0.00	300.00	VARIABLE	0.00	1.5518	0.881	0.00	0.00	0.00	0.000	0	0	0	
PLATAFORMA	23.5	137.13	68.41	500.00	VARIABLE	1.22	1.4818	0.967	5.00	0.24	2.65	175.225	213	21	21	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## CARGA DE VIENTO EN CELOCIAS DE TORRE

\*EN BASE AL MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE C.F.E. DISEÑO POR VIENTO 1993

ESTRUCTURA DEL GRUPO	A
TIPO DE ESTRUCTURA	2
VR = VELOCIDAD REGI <sup>1</sup> PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS	130 Km/h
CATEGORIA DEL TERRENO POR RUGOSIDAD	2
$\tau$ = TEMPERATURA PROMEDIO	12.7 °C
CLASE DE ESTRUCTURA SEGUN SU TAMAÑO	B
FT = FACTOR DE TOPOGRAFIA	1
Fc = FACTOR DE TAMAÑO	0.95
$\alpha$ = EXPONENTE QUE DETERMINA LA FORMA DE LA VARIACION DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO CON LA ALTURA, ES ADIMENSIONAL	0
$\delta$ = ALTURA GRADIENTE	0.131
ALTITUD	315 metros
	2680 m.s.n.m.
pi = presión barométrica inferior =	530
ps = presión barométrica superior =	565
h2 = altura a presión bar. inf. =	3000
h2' = altura a presión bar. sup. =	2500
$\Omega$ = PRESION BAROMETRICA	552.4
G = FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y ALTURA RESPECTO AL N.M.M.	0.758 mm de Hg.

$$G = (0.392 \times \Omega) / (273 + \tau)$$

qz = PRESION DINAMICA DE BASE A UNA ALTURA Z SOBRE EL NIVEL DE TERRENO, KG/M<sup>2</sup>

$$qz = 0.0048 \times G \times VD^2$$

Frz = FACTOR DE RUGOSIDAD Y ALTURA

$$Frz = 1.56(10/\delta)^{\alpha} \quad \text{si, } Z \leq 10$$

$$Frz = 1.56(Z/\delta)^{\alpha} \quad \text{si, } 10 < Z < \delta$$

$$Frz = 1.56 \quad \text{si, } Z \geq \delta$$

Az = AREA DE LA ESTRUCTURA, M<sup>2</sup>

At = AREA TRIBUTARIA M<sup>2</sup>

$\phi$  = RELACION DE SOLIDEZ, ADIMENSIONAL

$$\phi = Az/At$$

F $\alpha$  = FACTOR DE EXPOSICION QUE TOMA EN CUENTA EL EFECTO COMBINADO DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO

$$F\alpha = Fc \times Frz$$

VD = VELOCIDAD DE DISEÑO EN PARTICULAR A UNA ALTURA Z, EN Km/h.

$$VD = VR \times FT \times F\alpha$$

## ANALISIS DINAMICO EN CELOCIAS DE TORRE

SE EMPLEA ESTE METODO SI LA ESTRUCTURA CUMPLE CON ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- a).- SI, LA RELACION  $H/D > 5$ , EN DONDE H ES LA ALTURA DE LA CONSTRUCCION Y D LA DIMENSION MINIMA DE LA BASE  
 b).- SI, EL PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA ES MAYOR QUE 1 SEGUNDO.

REVISION:

- a).- RELACION  $H/D = 14.00/1.00 = 14.00m > 5$ , POR LO TANTO SE APLICA EL ANALISIS DINAMICO.

PRESION EN LA DIRECCION DEL VIENTO:  $p_z = F_a C_a q_z$

$F_a$  = FACTOR DE RESPUESTA DINAMICA DEBIDA A RAFAGAS

$C_a$  = COEFICIENTE DE ARRASTRE, QUE DEPENDE DE LA FORMA DE LA ESTRUCTURA, ADIMENSIONAL.

$q_z$  = PRESION DINAMICA DE BASE EN LA DIRECCION DEL VIENTO.

EN DONDE;

$$F_a = 1/g^2 [1 + g_p (\sigma/\mu)]$$

EN DONDE:

$g$  = FACTOR DE RAFAGA, VARIABLE CON LA ALTURA Z

$g_p$  = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO DE LA CARGA POR VIENTO

$\sigma/\mu$  = RELACION ENTRE LA DESVIACION ESTANDAR DE LA CARGA POR VIENTO Y EL VALOR MEDIO DE LA CARGA POR VIENTO

LA VARIACION DEL FACTOR DE RAFAGA CON LA ALTURA Z SE CALCULA CON LAS SIGUIENTES EXPRESIONES:

$$g = k' [10/\delta]^{\eta} \quad \text{si, } Z \leq 10$$

$$g = k' [Z/\delta]^{\eta} \quad \text{si, } 10 < Z < \delta$$

$$g = k' \quad \text{si, } Z \geq \delta$$

LAS VARIABLES  $k'$  Y  $\eta$  SON ADIMENSIONALES, LAS CUALES DEPENDEN DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO DE DESPLANTE Y  $\delta$  ES LA ALTURA GRADIENTE EN m. ESTAS VARIABLES SE DEFINEN EN LA TABLA 1.29 DEL MANUAL DE DISEÑO.

LA RELACION  $\sigma/\mu$  REPRESENTA LA VARIACION DE LA CARGA DEBIDA A LA TURBULENCIA DEL VIENTO Y SE OBTIENE CON LA SIGUIENTE ECUACION:

$$\sigma/\mu = \sqrt{k_r/C_a [B + SE/\zeta]}$$

DONDE:

$k_r$  = FACTOR RELACIONADO CON LA RUGOSIDAD DEL TERRENO.

CATEGORIA DEL TERRENO

CATEGORIA DEL TERRENO	$k_r$
1	0.06
2	0.08
3	0.10
4	0.14

$\zeta$  = COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO: POR SER ESTRUCTURA TIPO CELOSIA SE CONSIDERA IGUAL A 0.005

B = FACTOR DE EXCITACION DE FONDO

S = FACTOR DE REDUCCION POR TAMAÑO

E = FACTOR QUE REPRESENTA LA RELACION DE LA ENERGIA DE RAFAGA CON LA FRECUENCIA NATURAL DE LA ESTRUCTURA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

EL FACTOR  $C_{\alpha'} = 3.46 (F_T)^2 [10/\delta]^{2\alpha'}$  SI  $H <= 10$   
 $C_{\alpha'} = 3.46 (F_T)^2 [H/\delta]^{2\alpha'}$  SI  $10 < H < 6$   
 $C_{\alpha'} = 3.46 (F_T)^2$  SI  $H > 6$

DONDE :

$F_T$  = FACTOR DE TOPOGRAFIA

$\delta$  = LA ALTURA GRADIENTE DE ACUERDO A LA TABLA 1.29

H = ALTURA TOTAL DE LA CONSTRUCCION

EL FACTOR  $\alpha'$  SE DETERMINA EN FUNCION DE LA CATEGORIA DEL TERRENO

CATEGORIA DEL TERRENO	$\alpha'$
1	0.13
2	0.18
3	0.245
4	0.31

LOS PARAMETROS B, S, E Y  $g_p$  SE PUEDEN CALCULAR CON LA AYUDA DE LAS GRAFICAS DE LA FIGURA 1.20 EN LAS GRAFICAS DE LA FIGURA 1.20 b/H ES LA RELACION ENTRE EL ANCHO b, Y LA ALTURA H, DE LA CONSTRUCCION, CORRESPONDIENTES AL LADO DE BARLOVENTO. LA RELACION  $(3.6 n_0 H) / V_H$  ES IGUAL A LA FRECUENCIA REDUCIDA.

EN DONDE :

$n_0$  = LA FRECUENCIA NATURAL DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA EN Hz

$V_H$  = VELOCIDAD MEDIA DE DISEÑO DEL VIENTO, SE CALCULA CON LA ALTURA MAS ELEVADA DE LA ESTRUCTURA, Y SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$V_H = (1/g_H) V_H$$

SIENDO :  $g_H$  EL FACTOR DE RAFAGA Y SE CALCULA PARA  $Z = H$

$V_H$  = VELOCIDAD DE DISEÑO Y SE CONSIDERA TAMBIEN PARA  $Z = H$

EN LA FIGURA 1.20 APARECE EL NUMERO DE ONDAS  $(3.6 n_0) / V_H$ , EN ONDAS/m.

POR ULTIMO  $g_p$  = FACTOR DE PICO SE OBTIENE EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE RAPIDEZ DE FLUCTUACION PROMEDIO  $v$ , EN Hz, EL CUAL SE DEFINE CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$v = n_0 \sqrt{(SE) / (SE + \zeta B)}$$

ESTOS TERMINOS YA SE DETERMINARON CON ANTERIORIDAD.

### CARGA DE VIENTO EN TORRE DE 30.00m (ANALISIS ESTATICO)

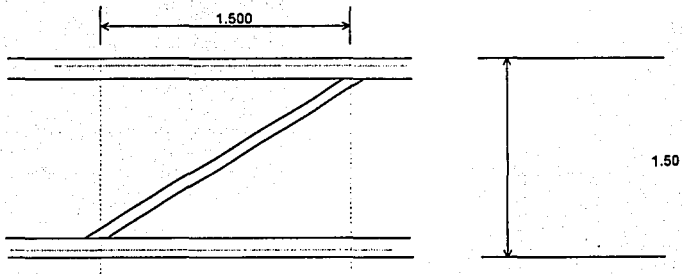
ALTURA	Frz	F <sub>a</sub>	VD	qz	Ae	At	18	LINEAS	7/8	Ca	FZA	FZA	FZA
METROS			KM/H	KG/M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	Fe				PIERNA:	DIAG	MONT
6.34	0.99	0.94	122.61	54.69	0.40	0.40	1.00				1.2		
12.68	1.02	0.97	126.48	58.20	0.40	0.40	1.00				1.2		
19.02	1.08	1.03	133.38	64.72	0.40	0.40	1.00				1.2		
25.36	1.12	1.07	138.50	69.79	0.40	0.40	1.00				1.2		
30.02	1.15	1.09	141.60	72.94	0.40	0.40	1.00				1.2		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	1.00				1.2		
PAR φ 0.61 m	29.69	1.14	1.09	141.39	72.73	0.290	0.290	1.00			1.2		
PAR φ 0.61 m	28.63	1.14	1.08	140.72	72.04	0.290	0.290	1.00			1.2		
PAR φ 1.8 m	27.58	1.13	1.08	140.03	71.34	2.540	2.540	1.00			1.2		
PAR φ 1.8 m	26.53	1.13	1.07	139.32	70.62	2.540	2.540	1.00			1.2		
ANTENAS	31.80	1.16	1.10	142.67	74.05	2.16	2.16	1.00			2.0		



# SOLIDEZ DE LA CARA DONDE ACTUA EL VIENTO

TORRE 30.00 m

DIRECCION "Z"



CUERDAS	4 "	0.102 m.
DIAGONALES	2 "	0.051 m.

AREA TOTAL	9.000 m <sup>2</sup>
AREA EXPUESTA	1.850 m <sup>2</sup>

φ = 0.18

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANALISIS DINAMICO EN CELOCIAS DE TORRE

b = BASE DE LA ESTRUCTURA	4	metros
H = ALTURA TOTAL DE LA ESTRUCTURA	33	metros
Z = ALTURA A LA QUE SE DESEA CALCULAR LA PRESION DEL VIENTO	33	metros
CATEGORIA DEL TERRENO POR RUGOSIDAD	2	
FT = FACTOR DE TOPOGRAFIA	1.0	
CLASE DE ESTRUCTURA SEGUN SU TAMAÑO	B	
T = PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA	0.48	SEG.
$\zeta$ = COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO CRITICO	0.010	
$\delta$ = ALTURA GRADIENTE	315	metros
F <sub>c</sub> = FACTOR DE TAMAÑO	0.95	
k <sub>r</sub> = FACTOR RELACIONADO CON LA RUGOSIDAD DEL TERRENO	0.08	
B = FACTOR DE EXCITACION DE FONDO. FIG. I.20 PAG. 1.4.76	1.29	
n <sub>0</sub> = FRECUENCIA NATURAL DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA	2.10	Hz
k' = FACTOR QUE DEPENDE DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO. TABLA I.29	1.288	
$\eta$ = FACTOR QUE DEPENDE DE LA RUGOSIDAD DEL SITIO. TABLA I.29	-0.054	
V <sub>H</sub> = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO DE LA CARGA POR VIENTO	1.455	
V <sub>H</sub> = VELOCIDAD DE DISEÑO PARA LA ALTURA MAXIMA	141.6	Km/h
V <sub>H</sub> = VELOCIDAD MEDIA DE DISEÑO	97.33	Km/h
$(3.6 n_0 H) / V_{H}$ = FRECUENCIA REDUCIDA	2.56	
S = FACTOR DE REDUCCION POR TAMAÑO. FIG. I.20 PAG. 1.4.76	0.03	
$(3.6 n_0) / V_{H}$ = NUMERO DE ONDAS	0.08	ONDAS/m
E = FACTOR DE LA ENERGIA POR RAFAGA. FIG. I.20 PAG. 1.4.76	0.045	
$\alpha'$ = FACTOR QUE DEPENDE DE LA CATEGORIA DEL TERRENO	0.180	
C $\alpha'$ =	1.536	
$\sigma/\mu$ = RELACION ENTRE LA DESVIACION ESTANDAR DE LA CARGA POR VIENTO Y EL VALOR MEDIO DE LA CARGA	0.274	
v = COEFICIENTE DE RAPIDEZ DE FLUCTUACION PROMEDIO	0.874	
g <sub>0</sub> = EL FACTOR PICO O DE EFECTO MAXIMO FIG. I.20	4.100	

## TORRE AUTOSOPORTADA DE DE 30.00 m DE ALTURA, SAN GAGABRIEL

## VIENTO SOBRE LAS LINEAS, PARABOLAS Y ANTENAS CELULARES

TRAMO	Z (m)	V <sub>D</sub> Km/Hra	q <sub>z</sub> kg/m <sup>2</sup>	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	g	F <sub>o</sub>	AREA TOTAL		SOLIDEZ	CARA BARLOVENTO	PRESION VIENTO	CARA BARLOVENTO	FUERZA POR NODO	TOTAL
							A <sub>1</sub>	ψ <sub>o</sub> = A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	Ca	p <sub>z</sub> kg/m <sup>2</sup>	FUERZA (kg)	FUERZA (kg)	F <sub>XT</sub> (kg)	
1	6.34	122.61	54.69	0.40	1.5518	0.881	0.40	1.00	1.20	57.841	23	3	3	
2	12.68	126.48	58.20	0.40	1.5320	0.904	0.40	1.00	1.20	63.152	25	3	3	
3	19.02	133.38	64.72	0.40	1.4988	0.945	0.40	1.00	1.20	73.374	29	2	2	
4	25.36	138.50	69.79	0.40	1.4757	0.975	0.40	1.00	1.20	81.615	33	3	3	
5	30.02	141.60	72.94	0.40	1.4623	0.992	0.40	1.00	1.20	86.871	35	4	4	
6	0	0.00	0.00	0.40	1.5518	0.881	0.40	1.00	1.20	0.000	0	0	0	
PARAB φ 0.61m	29.69	141.39	72.73	0.29	1.4632	1.051	0.29	1.00	1.02	77.981	23	23	23	
PARAB φ 0.61m	28.63	140.72	72.04	0.29	1.4661	1.047	0.29	1.00	0.65	49.030	14	14	14	
PARAB φ 1.8m	27.58	140.03	71.34	2.54	1.4690	1.043	2.54	1.00	1.02	75.883	193	193	193	
PARAB φ 1.8m	26.53	139.32	70.62	2.54	1.4721	1.038	2.54	1.00	0.65	47.667	121	121	121	
ANTENAS	25.19	142.67	74.05	2.16	1.4762	1.033	2.16	1.00	2.00	152.941	330	33	33	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

COLUMNA EJE 3-A

VIENTO EN DIRECCION Z (48 GRADOS)

SECCION	Z	SEPARACION CUERDAS		LONGITUD CUERDAS	LONGITUD CUERDAS	RELACION ESPACIAMIENTO										FUEZA TRANSVERSAL		PHESION VIENTO	CARA BARLOVENTO	CARA SOTAVENTO	TOTAL		
		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	T	Lc	LD	$A_1$	B	$F_1$	$K_1$ -SEFF	A	$\phi_1$ -AJA	a	$K_1$	$K_2$	IB	$K_3$	$C_{11}$	$C_{12}$	$P_1$	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{13}$
(m)		Kilometros	high'	(cm)	(cm)	(m <sup>2</sup> )													kg/m <sup>2</sup>	(kg)	(kg)	(kg)	
1	1	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
2	2	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
3	3	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
4	4	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
5	5	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
6	6	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
7	7	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
8	8	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
9	9	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
10	10	122.81	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.9518	0.88137	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
11	11	126.48	0.05	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.5438	0.86046	1.00	1.00	0.385	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
12	12	133.36	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.5366	0.88880	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
13	13	136.90	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.5200	0.90070	1.00	1.00	0.380	1.00	1.00	0.715	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0
14	14	141.80	0.00	100.00	100.00	141.42	0.25000	1.5226	0.91396	1.00	1.00	0.448	1.00	1.00	0.851	15.95	0.8122	1.85	14	0.000	0	0	0

## **ANÁLISIS DEL MODELO ESTRUCTURAL PRINCIPAL ANTE CARGAS GRAVITACIONALES.**

Esta actividad únicamente consiste en indicar las magnitudes de las acciones que gravitan sobre los marcos y los nodos principales, estos datos se muestran a continuación en las siguientes operaciones. En dichas operaciones se muestran tanto las magnitudes de las cargas verticales, como las cargas horizontales debidas a sismo.

Cabe hacer la aclaración que para estos fines se realizo una analogía entre los marcos y nodos, que presentaban cierta similitud en las acciones que gravitan sobre ellos.

Al termino de las operaciones que nos muestran los modelos, presentamos los listados del análisis de cada uno de los modelos de los marcos y nodos que forman las estructuras, en ellos se muestran tanto los datos de entrada requeridos por el programa, como son; numero de nodos, numero de barras, coordenadas, etc., como los resultados propios del análisis, entre ellos tenemos desplazamientos, fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flexionantes.

En el mismo conjunto de datos se especifico las magnitudes de los elementos mecánicos debido a las condiciones de carga, es decir, carga debido a sismo, como la carga debido a las acciones verticales para finalizar estos comentarios aclaramos que el paquete utilizada para el análisis del modelo, es el mismo que el utilizado para determinar los desplazamientos y rigideces.

El programa utilizado denominado STAAD III y cumple con las especificaciones y normas requeridas por la compañía de telefonía celular solicitante y se muestra a continuación su procedimiento.

**STAAD SPACE R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**

\*START JOB INFORMATION

\*JOB NAME CALCULO DE TORRE AUTOSOPORTADA DE 30.00 MTS DE ALTURA

\*JOB CLIENT TELCEL

\*ENGINEER NAME MAGJ

\*CHECKER NAME ING. MJFL

\*APPROVED NAME ING. MTS

\*ENGINEER DATE 02-Nov-01

\*END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 72

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 192.914 55.902 1.821; 2 192.941 57.665 1.806; 3 193.809 56.797 1.814;  
4 194.677 57.665 1.806; 18 192.859 52.214 1.853;  
19 194.759 52.214 1.853; 26 193.809 55.007 1.829;  
27 194.704 55.902 1.821; 28 192.887 54.086 1.837;  
29 193.809 53.164 1.845; 30 194.731 54.086 1.837;  
31 193.272 79.73 1.615; 32 193.288 80.789 1.606; 33 193.809 80.267 1.61;  
34 194.33 80.789 1.606; 35 193.105 68.629 1.711;  
36 193.126 70.015 1.699; 37 194.513 68.629 1.711;  
38 193.809 69.332 1.705; 39 193.039 64.21 1.749;  
40 193.015 62.647 1.763; 41 194.602 62.647 1.763;  
42 193.809 63.44 1.756; 43 192.991 61.036 1.777; 44 193.809 61.853 1.77;  
45 194.627 61.036 1.777; 46 192.949 58.213 1.801;  
47 192.966 59.376 1.791; 48 193.809 58.533 1.799;  
49 194.652 59.376 1.791; 50 193.809 60.218 1.784; 51 193.084 67.2 1.723;  
52 193.809 66.475 1.73; 53 194.534 67.2 1.723; 54 193.809 67.925 1.717;  
55 193.062 65.728 1.736; 56 194.579 64.21 1.749; 57 193.809 64.98 1.743;  
58 194.556 65.728 1.736; 59 193.185 73.934 1.655;  
60 193.203 75.164 1.655; 61 193.809 74.558 1.66;  
62 194.415 75.164 1.655; 63 193.166 72.667 1.676;  
64 193.809 73.31 1.671; 65 194.433 73.934 1.665;  
66 194.452 72.667 1.676; 67 193.129 70.211 1.697;  
68 193.146 71.361 1.687; 69 194.492 70.015 1.699;  
70 193.809 70.698 1.693; 71 194.472 71.361 1.687;  
72 193.809 72.024 1.682; 73 193.255 78.639 1.624;  
74 193.809 78.086 1.629; 75 194.363 78.639 1.624;  
76 193.809 79.193 1.62; 77 194.346 79.73 1.615; 78 193.221 76.357 1.644;  
79 193.239 77.516 1.634; 80 193.219 76.21 1.645; 81 193.809 75.77 1.649;  
82 194.397 76.357 1.644; 83 193.809 76.945 1.639;  
84 194.379 77.516 1.634; 85 193.309 82.209 1.593; 86 193.809 81.514 1.6;  
87 194.309 82.209 1.593; 88 194.25 56.797 1.05; 89 193.809 57.665 0.302;  
98 193.809 52.214 0.208; 104 194.263 55.007 1.043;  
105 193.809 55.902 0.272; 106 194.277 53.164 1.035;  
107 193.809 54.086 0.24; 108 194.074 80.267 1.152;  
109 193.809 80.789 0.703; 110 193.809 68.629 0.492;  
111 194.156 69.332 1.105; 112 193.809 62.647 0.389;  
113 194.2 63.44 1.079; 114 194.212 61.853 1.072;  
115 193.809 61.036 0.361; 116 194.669 58.213 1.801;  
117 194.237 58.533 1.058; 118 193.809 59.376 0.332;  
119 194.224 60.218 1.065; 120 194.177 66.475 1.092;  
121 193.809 67.2 0.467; 122 194.166 67.925 1.099;  
123 193.809 64.21 0.416; 124 194.188 64.98 1.086;  
125 193.809 65.728 0.442; 126 194.116 74.558 1.127;  
127 193.809 75.164 0.605; 128 194.126 73.31 1.122;  
129 193.809 73.934 0.584; 130 193.809 72.667 0.562;

131 194.489 70.211 1.697; 132 193.809 70.015 0.516;  
133 194.145 70.698 1.111; 134 193.809 71.361 0.54;  
135 194.135 72.024 1.116; 136 194.09 78.086 1.143;  
137 193.809 78.639 0.666; 138 194.082 79.193 1.147;  
139 193.809 79.73 0.685; 140 194.399 76.21 1.645;  
141 194.107 75.77 1.133; 142 193.809 76.357 0.626;  
143 194.098 76.945 1.138; 144 193.809 77.516 0.646;  
145 194.064 81.514 1.157; 146 193.809 82.209 0.727;  
147 193.368 56.797 1.05; 155 193.355 55.007 1.043;  
156 193.341 53.164 1.035; 157 193.544 80.267 1.152;  
158 193.462 69.332 1.105; 159 193.418 63.44 1.079;  
160 193.406 61.853 1.072; 161 193.809 58.213 0.312;  
162 193.381 58.533 1.058; 163 193.394 60.218 1.065;  
164 193.441 66.475 1.092; 165 193.452 67.925 1.099;  
166 193.43 64.98 1.086; 167 193.502 74.558 1.127;  
168 193.492 73.31 1.122; 169 193.809 70.211 0.52;  
170 193.473 70.698 1.111; 171 193.483 72.024 1.116;  
172 193.528 78.086 1.143; 173 193.536 79.193 1.147;  
174 193.809 76.21 0.624; 175 193.511 75.77 1.133;  
176 193.519 76.945 1.138; 177 193.554 81.514 1.157;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 3 4; 3 3 2; 40 26 27; 41 27 3; 42 1 3; 43 26 1; 44 1 27;  
45 18 28; 46 29 30; 47 19 29; 48 18 29; 49 29 28; 50 28 30; 52 28 1;  
53 30 26; 54 28 26; 55 31 32; 56 33 34; 57 33 32; 58 35 36; 59 37 38;  
60 35 38; 61 39 40; 62 41 42; 63 40 42; 64 43 40; 65 44 41; 66 45 44;  
67 43 44; 68 44 40; 69 40 41; 70 43 45; 71 2 46; 72 46 47; 73 48 49;  
74 4 48; 75 49 50; 76 47 50; 77 2 48; 78 48 47; 79 47 49; 80 2 4;  
81 47 43; 82 50 45; 83 50 43; 84 51 35; 85 52 53; 86 54 37; 87 53 54;  
88 51 54; 89 54 35; 90 52 51; 91 35 37; 92 51 53; 93 39 55; 95 42 56;  
96 57 58; 97 56 57; 98 39 57; 99 57 55; 100 42 39; 101 55 58; 102 39 56;  
103 55 51; 104 58 52; 105 55 52; 106 59 60; 107 61 62; 108 61 60;  
109 63 59; 110 64 65; 111 66 64; 112 65 61; 113 59 61; 114 63 64;  
115 64 59; 116 59 65; 117 63 66; 118 67 68; 119 36 67; 120 38 69;  
121 70 71; 122 69 70; 123 71 72; 124 68 72; 125 36 70; 126 70 68;  
127 38 36; 128 68 71; 129 36 69; 130 68 63; 131 72 66; 132 72 63;  
133 73 31; 134 74 75; 135 76 77; 136 75 76; 137 77 33; 138 31 33;  
139 73 76; 140 76 31; 141 74 73; 142 31 77; 143 73 75; 144 78 79;  
145 80 78; 146 60 80; 147 81 82; 148 62 81; 149 83 84; 150 82 83;  
151 78 83; 152 83 79; 153 60 81; 154 81 78; 155 79 84; 156 78 82;  
157 60 62; 158 79 73; 159 84 74; 160 79 74; 161 32 85; 162 86 87;  
163 34 86; 164 32 86; 165 86 85; 166 32 34; 167 85 87; 168 27 4;  
169 88 89; 170 88 4; 207 104 105; 208 105 88; 209 27 88; 210 104 27;  
211 27 105; 212 19 30; 213 106 107; 214 98 106; 215 19 106; 216 106 30;  
217 30 107; 219 30 27; 220 107 104; 221 30 104; 222 77 34; 223 108 109;  
224 108 34; 225 37 69; 226 110 111; 227 37 111; 228 56 41; 229 112 113;  
230 41 113; 231 45 41; 232 114 112; 233 115 114; 234 45 114; 235 114 41;  
236 41 112; 237 45 115; 238 4 116; 239 116 49; 240 117 118; 241 89 117;  
242 118 119; 243 49 119; 244 4 117; 245 117 49; 246 49 118; 247 4 89;  
248 49 45; 249 119 115; 250 119 45; 251 53 37; 252 120 121; 253 122 110;  
254 121 122; 255 53 122; 256 122 37; 257 120 53; 258 37 110; 259 53 121;  
260 56 58; 262 113 123; 263 124 125; 264 123 124; 265 56 124;  
266 124 58; 267 113 56; 268 58 125; 269 56 123; 270 58 53; 271 125 120;  
272 58 120; 273 65 62; 274 126 127; 275 126 62; 276 66 65; 277 128 129;  
278 130 128; 279 129 126; 280 65 126; 281 66 128; 282 128 65;  
283 65 129; 284 66 130; 285 131 71; 286 69 131; 287 111 132;  
288 133 134; 289 132 133; 290 134 135; 291 71 135; 292 69 133;

293 133 71; 294 111 69; 295 71 134; 296 69 132; 297 71 66; 298 135 130;  
299 135 66; 300 75 77; 301 136 137; 302 138 139; 303 137 138;  
304 139 108; 305 77 108; 306 75 138; 307 138 77; 308 136 75; 309 77 139;  
310 75 137; 311 82 84; 312 140 82; 313 62 140; 314 141 142; 315 127 141;  
316 143 144; 317 142 143; 318 82 143; 319 143 84; 320 62 141;  
321 141 82; 322 84 144; 323 82 142; 324 62 127; 325 84 75; 326 144 136;  
327 84 136; 328 34 87; 329 145 146; 330 109 145; 331 34 145; 332 145 87;  
333 34 109; 334 87 146; 335 105 89; 336 147 2; 337 147 89; 374 155 1;  
375 1 147; 376 105 147; 377 155 105; 378 105 1; 379 98 107; 380 156 28;  
381 18 156; 382 98 156; 383 156 107; 384 107 28; 386 107 105;  
387 28 155; 388 107 155; 389 139 109; 390 157 32; 391 157 109;  
392 110 132; 393 35 158; 394 110 158; 395 123 112; 396 40 159;  
397 112 159; 398 115 112; 399 160 40; 400 43 160; 401 115 160;  
402 160 112; 403 112 40; 404 115 43; 405 89 161; 406 161 118;  
407 162 47; 408 2 162; 409 47 163; 410 118 163; 411 89 162; 412 162 118;  
413 118 47; 414 89 2; 415 118 115; 416 163 43; 417 163 115; 418 121 110;  
419 164 51; 420 165 35; 421 51 165; 422 121 165; 423 165 110;  
424 164 121; 425 110 35; 426 121 51; 427 123 125; 429 159 39;  
430 166 55; 431 39 166; 432 123 166; 433 166 125; 434 159 123;  
435 125 55; 436 123 39; 437 125 121; 438 55 164; 439 125 164;  
440 129 127; 441 167 60; 442 167 127; 443 130 129; 444 168 59;  
445 63 168; 446 59 167; 447 129 167; 448 130 168; 449 168 129;  
450 129 59; 451 130 63; 452 169 134; 453 132 169; 454 158 36;  
455 170 68; 456 36 170; 457 68 171; 458 134 171; 459 132 170;  
460 170 134; 461 158 132; 462 134 68; 463 132 36; 464 134 130;  
465 171 63; 466 171 130; 467 137 139; 468 172 73; 469 173 31;  
470 73 173; 471 31 157; 472 139 157; 473 137 173; 474 173 139;  
475 172 137; 476 139 31; 477 137 73; 478 142 144; 479 174 142;  
480 127 174; 481 175 78; 482 60 175; 483 176 79; 484 78 176;  
485 142 176; 486 176 144; 487 127 175; 488 175 142; 489 144 79;  
490 142 78; 491 127 60; 492 144 137; 493 79 172; 494 144 172;  
495 109 146; 496 177 85; 497 32 177; 498 109 177; 499 177 146;  
500 109 32; 501 146 85;

START USER TABLE

TABLE 1

UNIT METER MTON

PIPE

OS-1-1/2

0.0381 0 0 0

OS-2

0.0508 0 0 0

OS-2-1/2

0.0635 0 0 0

OS-3

0.0762 0 0 0

OS-3-1/4

0.0825 0 0 0

OS-3-1/2

0.0889 0 0 0

OS-3-3/4

0.0952 0 0 0

OS-2-3/4

0.06985 0 0 0

OS-2-1/4

0.05715 0 0 0

OS-1-3/4



0.04445 0 0 0

TABLE 2

UNIT METER MTON

ANGLE

L15153

0.038 0.038 0.0047625 0.0074 0 0

END

MEMBER PROPERTY AMERICAN

55 133 144 145 158 161 222 300 311 312 325 328 389 467 478 479 492 -

495 UPTABLE 1 OS-1-3/4

106 109 118 130 146 273 276 285 297 313 440 443 452 464 -

480 UPTABLE 1 OS-2-1/4

58 84 93 103 119 225 251 260 270 286 392 418 427 437 -

453 UPTABLE 1 OS-2-1/2

61 64 72 81 228 231 239 248 395 398 406 415 UPTABLE 1 OS-2-3/4

1 45 52 71 168 212 219 238 335 379 386 405 UPTABLE 1 OS-3

56 57 107 108 110 TO 115 123 124 131 132 134 TO 143 147 TO 156 159 160 -

162 TO 167 223 224 274 275 277 TO 282 290 291 298 299 301 TO 310 314 -

315 TO 323 326 327 329 TO 334 390 391 441 442 444 TO 449 457 458 465 -

466 468 TO 477 481 TO 490 493 494 496 TO 500 -

501 UPTABLE 2 L15153

121 122 125 126 288 289 292 293 455 456 459 460 UPTABLE 2 L15153

69 70 79 91 92 101 102 236 237 246 258 259 268 269 403 404 413 425 426 -

435 436 TABLE ST L20203

62 63 65 TO 68 75 76 82 83 95 100 229 230 232 TO 235 242 243 249 250 -

262 267 396 397 399 TO 402 409 410 416 417 429 434 TABLE ST L20203

2 3 40 TO 43 73 74 77 78 169 170 207 TO 210 240 241 244 245 336 337 -

374 TO 377 407 408 411 412 TABLE ST L20203

53 54 220 221 387 388 TABLE ST L20203

46 TO 49 213 TO 216 380 TO 383 TABLE ST L20203

116 117 128 129 157 283 284 295 296 324 450 451 462 463 -

491 UPTABLE 2 L15153

59 60 85 TO 90 96 TO 99 104 105 120 127 226 227 252 TO 257 263 TO 266 -

271 272 287 294 393 394 419 TO 424 430 TO 433 438 439 454 -

461 UPTABLE 2 L15153

44 50 80 211 217 247 378 384 414 TABLE ST L20203

CONSTANTS

E STEEL ALL

DENSITY 7.85 ALL

POISSON STEEL ALL

SUPPORTS

18 19 98 PINNED

LOAD 1 PESO PROPIO

SELFWEIGHT Y -1

LOAD 2 CARGA MUERTA

\*MASTIL\*

JOINT LOAD

85 87 146 FY -0.025

\*PLATAFORMA Y SOPORTE\*

32 34 109 FY -0.283

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FY -0.3

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FY -0.06

84 FY -0.06

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*

60 FY -0.315

66 FY -0.315

\*CAMA DE GUIA Y CABLES\*

1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -  
58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FY -0.014

\*ESCALERA\*

1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 68 73 78 79 85 89 98 -  
105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -  
142 144 146 FY -0.006

\*

LOAD 3 CARGA VIVA

JOINT LOAD

32 34 109 FY -0.1

\*\*\*\*\*

LOAD 4 VIENTO X-X

\*\*\*\*\*

\*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*

JOINT LOAD

1 2 18 28 89 98 105 107 FX 0.029612

39 40 43 47 112 115 118 123 FX 0.02907

35 36 51 55 110 121 125 132 FX 0.028227

59 60 63 68 127 129 130 134 FX 0.028558

31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FX 0.023513

\*PLATAFORMA\*

32 34 109 FX 0.073

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FX 0.271

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FX 0.023

84 FX 0.023

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*

60 FX 0.195

66 FX 0.187

\*\*\*\*\*

LOAD 5 VIENTO Z-Z

\*\*\*\*\*

\*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*

JOINT LOAD

1 2 18 28 89 98 105 107 FZ 0.029612

39 40 43 47 112 115 118 123 FZ 0.02907

35 36 51 55 110 121 125 132 FZ 0.028227

59 60 63 68 127 129 130 134 FZ 0.028558

31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FZ 0.023513

\*PLATAFORMA\*

32 34 109 FZ 0.073

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FZ 0.271

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FZ 0.023

84 FZ 0.023

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*

60 FZ 0.195

66 FZ 0.187

\*\*\*\*\*

LOAD 6 VIENTO -X-X

\*\*\*\*\*

\*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*

JOINT LOAD

1 2 18 28 89 98 105 107 FX -0.029612  
39 40 43 47 112 115 118 123 FX -0.02907  
35 36 51 55 110 121 125 132 FX -0.028227  
59 60 63 68 127 129 130 134 FX -0.028588  
31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FX -0.023513

\*PLATAFORMA\*

32 34 109 FX -0.073

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FX -0.271

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FX -0.023

84 FX -0.023

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*

60 FX -0.195

66 FX -0.187

\*

\*\*\*\*\*

LOAD 7 VIENTO -Z-Z

\*\*\*\*\*

\*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*

JOINT LOAD

1 2 18 28 89 98 105 107 FZ -0.029612  
39 40 43 47 112 115 118 123 FZ -0.02907  
35 36 51 55 110 121 125 132 FZ -0.028227  
59 60 63 68 127 129 130 134 FZ -0.028558  
31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FZ -0.023513

\*PLATAFORMA\*

32 34 109 FZ -0.073

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FZ -0.271

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FZ -0.023

84 FZ -0.023

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*

60 FZ -0.195

66 FZ -0.187

\*

\*\*\*\*\*

LOAD 17 CALCULO DE FREQ NAT.

\*\*\*\*\*

SELFWEIGHT X 1

\*MASTIL\*

JOINT LOAD

85 87 146 FX 0.025

\*PLATAFORMA Y SOPORTE\*

32 34 109 FX 0.283

\*ANTENAS CELULARES\*

32 34 109 FX 0.3

\*ANTENAS PARABOLICAS 2\*

73 FX 0.06

84 FX 0.06

\*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
 60 FX 0.315  
 66 FX 0.315  
 \*CAMA DE GUIA Y CABLES\*  
 1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -  
 58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FX 0.014  
 \*ESCALERA\*  
 1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 66 73 78 79 85 89 98 -  
 105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -  
 142 144 146 FX 0.006  
 SELFWEIGHT Z 1  
 \*MASTIL\*  
 JOINT LOAD  
 85 87 146 FZ 0.025  
 \*PLATAFORMA Y SOPORTE\*  
 32 34 109 FZ 0.283  
 \*ANTENAS CELULARES\*  
 32 34 109 FZ 0.3  
 \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*  
 73 FZ 0.06  
 84 FZ 0.06  
 \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
 60 FZ 0.315  
 66 FZ 0.315  
 \*CAMA DE GUIA Y CABLES\*  
 1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -  
 58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FZ 0.014  
 \*ESCALERA\*  
 1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 66 73 78 79 85 89 98 -  
 105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -  
 142 144 146 FZ 0.006  
 CALCULATE NATURAL FREQUENCY  
 \*

LOAD COMB 8 C.M.+C.V.(1)  
 1 1.0 2 1.0 3 1.0  
 LOAD COMB 9 C.M.+C.V.+ VIENTO X-X  
 1 0.75 2 0.75 3 0.75 4 0.75  
 LOAD COMB 10 C.M.+C.V.+ VIENTO Z-Z  
 1 0.75 2 0.75 3 0.75 5 0.75  
 LOAD COMB 11 C.M.+C.V.+ VIENTO -X-X  
 1 0.75 2 0.75 3 0.75 6 0.75  
 LOAD COMB 12 C.M.+C.V.+ VIENTO -Z-Z  
 1 0.75 2 0.75 3 0.75 7 0.75  
 LOAD COMB 13 C.M.+C.V.+ VIENTO X-X(1)  
 1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0  
 LOAD COMB 14 C.M.+C.V.+VIENTO Z-Z(1)  
 1 1.0 2 1.0 3 1.0 5 1.0  
 LOAD COMB 15 C.M.+C.V.+VIENTO -X-X(1)  
 1 1.0 2 1.0 3 1.0 6 1.0  
 LOAD COMB 16 C.M.+C.V.+VIENTO -Z-Z(1)  
 1 1.0 2 1.0 3 1.0 7 1.0  
 PERFORM ANALYSIS  
 LOAD LIST 8 TO 12  
 PARAMETER  
 CODE AISC  
 RATIO 1.06 ALL

BEAM 1 ALL  
CHECK CODE ALL  
STEEL TAKE OFF  
LOAD LIST 8 13 TO 16  
PRINT SUPPORT REACTIONS  
PRINT JOINT DISPLACEMENT LIST 85 87 146  
DRAW ISOM SUPPORT  
FINISH

.....  
\*  
\*           S T A A D - I I I           \*  
\*           Revision 21.1W           \*  
\*           Proprietary Program of   \*  
\*           RESEARCH ENGINEERS, Inc. \*  
\*           Date= Nov 02, 2001       \*  
\*           Time= 10:58: 39         \*  
\*  
\*           USER ID: BASF MEXICANA/INGENIERIA   \*  
\*  
.....

1. STAAD SPACE R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE
2. \*START JOB INFORMATION
3. \*JOB NAME CALCULO DE TORRE AUTOSOPORTADA DE 30.00 MTS DE ALTURA
4. \*JOB CLIENT TELCEL
5. \*ENGINEER NAME MAGJ
6. \*CHECKER NAME ING. MJFL
7. \*APPROVED NAME ING. MTS
8. \*ENGINEER DATE 02-NOV-01
9. \*END JOB INFORMATION
10. INPUT WIDTH 72
11. UNIT METER MTON
12. JOINT COORDINATES
13. 1 192.914 55.902 1.821; 2 192.941 57.665 1.806; 3 193.809 56.797 1.814
14. 4 194.677 57.665 1.806; 18 192.859 52.214 1.853
15. 19 194.759 52.214 1.853; 26 193.809 55.007 1.829
16. 27 194.704 55.902 1.821; 28 192.887 54.086 1.837
17. 29 193.809 53.164 1.845; 30 194.731 54.086 1.837
18. 31 193.272 79.73 1.615; 32 193.288 80.789 1.606; 33 193.809 80.267 1.61
19. 34 194.33 80.789 1.606; 35 193.105 68.629 1.711
20. 36 193.126 70.015 1.699; 37 194.513 68.629 1.711
21. 38 193.809 69.332 1.705; 39 193.039 64.21 1.749
22. 40 193.015 62.647 1.763; 41 194.602 62.647 1.763
23. 42 193.809 63.44 1.756; 43 192.991 61.036 1.777; 44 193.809 61.853 1.77
24. 45 194.627 61.036 1.777; 46 192.949 58.213 1.801
25. 47 192.966 59.376 1.791; 48 193.809 58.533 1.799
26. 49 194.652 59.376 1.791; 50 193.809 60.218 1.784; 51 193.084 67.2 1.723
27. 52 193.809 66.475 1.73; 53 194.534 67.2 1.723; 54 193.809 67.925 1.717
28. 55 193.062 65.728 1.736; 56 194.579 64.21 1.749; 57 193.809 64.98 1.743
29. 58 194.556 65.728 1.736; 59 193.185 73.934 1.665
30. 60 193.203 75.164 1.655; 61 193.809 74.558 1.66
31. 62 194.415 75.164 1.655; 63 193.166 72.667 1.676
32. 64 193.809 73.31 1.671; 65 194.433 73.934 1.665
33. 66 194.452 72.667 1.676; 67 193.129 70.211 1.697

34. 68 193.146 71.361 1.687; 69 194.492 70.015 1.699  
35. 70 193.809 70.698 1.693; 71 194.472 71.361 1.687

36. 72 193.809 72.024 1.682; 73 193.255 78.639 1.624  
37. 74 193.809 78.086 1.629; 75 194.363 78.639 1.624  
38. 76 193.809 79.193 1.62; 77 194.346 79.73 1.615; 78 193.221 76.357 1.644  
39. 79 193.239 77.516 1.634; 80 193.219 76.21 1.645; 81 193.809 75.77 1.649  
40. 82 194.397 76.357 1.644; 83 193.809 76.945 1.639  
41. 84 194.379 77.516 1.634; 85 193.309 82.209 1.593; 86 193.809 81.514 1.6  
R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
\*START JOB INFORMATION

42. 87 194.309 82.209 1.593; 88 194.25 56.797 1.05; 89 193.809 57.665 0.302  
43. 98 193.809 52.214 0.208; 104 194.263 55.007 1.043  
44. 105 193.809 55.902 0.272; 106 194.277 53.164 1.035  
45. 107 193.809 54.086 0.24; 108 194.074 80.267 1.152  
46. 109 193.809 80.789 0.703; 110 193.809 68.629 0.492  
47. 111 194.156 69.332 1.105; 112 193.809 62.647 0.389  
48. 113 194.2 63.44 1.079; 114 194.212 61.853 1.072  
49. 115 193.809 61.036 0.361; 116 194.669 58.213 1.801  
50. 117 194.237 58.533 1.058; 118 193.809 59.376 0.332  
51. 119 194.224 60.218 1.065; 120 194.177 66.475 1.092  
52. 121 193.809 67.2 0.467; 122 194.166 67.925 1.099  
53. 123 193.809 64.21 0.416; 124 194.188 64.98 1.086  
54. 125 193.809 65.728 0.442; 126 194.116 74.558 1.127  
55. 127 193.809 75.164 0.605; 128 194.126 73.31 1.122  
56. 129 193.809 73.934 0.584; 130 193.809 72.667 0.562  
57. 131 194.489 70.211 1.697; 132 193.809 70.015 0.516  
58. 133 194.145 70.698 1.111; 134 193.809 71.361 0.54  
59. 135 194.135 72.024 1.116; 136 194.09 78.086 1.143  
60. 137 193.809 78.639 0.666; 138 194.082 79.193 1.147  
61. 139 193.809 79.73 0.685; 140 194.399 76.21 1.645  
62. 141 194.107 75.77 1.133; 142 193.809 76.357 0.626  
63. 143 194.098 76.945 1.138; 144 193.809 77.516 0.646  
64. 145 194.064 81.514 1.157; 146 193.809 82.209 0.727  
65. 147 193.368 56.797 1.05; 155 193.355 55.007 1.043  
66. 156 193.341 53.164 1.035; 157 193.544 80.267 1.152  
67. 158 193.462 69.332 1.105; 159 193.418 63.44 1.079  
68. 160 193.406 61.853 1.072; 161 193.809 58.213 0.312  
69. 162 193.381 58.533 1.058; 163 193.394 60.218 1.065  
70. 164 193.441 66.475 1.092; 165 193.452 67.925 1.099  
71. 166 193.43 64.98 1.086; 167 193.502 74.558 1.127  
72. 168 193.492 73.31 1.122; 169 193.809 70.211 0.52  
73. 170 193.473 70.698 1.111; 171 193.483 72.024 1.116  
74. 172 193.528 78.086 1.143; 173 193.536 79.193 1.147  
75. 174 193.809 76.21 0.624; 175 193.511 75.77 1.133  
76. 176 193.519 76.945 1.138; 177 193.554 81.514 1.157

77. MEMBER INCIDENCES

78. 1 1 2; 2 3 4; 3 3 2; 40 26 27; 41 27 3; 42 1 3; 43 26 1; 44 1 27  
79. 45 18 28; 46 29 30; 47 19 29; 48 18 29; 49 29 28; 50 28 30; 52 28 1  
80. 53 30 26; 54 28 26; 55 31 32; 56 33 34; 57 33 32; 58 35 36; 59 37 38  
81. 60 35 38; 61 39 40; 62 41 42; 63 40 42; 64 43 40; 65 44 41; 66 45 44  
82. 67 43 44; 68 44 40; 69 40 41; 70 43 45; 71 2 46; 72 46 47; 73 48 49  
83. 74 4 48; 75 49 50; 76 47 50; 77 2 48; 78 48 47; 79 47 49; 80 2 4  
84. 81 47 43; 82 50 45; 83 50 43; 84 51 35; 85 52 53; 86 54 37; 87 53 54  
85. 88 51 54; 89 54 35; 90 52 51; 91 35 37; 92 51 53; 93 39 55; 95 42 56

86. 96 57 58; 97 56 57; 98 39 57; 99 57 55; 100 42 39; 101 55 58; 102 39 56  
87. 103 55 51; 104 58 52; 105 55 52; 106 59 60; 107 61 62; 108 61 60  
88. 109 63 59; 110 64 65; 111 66 64; 112 65 61; 113 59 61; 114 63 64  
89. 115 64 59; 116 59 65; 117 63 66; 118 67 68; 119 36 67; 120 38 69  
90. 121 70 71; 122 69 70; 123 71 72; 124 68 72; 125 36 70; 126 70 68  
91. 127 38 36; 128 68 71; 129 36 69; 130 68 63; 131 72 66; 132 72 63  
92. 133 73 31; 134 74 75; 135 76 77; 136 75 76; 137 77 33; 138 31 33  
93. 139 73 76; 140 76 31; 141 74 73; 142 31 77; 143 73 75; 144 78 79  
94. 145 80 78; 146 60 80; 147 81 82; 148 62 81; 149 83 84; 150 82 83  
95. 151 78 83; 152 83 79; 153 60 81; 154 81 78; 155 79 84; 156 78 82  
96. 157 60 62; 158 79 73; 159 84 74; 160 79 74; 161 32 85; 162 86 87  
97. 163 34 86; 164 32 86; 165 86 85; 166 32 34; 167 85 87; 168 27 4

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE

\*START JOB INFORMATION

98. 169 88 89; 170 88 4; 207 104 105; 208 105 88; 209 27 88; 210 104 27  
99. 211 27 105; 212 19 30; 213 106 107; 214 98 106; 215 19 106; 216 106 30  
100. 217 30 107; 219 30 27; 220 107 104; 221 30 104; 222 77 34; 223 108 109  
101. 224 108 34; 225 37 69; 226 110 111; 227 37 111; 228 56 41; 229 112 113  
102. 230 41 113; 231 45 41; 232 114 112; 233 115 114; 234 45 114; 235 114 41  
103. 236 41 112; 237 45 115; 238 4 116; 239 116 49; 240 117 118; 241 89 117  
104. 242 118 119; 243 49 119; 244 4 117; 245 117 49; 246 49 118; 247 4 89  
105. 248 49 45; 249 119 115; 250 119 45; 251 53 37; 252 120 121; 253 122 110  
106. 254 121 122; 255 53 122; 256 122 37; 257 120 53; 258 37 110; 259 53 121  
107. 260 56 58; 262 113 123; 263 124 125; 264 123 124; 265 56 124  
108. 266 124 58; 267 113 66; 268 58 125; 269 56 123; 270 58 53; 271 125 120  
109. 272 58 120; 273 65 62; 274 126 127; 275 126 62; 276 66 65; 277 128 129  
110. 278 130 128; 279 129 126; 280 65 126; 281 66 128; 282 128 65  
111. 283 65 129; 284 66 130; 285 131 71; 286 69 131; 287 111 132  
112. 288 133 134; 289 132 133; 290 134 135; 291 71 135; 292 69 133  
113. 293 133 71; 294 111 69; 295 71 134; 296 69 132; 297 71 66; 298 135 130  
114. 299 135 66; 300 75 77; 301 136 137; 302 138 139; 303 137 138  
115. 304 139 108; 305 77 108; 306 75 138; 307 138 77; 308 136 75; 309 77 139  
116. 310 75 137; 311 82 84; 312 140 82; 313 62 140; 314 141 142; 315 127 141  
117. 316 143 144; 317 142 143; 318 82 143; 319 143 84; 320 62 141  
118. 321 141 82; 322 84 144; 323 82 142; 324 62 127; 325 84 75; 326 144 136  
119. 327 84 136; 328 34 87; 329 145 146; 330 109 145; 331 34 145; 332 145 87  
120. 333 34 109; 334 87 146; 335 105 89; 336 147 2; 337 147 89; 338 155 1  
121. 375 1 147; 376 105 147; 377 155 105; 378 105 1; 379 98 107; 380 156 28  
122. 381 18 156; 382 98 156; 383 156 107; 384 107 28; 386 107 105  
123. 387 28 155; 388 107 155; 389 139 109; 390 157 32; 391 157 109  
124. 392 110 132; 393 35 158; 394 110 158; 395 123 112; 396 40 159  
125. 397 112 159; 398 115 112; 399 160 40; 400 43 160; 401 115 160  
126. 402 160 112; 403 112 40; 404 115 43; 405 89 161; 406 161 118  
127. 407 162 47; 408 2 162; 409 47 163; 410 118 163; 411 89 162; 412 162 118  
128. 413 118 47; 414 89 2; 415 118 115; 416 163 43; 417 163 115; 418 121 110  
129. 419 164 51; 420 165 35; 421 51 165; 422 121 165; 423 165 110  
130. 424 164 121; 425 110 35; 426 121 51; 427 123 125; 429 159 39  
131. 430 166 55; 431 39 166; 432 123 166; 433 166 125; 434 159 123  
132. 435 125 55; 436 123 39; 437 125 121; 438 55 164; 439 125 164  
133. 440 129 127; 441 167 60; 442 167 127; 443 130 129; 444 168 59  
134. 445 63 168; 446 59 167; 447 129 167; 448 130 168; 449 168 129  
135. 450 129 59; 451 130 63; 452 169 134; 453 132 169; 454 158 36  
136. 455 170 68; 456 36 170; 457 68 171; 458 134 171; 459 132 170  
137. 460 170 134; 461 158 132; 462 134 68; 463 132 36; 464 134 130  
138. 465 171 63; 466 171 130; 467 137 139; 468 172 73; 469 173 31  
139. 470 73 173; 471 31 157; 472 139 157; 473 137 173; 474 173 139

140. 475 172 137; 476 139 31; 477 137 73; 478 142 144; 479 174 142  
141. 480 127 174; 481 175 78; 482 60 175; 483 176 79; 484 78 176  
142. 485 142 176; 486 176 144; 487 127 175; 488 175 142; 489 144 79  
143. 490 142 78; 491 127 60; 492 144 137; 493 79 172; 494 144 172  
144. 495 109 146; 496 177 85; 497 32 177; 498 109 177; 499 177 146  
145. 500 109 32; 501 146 85  
146. START USER TABLE  
147. TABLE 1  
148. UNIT METER MTON  
149. PIPE  
150. OS-1-1/2  
151. 0.0381 0 0 0  
152. OS-2  
153. 0.0508 0 0 0  
R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
\*START JOB INFORMATION  
154. OS-2-1/2  
155. 0.0635 0 0 0  
156. OS-3  
157. 0.0762 0 0 0  
158. OS-3-1/4  
159. 0.0825 0 0 0  
160. OS-3-1/2  
161. 0.0889 0 0 0  
162. OS-3-3/4  
163. 0.0952 0 0 0  
164. OS-2-3/4  
165. 0.06985 0 0 0  
166. OS-2-1/4  
167. 0.05715 0 0 0  
168. OS-1-3/4  
169. 0.04445 0 0 0  
170. TABLE 2  
171. UNIT METER MTON  
172. ANGLE  
173. L15153  
174. 0.038 0.038 0.0047625 0.0074 0 0  
175. END  
176. MEMBER PROPERTY AMERICAN  
177. 55 133 144 145 158 161 222 300 311 312 325 328 389 467 478 479 492 -  
178. 495 UPTABLE 1 OS-1-3/4  
179. 106 109 118 130 146 273 276 285 297 313 440 443 452 464 -  
180. 480 UPTABLE 1 OS-2-1/4  
181. 58 84 93 103 119 225 251 260 270 286 392 418 427 437 -  
182. 453 UPTABLE 1 OS-2-1/2  
183. 61 64 72 81 228 231 239 248 395 398 406 415 UPTABLE 1 OS-2-3/4  
184. 1 45 52 71 168 212 219 238 335 379 386 405 UPTABLE 1 OS-3  
185. 56 57 107 108 110 TO 115 123 124 131 132 134 TO 143 147 TO 156 159 160 -  
186. 162 TO 167 223 224 274 275 277 TO 282 290 291 298 299 301 TO 310 314 -  
187. 315 TO 323 326 327 329 TO 334 390 391 441 442 444 TO 449 457 458 465 -  
188. 466 468 TO 477 481 TO 490 493 494 496 TO 500 -  
189. 501 UPTABLE 2 L15153  
190. 121 122 125 126 288 289 292 293 455 456 459 460 UPTABLE 2 L15153  
191. 69 70 79 91 92 101 102 236 237 246 258 259 268 269 403 404 413 425 426 -  
192. 435 436 TABLE ST L20203  
193. 62 63 65 TO 68 75 76 82 83 95 100 229 230 232 TO 235 242 243 249 250 -



194. 262 267 396 397 399 TO 402 409 410 416 417 429 434 TABLE ST L20203  
 195. 2 3 40 TO 43 73 74 77 78 169 170 207 TO 210 240 241 244 245 336 337 -  
 196. 374 TO 377 407 408 411 412 TABLE ST L20203  
 197. 53 54 220 221 387 388 TABLE ST L20203  
 198. 46 TO 49 213 TO 216 380 TO 383 TABLE ST L20203  
 199. 116 117 128 129 157 283 284 295 296 324 450 451 462 463 -  
 200. 491 UPTABLE 2 L15153  
 201. 59 60 85 TO 90 96 TO 99 104 105 120 127 226 227 252 TO 257 263 TO 266 -  
 202. 271 272 287 294 393 394 419 TO 424 430 TO 433 438 439 454 -  
 203. 461 UPTABLE 2 L15153  
 204. 44 50 80 211 217 247 378 384 414 TABLE ST L20203  
 205. CONSTANTS  
 206. E STEEL ALL  
 207. DENSITY 7.85 ALL  
 208. POISSON STEEL ALL  
 209. SUPPORTS  
 R. B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION  
 210. 18 19 98 PINNED  
 211. LOAD 1 PESO PROPIO  
 212. SELFWEIGHT Y -1  
 213. LOAD 2 CARGA MUERTA  
 214. \*MASTIL\*  
 215. JOINT LOAD  
 216. 85 87 146 FY -0.025  
 217. \*PLATAFORMA Y SOPORTE\*  
 218. 32 34 109 FY -0.283  
 219. \*ANTENAS CELULARES\*  
 220. 32 34 109 FY -0.3  
 221. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*  
 222. 73 FY -0.06  
 223. 84 FY -0.06  
 224. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
 225. 60 FY -0.315  
 226. 66 FY -0.315  
 227. \*CAMA DE GUIA Y CABLES\*  
 228. 1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -  
 229. 58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FY -0.014  
 230. \*ESCALERA\*  
 231. 1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 68 73 78 79 85 89 98 -  
 232. 105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -  
 233. 142 144 146 FY -0.006  
 234. \*  
 235. LOAD 3 CARGA VIVA  
 236. JOINT LOAD  
 237. 32 34 109 FY -0.1  
 238. \*\*\*\*\*  
 239. LOAD 4 VIENTO X-X  
 240. \*\*\*\*\*  
 241. \*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*  
 242. JOINT LOAD  
 243. 1 2 18 28 89 98 105 107 FX 0.029612  
 244. 39 40 43 47 112 115 118 123 FX 0.02907  
 245. 35 36 51 55 110 121 125 132 FX 0.028227  
 246. 59 60 63 68 127 129 130 134 FX 0.028558  
 247. 31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FX 0.023513

248. \*PLATAFORMA\*  
249. 32 34 109 FX 0.073  
250. \*ANTENAS CELULARES\*  
251. 32 34 109 FX 0.271  
252. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*  
253. 73 FX 0.023  
254. 84 FX 0.023  
255. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
256. 60 FX 0.195  
257. 66 FX 0.187  
258. \*\*\*\*\*  
259. LOAD 5 VIENTO Z-Z  
260. \*\*\*\*\*  
261. \*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*  
262. JOINT LOAD  
263. 1 2 18 28 89 98 105 107 FZ 0.029612  
264. 39 40 43 47 112 115 118 123 FZ 0.02907  
265. 35 36 51 55 110 121 125 132 FZ 0.028227  
R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
\*START JOB INFORMATION  
266. 59 60 63 68 127 129 130 134 FZ 0.028558  
267. 31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FZ 0.023513  
268. \*PLATAFORMA\*  
269. 32 34 109 FZ 0.073  
270. \*ANTENAS CELULARES\*  
271. 32 34 109 FZ 0.271  
272. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*  
273. 73 FZ 0.023  
274. 84 FZ 0.023  
275. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
276. 60 FZ 0.195  
277. 66 FZ 0.187  
278. \*  
279. \*\*\*\*\*  
280. LOAD 6 VIENTO -X-X  
281. \*\*\*\*\*  
282. \*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*  
283. JOINT LOAD  
284. 1 2 18 28 89 98 105 107 FX -0.029612  
285. 39 40 43 47 112 115 118 123 FX -0.02907  
286. 35 36 51 55 110 121 125 132 FX -0.028227  
287. 59 60 63 68 127 129 130 134 FX -0.028588  
288. 31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FX -0.023513  
289. \*PLATAFORMA\*  
290. 32 34 109 FX -0.073  
291. \*ANTENAS CELULARES\*  
292. 32 34 109 FX -0.271  
293. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*  
294. 73 FX -0.023  
295. 84 FX -0.023  
296. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*  
297. 60 FX -0.195  
298. 66 FX -0.187  
299. \*  
300. \*\*\*\*\*  
301. LOAD 7 VIENTO -Z-Z

- 302. \*\*\*\*\*
- 303. \*PIERNAS Y CERRAMIENTOS\*
- 304. JOINT LOAD
- 305. 1 2 18 28 89 98 105 107 FZ -0.029612
- 306. 39 40 43 47 112 115 118 123 FZ -0.02907
- 307. 35 36 51 55 110 121 125 132 FZ -0.028227
- 308. 59 60 63 68 127 129 130 134 FZ -0.028558
- 309. 31 32 73 78 79 109 137 139 142 144 FZ -0.023513
- 310. \*PLATAFORMA\*
- 311. 32 34 109 FZ -0.073
- 312. \*ANTENAS CELULARES\*
- 313. 32 34 109 FZ -0.271
- 314. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*\*
- 315. 73 FZ -0.023
- 316. 84 FZ -0.023
- 317. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*\*
- 318. 60 FZ -0.195
- 319. 66 FZ -0.187
- 320. \*
- 321. \*\*\*\*\*

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE

\*START JOB INFORMATION

322. LOAD 17 CALCULO DE FREQ NAT.

323. \*\*\*\*\*

- 324. SELFWEIGHT X 1
- 325. \*MASTIL\*
- 326. JOINT LOAD
- 327. 85 87 146 FX 0.025
- 328. \*PLATAFORMA Y SOPORTE\*
- 329. 32 34 109 FX 0.283
- 330. \*ANTENAS CELULARES\*
- 331. 32 34 109 FX 0.3
- 332. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*\*
- 333. 73 FX 0.06
- 334. 84 FX 0.06
- 335. \*ANTENAS PARABOLICAS 6\*\*
- 336. 60 FX 0.315
- 337. 66 FX 0.315
- 338. \*CAMA DE GUIA Y CABLES\*
- 339. 1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -
- 340. 58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FX 0.014
- 341. \*ESCALERA\*
- 342. 1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 68 73 78 79 85 89 98 -
- 343. 105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -
- 344. 142 144 146 FX 0.006
- 345. SELFWEIGHT Z 1
- 346. \*MASTIL\*
- 347. JOINT LOAD
- 348. 85 87 146 FZ 0.025
- 349. \*PLATAFORMA Y SOPORTE\*
- 350. 32 34 109 FZ 0.283
- 351. \*ANTENAS CELULARES\*
- 352. 32 34 109 FZ 0.3
- 353. \*ANTENAS PARABOLICAS 2\*\*
- 354. 73 FZ 0.06
- 355. 84 FZ 0.06

356. \*ANTENAS PARABOLICAS 6"  
 357. 60 FZ 0.315  
 358. 66 FZ 0.315  
 359. \*CAMA DE GUIA Y CABLES\*  
 360. 1 2 4 18 19 27 28 30 TO 32 34 TO 37 39 TO 41 43 45 47 49 51 53 55 56 -  
 361. 58 TO 60 62 63 65 66 68 69 71 73 75 77 TO 79 82 84 85 87 FZ 0.014  
 362. \*ESCALERA\*  
 363. 1 2 18 28 31 32 35 36 39 40 43 47 51 55 59 60 63 68 73 78 79 85 89 98 -  
 364. 105 107 109 110 112 115 118 121 123 125 127 129 130 132 134 137 139 -  
 365. 142 144 146 FZ 0.006  
 366. CALCULATE NATURAL FREQUENCY  
 367. \*  
 368. LOAD COMB 8 C.M.+C.V.(1)  
 369. 1 1.0 2 1.0 3 1.0  
 370. LOAD COMB 9 C.M.+C.V.+ VIENTO X-X  
 371. 1 0.75 2 0.75 3 0.75 4 0.75  
 372. LOAD COMB 10 C.M.+C.V.+ VIENTO Z-Z  
 373. 1 0.75 2 0.75 3 0.75 5 0.75  
 374. LOAD COMB 11 C.M.+C.V.+ VIENTO -X-X  
 375. 1 0.75 2 0.75 3 0.75 6 0.75  
 376. LOAD COMB 12 C.M.+C.V.+ VIENTO -Z-Z  
 377. 1 0.75 2 0.75 3 0.75 7 0.75  
 R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION  
 378. LOAD COMB 13 C.M.+C.V.+ VIENTO X-X(1)  
 379. 1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0  
 380. LOAD COMB 14 C.M.+C.V.+VIENTO Z-Z(1)  
 381. 1 1.0 2 1.0 3 1.0 5 1.0  
 382. LOAD COMB 15 C.M.+C.V.+VIENTO -X-X(1)  
 383. 1 1.0 2 1.0 3 1.0 6 1.0  
 384. LOAD COMB 16 C.M.+C.V.+VIENTO -Z-Z(1)  
 385. 1 1.0 2 1.0 3 1.0 7 1.0  
 386. PERFORM ANALYSIS

### PROBLEMAS ESTATICOS

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 138/ 387/ 3  
 ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH = 125/ 8  
 TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 8, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 819  
 SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 44226 DOUBLE PREC. WORDS  
 REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.97/ 2047.7 MB, EXMEM = 119.5 MB

++ Processing Element Stiffness Matrix.	10:58:39
++ Processing Global Stiffness Matrix.	10:58:39
++ Processing Triangular Factorization.	10:58:39
++ Calculating Joint Displacements.	10:58:39

.....  
 \*  
 \* NATURAL FREQUENCY FOR LOADING 17 = 1.05795 CPS \*  
 \* MAX DEFLECTION = 29.39164 CM GLO Z, AT JOINT 85 \*  
 .....

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**STAAD-II CODE CHECKING - (AISC)**  
 \*\*\*\*\*

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
1	ST PIP	PASS	AISC- H1-1	0.480	11
	20.55 C	0.00	-0.01	0.00	
2	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.202	11
	0.61 C	0.00	0.00	0.31	
3	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.204	9
	0.62 C	0.00	0.00	0.31	
40	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.216	11
	0.62 C	0.00	0.00	0.42	
41	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.227	9
	0.62 C	0.00	0.00	0.00	
42	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.224	11
	0.62 C	0.00	0.00	0.00	
43	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.219	9
	0.63 C	0.00	0.00	0.42	
44	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.291	12
	0.40 C	0.00	0.00	0.00	
45	ST PIP	PASS	AISC- H1-1	0.574	11
	23.12 C	0.01	0.01	1.87	
46	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.241	11
	0.65 C	0.00	0.00	1.30	
47	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.277	9
	0.66 C	0.00	0.00	0.00	
48	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.275	11
	0.65 C	0.00	0.00	0.00	
49	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.265	10
	0.68 C	0.00	0.00	0.00	
50	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.368	12
	0.48 C	0.00	0.00	0.00	
52	ST PIP	PASS	AISC- H1-1	0.533	11
	21.88 C	-0.01	-0.01	0.00	
53	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.241	9
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
54	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.239	11
	0.63 C	0.00	0.00	0.00	
55	ST PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.071	11
	0.92 C	0.00	0.00	1.06	
56	ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.135	11
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	

57 ST L15153	PASS	AISC-H1-3	0.137	9
0.41 C	0.00	0.00	0.00	
58 ST PIP -1/2	PASS	AISC-H1-1	0.334	11
10.32 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

```

=====
59 ST L15153 PASS AISC-H1-1 0.344 9
    0.64 C 0.00 0.00 0.00
60 ST L15153 PASS AISC-H1-1 0.341 11
    0.63 C 0.00 0.00 0.00
61 ST PIP -3/4 PASS AISC-H1-1 0.417 11
    15.32 C 0.00 0.01 1.56
62 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.192 9
    0.64 C 0.00 0.00 0.00
63 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.190 11
    0.63 C 0.00 0.00 0.00
64 ST PIP -3/4 PASS AISC-H1-1 0.464 11
    16.60 C 0.00 -0.01 0.00
65 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.180 11
    0.62 C 0.00 0.00 0.28
66 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.199 9
    0.64 C 0.00 0.00 0.00
67 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.196 11
    0.63 C 0.00 0.00 0.00
68 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.182 9
    0.63 C 0.00 0.00 0.28
69 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.201 12
    0.35 C 0.00 0.00 0.00
70 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.233 12
    0.38 C 0.00 0.00 0.00
71 ST PIP PASS AISC-H1-1 0.311 11
    19.20 C 0.00 0.01 0.55
72 ST PIP -3/4 PASS AISC-H1-1 0.443 11
    19.18 C 0.00 -0.01 0.00
73 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.200 11
    0.63 C 0.00 0.00 0.30
74 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.223 9
    0.65 C 0.00 0.00 0.00
75 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.208 9
    0.64 C 0.00 0.00 0.00
76 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.207 11
    0.63 C 0.00 0.00 0.00
77 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.221 11
    0.64 C 0.00 0.00 0.00
78 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.202 9
    0.64 C 0.00 0.00 0.30
79 ST L20 203 PASS AISC-H1-1 0.266 12
    0.41 C 0.00 0.00 0.00
=====

```

80	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.268	12
		0.39 C	0.00	0.00	0.00	
81	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.510	11
		17.88 C	0.00	-0.01	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/	
	FX	MY	MZ	LOCATION		
=====						
82	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.188	11
		0.62 C	0.00	0.00	0.29	
83	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.190	9
		0.63 C	0.00	0.00	0.29	
84	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.383	11
		11.55 C	0.00	0.00	0.00	
85	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.353	11
		0.63 C	0.00	0.00	0.34	
86	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.333	11
		0.63 C	0.00	0.00	0.33	
87	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.368	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.00	
88	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.366	11
		0.64 C	0.00	0.00	0.00	
89	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.336	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.33	
90	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.357	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.34	
91	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.103	12
		0.21 C	0.00	0.00	0.00	
92	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.126	12
		0.25 C	0.00	0.00	0.00	
93	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.494	11
		14.06 C	0.00	-0.01	0.00	
95	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.174	11
		0.63 C	0.00	0.00	0.27	
96	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.371	11
		0.62 C	0.00	0.00	0.35	
97	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.408	9
		0.63 C	0.00	0.00	0.00	
98	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.405	11
		0.63 C	0.00	0.00	0.00	
99	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.373	9
		0.63 C	0.00	0.00	0.35	
100	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.177	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.27	
101	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.149	12
		0.28 C	0.00	0.00	0.00	
102	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.176	12
		0.32 C	0.00	0.00	0.00	
103	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.433	11
		12.80 C	0.00	0.00	0.00	

104 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.392	9
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
105 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.389	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

106 ST	PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.224	11
	5.65 C	0.00	0.00	0.00	
107 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.207	11
	0.52 C	0.00	0.00	0.36	
108 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.221	9
	0.56 C	0.00	0.00	0.36	
109 ST	PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.268	11
	6.69 C	0.00	0.00	0.00	
110 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.228	11
	0.55 C	0.00	0.00	0.37	
111 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.246	9
	0.53 C	0.00	0.00	0.00	
112 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.241	9
	0.56 C	0.00	0.00	0.00	
113 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.227	11
	0.52 C	0.00	0.00	0.00	
114 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.251	11
	0.55 C	0.00	0.00	0.00	
115 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.222	9
	0.53 C	0.00	0.00	0.37	
116 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.112	12
	0.12 C	0.00	0.00	0.00	
117 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.109	12
	0.11 C	0.00	0.00	0.00	
118 ST	PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.344	11
	9.06 C	0.00	0.00	0.00	
119 ST	PIP -1/2	PASS	AISC-H1-1	0.203	11
	9.06 C	0.00	0.00	0.20	
120 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.311	11
	0.63 C	0.00	0.00	0.32	
121 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.298	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.39	
122 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.333	9
	0.65 C	0.00	0.00	0.00	
123 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.306	9
	0.63 C	0.00	0.00	0.00	
124 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.314	11
	0.65 C	0.00	0.00	0.00	
125 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.329	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
126 ST	L15153	PASS	AISC-H1-1	0.302	9
	0.65 C	0.00	0.00	0.31	



127 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.313	9
	0.63 C	0.00	0.00	0.32	
128 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.176	12
	0.17 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE FX	RESULT/ MY	CRITICAL COND/ MZ	RATIO/ LOCATION	LOADING/ LOCATION
129 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.197	12
	0.18 C	0.00	0.00	0.00	
130 ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.322	11
	7.83 C	0.00	0.00	0.00	
131 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.285	11
	0.65 C	0.00	0.00	0.30	
132 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.277	9
	0.63 C	0.00	0.00	0.38	
133 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.127	11
	1.76 C	0.00	0.00	0.00	
134 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.151	11
	0.42 C	0.00	0.00	0.39	
135 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.139	11
	0.40 C	0.00	0.00	0.44	
136 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.152	9
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	
137 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.147	9
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	
138 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.146	11
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	
139 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.149	11
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	
140 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.141	9
	0.41 C	0.00	0.00	0.44	
141 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.153	9
	0.43 C	0.00	0.00	0.39	
142 ST	L15153	PASS	AISC- H2-1	0.032	11
	0.06 T	0.00	0.00	0.00	
143 ST	L15153	PASS	AISC- H2-1	0.037	10
	0.13 T	0.00	0.00	1.11	
144 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.266	11
	3.48 C	0.00	0.00	0.00	
145 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.202	11
	4.42 C	0.00	0.00	0.00	
146 ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.157	11
	4.44 C	0.00	0.00	0.96	
147 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.159	11
	0.41 C	0.00	0.00	0.35	
148 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.185	9
	0.45 C	0.00	0.00	0.00	
149 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.163	11
	0.44 C	0.00	0.00	0.34	

150	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.179	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	
151	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.179	11
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/	
	FX	MY	MZ	LOCATION		
=====						
152	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.163	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.34	
153	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.176	11
		0.42 C	0.00	0.00	0.00	
154	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.170	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.35	
155	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.055	12
		0.06 C	0.00	0.00	0.00	
156	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.077	12
		0.09 C	0.00	0.00	0.00	
157	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.057	12
		0.05 C	0.00	0.00	0.00	
158	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.196	11
		2.63 C	0.00	0.00	0.00	
159	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.165	9
		0.43 C	0.00	0.00	0.00	
160	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.163	11
		0.43 C	0.00	0.00	0.00	
161	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.013	12
		0.06 C	0.00	0.00	0.00	
162	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.013	10
		0.02 C	0.00	0.00	0.00	
163	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.015	10
		0.02 C	0.00	0.00	0.89	
164	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.015	10
		0.02 C	0.00	0.00	0.89	
165	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.013	10
		0.02 C	0.00	0.00	0.00	
166	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.061	10
		0.09 C	0.00	0.00	1.04	
167	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.012	12
		0.01 C	0.00	0.00	1.00	
168	ST	PIP	PASS	AISC- H1-1	0.479	9
		20.49 C	0.00	-0.01	0.00	
169	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.208	9
		0.63 C	0.00	0.00	0.00	
170	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.197	12
		0.60 C	0.00	0.00	0.51	
207	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.225	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.00	
208	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.225	12
		0.61 C	0.00	0.00	0.00	

209	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.236	9
		0.64 C	0.00	0.00	0.00	
210	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.205	12
		0.60 C	0.00	0.00	0.53	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

=====

211	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.250	11
		0.33 C	0.00	0.00	1.79	
212	ST	PIP	PASS	AISC- H1-1	0.572	9
		23.05 C	-0.01	0.01	1.87	
213	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.294	9
		0.81 C	0.00	0.00	0.00	
214	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.300	12
		0.71 C	0.00	0.00	0.00	
215	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.331	9
		0.81 C	0.00	0.00	0.00	
216	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.252	12
		0.70 C	0.00	0.00	0.00	
217	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.322	11
		0.41 C	0.00	0.00	1.84	
219	ST	PIP	PASS	AISC- H1-1	0.532	9
		21.82 C	0.01	-0.01	0.00	
220	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.233	12
		0.60 C	0.00	0.00	0.00	
221	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.255	9
		0.65 C	0.00	0.00	0.00	
222	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.070	9
		0.91 C	0.00	0.00	1.06	
223	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.114	10
		0.34 C	0.00	0.00	0.00	
224	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.123	12
		0.37 C	0.00	0.00	0.00	
225	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.333	9
		10.29 C	0.00	0.00	0.00	
226	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.298	12
		0.54 C	0.00	0.00	0.00	
227	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.243	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	
228	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.416	9
		15.27 C	0.00	0.01	1.56	
229	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.182	12
		0.60 C	0.00	0.00	0.00	
230	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.178	9
		0.57 C	0.00	0.00	0.00	
231	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.462	9
		16.55 C	0.00	-0.01	0.00	
232	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.171	9
		0.60 C	0.00	0.00	0.00	

233	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.194	12
		0.61 C	0.00	0.00	0.00	
234	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.196	9
		0.61 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
=====					
235	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.172 12
		0.60 C	0.00	0.00	0.47
236	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.179 11
		0.30 C	0.00	0.00	1.59
237	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.206 11
		0.33 C	0.00	0.00	1.64
238	ST	PIP	PASS	AISC- H1-1	0.310 9
		19.14 C	0.00	0.01	0.55
239	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.441 9
		19.13 C	0.00	-0.01	0.00
240	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.202 9
		0.65 C	0.00	0.00	0.00
241	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.213 12
		0.62 C	0.00	0.00	0.00
242	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.210 12
		0.62 C	0.00	0.00	0.00
243	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.217 9
		0.64 C	0.00	0.00	0.00
244	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.228 9
		0.65 C	0.00	0.00	0.00
245	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.190 12
		0.61 C	0.00	0.00	0.50
246	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.229 11
		0.34 C	0.00	0.00	1.69
247	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.239 11
		0.34 C	0.00	0.00	1.74
248	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.509 9
		17.83 C	0.00	-0.01	0.00
249	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.190 9
		0.64 C	0.00	0.00	0.00
250	ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.183 12
		0.62 C	0.00	0.00	0.48
251	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.381 9
		11.51 C	0.00	0.00	0.00
252	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.285 9
		0.51 C	0.00	0.00	0.00
253	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.258 9
		0.49 C	0.00	0.00	0.00
254	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.328 12
		0.57 C	0.00	0.00	0.00
255	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.285 9
		0.49 C	0.00	0.00	0.00

256	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.295	12
		0.56 C	0.00	0.00	0.50	
257	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.318	12
		0.57 C	0.00	0.00	0.51	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
258	ST L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.096	11
	0.18 C	0.00	0.00	1.41	
259	ST L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.113	11
	0.21 C	0.00	0.00	1.45	
260	ST PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.492	9
	14.01 C	0.00	-0.01	0.00	
262	ST L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.156	9
	0.57 C	0.00	0.00	0.00	
263	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.325	9
	0.54 C	0.00	0.00	0.00	
264	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.382	12
	0.59 C	0.00	0.00	0.00	
265	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.358	9
	0.55 C	0.00	0.00	0.00	
266	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.345	12
	0.58 C	0.00	0.00	0.53	
267	ST L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.162	12
	0.59 C	0.00	0.00	0.45	
268	ST L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.135	11
	0.24 C	0.00	0.00	1.49	
269	ST L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.153	11
	0.27 C	0.00	0.00	1.54	
270	ST PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.432	9
	12.76 C	0.00	0.00	0.00	
271	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.355	12
	0.58 C	0.00	0.00	0.00	
272	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.319	9
	0.51 C	0.00	0.00	0.00	
273	ST PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.213	9
	5.37 C	0.00	0.00	0.00	
274	ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.141	9
	0.35 C	0.00	0.00	0.00	
275	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.161	12
	0.40 C	0.00	0.00	0.43	
276	ST PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.257	9
	6.45 C	0.00	0.00	0.00	
277	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.158	9
	0.37 C	0.00	0.00	0.00	
278	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.198	12
	0.43 C	0.00	0.00	0.00	
279	ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.178	12
	0.40 C	0.00	0.00	0.00	

280	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.156	9
		0.35 C	0.00	0.00	0.00	
281	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.175	9
		0.38 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/	
	FX	MY	MZ	LOCATION		
=====						
=====						
282	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.175	12
		0.42 C	0.00	0.00	0.00	
283	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.096	11
		0.09 C	0.00	0.00	1.25	
284	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.123	11
		0.12 C	0.00	0.00	1.29	
285	ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.343	9
		9.02 C	0.00	0.00	0.00	
286	ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.202	9
		9.03 C	0.00	0.00	0.20	
287	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.218	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	
288	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.206	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	
289	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.281	12
		0.55 C	0.00	0.00	0.00	
290	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.275	12
		0.56 C	0.00	0.00	0.00	
291	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.205	9
		0.41 C	0.00	0.00	0.00	
292	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.228	9
		0.44 C	0.00	0.00	0.00	
293	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.255	12
		0.55 C	0.00	0.00	0.47	
294	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.266	12
		0.54 C	0.00	0.00	0.48	
295	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.151	11
		0.14 C	0.00	0.00	1.32	
296	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.174	11
		0.16 C	0.00	0.00	1.37	
297	ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.323	9
		7.82 C	0.00	0.00	0.00	
298	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.182	9
		0.41 C	0.00	0.00	0.00	
299	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.246	12
		0.56 C	0.00	0.00	0.38	
300	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.126	9
		1.74 C	0.00	0.00	0.00	
301	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.111	9
		0.31 C	0.00	0.00	0.00 <sup>1</sup>	
302	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.115	10
		0.33 C	0.00	0.00	0.38	

303 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.139	12
	0.37 C	0.00	0.00	0.00	
304 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.135	12
	0.37 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

305 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.121	10
	0.34 C	0.00	0.00	0.00	
306 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.123	10
	0.33 C	0.00	0.00	0.00	
307 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.128	12
	0.37 C	0.00	0.00	0.51	
308 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.137	12
	0.38 C	0.00	0.00	0.46	
309 ST	L15153	PASS	AISC- H2-1	0.035	12
	0.08 T	0.00	0.00	1.07	
310 ST	L15153	PASS	AISC- H2-1	0.038	9
	0.11 T	0.00	0.00	0.00	
311 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.264	9
	3.46 C	0.00	0.00	0.00	
312 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.200	9
	4.38 C	0.00	0.00	0.00	
313 ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.157	9
	4.39 C	0.00	0.00	0.35	
314 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.123	9
	0.32 C	0.00	0.00	0.00	
315 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.164	12
	0.39 C	0.00	0.00	0.00	
316 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.134	9
	0.35 C	0.00	0.00	0.00	
317 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.176	12
	0.43 C	0.00	0.00	0.00	
318 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.148	9
	0.35 C	0.00	0.00	0.00	
319 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.156	12
	0.42 C	0.00	0.00	0.40	
320 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.135	9
	0.32 C	0.00	0.00	0.00	
321 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.149	12
	0.39 C	0.00	0.00	0.48	
322 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.052	11
	0.05 C	0.00	0.00	1.14	
323 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.065	11
	0.06 C	0.00	0.00	1.18	
324 ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.074	11
	0.07 C	0.00	0.00	1.21	
325 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.191	9
	2.57 C	0.00	0.00	0.00	

326 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.149	12
	0.39 C	0.00	0.00	0.00	
327 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.122	9
	0.31 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
328 ST	PIP-3/4	PASS	AISC-H1-3	0.012	11
	0.06 C	0.00	0.00	0.00	
329 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.011	9
	0.02 C	0.00	0.00	0.86	
330 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.014	9
	0.02 C	0.00	0.00	0.89	
331 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.014	9
	0.02 C	0.00	0.00	0.89	
332 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.012	9
	0.02 C	0.00	0.00	0.00	
333 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.058	9
	0.08 C	0.00	0.00	0.00	
334 ST	L15153	PASS	AISC-H1-3	0.013	11
	0.01 C	0.00	0.00	0.00	
335 ST	PIP	PASS	AISC-H1-1	0.539	12
	23.14 C	0.00	-0.01	0.00	
336 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.267	12
	0.84 C	0.00	0.00	1.23	
337 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.208	11
	0.63 C	0.00	0.00	0.00	
374 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.283	12
	0.84 C	0.00	0.00	0.00	
375 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.236	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
376 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.310	12
	0.84 C	0.00	0.00	0.00	
377 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.225	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
378 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.249	9
	0.33 C	0.00	0.00	0.00	
379 ST	PIP	PASS	AISC-H1-1	0.635	12
	26.08 C	0.00	0.01	1.87	
380 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.346	12
	0.96 C	0.00	0.00	1.30	
381 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.332	11
	0.81 C	0.00	0.00	0.00	
382 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.398	12
	0.97 C	0.00	0.00	0.00	
383 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.295	11
	0.81 C	0.00	0.00	0.00	
384 ST	L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.321	9
	0.41 C	0.00	0.00	0.00	



386 ST PIP	PASS	AISC-H1-1	0.589	12
24.66 C	0.00	-0.01	0.00	
387 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.255	11
0.65 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE FX	RESULT/ MY	CRITICAL COND/ MZ	RATIO/ LOCATION	LOADING/
=====					
388 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.324	12	
0.85 C	0.00	0.00	0.00		
389 ST PIP-3/4	PASS	AISC-H1-3	0.071	12	
0.96 C	0.00	0.00	1.06		
390 ST L15153	PASS	AISC-H1-3	0.128	12	
0.39 C	0.00	0.00	0.37		
391 ST L15153	PASS	AISC-H1-3	0.118	10	
0.35 C	0.00	0.00	0.00		
392 ST PIP-1/2	PASS	AISC-H1-1	0.367	12	
11.40 C	0.00	-0.01	0.00		
393 ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.269	10	
0.50 C	0.00	0.00	0.00		
394 ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.375	12	
0.68 C	0.00	0.00	0.00		
395 ST PIP-3/4	PASS	AISC-H1-1	0.461	12	
17.15 C	0.00	0.01	1.56		
396 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.178	11	
0.58 C	0.00	0.00	0.00		
397 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.238	12	
0.79 C	0.00	0.00	0.00		
398 ST PIP-3/4	PASS	AISC-H1-1	0.514	12	
18.61 C	0.00	-0.01	0.00		
399 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.229	12	
0.80 C	0.00	0.00	0.47		
400 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.196	11	
0.61 C	0.00	0.00	0.00		
401 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.255	12	
0.81 C	0.00	0.00	0.00		
402 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.172	11	
0.60 C	0.00	0.00	0.00		
403 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.178	9	
0.30 C	0.00	0.00	0.00		
404 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.205	9	
0.33 C	0.00	0.00	0.00		
405 ST PIP	PASS	AISC-H1-1	0.352	12	
21.59 C	0.00	0.01	0.55		
406 ST PIP-3/4	PASS	AISC-H1-1	0.502	12	
21.58 C	0.00	-0.01	0.00		
407 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.252	12	
0.84 C	0.00	0.00	0.00		
408 ST L20 203	PASS	AISC-H1-1	0.229	11	
0.65 C	0.00	0.00	0.00		

409 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.218	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
410 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.278	12
	0.84 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
=====					
411 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.290	12
	0.84 C	0.00	0.00	0.00	
412 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.202	11
	0.65 C	0.00	0.00	0.00	
413 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.228	9
	0.34 C	0.00	0.00	0.00	
414 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.238	9
	0.34 C	0.00	0.00	0.00	
415 ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.563	12
	20.09 C	0.00	-0.01	0.69	
416 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.247	12
	0.83 C	0.00	0.00	0.48	
417 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.191	11
	0.64 C	0.00	0.00	0.00	
418 ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.419	12
	12.81 C	0.00	0.00	0.00	
419 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.411	12
	0.74 C	0.00	0.00	0.51	
420 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.367	12
	0.71 C	0.00	0.00	0.00	
421 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.285	11
	0.49 C	0.00	0.00	0.00	
422 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.415	12
	0.72 C	0.00	0.00	0.00	
423 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.263	10
	0.50 C	0.00	0.00	0.33	
424 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.286	11
	0.51 C	0.00	0.00	0.00	
425 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.095	9
	0.18 C	0.00	0.00	0.00	
426 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-3	0.113	9
	0.21 C	0.00	0.00	0.00	
427 ST	PIP -1/2	PASS	AISC- H1-1	0.544	12
	15.69 C	0.00	-0.01	0.00	
429 ST	L20 203	PASS	AISC- H1-1	0.215	12
	0.78 C	0.00	0.00	0.54	
430 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.450	12
	0.76 C	0.00	0.00	0.53	
431 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.358	11
	0.55 C	0.00	0.00	0.00	
432 ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.497	12
	0.76 C	0.00	0.00	0.00	

433	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.325	11
	0.54 C	0.00	0.00	0.00	
434	ST L20 203	PASS	AISC-H1-3	0.157	11
	0.57 C	0.00	0.00	0.00	

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

435	ST L20 203	PASS	AISC-H1-3	0.135	9
	0.24 C	0.00	0.00	0.00	
436	ST L20 203	PASS	AISC-H1-3	0.153	9
	0.27 C	0.00	0.00	0.00	
437	ST PIP -1/2	PASS	AISC-H1-1	0.476	12
	14.25 C	0.00	0.00	0.00	
438	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.319	11
	0.51 C	0.00	0.00	0.00	
439	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.457	12
	0.74 C	0.00	0.00	0.00	
440	ST PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.235	12
	6.01 C	0.00	0.00	0.00	
441	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.244	12
	0.62 C	0.00	0.00	0.00	
442	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.192	10
	0.48 C	0.00	0.00	0.00	
443	ST PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.289	12
	7.23 C	0.00	0.00	0.00	
444	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.258	12
	0.63 C	0.00	0.00	0.88	
445	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.226	10
	0.50 C	0.00	0.00	0.00	
446	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.211	10
	0.49 C	0.00	0.00	0.00	
447	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.273	12
	0.62 C	0.00	0.00	0.00	
448	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.290	12
	0.63 C	0.00	0.00	0.00	
449	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.210	10
	0.50 C	0.00	0.00	0.29	
450	ST L15153	PASS	AISC-H1-3	0.090	9
	0.09 C	0.00	0.00	0.00	
451	ST L15153	PASS	AISC-H1-3	0.120	9
	0.12 C	0.00	0.00	0.00	
452	ST PIP -1/4	PASS	AISC-H1-1	0.381	12
	9.95 C	0.00	-0.01	0.00	
453	ST PIP -1/2	PASS	AISC-H1-1	0.224	12
	9.96 C	0.00	0.01	0.20	
454	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.335	12
	0.68 C	0.00	0.00	0.48	
455	ST L15153	PASS	AISC-H1-1	0.310	12
	0.68 C	0.00	0.00	0.00	

456 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.250	10
0.49 C	0.00	0.00	0.00	
457 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.240	10
0.50 C	0.00	0.00	0.00	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE FX	RESULT/ MY	CRITICAL COND/ MZ	RATIO/ LOCATION	LOADING/
458 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.324	12	
0.66 C	0.00	0.00	0.00		
459 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.347	12	
0.68 C	0.00	0.00	0.00		
460 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.231	10	
0.49 C	0.00	0.00	0.31		
461 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.253	10	
0.50 C	0.00	0.00	0.97		
462 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.151	9	
0.14 C	0.00	0.00	0.00		
463 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.173	9	
0.16 C	0.00	0.00	0.00		
464 ST PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.345	12	
8.54 C	0.00	0.00	0.00		
465 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.283	12	
0.66 C	0.00	0.00	0.91		
466 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.222	10	
0.50 C	0.00	0.00	0.23		
467 ST PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.137	12	
1.91 C	0.00	0.00	0.00		
468 ST L15153	PASS	AISC- H1-1	0.158	12	
0.45 C	0.00	0.00	0.00		
469 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.140	12	
0.40 C	0.00	0.00	0.51		
470 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.131	10	
0.36 C	0.00	0.00	0.00		
471 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.125	10	
0.35 C	0.00	0.00	0.00		
472 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.142	12	
0.39 C	0.00	0.00	0.00		
473 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.152	12	
0.40 C	0.00	0.00	0.00		
474 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.122	10	
0.36 C	0.00	0.00	0.38		
475 ST L15153	PASS	AISC- H1-3	0.130	10	
0.37 C	0.00	0.00	0.33		
476 ST L15153	PASS	AISC- H2-1	0.035	12	
0.08 T	0.00	0.00	0.00		
477 ST L15153	PASS	AISC- H2-1	0.039	11	
0.12 T	0.00	0.00	1.11		
478 ST PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.286	12	
3.83 C	0.00	0.00	0.00		

479	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.226	12
		4.88 C	0.00	0.00	0.00	
480	ST	PIP -1/4	PASS	AISC- H1-1	0.175	12
		4.89 C	0.00	0.00	1.05	

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	

=====						
481	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.180	12
		0.47 C	0.00	0.00	0.48	
482	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.153	10
		0.36 C	0.00	0.00	0.00	
483	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.176	12
		0.48 C	0.00	0.00	0.47	
484	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.150	11
		0.35 C	0.00	0.00	0.00	
485	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.197	12
		0.48 C	0.00	0.00	0.00	
486	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.137	10
		0.37 C	0.00	0.00	0.27	
487	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.199	12
		0.47 C	0.00	0.00	0.00	
488	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.138	10
		0.35 C	0.00	0.00	0.35	
489	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.051	9
		0.05 C	0.00	0.00	0.00	
490	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.065	9
		0.06 C	0.00	0.00	0.00	
491	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.071	9
		0.07 C	0.00	0.00	0.00	
492	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-1	0.211	12
		2.85 C	0.00	0.00	0.00	
493	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.141	10
		0.37 C	0.00	0.00	0.00	
494	ST	L15153	PASS	AISC- H1-1	0.172	12
		0.45 C	0.00	0.00	0.00	
495	ST	PIP -3/4	PASS	AISC- H1-3	0.010	9
		0.04 C	0.00	0.00	0.00	
496	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.012	11
		0.02 C	0.00	0.00	0.00	
497	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.014	11
		0.02 C	0.00	0.00	0.89	
498	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.014	11
		0.02 C	0.00	0.00	0.89	
499	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.011	11
		0.02 C	0.00	0.00	0.86	
500	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.057	11
		0.08 C	0.00	0.00	1.04	
501	ST	L15153	PASS	AISC- H1-3	0.013	9
		0.01 C	0.00	0.00	1.00	

393. STEEL TAKE OFF

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**  
**\*START JOB INFORMATION**

**STEEL TAKE-OFF**

PROFILE	LENGTH(METE)	WEIGHT(MTON)
ST PIP	18.00	0.644
ST L20 203	150.30	0.546
ST PIP -3/4	18.00	0.219
ST L15153	190.10	0.506
ST PIP -1/2	18.01	0.448
ST PIP -3/4	17.99	0.541
ST PIP -1/4	18.00	0.362
<b>TOTAL =</b>		<b>3.27</b>

\*\*\*\*\* END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE \*\*\*\*\*

394. LOAD LIST 8 13 TO 16

395. PRINT SUPPORT REACTIONS

**R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE**

**\*START JOB INFORMATION**

**SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = SPACE**

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM-Z
18	8	0.13	2.52	-0.07	0.00	0.00	0.00
	13	-1.22	-27.17	0.79	0.00	0.00	0.00
	14	0.91	19.67	-0.57	0.00	0.00	0.00
	15	1.49	32.22	-0.93	0.00	0.00	0.00
	16	-0.65	-14.63	0.43	0.00	0.00	0.00
19	8	-0.13	2.44	-0.07	0.00	0.00	0.00
	13	-1.46	32.14	-0.93	0.00	0.00	0.00
	14	-1.03	19.59	-0.34	0.00	0.00	0.00
	15	1.20	-27.26	0.79	0.00	0.00	0.00
	16	0.77	-14.71	0.20	0.00	0.00	0.00
98	8	0.00	2.06	0.14	0.00	0.00	0.00
	13	0.06	2.06	0.14	0.00	0.00	0.00
	14	0.12	-32.24	-1.71	0.00	0.00	0.00
	15	-0.06	2.06	0.14	0.00	0.00	0.00
	16	-0.12	36.36	1.99	0.00	0.00	0.00

\*\*\*\*\* END OF LATEST ANALYSIS RESULT \*\*\*\*\*

396. PRINT JOINT DISPLACEMENT LIST 85 87 146

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
85	8	-0.0312	-0.0699	0.1746	0.0001	0.0000	0.0000
13	13.9441	0.3078	0.1796	0.0001	0.0001	-0.0075	
14	0.0176	-0.2878	14.2415	0.0076	0.0017	0.0000	
15	-14.0077	-0.4476	0.1696	0.0001	-0.0001	0.0075	
16	-0.0800	0.1480	-13.8923	-0.0074	-0.0017	0.0000	
87	8	-0.0312	-0.0671	0.1746	0.0001	0.0000	0.0001
13	13.9442	-0.4446	0.1679	0.0001	0.0001	-0.0075	
14	0.0177	-0.2849	14.0690	0.0076	0.0017	0.0000	
15	-14.0077	0.3104	0.1813	0.0001	-0.0001	0.0076	
16	-0.0802	0.1507	-13.7198	-0.0074	-0.0017	0.0001	
146	8	-0.0312	-0.0586	0.1746	0.0001	0.0000	0.0000
13	13.9337	-0.0586	0.1738	0.0001	0.0001	-0.0075	
14	-0.1318	0.3779	14.1554	0.0077	0.0017	0.0000	
15	-13.9972	-0.0586	0.1754	0.0001	-0.0001	0.0075	
16	0.0693	-0.4952	-13.8062	-0.0074	-0.0017	0.0000	

\*\*\*\*\* END OF LATEST ANALYSIS RESULT \*\*\*\*\*

397. DRAW ISOM SUPPORT  
 R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION

IN;  
 SC-100,4400,-300,3000  
 RO90;IP;  
 PW0.13;1;  
 TR0;  
 DT\_  
 SP 2  
 SR 0.74, 1.3  
 PAPU1588, 60  
 LBDRAW ISOM SUPPORT\_  
 SR 0.49, 0.81  
 PAPU 13, 260  
 LBTIME: 10:58:48\_  
 PAPU 13, 310  
 LBDATE: JUN 21, 2001\_  
 PAPU 1, 3  
 PAPD 1, 2699  
 PAPU 1, 2699  
 PAPD3997, 2699  
 PAPU3997, 2699  
 PAPD3997, 3  
 PAPU3997, 3  
 PAPD 1, 3  
 PAPU 600, 3

PAPD 600,2699  
 PAPU 60,2500  
 LBS T A A D -III\_  
 PAPU 100,2420  
 LBREV: 21.1W \_  
 PAPU 1,2200  
 PAPD 600,2200  
 PAPU 40,1920  
 LBSTRUCTURE DATA:\_  
 PAPU 60,1800  
 LBTYPE = SPACE\_  
 PAPU 60,1720  
 LBNJ = 138  
 PAPU 60,1640  
 LBNM = 387  
 PAPU 60,1560  
 LBNE = 0  
 PAPU 60,1480  
 LBNS = 3  
 PAPU 60,1400  
 LBNL = 17  
 PAPU 60,1240  
 LBXMAX= 1.9  
 PAPU 60,1160  
 LBYMAX= 30.0  
 PAPU 60,1080  
 LBZMAX= 1.6  
 PAPU 60,1320  
 LBUNIT METE MTON

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

SP12	PAPU2333, 682	PAPU2287, 536
PAPU 600,2698	PAPD2289, 738	PAPD2289, 573
PAPD3995,2698	PAPU2289, 738	PAPU2289, 573
PAPU3995,2698	PAPD2333, 780	PAPD2288, 639
PAPD3995, 0	PAPU2376, 723	PAPU2288, 639
PAPU3995, 0	PAPD2333, 780	PAPD2291, 607
PAPD 600, 0	PAPU2333, 682	PAPU2288, 639
PAPU 600, 0	PAPD2376, 723	PAPD2289, 738
PAPD 600,2698	PAPU2376, 723	PAPU2291, 607
SP 1	PAPD2289, 738	PAPD2290, 674
PAPU2292, 708	PAPU2378, 521	PAPU2288, 639
PAPD2293, 805	PAPD2377, 623	PAPD2290, 674
PAPU2334, 765	PAPU2332, 581	PAPU2308,2042
PAPD2375, 820	PAPD2288, 639	PAPD2309,2100
PAPU2334, 765	PAPU2287, 536	PAPU2309,2063
PAPD2293, 805	PAPD2332, 581	PAPD2310,2083
PAPU2334, 666	PAPU2378, 521	PAPU2309,2063
PAPD2376, 723	PAPD2332, 581	PAPD2309,2100
PAPU2376, 723	PAPU2332, 581	PAPU2299,1435
PAPD2334, 765	PAPD2377, 623	PAPD2300,1511
PAPU2292, 708	PAPU2377, 623	PAPU2301,1411
PAPD2334, 765	PAPD2288, 639	PAPD2301,1461
PAPU2334, 666	PAPU2377, 623	PAPU2299,1435
PAPD2292, 708	PAPD2376, 723	PAPD2301,1461
PAPU2292, 708	PAPU2288, 639	PAPU2296,1193
PAPD2376, 723	PAPD2333, 682	PAPD2295,1107
PAPU2289, 504	PAPU2377, 623	PAPU2297, 1080



PAPD2291, 607	PAPD2333, 682	PAPD2296, 1138
PAPU2334, 565	PAPU2360, 2033	PAPU2295, 1107
PAPD2377, 623	PAPD2359, 2092	PAPD2296, 1138
PAPU2378, 521	PAPU2334, 2067	PAPU2293, 1019
PAPD2334, 565	PAPD2309, 2100	PAPD2295, 1107
PAPU2289, 504	PAPU2334, 2067	PAPU2295, 1050
PAPD2334, 565	PAPD2359, 2092	PAPD2297, 1080
PAPU2334, 565	PAPU2367, 1423	PAPU2296, 991
PAPD2291, 607	PAPD2366, 1499	PAPD2295, 1050
PAPU2291, 607	PAPU2299, 1435	PAPU2293, 1019
PAPD2377, 623	PAPD2333, 1468	PAPD2295, 1050
PAPU2291, 607	PAPU2367, 1423	PAPU2295, 1050
PAPD2292, 708	PAPD2333, 1468	PAPD2295, 1107
PAPU2377, 623	PAPU2370, 1180	PAPU2295, 1107
PAPD2334, 666	PAPD2371, 1094	PAPD2297, 1080
PAPU2291, 607	PAPU2295, 1107	PAPU2293, 1019
PAPD2334, 666	PAPD2333, 1144	PAPD2296, 991
PAPU2310, 2024	PAPU2371, 1094	PAPU2291, 835
PAPD2310, 2083	PAPD2333, 1144	PAPD2291, 865
PAPU2335, 2058	PAPU2372, 1006	PAPU2291, 865
PAPD2359, 2092	PAPD2371, 1094	PAPD2292, 928
PAPU2335, 2058	PAPU2333, 1057	PAPU2293, 868
PAPD2310, 2083	PAPD2295, 1107	PAPD2295, 900
PAPU2301, 1411	PAPU2293, 1019	PAPU2293, 805
PAPD2302, 1487	PAPD2333, 1057	PAPD2293, 868
PAPU2367, 1423	PAPU2372, 1006	PAPU2295, 900
PAPD2334, 1456	PAPD2333, 1057	PAPD2294, 960
PAPU2301, 1411	PAPU2333, 1057	PAPU2292, 928
PAPD2334, 1456	PAPD2371, 1094	PAPD2294, 960
PAPU2298, 1167	PAPU2371, 1094	PAPU2291, 835
PAPD2297, 1080	PAPD2295, 1107	PAPD2293, 868
PAPU2371, 1094	PAPU2372, 1006	PAPU2293, 868
PAPD2334, 1131	PAPD2293, 1019	PAPD2292, 928
PAPU2297, 1080	PAPU2375, 820	PAPU2292, 928
PAPD2334, 1131	PAPD2374, 850	PAPD2295, 900
PAPU2296, 991	PAPU2374, 850	PAPU2291, 835
PAPD2297, 1080	PAPD2373, 914	PAPD2293, 805
PAPU2334, 1044	PAPU2333, 875	PAPU2292, 928
PAPD2371, 1094	PAPD2292, 928	PAPD2293, 1019
PAPU2372, 1006	PAPU2291, 835	PAPU2294, 960
PAPD2334, 1044	PAPD2333, 875	PAPD2296, 991
PAPU2296, 991	PAPU2292, 928	PAPU2294, 960
PAPD2334, 1044	PAPD2333, 968	PAPD2293, 1019
PAPU2334, 1044	PAPU2373, 914	PAPU2298, 1357
PAPD2297, 1080	PAPD2333, 968	PAPD2299, 1435
PAPU2297, 1080	PAPU2375, 820	PAPU2299, 1304
PAPD2371, 1094	PAPD2333, 875	PAPD2300, 1332
PAPU2296, 991	PAPU2333, 875	PAPU2300, 1384
PAPD2372, 1006	PAPD2373, 914	PAPD2301, 1411
PAPU2293, 805	PAPU2373, 914	PAPU2300, 1332
PAPD2294, 835	PAPD2292, 928	PAPD2300, 1384
PAPU2294, 835	PAPU2375, 820	PAPU2298, 1357
PAPD2295, 900	PAPD2291, 835	PAPD2300, 1384
PAPU2334, 861	PAPU2373, 914	PAPU2300, 1384
PAPD2373, 914	PAPD2372, 1006	PAPD2299, 1435
PAPU2375, 820	PAPU2333, 968	PAPU2299, 1304

PAPD2334, 861	PAPD2293, 1019	PAPD2298, 1357
PAPU2373, 914	PAPU2333, 968	PAPU2299, 1435
PAPD2334, 953	PAPD2372, 1006	PAPD2301, 1411
PAPU2295, 900	PAPU2368, 1344	PAPU2298, 1357
PAPD2334, 953	PAPD2367, 1423	PAPD2300, 1332
PAPU2293, 805	PAPU2333, 1311	PAPU2296, 1193
PAPD2334, 861	PAPD2298, 1357	PAPD2297, 1276
PAPU2334, 861	PAPU2333, 1390	PAPU2296, 1138
PAPD2295, 900	PAPD2299, 1435	PAPD2298, 1167
PAPU2295, 900	PAPU2298, 1357	PAPU2298, 1222
PAPD2373, 914	PAPD2333, 1390	PAPD2299, 1251
PAPU2293, 805	PAPU2368, 1344	PAPU2298, 1167
PAPD2375, 820	PAPD2333, 1390	PAPD2298, 1222
PAPU2295, 900	PAPU2333, 1390	PAPU2296, 1193
PAPD2296, 991	PAPD2367, 1423	PAPD2298, 1222
PAPU2334, 953	PAPU2333, 1311	PAPD2298, 1222
PAPD2372, 1006	PAPD2368, 1344	PAPD2297, 1276
PAPU2334, 953	PAPU2367, 1423	PAPU2296, 1138
PAPD2296, 991	PAPD2299, 1435	PAPD2296, 1193
PAPU2300, 1332	PAPU2368, 1344	PAPU2297, 1276
PAPD2301, 1411	PAPD2298, 1357	PAPD2299, 1251
PAPU2334, 1298	PAPU2370, 1180	PAPU2296, 1193
PAPD2368, 1344	PAPD2369, 1264	PAPD2298, 1167
PAPU2334, 1378	PAPU2333, 1144	PAPU2297, 1276
PAPD2367, 1423	PAPD2296, 1193	PAPD2298, 1357
PAPU2368, 1344	PAPU2333, 1229	PAPU2299, 1251
PAPD2334, 1378	PAPD2297, 1276	PAPD2299, 1304
PAPU2300, 1332	PAPU2296, 1193	PAPU2297, 1276
PAPD2334, 1378	PAPD2333, 1229	PAPD2299, 1304
PAPU2334, 1378	PAPU2370, 1180	PAPD2304, 1725
PAPD2301, 1411	PAPD2333, 1229	PAPD2305, 1793
PAPU2334, 1298	PAPU2333, 1229	PAPU2305, 1749
PAPD2300, 1332	PAPD2369, 1264	PAPD2306, 1772
PAPU2301, 1411	PAPU2333, 1144	PAPU2305, 1749
PAPD2367, 1423	PAPD2370, 1180	PAPD2305, 1793
PAPU2300, 1332	PAPU2369, 1264	PAPU2303, 1656
PAPD2368, 1344	PAPD2297, 1276	PAPD2304, 1725
PAPU2298, 1167	PAPU2370, 1180	PAPU2304, 1680
PAPD2299, 1251	PAPD2296, 1193	PAPD2305, 1704
PAPU2334, 1131	PAPU2369, 1264	PAPU2304, 1634
PAPD2370, 1180	PAPD2368, 1344	PAPD2304, 1680
PAPU2334, 1216	PAPU2297, 1276	PAPU2305, 1704
PAPD2369, 1264	PAPD2333, 1311	PAPD2305, 1749
PAPU2370, 1180	PAPU2369, 1264	PAPU2304, 1725
PAPD2334, 1216	PAPD2333, 1311	PAPD2305, 1749
PAPU2298, 1167	PAPU2364, 1715	PAPU2303, 1656
PAPD2334, 1216	PAPD2363, 1782	PAPD2304, 1680
PAPU2334, 1216	PAPU2334, 1754	PAPU2304, 1680
PAPD2299, 1251	PAPD2305, 1793	PAPD2304, 1725
PAPU2334, 1131	PAPU2334, 1754	PAPU2304, 1725
PAPD2298, 1167	PAPD2363, 1782	PAPD2305, 1704
PAPU2299, 1251	PAPU2365, 1645	PAPU2303, 1656
PAPD2369, 1264	PAPD2364, 1715	PAPD2304, 1634
PAPU2298, 1167	PAPU2334, 1686	PAPU2301, 1521
PAPD2370, 1180	PAPD2304, 1725	PAPD2302, 1584
PAPU2299, 1251	PAPU2303, 1656	PAPU2300, 1511

PAPD2300, 1332	PAPD2334, 1686	PAPD2301, 1521
PAPU2369, 1264	PAPU2304, 1725	PAPU2301, 1461
PAPD2334, 1298	PAPD2334, 1754	PAPD2302, 1487
PAPU2299, 1251	PAPU2364, 1715	PAPU2302, 1537
PAPD2334, 1298	PAPD2334, 1754	PAPD2303, 1562
PAPU2305, 1704	PAPU2365, 1645	PAPU2302, 1487
PAPD2306, 1772	PAPD2334, 1686	PAPD2302, 1537
PAPU2335, 1744	PAPU2334, 1686	PAPU2303, 1562
PAPD2363, 1782	PAPD2364, 1715	PAPD2303, 1610
PAPU2335, 1744	PAPU2364, 1715	PAPU2302, 1584
PAPD2306, 1772	PAPD2304, 1725	PAPD2303, 1610
PAPU2304, 1634	PAPU2365, 1645	PAPU2300, 1511
PAPD2305, 1704	PAPD2303, 1656	PAPD2302, 1537
PAPU2335, 1675	PAPU2366, 1510	PAPU2302, 1537
PAPD2364, 1715	PAPD2365, 1573	PAPD2302, 1584
PAPU2365, 1645	PAPU2366, 1499	PAPU2301, 1461
PAPD2335, 1675	PAPD2366, 1510	PAPD2300, 1511
PAPU2364, 1715	PAPU2333, 1468	PAPU2302, 1584
PAPD2335, 1744	PAPD2300, 1511	PAPD2303, 1562
PAPU2305, 1704	PAPU2333, 1542	PAPU2300, 1511
PAPD2335, 1744	PAPD2302, 1584	PAPD2302, 1487
PAPU2304, 1634	PAPU2300, 1511	PAPU2302, 1584
PAPD2335, 1675	PAPD2333, 1542	PAPD2303, 1656
PAPU2335, 1675	PAPU2302, 1584	PAPU2303, 1610
PAPD2305, 1704	PAPD2334, 1615	PAPD2304, 1634
PAPU2305, 1704	PAPU2365, 1573	PAPU2303, 1610
PAPD2364, 1715	PAPD2334, 1615	PAPD2303, 1656
PAPU2304, 1634	PAPU2366, 1499	PAPU2307, 1983
PAPD2365, 1645	PAPD2333, 1542	PAPD2308, 2042
PAPU2303, 1498	PAPU2333, 1542	PAPU2308, 1943
PAPD2303, 1562	PAPD2365, 1573	PAPD2309, 1964
PAPU2302, 1487	PAPU2333, 1468	PAPU2308, 2004
PAPD2303, 1498	PAPD2366, 1499	PAPD2310, 2024
PAPU2334, 1456	PAPU2365, 1573	PAPU2309, 1964
PAPD2366, 1499	PAPD2302, 1584	PAPD2308, 2004
PAPU2334, 1531	PAPU2366, 1499	PAPU2310, 2024
PAPD2365, 1573	PAPD2300, 1511	PAPD2309, 2063
PAPU2366, 1499	PAPU2365, 1573	PAPU2308, 2042
PAPD2334, 1531	PAPD2365, 1645	PAPD2309, 2063
PAPU2365, 1573	PAPU2334, 1615	PAPU2307, 1983
PAPD2334, 1604	PAPD2303, 1656	PAPD2308, 2004
PAPU2303, 1562	PAPU2334, 1615	PAPU2308, 2004
PAPD2334, 1604	PAPD2365, 1645	PAPD2308, 2042
PAPU2302, 1487	PAPU2361, 1973	PAPU2308, 1943
PAPD2334, 1531	PAPD2360, 2033	PAPD2307, 1983
PAPU2334, 1531	PAPU2334, 1948	PAPU2308, 2042
PAPD2303, 1562	PAPD2307, 1983	PAPD2310, 2024
PAPU2334, 1456	PAPU2334, 2008	PAPU2307, 1983
PAPD2302, 1487	PAPD2308, 2042	PAPD2309, 1964
PAPU2303, 1562	PAPU2307, 1983	PAPU2305, 1858
PAPD2365, 1573	PAPD2334, 2008	PAPD2306, 1921
PAPU2302, 1487	PAPU2308, 2042	PAPU2305, 1850
PAPD2366, 1499	PAPD2334, 2067	PAPD2305, 1858
PAPU2303, 1562	PAPU2360, 2033	PAPU2305, 1793
PAPD2304, 1634	PAPD2334, 2067	PAPD2305, 1850
PAPU2334, 1604	PAPU2361, 1973	PAPU2306, 1815

PAPD2365, 1645	PAPD2334, 2008	PAPD2307, 1838
PAPU2334, 1604	PAPU2334, 2008	PAPU2306, 1772
PAPD2304, 1634	PAPD2360, 2033	PAPD2306, 1815
PAPU2309, 1964	PAPU2334, 1948	PAPU2307, 1880
PAPD2310, 2024	PAPD2361, 1973	PAPD2308, 1902
PAPU2335, 1938	PAPU2360, 2033	PAPU2307, 1838
PAPD2361, 1973	PAPD2308, 2042	PAPD2307, 1880
PAPU2335, 1999	PAPU2361, 1973	PAPU2305, 1858
PAPD2360, 2033	PAPD2307, 1983	PAPD2307, 1880
PAPU2361, 1973	PAPU2362, 1848	PAPU2307, 1880
PAPD2335, 1999	PAPD2361, 1912	PAPD2306, 1921
PAPU2360, 2033	PAPU2362, 1840	PAPU2305, 1793
PAPD2335, 2058	PAPD2362, 1848	PAPD2306, 1815
PAPU2310, 2024	PAPU2363, 1782	PAPU2306, 1815
PAPD2335, 2058	PAPD2362, 1840	PAPD2305, 1858
PAPU2309, 1964	PAPU2334, 1821	PAPU2306, 1921
PAPD2335, 1999	PAPD2305, 1858	PAPD2308, 1902
PAPU2335, 1999	PAPU2305, 1793	PAPU2305, 1858
PAPD2310, 2024	PAPD2334, 1821	PAPD2307, 1838
PAPU2335, 1938	PAPU2334, 1885	PAPU2305, 1793
PAPD2309, 1964	PAPD2306, 1921	PAPD2306, 1772
PAPU2310, 2024	PAPU2305, 1858	PAPU2306, 1921
PAPD2360, 2033	PAPD2334, 1885	PAPD2307, 1983
PAPU2309, 1964	PAPU2362, 1848	PAPU2308, 1902
PAPD2361, 1973	PAPD2334, 1885	PAPD2308, 1943
PAPU2307, 1838	PAPU2334, 1885	PAPU2306, 1921
PAPD2308, 1902	PAPD2361, 1912	PAPD2308, 1943
PAPU2307, 1830	PAPU2363, 1782	PAPU2309, 2100
PAPD2307, 1838	PAPD2334, 1821	PAPD2310, 2178
PAPU2306, 1772	PAPU2334, 1821	PAPU2310, 2131
PAPD2307, 1830	PAPD2362, 1848	PAPD2311, 2161
PAPU2335, 1810	PAPU2361, 1912	PAPU2310, 2083
PAPD2362, 1848	PAPD2306, 1921	PAPD2310, 2131
PAPU2363, 1782	PAPU2362, 1848	PAPU2309, 2100
PAPD2335, 1810	PAPD2305, 1858	PAPD2310, 2131
PAPU2335, 1875	PAPU2363, 1782	PAPU2310, 2131
PAPD2361, 1912	PAPD2305, 1793	PAPD2310, 2178
PAPU2362, 1848	PAPU2361, 1912	PAPU2309, 2100
PAPD2335, 1875	PAPD2361, 1973	PAPD2310, 2083
PAPU2307, 1838	PAPU2306, 1921	PAPU2310, 2178
PAPD2335, 1875	PAPD2334, 1948	PAPD2311, 2161
PAPU2335, 1875	PAPU2361, 1912	SP12
PAPD2308, 1902	PAPD2334, 1948	PAPU2289, 504
PAPU2306, 1772	PAPU2359, 2092	PAPD2320, 450
PAPD2335, 1810	PAPD2358, 2170	PAPU2320, 450
PAPU2335, 1810	PAPU2334, 2136	PAPD2259, 450
PAPD2307, 1838	PAPD2310, 2178	PAPU2259, 450
PAPU2308, 1902	PAPU2309, 2100	PAPD2289, 504
PAPD2361, 1912	PAPD2334, 2136	PAPU2315, 450
PAPU2307, 1838	PAPU2359, 2092	PAPD2301, 434
PAPD2362, 1848	PAPD2334, 2136	PAPU2295, 450
PAPU2306, 1772	PAPU2334, 2136	PAPD2282, 434
PAPD2363, 1782	PAPD2358, 2170	PAPU2276, 450
PAPU2308, 1902	PAPU2359, 2092	PAPD2263, 434
PAPD2309, 1964	PAPD2309, 2100	PAPU2378, 521
PAPU2361, 1912	PAPU2358, 2170	PAPD2409, 467

PAPD2335,1938	PAPD2310,2178	PAPU2409, 467
PAPU2308,1902	PAPU2289, 738	PAPD2348, 467
PAPD2335,1938	PAPD2291, 835	PAPU2348, 467
PAPU2310,2083	PAPU2291, 772	PAPD2378, 521
PAPD2311,2161	PAPD2293, 805	PAPU2403, 467
PAPU2335,2127	PAPU2291, 772	PAPD2390, 451
PAPD2358,2170	PAPD2291, 835	PAPU2384, 467
PAPU2359,2092	PAPU2290, 674	PAPD2371, 451
PAPD2335,2127	PAPD2292, 708	PAPU2365, 467
PAPU2310,2083	PAPU2292, 708	PAPD2352, 451
PAPD2335,2127	PAPD2291, 772	PAPU2287, 536
PAPU2335,2127	PAPU2289, 738	PAPD2317, 483
PAPD2311,2161	PAPD2291, 772	PAPU2317, 483
PAPU2310,2083	PAPU2290, 674	PAPD2256, 483
PAPD2359,2092	PAPD2289, 738	PAPU2256, 483
PAPU2311,2161	PAPU2289, 738	PAPD2287, 536
PAPD2358,2170	PAPD2292, 708	PAPU2312, 483
PAPU2376, 723	PAPU2287, 536	PAPD2299, 467
PAPD2375, 820	PAPD2288, 639	PAPU2293, 483
PAPU2333, 780	PAPU2289, 573	PAPD2279, 467
PAPD2291, 835	PAPD2291, 607	PAPU2273, 483
PAPU2333, 780	PAPU2289, 504	PAPD2260, 467
PAPD2375, 820	PAPD2289, 573	SP 0

R.B. RB SAN GABRIEL 30.00 MTS. DISENO DE TORRE  
 \*START JOB INFORMATION  
 398. FINISH

\*\*\*\*\* END OF STAAD-III \*\*\*\*\*

\*\*\*\* DATE= NOV 02, 2001 TIME= 10:58:48 \*\*\*\*

.....  
 \* For questions on STAAD-III/SDS, contact: \*  
 \* RESEARCH ENGINEERS, Inc at \*  
 \* Ph: (714) 974-2500 Fax: (714) 921-2543 \*  
 .....

## CAPITULO III

### MECANICA DE SUELOS

#### **Antecedentes del proyecto.**

La empresa proyecta la construcción de un Sitio Celular denominado San Gabriel, para lo cual solicito la ejecución de un estudio de Mecánica de Suelos en el predio ubicado en Fraccionamiento San Gabriel, calle Morelos No. 750 colonia San Francisco Coaxusco, Municipio de Metepec, Estado de México, en donde se proyecta construir una Torre Autosoportada de 30 mts de altura. El predio de interés tiene forma trapezoidal, la superficie del terreno es horizontal y sensiblemente plana.

De acuerdo al proyecto se requiere construir una torre Autosoportada de 30 metros de altura, con la ubicación dentro del predio. De acuerdo a los datos proporcionados por el cliente las cargas que transmitirá la estructura serán del orden de 10 a 12 toneladas. La topografía del terreno es plana, y en el área donde se construirá la Torre colinda con una estructura de dos niveles y una cisterna que tiene un despiante de 1.34 metros con respecto al nivel actual del terreno y la cual queda apoyada sobre los materiales de depósito natural.

El proyecto arquitectónico plantea el sembrado de una estructura tipo, de acuerdo a la carga estimada que transmitirá la estructura al subsuelo que será del orden de 10 a 12 toneladas que incluye el peso de la cimentación, será necesario conocer las condiciones reales del subsuelo y definir el comportamiento que tendrán las estructuras bajo las solicitaciones proyectadas, para ello será necesario conocer las características físicas y mecánicas así como la preconsolidación de los depósitos arcillosos del subsuelo en el sitio de interés

Con objeto de determinar la alternativa de cimentación más adecuada para la estructura proyectada, se efectuaron diversos análisis de Mecánica de Suelos, basados en los resultados del muestreo y exploración del subsuelo realizados en el sitio de interés, así como en las propiedades mecánicas de los materiales determinadas mediante pruebas de campo y de laboratorio.

En este informe se describen los trabajos realizados, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones, para el diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzgue más adecuada para la estructura proyectada.

### **Características geológicas generales.**

El terreno se encuentra en una zona en que los materiales del subsuelo corresponden a depósitos aluviales, producto de la erosión y transporte aluvial de los materiales superficiales de los volcanes que le circundan entre ellos el Nevado de Toluca, los depósitos aluviales de estas zonas están constituidos por clásticos de diversos tamaños, predominando las arenas limosas, que hacia las zonas más húmedas son arcillosas, de compactidad media y conforme se profundiza se encuentra más compacta, con algunos horizontes lenticulares de gravillas y arena de gruesa a media, que aparecen próximos a la superficie.

Desde el punto de vista geológico el predio de interés se encuentra en una zona de depósitos de origen aluvial, muestra la carta geológica la zona de interés, en la que se observa que en ella predominan los depósitos Q (al), correspondientes a depósitos aluviales del cuaternario y constituidos por líticos de rocas ígneas extrusivas, con redondez que varía de subangulosa a redondeados.

Perimetralmente al terreno en estudio se tiene una zona de lomas con un relieve superior al del sitio de interés, denominada El Cerrito donde se encuentran materiales de mayor resistencia que las del área donde se proyecta construir la torre. El terreno donde se proyecta construir la torre se encuentran superficialmente depósitos de tipo aluviales, subyaciendo a estos se tienen

depósitos aluvio-lacustre y posteriormente aparecen los materiales de la formación tobacea.

En el sitio de interés con el objeto de conocer las características estratigráficas y físicas del subsuelo hasta la profundidad en la que son significativos los esfuerzos producidos por las cargas que transmitirán las estructuras que se proyectan construir y definir un corte estratigráfico general del subsuelo se realizó un pozo a cielo abierto a 2.30 metros de profundidad.

La zona sobre la que se construirá la torre es sensiblemente plana, y de acuerdo a la interpretación de los pares estereoscopios de fotografías aéreas de fechas anteriores a la construcción, la zona de interés se encontraba afectada por lagunetas que disminuían su volumen de agua o desaparecían en los periodos de estiaje.

Con objeto de establecer la factibilidad de construcción de la torre, consignar el tipo de cimentación mas apropiado para éstas, se realizó un estudio de Mecánica de Suelos consistente en muestreo y exploración de los depósitos superficiales y profundos del subsuelo del sitio de interés, pruebas de laboratorio en las muestras obtenidas y análisis de resultados.

En este informe se presenta la descripción de los trabajos realizados, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones para diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga mas adecuada para las estructuras proyectadas, así como las recomendaciones generales que deberán implementarse para la construcción de las vialidades tales como movimiento de tierras, sección de diseño y especificación de los materiales que constituirán a las vialidades.



## **Muestreo y exploración del subsuelo**

La investigación del subsuelo tiene como finalidad averiguar el estado natural de un suelo de cimentación antes de la asignación a un predio de un tipo determinado de estructura o de un arreglo de ellas, para lo anterior se realiza un pozo a cielo abierto dentro del predio de interés.

Debido a lo heterogéneo y complejo del suelo se han ideado pruebas de campo y laboratorio que permiten obtener en forma aproximada valores y propiedades índice y Mecánicas de los Suelos. Estos datos permiten tener elementos de cálculo para conocer la capacidad de carga del suelo y el asentamiento que se producirá con lo que podrá dictaminarse la recomendación de la cimentación a emplear.

Respecto al propósito con el que se toman las muestras, estas se dividen en muestras de inspección y muestras para el laboratorio. De las muestras de inspección solo se requiere que sean representativas. En cambio, las muestras destinadas a estudios de laboratorio deben llenar una serie de requisitos con respecto al tamaño, método de obtención, embarque, etc.

Tanto las muestras de inspección como las de laboratorio pueden ser inalteradas, cuando se toman todas las precauciones para procurar que la muestra esté en las mismas condiciones en que se encuentra en el terreno de donde procede y alteradas cuando se modifica básicamente su estructura sin cambios químicos. Las muestras de suelo alteradas pueden ser

a) Representativas: cuando han modificado su estructura, conservando sus componentes.

b) No representativas: cuando además de haber modificado su estructura, han perdido alguno de sus componentes.

## **Pozo a cielo abierto**

Este sondeo es de los comúnmente empleados y recomendados para determinar las propiedades del subsuelo, debido a que las muestras obtenidas son prácticamente inalteradas.

El método queda limitado principalmente al tipo de material y posición del nivel de agua freática, sin embargo si el nivel freático se encontrara antes de cumplir con los objetivos de esta investigación, esto no deberá considerarse como limitante de la profundidad del pozo, el cual deberá continuarse, aunque se requiera utilizar equipo de bombeo.

Esta condición nos llevara a encarecer el costo de la cimentación y deberá tomarse en cuenta al escoger el tipo de estructura a construir en el sitio.

El procedimiento consiste en realizar excavaciones a cielo abierto dentro del predio en estudio de exactamente 0.8 m. x 1.50 m. y profundidad tal que permita determinar las características de los depósitos superficiales (rellenos) y la profundidad a la que se tiene el N.A.F. (Nivel de Agua Freática) que en este caso no se detecto hasta la máxima profundidad explorada, ahora bien si las condiciones de los taludes de la excavación lo permiten se profundiza hasta 2 ó 2.5 m, de lo contrario se ampliará la excavación si se considera conveniente.

El pozo debe realizarse con pico y pala, una vez hecha la excavación, en una de las paredes del pozo se va abriendo una ranura vertical de sección uniforme de la cual se obtiene una muestra cúbica de aproximadamente 25 cm. de lado por 20 cm de profundidad, este trozo de suelo se empaca debidamente y se envía al laboratorio para su estudio. Si se detectan a simple vista varios estratos de suelo, se tomarán muestras de cada uno de ellos de la misma forma.

Es importante mencionar que la excavación y todos los trabajos realizados deberán estar supervisados por un ingeniero especialista en Mecánica de Suelos, para que ahí mismo realice sencillas pruebas de campo que determine de manera

preliminar el tipo de suelo y algunas de sus características como granulometría, plasticidad, entre otras.

La ubicación y número de pozos a realizar será en función del tamaño del predio, del área que abarque la nueva construcción, del conocimiento previo de las construcciones que existan y de las colindancias.

Se deberá cuidar que la ubicación del pozo sea tal que permita la mayor información con el mínimo costo y tiempo dependiendo de las condiciones antes citadas.

Los pozos también deben permitir obtener información acerca del desplante de las estructuras colindantes y de las cimentaciones antiguas en el predio mismo en el que caso de que existan.

La investigación de los depósitos superficiales del subsuelo como ya se menciona se realizó mediante la excavación de un pozo a cielo abierto a la profundidad de 2.30 m; en los que se inspeccionaron las paredes del pozo determinando su estratigrafía mediante la clasificación de los materiales con técnicas de campo y se hizo el levantamiento de las cimentaciones de las estructuras colindantes, las cuales fueron descubiertas al abrir una de las paredes del pozo excavado.

Para determinar las características estratigráficas y físicas del subsuelo en el sitio de interés, en particular en el área donde se proyecta desplantar la estructura proyectada, se realizó la excavación de un pozo a cielo abierto a 2.30 m de profundidad, denominado PCA - 1.

Se determinó la resistencia de los materiales in situ, mediante un penetrómetro manual instrumentado.

La investigación de los depósitos superficiales del subsuelo se realizó mediante la excavación de un pozo a cielo abierto, denominado PCA - 1 a 2.30 m de profundidad, se inspeccionaron sus paredes determinando la estratigrafía

mediante la clasificación de los materiales, con técnicas de campo y obteniendo muestras representativas alteradas de los materiales encontrados y una muestra cúbica inalterada de los materiales de depósito natural.

En el sitio se presenta el registro de campo del pozo a cielo abierto realizado.

En el sitio se realiza un reporte fotográfico del predio de interés y de las paredes del pozo a cielo abierto excavado.

### **Pruebas de laboratorio**

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Una vez obtenidas las muestras, se emplearon para obtener las propiedades índice y Mecánicas del Suelo. En el siguiente cuadro se relacionan las pruebas de laboratorio que se realizaron en las muestras obtenidas, de acuerdo al tipo de muestra:

### **Muestras alteradas**

A las muestras representativas alteradas se les efectuaron las siguientes pruebas de laboratorio:

#### **Propiedades Índice**

- 1.- Clasificación Visual y al Tacto
- 2.- Contenido de Humedad
- 3.- Análisis Granulométrico
- 4.- Límites de Consistencia.
- 5.- Densidad de Sólidos

## **Muestras inalteradas**

A las muestras cúbicas inalteradas se les realizaron las siguientes pruebas:

### **Propiedades Índice**

- 1.- Clasificación Visual y al Tacto
- 2.- Contenido de Humedad
- 3.- Análisis Granulométrico
- 4.- Límites de Consistencia.
- 5.- Densidad de Sólidos

### **Propiedades Mecánicas**

- 1.- Resistencia al Esfuerzo Cortante
  - a) Compresión Simple
  - b) Compresión Triaxial Rápida UU
- 2.- Compresibilidad (Consolidación Unidimensional)

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó también su contenido natural de agua.

En estratos representativos se hicieron límites de consistencia o granulometría por mallas según se tratara de suelos finos o gruesos; se obtuvo en ambos casos la densidad de sólidos.

Para conocer los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en muestras inalteradas ensayos de compresión axial no confinada y compresión triaxial no consolidada-no drenada (pruebas UU).

La ley de resistencia definida por la envolvente de los círculos de Mohr correspondientes a los estados de esfuerzo desviador máximo, obtenidos en pruebas de compresión triaxial no consolidada - no drenada, UU, así como los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo-deformación unitaria, de las pruebas UU, se debe de entregar en el reporte.

Los perfiles estratigráficos del pozo a cielo abierto excavado y los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas en la muestra cúbica obtenidas de la misma, también deben de ser entregados.

### **Características estratigráficas y físicas del subsuelo**

El terreno se encuentra en una zona en que los materiales del subsuelo corresponden a depósitos aluviales, producto de la erosión y transporte aluvial de los materiales superficiales, formado por depósitos aluviales constituidos por clásticos de diversos tamaños, predominando las arenas finas limosas, que hacia la superficie son poco arcillosos.

De acuerdo a la exploración realizada se encontró una losa de concreto simple de aproximadamente 20 cm que incluye plantilla, posteriormente entre 0.20 y 0.95 m, se tiene un relleno constituido por arena fina limosa, café oscuro, con raíces y pedacería de tabique, de compacidad media; subyaciendo a los rellenos y hasta 1.60 m de profundidad, se encontró una arena fina limosa poco arcillosa, café claro, en estado compacto; a continuación y hasta la máxima profundidad explorada de 2.30 m, se tienen gravas ígneas extrusivas, con redondez que varía de subangulosa a redondeados, con diámetros hasta de 4", empacadas en una matriz arenosa de media a fina, poco limosa, en estado muy compacto.

Las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo, determinadas mediante los trabajos de exploración realizados, presentan la siguiente secuencia:

## POZO A CIELO ABIERTO PCA - 1

### Profundidad

### Descripción

(m)

0.0 - 0.20

- Losa de concreto simple, que incluye en su parte inferior una plantilla.

0.20 - 0.95

- Relleno constituido por una arena limosa, poco arcillosa, café oscuro, con raíces y fragmentos de tabique aislados, con contenido de agua medio de 36%, de compacidad suelta a media, con índice de resistencia medida con penetrometro manual de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>, del grupo SM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

0.95 - 1.60

- Limo arenoso, poco arcilloso, café claro, con contenido de agua medio de 16%, en estado compacto, con índice de resistencia medida con penetrometro manual instrumentado mayor 0.4 kg/cm<sup>2</sup>, con límite líquido de 29%, límite plástico de 15%, del grupo CL según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

(SUCS), constituido granulométricamente por 41% de arenas y 59% de finos. Con cohesión igual a  $6.0 \text{ ton/m}^2$  y ángulo de fricción interna de  $10^\circ$ , determinados en pruebas de compresión triaxial no consolidada-no drenada, (UU), peso volumétrico natural de  $1.8 \text{ ton/m}^3$  y densidad de sólidos igual a 2.63

### 1.60 – 2.30

- Gravas de hasta 4" de diámetro redondeadas, empacadas en una matriz arenosa de fina a media, poco limosa, gris, con contenido de agua medio de 25%, en estado compacto, con un índice de resistencia medida con penetrometro manual instrumentado mayor a  $0.4 \text{ kg/cm}^2$  constituido granulométricamente por 40% de gravas, 45% de arena y 15% de finos.

El nivel de aguas freáticas no se encontró hasta la máxima profundidad explorada.

Para conocer las características estratigráficas y físicas de los depósitos superficiales en el predio de interés se excavo dentro del predio un pozo a cielo abierto denominado PCA - 1 a 2.30 m de profundidad.

La zona sobre la que se construirá la torre es sensiblemente plana, y de acuerdo a la interpretación de los pares estereoscopios de fotografías aéreas de fechas anteriores a la construcción, la zona de interés se encontraba afectada por



lagunetas que disminúan su volumen de agua o desaparecían en los periodos de estiaje.

A partir de la superficie se tiene una capa de suelo vegetal con un espesor medio de 50 cm la cual deberá ser despalmada y a partir de este despalme se procederá a colocar una plataforma de materiales de relleno controlado compactado sobre los cuales se desplantará la losa de cimentación.

El material producto del desplante deberá retirarse fuera de la obra a donde lo indique la Dirección de la misma. Los materiales producto de la excavación no podrán utilizarse como relleno controlado ni mejorarse al incorporarle cal debido a las especificaciones y normas utilizadas por el solicitante.

Para la construcción de la plataforma de materiales mejorados deberán suministrarse materiales controlados (tepetate) es decir materiales de banco, recomendándose como mínimo un espesor de plataforma de materiales de relleno controlado (tepetate) de 50 cm y compactado de acuerdo a las especificaciones que se establecen más adelante.

Se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los siguientes ensayos de laboratorio: pruebas de compresión simple y resistencia a la compresión triaxial realizados para determinar las propiedades mecánicas de los suelos muestreados.

El nivel freático se encontró a 2.30 m de profundidad, con respecto al nivel actual de la superficie del terreno, en la fecha en la que se realizó la exploración.

Considerando las características de rigidez de la cimentación que más adelante se define, la deformabilidad de los materiales del subsuelo y la presión de contacto aplicada a los materiales de apoyo por la cimentación, el módulo de reacción del suelo deberá considerarse de 12 ton.

De acuerdo a las características estratigráficas de los depósitos del subsuelo y a la zonificación geotécnica de la Ciudad de México.

## **Alternativa de Cimentación**

El terreno de interés se encuentra en una zona en que los materiales del subsuelo corresponden a depósitos aluviales, producto de la erosión y del transporte aluvial de los materiales superficiales, de acuerdo a la exploración realizada se encontró una losa de concreto simple de aproximadamente 20 cm que incluye plantilla, posteriormente entre 0.20 y 0.95 m, se tiene un relleno constituido por arena fina limosa, café oscuro, con raíces y pedacería de tabique, de compactación media; subyaciendo a los rellenos y hasta 1.60 m de profundidad, se encontró una arena fina limosa poco arcillosa, café claro, en estado compacto; a continuación y hasta la máxima profundidad explorada de 2.30 m, se tienen gravas ígneas extrusivas, con redondez que varía de subangulosa a redondeados, con diámetros hasta de 4", empacadas en una matriz arenosa de media a fina, poco limosa, en estado muy compacto.

Considerando las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo antes mencionadas, en particular la existencia de rellenos arenosos limosos, con un espesor medio de 0.95 m, de compactación media, a los cuales les subyacen depósitos aluviales constituidos por arenas limosas con gravas y gravillas, café claro, en estado compacto, que se tendrán al nivel de desplante de la cimentación se juzga que la cimentación más adecuada es mediante una losa de cimentación con zapatas aisladas que envuelvan los tres apoyos considerados para la Torre; en caso de que se desplante a 2 ó 2.30 m de profundidad con respecto al nivel de piso actual del terreno, la capacidad de carga será de 15 ó 18 ton/m<sup>2</sup>, respectivamente, sin embargo tomando en cuenta el momento de volteo generado (condiciones dinámicas) en la base de la cimentación y para obtener dimensiones razonables deberá diseñarse de 10 a 12 ton/m<sup>2</sup>.

Considerando las características estructurales de la Torre Autosoportada denominada San Gabriel, a continuación se presenta la revisión de la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada.

A continuación se presentan los criterios aplicados para la revisión de los estados límite de falla y de servicio, de la alternativa de cimentación y los resultados obtenidos.

Considerando las características arquitectónicas y estructurales de la torre proyectada y las características estratigráficas y físicas del subsuelo, en particular la existencia de depósitos de tipo lacustre, subyaciendo a estos se tienen depósitos aluvio-lacustre y posteriormente aparecen los materiales de la formación tobacea, donde los depósitos que se tienen superficialmente, se juzga que la cimentación de la estructura podrá ser resuelta mediante una losa de cimentación de concreto reforzado, que distribuya la carga de las estructuras incluyendo el peso propio de la cimentación en forma uniforme de tal manera que la presión neta ejercida por la torre sea la menor posible y el área en planta de la losa de cimentación propuesta sea por lo menos igual a la cubierta por el sembrado de la torre de tal forma que el incremento de carga se vea disminuida al incrementar el área de contacto de la cimentación y por consiguiente se tengan rangos de asentamientos máximos esperados admisibles. La cimentación estará constituida por una losa de cimentación y zapatas aisladas, las cuales deberán estar apoyadas directamente sobre una plataforma de materiales de rellenos controlados y compactados con las especificaciones que más adelante se indican, con un espesor mínimo de 50 cm.

Con el propósito de darle rigidez a la cimentación y en función de ello tener un mejor comportamiento respecto a los hundimientos diferenciales que pudieran presentarse, se recomienda que como mínimo la losa de cimentación tenga las siguientes características, o mayores de acuerdo a los resultados del diseño estructural: peralte mínimo de la losa de cimentación de 12 cm, reforzada con doble parrilla de acero estructural.

Es conveniente que los materiales que constituyan los diferentes elementos de construcción de las estructuras sean lo más ligeros posible. En los análisis que más adelante se presentan se considero que el peso considerado de las cargas

permanentes más la carga viva con intensidad media será de 8 a 10 toneladas más el propio peso de la cimentación y afectado por el factor de carga.

En esas condiciones y para la torre se tendrá un peso unitario en su área cubierta de 10 a 12 toneladas. Considerando el área cubierta propuesta para la losa de cimentación que es un área semejante a la cubierta por sembrado de la torre que permita disipar la carga transmitida a un valor mínimo que no repercuta en el comportamiento de la torre evitando que se presenten asentamientos mayores a los admisibles.

Dadas las condiciones de deformabilidad de los depósitos del subsuelo y para evitar que la estructura a mediano plazo sufra hundimientos diferenciales que provoquen la pérdida de su verticalidad, es necesario que no se tengan excentricidades entre el centro geométrico del área cubierta y el centro de cargas de la estructura. Lo anterior se establece en función de que se recomienda que la ubicación del contenedor que se proyecte colocar quede localizada en forma simétrica y geoméricamente.

A continuación se presentan los resultados de los análisis efectuados para la alternativa de cimentación propuesta.

El peso de la estructura de interés para la condición de cargas permanentes más carga viva máxima de acuerdo a datos proporcionados por el cliente se considero de 10 a 12 ton, sin excentricidad entre el centro de cargas y el centro de reacción de la cimentación, considerando que los elementos estructurales que constituirán la estructura son aligerados, en donde esto sea factible.

Las acciones consideradas en los análisis de la cimentación fueron las siguientes:

a) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, que incluyendo el peso de la cimentación para la estructura de interés. Estas cargas se afectaran por un factor de carga de 1.4 y se consideraran en el análisis límite de falla en condiciones estática.

b) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea, que incluyendo el peso de la cimentación para las torres. La acción accidental más crítica por efecto sísmico corresponderá a un momento sísmico para la estructura analizada. Las cargas se afectaran por un factor de carga de 1.1 y se utilizaran en el análisis límite de falla en condiciones dinámicas.

c) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad media, que incluyendo el peso de la cimentación se afectaran por un factor de carga de 1.0 y se emplearan en el análisis del estado límite de servicio por consolidación de los depósitos arcillosos.

#### **Elección del tipo de cimentación.**

La elección del tipo de cimentación y la determinación de su desplante se hizo satisfaciendo que la combinación de cargas permanentes más cargas vivas con intensidad media más el peso propio de la cimentación diera lugar a una presión neta aplicada por la cimentación, que transmita al subsuelo esfuerzos tales que para cualquier profundidad la suma del esfuerzo efectivo más el incremento de esfuerzo sea menor al esfuerzo de preconsolidación del depósito arcilloso normalmente consolidado a la profundidad correspondiente, verificando que en esas condiciones se produzcan asentamientos admisibles tanto totales como diferenciales, por lo que la alternativa de cimentación más viable es una losa de cimentación y desplantada sobre una plataforma de materiales controlados y compactados.

El Reglamento de Construcciones establece que los límites máximos para movimientos y deformaciones originados en la cimentación será de 30 cm en construcciones aisladas y de 15 cm en construcciones colindantes.

Lo anterior se satisface limitando la presión neta transmitida al subsuelo a 10 a 12 ton, es decir, tal que las cargas transmitidas por las estructuras sean menores que la diferencia entre los esfuerzos efectivos.

Para la torre analizada, el peso de la estructura incluyendo el peso propio de la cimentación para las condiciones de carga permanente mas carga viva media, corresponde a una presión unitaria de 10 a 12 ton para la torre, considerada uniformemente distribuida por la losa de cimentación, que para el caso de torres tendrá un área semejante al sembrado cubierto a la estructura, por lo que la carga que trasmite al subsuelo se transmitirán a través del área de contacto que tenga la losa de cimentación a un valor mínimo que no repercuta en el comportamiento evitando que se presenten asentamientos mayores a los admisibles.

### **Determinación de la capacidad de carga**

La capacidad de carga se determinó tomando en cuenta que las características de los materiales que subyacen al relleno existente, considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son suelos cohesivo-friccionantes, y aplicando la siguiente expresión<sup>1</sup>:

$$Ca = \{ C Nc + Pv ( Nq - 1 ) + 0.5 \square B N \square \} F_R + Pv$$

en donde:

Ca : Capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de la  
cimentación, en ton/m<sup>2</sup>

c : cohesión del material de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>.

Nc : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$Nc = 5.14 ( 1 + 0.25 D/B + 0.25 B/L )$$

en la cual:

Df : profundidad de desplante la cimentación en m

---

<sup>1</sup> Normas técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones Gaceta Oficial del Departamento del D.F., Quinta Época No. 40, México, D.F. 12 de Noviembre de 1987.

**B** : ancho del cimiento, en m

**L** : largo del cimiento, en m

**P<sub>v</sub>** : presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, en ton/m<sup>2</sup>.

**N<sub>q</sub>** : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por

$$N_q = e^{\square \tan \square} \tan^2 (45^\circ + \square / 2)$$

siendo :

**□** : ángulo de fricción interna de suelos de apoyo en grados.

**N<sub>q</sub>** : se multiplica por ( 1 + tan □ ) en el caso de zapatas cuadradas, por ( 1 + ( B / L ) tan φ ), para el caso de cimientos rectangulares.

**γ** : peso volumétrico del suelo, abajo del nivel desplante, en ton/m<sup>3</sup>.

**N<sub>γ</sub>** : coeficiente de capacidad de carga adimensional y dado por:

$$N_\gamma = ( N_q + 1 ) \tan \phi$$

**N<sub>γ</sub>** : se multiplica por 0.6 en el caso de zapatas cuadradas y por ( 1 - 0.4 ( B / L ) ) para cimientos rectangulares.

**F<sub>R</sub>** : factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

**P<sub>v</sub>** : presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación.

Considerando una cohesión de 6 ton/m<sup>2</sup>, un ángulo de fricción interna de 10° y un peso volumétrico de 1.8 ton/m<sup>3</sup>, obtenidos de los resultados de las pruebas de penetrometro manual y de la compresión triaxial no consolidada-drenada realizadas, se obtuvo la capacidad de carga admisible para diseño, que resulto de 15 ton/m<sup>2</sup> si su desplante es de 1.50 m, con respecto a la superficie

actual del terreno y de  $18 \text{ ton/m}^2$  si su desplante es de 2.30 m con respecto a la superficie actual del terreno. Con el fin de obtener dimensiones razonables en la zapata deberá diseñarse con una capacidad de carga de  $12 \text{ ton/m}^2$

### **Dimensión de las zapatas.**

Para el dimensionamiento de las zapatas se deberá considerar que el Reglamento de Construcciones indica tomar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

-Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación, afectadas de un factor de carga de 1.4.

-Condiciones dinámicas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el momento de volteo debido al sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1.

En el caso de la combinación de cargas (en particular los que incluyan solicitaciones sísmicas) que den lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje centroidal del cimiento el ancho efectivo de éste, deberá considerarse igual a:

$$B' = B - 2e.$$

donde :

B': ancho reducido, en m

B : ancho de la zapata, en m

e : excentricidad con respecto al centroide del área de cimentación.

El coeficiente sísmico que deberá considerarse que actúa en la base de la construcción por efecto de sismo, será igual a 0.32, por considerarse que el



subsuelo en el sitio de interés tiene características similares a la zona que el Reglamento de Construcciones denomina Zona de Transición.

**Estado límite de falla en condiciones estáticas.**

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de 1.4, una vez dimensionadas las cimentaciones deberá verificarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$(Q F_c / A) < R F_R$$

donde :

Q : suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en ton.

F<sub>c</sub> : factor de carga, adimensional e igual a 1.4

A : área de apoyo de la cimentación, en m<sup>2</sup>.

R : capacidad de carga de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

F<sub>R</sub> : factor de resistencia, igual a 0.35

**Estado límite de falla en condiciones dinámicas.**

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (sismo), más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1 una vez dimensionadas las zapatas deberán comprobarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$(Q F_c / A) < R F_R$$

donde :

**F<sub>c</sub>** : factor de carga, que para este caso es igual a 1.1.

**R** : capacidad de carga de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

**F<sub>R</sub>** : factor de resistencia igual a 0.35.

También se revisó que bajo condiciones dinámicas el incremento de esfuerzos aplicado por la zapata de cimentación, producido por el momento de volteo debido a sismo, no rebase la capacidad de carga admisible por cortante de los materiales de apoyo de la zapata de cimentación, lo que asegura que las deformaciones del suelo bajo el esfuerzo resultante por sismo se mantengan dentro del rango elástico del comportamiento del material, no produciéndose por lo tanto deformaciones plásticas permanentes por efecto de los incrementos de esfuerzos aplicados al suelo por la zapata de cimentación durante el sismo

Se determinaron los esfuerzos máximos que en condiciones dinámicas aplicarán la zapata de cimentación empleando la fórmula de la escuadría dada por la siguiente expresión:

$$P = Q / A + (Mv / lx) y + 0.3 (Mv / ly) x$$

Donde:

**P**: Esfuerzo a la distancia **x** del eje centroidal

**Q**: Suma de cargas permanentes más cargas vivas con intensidad instantánea

**A**: área de apoyo de la zapata de cimentación

**Mv**: Momento de volteo debido a sismo

**x, y**: distancia centroidal de la zapata de cimentación a la orilla más alejada

**Ix, Iy:** Momento de inercia centroidal de apoyo de la zapata de cimentación, en el sentido largo y corto.

Se obtuvo un esfuerzo máximo aplicado por la zapata de cimentación bajo condiciones de sismo de  $5.6 \text{ ton/m}^2$  que es menor al esfuerzo correspondiente a la capacidad de carga última del suelo de apoyo que es de  $35 \text{ ton/m}^2$ , que equivale a la capacidad de carga admisible recomendada de  $12 \text{ ton/m}^2$ . afectada por el factor de reducción de la resistencia  $F_R$ .

### **Estado límite de servicio**

Los asentamientos elásticos que sufrirán los materiales de apoyo de las zapatas de cimentación se calcularon aplicando el criterio de la Teoría de la Elasticidad dado por la siguiente expresión:

$$d = \{(1 - u^2) / E\} P B I$$

donde :

**d:** deformación vertical, bajo el centro del área cargada, en m.

**u:** relación de Poisson, adimensional

**E:** módulo de elasticidad del suelo de apoyo, en  $\text{ton/m}^2$ .

**P:** presión de contacto aplicada por las zapatas, en  $\text{ton/m}^2$ .

**B:** ancho de la zapata, en m.

**I:** factor de forma adimensional que depende del punto en que se deseé estimar el asentamiento, y la forma de la zapata.

Considerando una relación de Poisson de 0.35 y un módulo de elasticidad de los materiales de apoyo  $50 \text{ ton/m}^2$  (obtenidos de las curvas esfuerzo-deformación determinadas en las pruebas de compresión triaxial no consolidada-

no drenada realizadas en los materiales de apoyo), se obtuvo una deformación elástica máxima de 0.04, observándose que es admisible.

El peso de la estructura de interés para la condición de cargas permanentes más carga viva máxima de acuerdo a datos estimados se considero de 10 a 12 toneladas, sin excentricidad entre el centro de cargas y el centro de reacción de la cimentación, considerando que los elementos estructurales que constituirán la estructura son aligerados, en donde esto sea factible.

Las acciones consideradas en los análisis de la cimentación fueron las siguientes:

a) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, que incluyendo el peso de la cimentación para la estructura de interés. Estas cargas se afectaran por un factor de carga de 1.4 y se consideraran en el análisis límite de falla en condiciones estáticas.

b) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad instantánea, que incluyendo el peso de la cimentación para la torre. La acción accidental más crítica por efecto sísmico corresponderá a un momento sísmico para la estructura analizada. Las cargas se afectaran por un factor de carga de 1.1 y se utilizaran en el análisis límite de falla en condiciones dinámicas.

c) Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad media, que incluyendo el peso de la cimentación se afectaran por un factor de carga de 1.0 y se emplearan en el análisis del estado límite de servicio por consolidación de los depósitos arcillosos.

#### **Asentamientos diferidos**

Se estimaron los asentamientos a largo plazo que sufrirá la cimentación considerando que transmitirá un incremento de presión neta a los materiales del subsuelo de 10 a 12 ton, actuando a partir del nivel de desplante de la cimentación y obtenido de restar a la combinación de cargas permanentes más cargas vivas

con intensidad media, incluyendo el peso propio de la cimentación y de la plataforma de apoyo, la descarga por la excavación necesaria para alojar la plataforma de apoyo de la losa de cimentación.

Los asentamientos se calcularon empleando un programa de computadora, el cual determina la distribución de esfuerzos en el subsuelo debidos al incremento de esfuerzos considerando la presión neta, según la teoría de Boussinesq y en base a éstos, los asentamientos tomando en cuenta las presiones efectivas actuales del subsuelo y las curvas de compresibilidad de los estratos arcillosos afectados por la sobrecarga aplicada.

Se obtuvieron los asentamientos para varios puntos considerando la estructura flexible, cuyos resultados son admisibles para los movimientos verticales tanto los totales como los diferenciales.

El Reglamento de Construcciones establece que los límites máximos para movimientos y deformaciones originados en la cimentación será de 30 cm en construcciones aisladas y de 15 cm en construcciones colindantes.

Lo anterior se satisface limitando la presión neta transmitida al subsuelo a 10 a 12 ton, es decir, tal que la carga no compensada por el peso de los materiales excavados para alojar la plataforma de apoyo de la losa de cimentación sea menor que la diferencia entre los esfuerzos efectivos.

El peso de la estructura incluyendo el peso de la cimentación para las condiciones de carga permanente mas carga viva media, corresponde a una presión unitaria de 10 a 12 toneladas, considerada uniformemente distribuida por la losa de cimentación con el área semejante al sembrado cubierto por la torre, y las cuales se transmitirán al subsuelo mediante la losa de cimentación.

El análisis se efectuó considerando que los materiales del subsuelo entre la superficie el espesor requerido a despallar serán de 50 cm necesarios para retirar la capa de suelo vegetal, a partir de donde se desplantara la plataforma de materiales controlados y compactados sobre la que se apoyara la losa de

cimentación y que la presión que se transmitirá al subsuelo será inferior a la real por la existencia de una plataforma de materiales controlados compactados recomendada.

En el análisis se empleo un programa de computadora que determina la distribución de esfuerzo en el subsuelo según la teoría de Boussinesq y en base a éstos, los asentamientos, tomando en cuenta las presiones efectivas actuales en el subsuelo y las curvas de compresibilidad del estrato arcilloso afectado por la sobrecarga aplicada.

Se obtuvieron valores de los asentamientos máximos esperados a largo plazo de 11.2 cm para el centro y mínimos de 4.6 cm en una de sus esquinas.

Por lo que se establece que tomando en cuenta los datos proporcionados por el cliente y realizando una losa de cimentación con zapatas aisladas desplantada sobre una plataforma de materiales controlados y compactados con un espesor mínimo de 50 cm y limitando la presión neta transmitida al suelo que subyace a la losa de cimentación de 10 a 12 toneladas, considerando el efecto de disipación por la costra superficial existente en el sitio de interés, se tendrán asentamientos con magnitudes admisibles.

A los asentamientos antes mencionados deberán de sumarse los asentamientos por recuperación elástica de los materiales del subsuelo por efecto de la descarga producida por la excavación requerida para despallar la capa de suelo vegetal para a la plataforma sobre la que se apoyará la losa de cimentación.

Los análisis efectuados corresponden a estructuras, con elementos estructurales aligerados, con cimentación constituida por losa de cimentación con área semejante a la cubierta por la torre, desplantado sobre una plataforma de materiales controlados, que en esas condiciones aplican una presión neta de 10 a 12 toneladas, para los que se satisface el estado límite de falla y el estado límite de servicio.

Los análisis efectuados con elementos estructurales aligerados, por lo que se establece que no es recomendable utilizar elementos estructurales convencionales en casi toda la estructura, ya que de lo contrario las cargas que transmitirían a la cimentación incluyendo el peso propio de ésta serían mayores, y resultaría necesario resolver la cimentación posiblemente mediante un cajón de cimentación con un desplante del orden de 2.30 que cumpliría la rigidez y transmitiría una carga neta casi nula buscando que el cajón quede totalmente compensado sin embargo en cuanto a la rentabilidad no sería factible.

### **Especificación de materiales**

Los materiales de préstamo deberán de ser analizados por el laboratorio antes de ser colocados puesto que las normas del cliente lo especifica y es también, para evitar tener que levantar rellenos ya colados.

#### **Tezontles**

a) Los tezontles a utilizar deberán tener un peso volumétrico acomodado con su humedad natural de  $1 \text{ ton/m}^3$  y durante su construcción se deberá verificar que en cada capa no se excede el peso volumétrico especificado, con una tolerancia del 10%. La verificación del peso volumétrico se hará en calas de  $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$ , por cada dos capas de tendido.

b) Los rellenos ligeros a base de tezontle, deberán tener una curva granulométrica comprendida en el siguiente rango:

<b>MALLA</b>	<b>POR CIENTO QUE PASA</b>
2" (51 mm)	50-100
1 1/2" (38 mm)	35-80
1" (25 mm)	20-55
3/4" (19 mm)	10-35

c) El tezontle deberá tener la resistencia suficiente para resistir su compactación sin sufrir la rotura de sus partículas, ya que de ocurrir este fenómeno, es de esperar un incremento en su peso volumétrico por la reducción de la relación de vacíos.

### **Tepetates**

a) El tepetate que se vaya a utilizar para construir los rellenos ligeros a base de tepetate-tezontle, deberán satisfacer las siguientes especificaciones:

- Límite líquido	45% máximo (tolerancia + 5%)
- Índice plástico	15% máximo (tolerancia + 5%)
- Contracción lineal	5% máximo (tolerancia + 5%)
- Valor relativo de soporte	15% mínimo (tolerancia + 5%)

b) Durante la construcción de los rellenos a base de tepetate-tezontle, se deberá verificar que en cada capa se alcance el grado de compactación especificada con una tolerancia de  $\pm 2\%$ . La verificación se hará mediante la ejecución de calas de 10 X 10 X 10 cm, para determinar el peso volumétrico seco en el sitio, las cuales se harán por cada capa de área compactada.

c) El tezontle deberá ser de consistencia, bien graduado con tamaño de partícula máximo de 1 1/2".

### **Diseño de pavimentos**

Considerando la información geotécnica obtenida tanto en campo como del laboratorio y tomando en cuenta las condiciones actuales y futuras del volumen



del tránsito, se diseño el pavimento de tipo flexible con superficie de rodamiento constituido por una carpeta asfáltica, estableciendo su procedimiento constructivo.

En este se describen los trabajos realizados, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones para el diseño del pavimento de tipo flexible, así como para el procedimiento constructivo de los pavimentos y del control de calidad de los materiales que los constituirán.

Para lo anterior se efectuaron trabajos de exploración de campo, así como los respectivos trabajos de laboratorio con lo cual fue posible elaborar el diseño del pavimento, estos trabajos se describen en el presente informe, el cual se desarrolla de la siguiente manera:

A continuación se describen las características de la zona donde se ubica el proyecto como son la topografía, la geología, el clima y drenaje.

Enseguida se incluye una descripción de los trabajos de campo y de laboratorio, así como la interpretación de los resultados obtenidos.

En base a los datos con los que se cuenta del sitio de interés se establecen algunos bancos que servirán para suministrar los materiales de la estructura del pavimento en proyecto.

También se menciona el procedimiento empleado para obtener los datos de volumen de tránsito, se indican las características geométricas, así como las características del material de la capa subrasante, se describen los métodos utilizados para el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento, tomando en cuenta los resultados de la exploración de campo y laboratorio.

Características de la zona donde se desarrollara el proyecto.

### **Topografía**

La zona sobre la que se construirá la vialidad es sensiblemente plana, y de acuerdo a la interpretación de los pares estereoscopios de fotografías aéreas de

fechas anteriores a la construcción, la zona de interés se encontraba afectada por lagunetas que disminuían su volumen de agua o desaparecían en los periodos de estiaje.

### **Clima**

El clima de la región es templado regular con lluvias convencionales en verano y parte de otoño (Cwh). La precipitación media anual varía de 300 a 1000 mm y la temperatura media anual es de 15.5°.

### **Drenaje**

El predio en proyecto se encuentra ubicado en una zona donde el drenaje natural de las aguas de lluvia tienen una salida hacia donde el terreno que tiene un desnivel bajo, por tal motivo será necesario establecer algunas obras menores y complementarias de drenaje, de la cual dependerá en gran parte el comportamiento de las distintas capas que formarán la estructura del pavimento.

### **Trabajos efectuados**

Para conocer las características de los depósitos superficiales así como de la subrasante se efectuó la exploración de los materiales de la parte superficial del subsuelo, para lo cual se excavó un pozo a cielo abierto a 2.30 m de profundidad con respecto al nivel actual del terreno, repartidos en toda la longitud del tramo en estudio.

En el mismo pozo excavado donde se extrajo la muestra, se procedió a efectuar el levantamiento de la clasificación visual y manual de todos los materiales encontrados mediante técnicas de campo, posteriormente, se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas (cúbicas) de cada uno de ellos, para posteriormente analizarlas en el laboratorio y definir su aptitud para ser usadas en la construcción del pavimento.

## **Estudio geotécnico de los materiales naturales**

Para poder obtener toda la información relativa a la calidad y resistencia de los materiales del subsuelo natural como componente de las terracerías, se analizaron en el laboratorio todas las muestras alteradas de los pozos de exploración; con estas muestras se efectuaron los ensayos para determinar:

Límite de consistencia (L.L., L.P. e I.P.).

Determinación del porcentaje de finos.

Contracción lineal de los materiales.

Proctor Estándar

Valor relativo de soporte estándar (VRS).

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); se determinó también su contenido natural de agua.

En los estratos representativos se hicieron límites de consistencia o se determinó el porcentaje de finos, según se tratara de suelos finos o gruesos; se obtuvieron en ambos la densidad de sólidos.

También se entregan los resultados de las pruebas para determinar los límites de consistencia, de porcentajes de finos y de densidad de sólidos.

Para conocer los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en muestras inalteradas ensayos de compresión axial no confinada.

Se presentan los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo - deformación unitaria de las pruebas de compresión no confinada realizadas.

también es obligación entregar los perfiles estratigráficos y los resultados de las pruebas realizadas en las muestras de los pozos a cielo abierto excavados.

Los resultados de las pruebas para determinar el valor relativo de soporte (CBR), en muestras inalteradas con condiciones de humedad natural y en condiciones saturadas, se tienen que presentar.

La zona sobre la que se construirá la vialidad es sensiblemente plana, y de acuerdo a la interpretación de los pares estereoscopios de fotografías aéreas de fechas anteriores a la construcción, la zona de interés se encontraba afectada por lagunetas que disminuían su volumen de agua o desaparecían en los periodos de estiaje.

En base a las características, a la intensidad y magnitud de las cargas, a la composición y crecimiento del tránsito que circulará, se diseñaron los pavimentos.

## DISEÑO DE CIMENTACION.

### MEMORIA DE CALCULO

SITIO: SAN GABRIEL

CIMENTACIÓN PARA TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 M. DE  
ALTURA

ESTADO DE MÉXICO.

#### Revisión de Esfuerzos en el Terreno.

##### a) Materiales

Acero de refuerzo  $f_y$ : 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Concreto  $f_c$ : 250 kg/cm<sup>2</sup>

$\gamma_c$ : 2.40 ton/m<sup>3</sup>

Terreno  $\gamma_r$ : 1.60 ton/m<sup>3</sup>

$q_a$ : 12.00 ton/m<sup>3</sup>

##### b) Dimensiones de zapata.

Zapata  $L_x$ : 4.50 m

$L_z$ : 4.50 m

Distancia entre dados

$x_1$ : 1.30 m

$z_1$ : 1.43 m

x2: 2.25 m

z2: 1.65 m

Lo: 1.90 m

z3: 1.43 m

Profundidad de desplante

hf: 2.00 m

Peralte de zapatas

h: 0.35 m

Altura de relleno

hr: 1.65 m

Dados

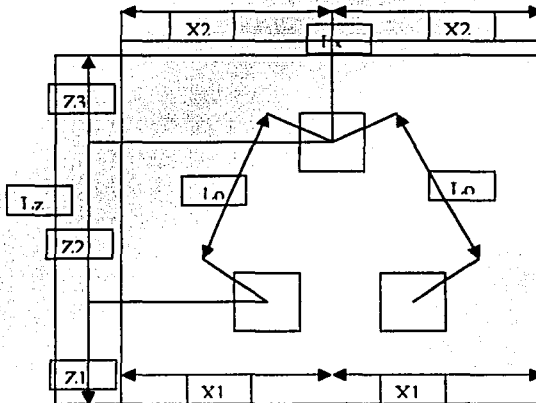
bx: 0.60 m

bz: 0.60 m

altura de dado

f: 0.30 m

ht: 1.95 m



Elementos Mecánicos sin factorizar

**CM + CV + C Viento**

$P_1 = -17.81 \text{ Ton.}$

$P_2 = -17.9 \text{ Ton.}$

$V_{x1} = -0.80 \text{ Ton.}$

$V_{x2} = 0.94 \text{ Ton.}$

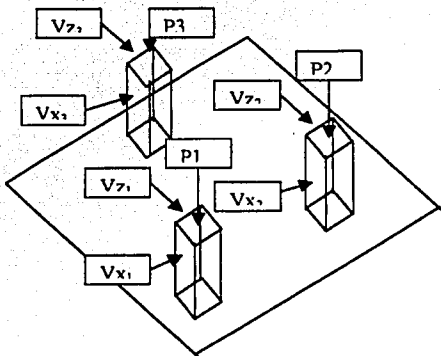
$V_{z1} = 0.52 \text{ Ton.}$

$V_{z2} = 0.25 \text{ Ton.}$

$P_3 = 42.73 \text{ Ton.}$

$V_{x3} = -0.14 \text{ Ton.}$

$V_{z1} = 2.33 \text{ Ton.}$



**Elementos Mecánicos Factorizados.**

**1.1 C.M. + 1.1 C.V. + 1.1 C Viento**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

$$P_1 = -19.59 \text{ Ton.}$$

$$P_2 = -19.69 \text{ Ton.}$$

$$Vx_1 = -0.88 \text{ Ton.}$$

$$Vx_2 = -0.88 \text{ Ton.}$$

$$Vz_1 = 0.57 \text{ Ton.}$$

$$Vz_2 = 0.57 \text{ Ton.}$$

$$P_3 = 47.00 \text{ Ton.}$$

$$Vx_3 = -0.15 \text{ Ton.}$$

$$Vz_3 = 2.53 \text{ Ton.}$$

### **Peso de Cimentación**

**Dado**  $Ad = b \times b = 0.60 \times 0.60 = 0.360 \text{ m}^2$

$$Pd = 3 \times (Ad \times \mu_c) = 0.360 \times 1.95 \times 2.40 \times 3.00 = 5.05 \text{ ton.}$$

**Zapata**  $Az = Lz \times Lx = 4.50 \times 4.50 = 20.250 \text{ m}^2$

$$Pz = Az \times \mu_c = 20.250 \times 0.350 \times 2.40 = 17.01 \text{ ton.}$$

**Relleno**  $Ar = Az - 3 \times Ad = 20.250 - 1.080 = 19.170 \text{ m}^2$

$$Pr = Ar \times h_r \times \mu_r = 19.170 \times 1.65 \times 1.60 = 50.61 \text{ ton.}$$

$$P_{cim} = Pd + Pz + Pr = 5.05 + 17.01 + 50.61 = 72.67 \text{ ton.}$$

$$P_o = P_1 + P_2 + P_3 = 7.02 \text{ ton.}$$

Paso de la resultante de las fuerzas incluyendo peso de cimentación:

$$z = 1.44$$

$$z = Lz/2 = 2.25 \text{ m}$$



$$x = 2.25 \text{ m}$$

$$x = Lx/2 = 2.25 \text{ m}$$

### Momento actuante

$$M_x = R_t \cdot z = 114.78 \text{ ton-m}$$

$$M_z = R_t \cdot x = 179.31 \text{ ton-m}$$

### Momento volteo

$$M_{x0} = P_3 \cdot Z_3 + (P_1 + P_2) \cdot (Z_3 + Z_2) = 48.74 \text{ ton-m}$$

$$M_{z0} = P_3 \cdot X_3 + P_2 \cdot (X_1 + L_0) + P_1 \cdot X_1 = 15.71 \text{ ton-m}$$

### REVISIÓN POR VOLTEO

volteo alrededor eje x

$$P_t = 7.02 + 72.67 = 79.69$$

$$M_{vx} = M_{x0} + (\Sigma V_z) \cdot (h_t + h) = 48.74 + 7.13 = 55.87$$

$$M_{rx} = R_t \cdot z = 79.69 \times 1.44 = 114.78$$

$$F_{vx} = \frac{M_{rx}}{M_v} = \frac{114.78}{55.87} = 2.05 > 2 \text{ o.k.}$$

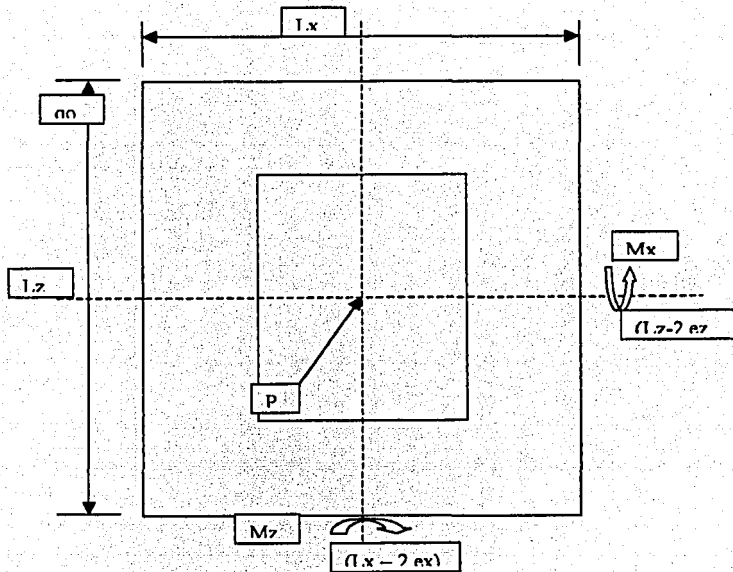
Volteo alrededor eje z

$$M_{vz} = M_{z0} + (\Sigma V_x) \cdot (h_t + h) = 15.71 + 0.00 = 15.71$$

$$M_{rz} = R_t \cdot x = 79.69 \times 2.25 = 179.31$$

$$F_{vz} = \frac{M_{rz}}{M_{vz}} = \frac{179.31}{15.71} = 11.41 > 2 \text{ o.k.}$$

### Plastificación total



$$q_0 = \frac{Pt}{(Lx - 2ex) * (Lz - 2ez)}$$

$$ex = Mvx / Pt = 55.87 / 79.69 = 0.70 \text{ m}$$

$$ez = Mvz / Pt = 15.71 / 79.69 = 0.20 \text{ m}$$

$$Lx - 2ex = 4.50 - 2 * 0.70 = 3.10 \text{ m}$$

$$Lz - 2ez = 4.50 - 2 * 0.20 = 4.11 \text{ m}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$q_o = \frac{76.69}{(3.10) * (4.11)} = 6.27 \text{ ton/m}^2$$

como  $q_o < q_a$  o.k

**se aceptan las dimensiones de la zapata**

### **PRESIONES DE DISEÑO.**

(No se considera el peso propio ni el peso de relleno)

$$P_u = 1.1 * (P_o + P_{cim}) = 7.72 + 79.94 = 87.66$$

$$M_{uz} = 1.1 * (M_{zo} + (\Sigma V_x) * ht + h) = 17.28 + 0.00 = 17.28$$

$$M_{ux} = 1.1 * (M_{xo} + (\Sigma V_z) * ht + h) = 53.61 + 7.84 = 61.46$$

$$e_x = M_{ux} / P_u = 61.46 / 87.66 = 0.70 \text{ m}$$

$$e_z = M_{uz} / P_u = 17.28 / 87.66 = 0.20 \text{ m}$$

$$L_x - 2 e_x = 4.50 - 2 * 0.70 = 3.10 \text{ m}$$

$$L_x - 2 e_z = 4.50 - 2 * 0.20 = 4.11 \text{ m}$$

$$q_o = \frac{87.66}{(3.10) * (4.11)} = 6.89 \text{ ton/m}^2$$

### **ELEMENTOS MECÁNICOS DE DISEÑO**

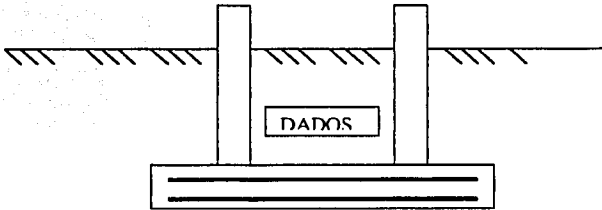
$$q_{max} = 6.89 \text{ ton/m}^2$$

$$P_u = 87.66 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 61.46 \text{ ton-m}$$

Muz = 17.28 ton-m

### SECCION TRANSVERSAL



### PLANTA

$$L1x = (Lx - bx) / 2 - d = (1.95 - 0.30) = 1.65 \text{ m}$$

$$L1z = (Lo - bz) / 2 - d = (1.60 - 0.30) = 1.30 \text{ m}$$

### Flexión

$$r = 5.00 \text{ cm}$$

$$d = 35.00 - 5.00 = 30.00 \text{ cm}$$

### CUANTIA DE ACERO

$$\rho_b = \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{4800}{6000 + f_y} = \frac{170}{4200} \times \frac{4800}{10200} = 0.01905$$

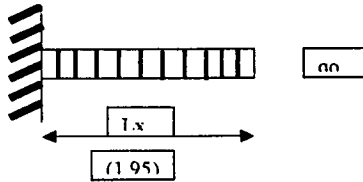
$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.01905 = 0.0143$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7(f'_c) \left(\frac{1}{2}\right)}{f_y} = \frac{11.07}{4200} = 0.00264$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### Dirección x

Tomando una franja de 1.00 m de ancho



$$q_0 = q_{\max} - q_{\text{cim}}$$

$$q_{\text{cim}} = 3.95 \text{ ton/m}^2$$

$$q_0 = 2.94 \text{ ton/m}^2$$

$$M_{\max} = q_0 L_x^2 / 2$$

$$M_{\max} = 2.94 \times (1.95)^2 / 2 = 5.598 \text{ ton-m}$$

$$M_{\max} = 559.821 \text{ kg-cm}$$

$$F_R f' c b d^2 = 0.90 \times 170.00 \times 100.00 \times 900.00$$

$$F_R f' c b d^2 = 13770000$$

$$Q = \frac{Mr}{F_R f' c b d^2} = \frac{559.821}{13770000} = 0.040655131$$

Calculo de q

$$q = 1 - (1-2Q) = 0.04151696$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$\rho = qf'c/fy = 0.0415 \times \frac{170}{4200} = 0.001680$$

como  $\rho < \rho_{\min}$

Usar  $\rho_{\min} = 0.00264$  O.K

$$A_s = \rho b d = 0.00264 \times 100.00 \times 30.00 = 7.91 \text{ cm}^2$$

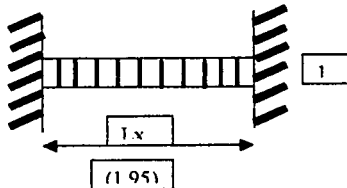
Se proponen usar varillas del numero # 5  $A_v = 1.98 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 A_v}{A_s} \quad S = 25.04 \text{ cm}$$

usar varillas del numero # 5 @ 25 cm.

Dirección z

Tomando una franja de 1.00 m de ancho  $L_o = 1.90$



$$M_{\text{cent}} = q_o L_o^2 / 24 = 0.44 \text{ ton-m}$$

$$M_{\text{max}} = q_o L_x^2 / 12$$

$$M_{\text{max}} = 2.94 \times (1.90)^2 / 12 = 0.8858 \text{ ton-m}$$

$$M_{\text{max}} = 88.580 \text{ kg-cm}$$

$$F_R f' c b d^2 = 0.90 \times 170.00 \times 100.00 \times 30.00^2$$

$$F_R f'cbd^2 = 13770000$$

$$Q = \frac{Mr}{F_R f'cbd^2} = \frac{88.580}{13770000} = 0.00643283$$

**Calculo de q**

$$q = 1 - \sqrt{(1-2Q)} = 0.00645366$$

$$\rho = qf'c/f_y = 0.0065 \times \frac{170}{4200} = 0.000261$$

como  $\rho < \rho_{\min}$  **Rige el mínimo**

$\rho < \rho_{\max}$  **O.K**

Usar  $\rho_{\min}$  0.00264 **O.K**

$$A_s = \rho bd = 0.00264 \times 100.00 \times 30.00 = 7.91 \text{ cm}^2$$

Se proponen usar varillas del numero # 5  $A_v = 1.98 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100A_v}{A_s} \quad S = 25.04 \text{ cm}$$

**usar varillas del numero # 5 @ 25 cm.**

Revisión como Viga ancha (sección crítica a un peralte de paño)

Dirección en X

$$V_u = qo \cdot L1x ; V_u = 4.86 \text{ ton}$$

$$V_{cr} = 0.5 \cdot F_R \cdot b \cdot d \cdot (f'c)$$

$$V_{cr} = 16970.56 \text{ kg} ; V_{cr} = 16.97 \text{ ton} \quad V_u < V_{cr} \text{ O.K}$$

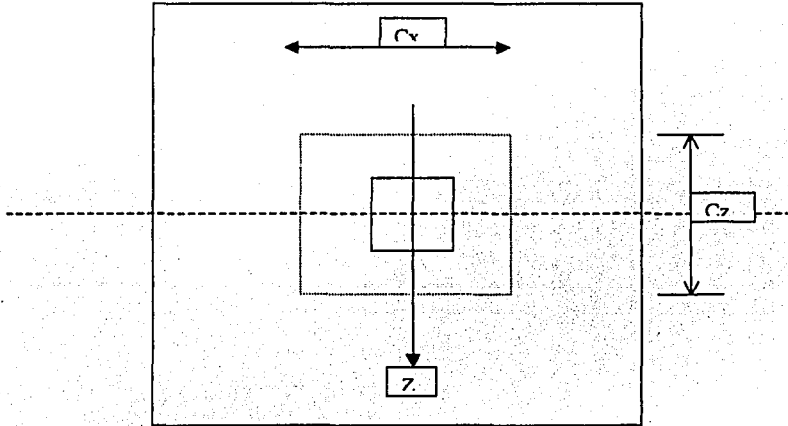
Dirección en Z

$$V_u = q_o \cdot L_{1x} ; V_u = 3.83 \text{ ton}$$

$$V_{cr} = 0.5 \cdot F_R \cdot b \cdot d (f'_c)$$

$$V_{cr} = 16970.56 \text{ kg} ; V_{cr} = 16.97 \text{ ton} \quad V_u < V_{cr} \text{ O.K}$$

Revisión por penetración



$$C_x = b_x + d = 0.60 + 0.30 = 0.90 \text{ m}$$

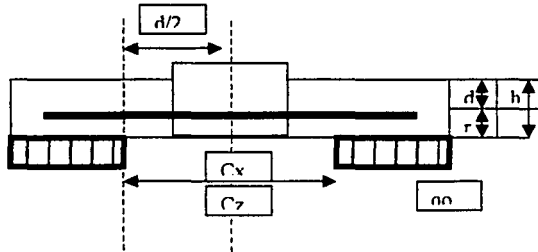
$$C_z = b_z + d = 0.60 + 0.30 = 0.90 \text{ m}$$

$$b_o = 2(C_x + C_z) = 2(0.90 \times 0.90)$$

$$b_o = 3.60 \text{ m} = 400.00 \text{ cm} \quad \therefore \quad A_c = b_o d = 360.00 \times 30.00 = 10800.00 \text{ cm}^2$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Cortante actuante

$$V_u = P_u - q_0 (C_x C_z)$$

$$V_u = 47.00 - 2.94 (0.90 \times 0.90) ; V_u = 44.618 \text{ ton } \text{ ó } V_u = 44,618.00 \text{ kg}$$

Transmisión de momento dirección X

Fracción de momento transmitido

$$\alpha_{vx} = 1 - \frac{1}{1.66666667 \sqrt{\frac{0.90}{0.90}}} = 0.40$$

Momento polar de inercia

$$d C_x^3 = 30.00 \times (90.00)^3 = 21,870,000 \text{ cm}^4$$

$$C_x d^3 = 90.00 \times (30.00)^3 = 2,430,000 \text{ cm}^4$$

$$d C_z C_x^2 = 30.00 \times 90.00 \times (90.00) = 21,870,000 \text{ cm}^4$$

$$J_{cx} = 3,645,000 + 405,000 + 10,935,000 = 14,985,000 \text{ cm}^4$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$C_{xx} = Cx/2 = 90.00/2 \quad ; \quad C_{xx} = 45.00 \text{ cm}$$

### Transmisión de momento dirección z

Fracción de momento transmitido

$$\alpha_{xz} = 1 - \frac{1}{1.66666667 \sqrt[3]{\frac{0.90}{0.90}}} = 0.40$$

Momento polar de inercia

$$d C_z^3 = 30.00 \times (90.00)^3 = 21,870,000 \text{ cm}^4$$

$$C_z d^3 = 90.00 \times (30.00)^3 = 2,430,000 \text{ cm}^4$$

$$d C_x C_z^2 = 30.00 \times 90.00 \times (90.00) = 21,870,000 \text{ cm}^4$$

$$J_{cz} = 3,645,000 + 405,000 + 10,935,000 = 14,985,000 \text{ cm}^4$$

$$C_{zz} = Cx/2 = 90.00/2 \quad ; \quad C_{xx} = 45.00 \text{ cm}$$

Esfuerzo actuante

$$v_u = \frac{Vu}{Ac} + \frac{\alpha_{xz} M_{zu} C_{xx}}{J_{cx}} + \frac{\alpha_{xz} M_{xu} C_{zz}}{J_{cz}}$$

$$Vu = 4.13 + (-0.04) + 0.60 = 470 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzos resistentes

$$V_{cr1} = F_R \cdot (0.5 + \gamma) (f^* c)^{1/2}$$

$$\gamma_c = b_x / b_z = 0.60 / 0.60 = 1.00$$

$$V_{cr1} = 14.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{cr2} = F_R \cdot (0.5 + \gamma) \cdot (f_c')^{1.72}$$

$$V_{cr2} = 9.90 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{RIGE}$$

Como  $V_u < V_{cr}$  O.K.

Refuerzo por temperatura

$$A_s = ((660(x_1)) / F_y) (x_1 + 100)$$

$X_1$  = dimensión mínima perpendicular al refuerzo

$$a_s : 0.04074 \quad A_s \text{ min} = 4.074$$

Se propone usar varillas del numero # 4  $A_v = 1.27 \text{ cm}^2$

Con separación:  $Sep = 31.09 \text{ cm}$

Acero en positivo

$$A_s2 = 7.91 \text{ cm}^2 \quad \text{usar varilla \# 5 @ 25 cm.}$$

#### ARMADO DEL DADO

$$P = 0.010 \quad A_s = 36 \text{ cm}^2$$

#### COLOCAR :

Se propone usar varillas del numero # 6

$$A_v = 2.85 \text{ cm}^2$$

No. Varillas = 12.63 ;  $34.20 \text{ cm}^2$  O.K.

## **CAPITULO IV**

### **PROCESO CONSTRUCTIVO**

#### **Preliminares.**

Se inicia por el trazo y nivelación del área para desplante de estructuras estableciendo ejes de referencia y niveles, en este trabajo se incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

También se realiza la limpieza y desyerbe de terreno en el área rentada. Se incluye el retiro de capa vegetal 10 cms. espesor promedio, presupuestando la mano de obra e incluyendo también herramienta, acarreo de sobrantes a pie de camión, limpieza y lo necesario para su correcta ejecución.

Después prosigue la demolición de los muros de tabique por haber daños en los muros colindantes. En esto se incluye el acarreo del material a pie de camión, mano de obra, herramienta, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

La demolición de piso de concreto viene a ser la ultima actividad de la limpia del terreno en una franja de 30 cms. de ancho. Incluye corte con disco en ambos lados, acarreo de escombros a pie de carro, mano de obra, herramienta, limpieza y lo necesario para su correcta ejecución.

#### **Construcción de la radiobase**

A continuación se indica en general el procedimiento constructivo para la excavación que alojará a las cimentaciones.

a) Las excavaciones necesarias para alojar a las zapatas de cimentación se podrán hacer con taludes verticales, empleando maquinaria hasta

0.1 m arriba del nivel de desplante, la última capa se excavará a mano para evitar la alteración del material de apoyo.

b) Una vez realizadas las cepas que alojarán a las zapatas de cimentación, previamente a su construcción, deberán recompactarse los materiales del fondo de las excavaciones al 95 % de su peso volumétrico seco máximo según la prueba Proctor, empleando compactadores del tipo bailarinas.

c) Se colocara a la brevedad posible una plantilla de concreto pobre que proteja al material de alteraciones por el tránsito de trabajadores.

d) Se procederá a colocar el armado y a colar la cimentación.

Las excavaciones que se realicen para alojar las cimentaciones deberán efectuarse con maquinaria hasta 0.1 m arriba del nivel de desplante recomendado y los últimos 10 cm se excavarán manualmente.

Si la excavación se realiza con maquinaria, hasta la profundidad de desplante recomendada, los materiales sueltos dejados por el equipo de excavación deberán retirarse totalmente, independientemente de la irregularidad de la superficie del fondo de la excavación, y renivelar con la plantilla de concreto pobre.

### **Excavaciones**

1. Las excavaciones necesarias para retirar todos los materiales de relleno de mala calidad existente en el terreno y alojar a los materiales de mejoramiento sobre los que se desplantará la losa de cimentación, deberán de realizarse del fondo del predio hacia su acceso.
2. Las excavaciones podrán realizarse en una sola etapa.
3. La excavación se efectuará con una retroexcavadora operando desde afuera del área excavada, debiendo llevarse como máximo a 0.1 m arriba del nivel máximo de excavación para la zona de la torre y de 0.2 para la

zona de vialidades y drenajes, este último tramo se excavará con herramienta manual, a base de pico y pala para evitar el remoldeo del material de apoyo de la plataforma de materiales mejorados.

4. Todo el material producto de la excavación será retirado a donde lo indique, la dirección de obra, por ningún motivo podrá utilizarse como material de relleno mejorado.
5. La excavación se hará 80 cm mas de lo que ocupa el área del sembrado del prototipo en todo su perímetro incluyendo la zona de vialidades.
6. Cuando se alcance la máxima profundidad de excavación, se deberá afinar el fondo, lo cual implica retirar todo el material suelto producto de la excavación.
7. En caso de que sea necesario y previo a la colocación del relleno controlado ligero en las zonas de vialidades y de tuberías de drenaje, podrá colocarse una capa de 10 cm. de espesor de tezontle o grava que funcione como filtro y capa estabilizadora.
8. Durante el proceso de excavación, se deberá cuidar los siguientes aspectos:
  - a) Cuando el material de relleno existente se encuentre en estado muy suelto, las paredes de la excavación deberán mantener el talud de reposo natural de dicho material y en caso necesario protegerlo mediante un repellido para evitar que pierdan humedad y por consiguiente su estabilidad-
  - b) En caso de detectar alguna cimentación antigua dentro del área de excavación, estas se deberán de extraer en su totalidad, y si la profundidad de dichas cimentaciones es mayor que la recomendada, las capas o zanjas se rellenarán con tepetate, compactándose al 90% de la prueba proctor estándar.
  - c) Deberán evitarse las sobre excavaciones, lo cual se corrige llevando un control de niveles con respecto a un banco de nivel, localizado fuera del área de

influencia de la obra en cuestión, estos niveles se deberán referenciar a señales (palomas) en los muros colindantes.

d) Las filtraciones de agua de las colindancias hacia la excavación es muy frecuente, provocando saturamiento en los materiales excavados y sobre todo en el fondo (material aguachinado), en tal caso, se deberá orear la zona afectada y posteriormente colocar un material granular. El fondo de la excavación en el área afectada deberá de sobre excavarse un máximo de 20 cm, y un mínimo de 10 cm con respecto a la máxima profundidad recomendada, a sobre excavación se tratará agregando una capa combinada de grava-tepetate con un proporcionamiento del 70 y 30% respectivamente, compactándose hasta alcanzar el nivel de excavación recomendado.

e) Terminada la excavación se revisará el fondo de las misma, cuidando que no presente material suelto producto de la excavación, que no se tengan rellenos de mala calidad a nivel de desplante y que las características de resistencia de los materiales sea la señalada, si se llegara a presentar algunos de los casos, se deberá profundizar la excavación en capas de 5 cm y solicitar la asesoría de Mecánica de Suelos.

#### **Colocación del mejoramiento ligero.**

Para las zanjas que alojarán a las tuberías de drenaje y/o en el caso de materiales requeridos para la construcción de la plataforma sobre la que se construirá también podrán utilizarse este mejoramiento beneficiando en un sobrepeso que se reditúa en asentamientos aunque el uso de puro tepetate también es viable por lo que el costo es el que determina la solución final.

a) Una vez retirados los materiales de relleno de mala calidad en una profundidad de proyecto con respecto al nivel de banqueteta, se procederá a la colocación del mejoramiento ligero hasta el lecho inferior del piso terminado.

b) El mejoramiento ligero será a base de tepetate-tezontle en una proporción 30-70% en peso, respectivamente.

c) Al término de la excavación se procederá a la colocación del mejoramiento, lo cual se iniciará en un plazo no mayor a 3 días, en caso de exceder dicho tiempo y en el momento de programar la colocación del mejoramiento, se deberá verificar la resistencia y grado de intemperismo del material del fondo, determinándose de esta manera el espesor del material que deberá retirarse.

d) La incorporación del agua a la mezcla tezontle-tepetate se realizará en forma uniforme mediante aspersion, utilizando botes perforados, bajo la siguiente secuela:

1. Extender el material en un área suficiente de trabajo, con una altura máxima de 25 cm en estado suelto.
2. Agregar el porcentaje óptimo de agua con los botes regando en todo el material extendido, sin llegar al saturamiento, o sea que absorba el material todo el agua y no se formen espejos.
3. Traspalear hasta lograr homogeneidad del material, no deberá permitirse que el material presente contaminaciones y terrones del mismo material en tal caso se eliminarán.
4. Finalmente se podrá colocar el material en su correspondiente tramo, en capas de 20 cm en estado suelto y efectuar su compactación.
5. Se recomienda llevar un control del número de pasadas del rodillo a una capa, así como del volumen de agua incorporado, de tal manera que comparado con el porcentaje obtenido, se pueda deducir aproximadamente cuando una capa tiene cierto grado de compactación.
6. Las capas a compactar no deberán de ser mayores de 25 cm, ni menores de 10 cm en estado suelto.



7. Es frecuente que en los sitios cercanos a las colindancias el rodillo no pueda abarcar estas áreas, por lo que se deberá completar su compactación con bailarinas.
8. No deberá emplearse material producto de la excavación como relleno bajo áreas de construcción.
9. El mejoramiento ligero a base de tepetate-tezontle se colocará en capas de 25 cm en estado suelto como máximo, compactándose cada capa hasta lograr una compactación del 90% ( $\pm$  2%) de su peso volumétrico seco máximo, con rodillo vibratorio propulsado a mano o su equivalente.
10. En el caso de la plataforma de tepetate cuando se alcance el nivel de proyecto del mejoramiento (tepetate-tezontle), se colocará sobre éste una capa de protección a base de mortero pobre de 3 cm de espesor, y se colocará el acero de refuerzo de la losa de cimentación, procediendo a continuación a su colado. Se recomienda que el armado de la losa de cimentación sea mediante una doble parilla de varilla de acero estructural y que tenga un espesor mínimo de 12 cm que finalmente lo dictaminará el estructurista.
11. Previo a la colocación de los mejoramientos, deberán preverse las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como la construcción de registros.

No debe permitirse por ningún motivo excavaciones posteriores a la colocación del mejoramiento y sobre todo cuando ya se tengan coladas las zapatas, la realización indebida de estas excavaciones provocan serios problemas de estabilidad del mejoramiento, que se reflejan en movimientos bruscos de la estructura y la presencia de grietas y fisuras. Cuando por condiciones

extraordinarias se requiera la ejecución de una excavación, ya colocado el mejoramiento, se solicitará la asesoría de Mecánica de Suelos.

### **Cimentaciones**

Se realiza una excavación por medios mecánicos en caja de 0.00 a 2.00 m de profundidad en seco. Incluye afine de taludes y fondo, traspaleo acarreo de sobrantes a pie de camión, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

Después se realiza una excavación por medios mecánicos en cepas de 2.00 a 4.00 m de profundidad en seco incluye afine de taludes y fondo, traspaleo, acarreo de sobrantes a pie de camión, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

También se realiza a la par con las de mas una Excavación por medios manuales en cepas de 0.00 a 2.00 a profundidad en seco. Incluye afine de taludes y fondo, traspaleo, acarreo de sobrantes a pie de camión, equipo, limpieza así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

Con una misma excavación por medios manuales en cepas de 2.00 a 4.00 de profundidad en material en seco. Incluye afine de taludes y fondo, traspaleo, acarreo de sobrantes a pie de camión, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

Después se realiza la protección de taludes a base de malla de gallinero de  $\frac{3}{4}$ ", anclas de varillas de 1.00 mts. a cada 0.50 cms. en ambos sentidos y con mortero 1:4 lanzado, de 2.5cms de espesor promedio.

El bombeo de achique se realizara con bomba autocebante de gasolina de 2" en caso de que se le requiera y esto es a solicitud del contratista, pero en este caso no se ocupo ya que el NAF no se encontró. Incluye combustible y lubricantes, operación, mangueras, carcamo, fletes y acarreos.

Le sigue la fabricación y colocación de plantilla de concreto pobre  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , de 5cms. de espesor incluye: Materiales, mano de obra, herramienta, equipo, acarreo de desperdicio, limpieza y retiro de sobrantes a pie de camión.

El suministro y colocación de concreto premezclado de  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , como lo marca la norma del solicitante estructural T.M.A.  $\frac{3}{4}$ , resistencia rápida, con bomba estacionaria para elemento en cimentación. Incluye: material, mano de obra, pruebas de laboratorio, acarreo, limpieza, desperdicios, retiro de sobrantes a pie de camión y lo necesario para su correcta ejecución.

También se debe de realizar el suministro y colocación de concreto premezclado de  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , estructural T.M.A.  $\frac{3}{4}$ , resistencia rápida, a tiro directo para elementos de cimentación. incluye: material, mano de obra, pruebas de laboratorio, acarreo, limpieza, desperdicios, retiro de sobrantes a pie de camión y lo necesario para su correcta ejecución.

Se debe de realizar el suministro y colocación de cimbra común de pino, una cara de 19 mm. Para concretos premezclados en cimentación por superficie de contacto ( muros, dados, etc.) esto debe de incluir: material, mano de obra, pruebas de laboratorio, acarreo, limpieza, desperdicios, retiro de sobrantes a pie de camión y lo necesario para su correcta ejecución.

La Colocación de anclas para torre Autosoportada en dados de concreto en dados para la sujeción para que en el momento que descarguen el concreto no lleguen a moverse y queden a nivel, esto incluye armado y plomeado, acarreo, fijación y todo lo necesario para su correcta ejecución.

El suministro, habilitado y armado de Acero de refuerzo  $f_c = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . será para los elementos de la cimentación, (zapatas, muros, dados, etc.) calibres del #3 al #5 esto debe de incluir: material, mano de obra, acarreo, limpieza, desperdicios, retiro de sobrantes a pie de camión y lo necesario para su correcta ejecución.

También el suministro, habilitado y armado de Acero de refuerzo  $f_c = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>. para elementos en cimentación, (zapatas, muros, dados, etc.) calibres de # 6 al #8 deben de hacerse a la par con el anterior concepto. incluye: material, mano de obra, acarreo, limpieza, desperdicios, retiro de sobrantes a pie de camión y lo necesario para su correcta ejecución.

Después de todo lo anterior viene el relleno y compactado de cepas, con material producto de la excavación al 90% proctor como lo marca las especificaciones del contratante esto debe de incluir acarreo, traspaleos, mano de obra, compactación por medios mecánicos, pruebas de laboratorio, limpieza y acarreo de material sobrante a pie de camión.

Al mismo tiempo se debe de realizar el relleno y compactado de cepas, con material producto de banco 90% proctor también como lo indican las especificaciones del contratante este debe de incluir acarreo, traspaleos, mano de obra, compactación por medios mecánicos, pruebas de laboratorio, limpieza y acarreo de material sobrante a pie de camión.

Se debe de Suministrar y colocar el autonivelante en dados de torre. Con especial cuidado ya que el mal empleo podría costar mucho dinero su implementación, este también incluye: material, mano de obra, cimbra en caso de requerirse, desperdicios, uso de artesa para mezcla, limpieza y todo lo necesario para su ejecución.

### **Torre**

Siguen las maniobras de descarga y colocación a pie de cimentación para la torre Autosoportada de 30.00 m. de altura y que cuenta con una plataforma de servicio, brazos bandera para 3 sectores tres escalerillas de guía onda, escalera de hombre. Incluye uso de grúa, obtención de permiso por parte el departamento de tránsito y seguridad pública, señalamiento de seguridad y todo lo necesario para su correcta realización peso aproximado de 8 a 10 toneladas.

Se debe de realizar el ensamblado de torre autosoportada con especial cuidado asta llegar al tope, incluye acarreo dentro del sitio, suministro y aplicaciones de pintura, la preparación, colocación y aterrizaje de pararrayos (cableados y soldaduras cadweld), luces de señalización (cableado, colocación y conexión de controlador, fotocelda y conexión a tablero de distribución), armado de plataforma, colocación de herrajes de microondas (2), maniobras de izaje, aparejos, permisos, grúa, equipo de seguridad y todo lo necesario para su correcta instalación.

## **CAPITULO V**

### **NORMAS Y ESPECIFICACIONES.**

#### **NORMAS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.**

Con la finalidad de normar un criterio de trabajo para la realización de los trabajos referentes al Estudio de la Mecánica de Suelos, necesario para el Diseño de la cimentación de las Radio Bases Celulares.

Se creo un manual de Normas y Especificaciones de Mecánica de Suelos(Estudios Geotécnicos).En ese Manual, se exponen y describen los alcances necesarios para la realización de los trabajos de campo, laboratorio e Ingeniería Geotécnica, para el diseño de la cimentación de la Torre y Contenedor, de los que consta una Radio Base, así como; tiempos de realización estimados(Ciudad de México y Zona Metropolitana). Que puede ser aplicado de la misma forma para el interior de la Republica Mexicana.

Así de esta forma se les pudo facilitar a los contratistas, alcances de trabajo, contenido y tiempo de entrega. Todo ello con la finalidad de que todos los estudios de Mecánica de Suelos que se realicen, se entreguen y contengan los mismos alcances. Teniendo así un Estudio de Mecánica de Suelos completo y confiable, independientemente de quien lo realice.

Cumpliendo con los requerimientos mínimos y/o necesarios, propuestos por el Reglamento de Construcción del D.D.F. y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(Norma Internacional S.U.C.S.)

Para el desarrollo de cualquier estudio geotécnico, comúnmente se llevan acabo trabajos de exploración y ensayos de laboratorio. El tipo y numero de exploraciones y de pruebas que inciden significativamente en el costo del trabajo, dependen de las características tanto de la estructura como del subsuelo, aunque en el caso de los proyectos de las RADIO BASES CELULARES, las estructuras

son típicas con algunas modificaciones en atención a la superficie, tamaño del predio y altura de la torre.

Considerando que los proyectos para las RADIO BASES están en su mayoría tipificados, se puede intentar una estandarización basada en el conocimiento de los procesos de exploración, muestreo y pruebas, así como los datos que de ellos puede obtenerse, estableciéndose en base a esto, el criterio particular para el desarrollo de Estudios Geotécnicos.

Se presenta en forma resumida y concreta la respuesta de trabajos de exploración y costo estimado para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos, lo anterior de acuerdo al tipo de suelo o depósito que se considera se encuentra en la zona.

Presentándose en el desarrollo de este documento la secuencia y criterio que sirvieron como base para el desarrollo del contenido, aclarándose que el encargado de los trabajos de Geotecnia puede proponer trabajos adicionales o diferentes, siempre y cuando justifique las modificaciones y estas sean aprobadas antes de ser ejecutadas por la Gerencia de Ingeniería.

Es importante señalar que todos los trabajos de Geotecnia deben ser realizados por una empresa especializada de reconocimiento en cuanto a los trabajos de Mecánica de Suelos.

### **Descripción de términos**

Para la interpretación de la propuesta se considerara lo siguiente:

a) Se aplicara, el nombre genérico de suelo fino a todos los materiales predominantes finos (con mas del cincuenta por ciento de partículas que pasan la malla numero dos cientos). En particular se mencionan a los siguientes: arcilla, arcilla limosa, arcilla arenosa, arcilla con grava, limo arcilloso y limo arenoso.

b) Se aplicara el nombre de suelos gruesos o granulares a aquellos que sean predominantemente gruesos (menos de cincuenta por ciento de partículas

pasan por la malla numero dos cientos). En particular se mencionan los siguientes materiales: arena limpia de cualquier graduación, arena con grava, arena poco limosa, arena limosa, arena limpia de cualquier graduación, grava arenosa, grava poco limosa y grava limosa.

c) Se aplicara el nombre de suelo cementado a cualquier tipo de suelo, cementado fuertemente con: sulfatos, óxidos, carbonatos, etc. Para ubicarse en esta clasificación la consistencia del deposito debe de calificarse como muy firme a dura para suelos predominantemente cohesivos y de compacidad densa a muy densa para suelos friccionantes o granulares.

d) Se considerara como roca a todos los materiales de este tipo que estén: sanos y poco fracturados, sanos y muy fracturados, poco alterados y poco fracturados o poco alterados y muy fracturados.

e) Se llamara relleno suelto a todos aquellos depósitos de cascajo, basura, suelos sueltos, o mezcla de ellos y rellenos sin control (a volteo).

f) Se consideraran como casos especiales todos los suelos y rocas no contemplados en incisos anteriores. En particular, quedan dentro de esta categoría los materiales donde puedan existir cavernas u oquedades.

g) La consistencia de los suelos finos se clasificara de acuerdo con su resistencia a la compresión simple de muestras inalteradas ( $Q_u$ ) y/o numero de golpes en la prueba de penetración estándar (N). La consistencia quedara definida de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>CONSISTENCIA</b>	<b><math>Q_u</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>N</b>
MUY BLANDA	MENOR A 0.25	MENOR A 2
BLANDA	0.25 A 0.50	2 A 4
FIRME	1.00 A 2.00	8 A 15



MUY FIRME	2.00 A 4.00	15 A 30
DURA	MAYOR A 4.00	MAYOR A 30

h) La compacidad de los suelos gruesos se calificara con el numero de golpes en la prueba de penetración estándar. La compacidad quedara definida de acuerdo con la siguiente tabla:

COMPACIDAD	N
MUY SUELTA	MENOR A 4
SUELTA	4 A 10
MEDIA	11 A 20
DENSA	30 A 50
MUY DENSA	MAYOR A 50

#### **Exploración de campo**

Para los proyectos en cuestión, el tipo, numero y profundidad de los sondeos, dependen esencialmente de dos aspectos: el tipo de suelo por explorar y la profundidad del nivel de agua freática (NAF).

En suelos duros o cementados y en roca sana o poco alterada, no es necesario efectuar sondeos profundos.

En cualquier tipo de suelo con el NAF cerca de la superficie, no se pueden excavar pozos a cielo abierto y se tiene necesidad de recurrir a técnicas de exploración profunda.

En suelos gruesos como por ejemplo las arenas limpias arriba o a bajo del NAF tampoco se puede excavar pozos a cielo abierto.

Antes de visitar el sitio, el geotecnista buscara definir el tipo de deposito por explorar. Ello lo puede hacer mediante su experiencia personal, consulta con ingenieros de la localidad o consulta de la literatura técnica, incluyendo proyectos previos en la zona.

En caso de desconocimiento total de la zona o ante cualquier duda, se efectuara una visita de reconocimiento al sitio por parte del ingeniero especialista, el cual ajustara su programa de exploración, muestreo y pruebas, con forme a los lineamientos de la empresa que construya.

En la visita se examinara visualmente el terreno en cuestión y sus alrededores, procurando buscar: cimentaciones descubiertas o en construcción, cortes, rellenos, pavimentos, comportamientos de estructuras cercanas, pendientes superficiales y toda aquella información que indica el proyecto y la construcción.

Debido a la posibilidad de que se tenga que colocar rellenos nuevos (saneos), en el sitio en estudio y que eventualmente la cimentación y los pavimentos se desplanten sobre aquellos, será necesario que el geotecnista visite los bancos de material de mayor uso en la región para muestrear los materiales (en caso de ser requerido por el contratante o cliente).

Esta investigación de bancos no será exhaustiva, ya que solo se pretende determinar las propiedades usuales de los materiales de préstamo de la zona, pues es necesario enterarse de los materiales que alrededor de cada sitio estén, ya que de ello depende la buena elaboración de compactación y lo firme que puede quedar la base de la torre.

La búsqueda del banco de extracción debe de ser alrededor del sitio para que en los costos de la torre no se encuentre en unos números estratosféricos en cuanto a la cuantificación de obra.

Antes de que el geotecnista seleccione el tipo, numero y profundidad de sondeos, deberá ubicar el deposito por explorar en cualquiera de las siguientes categorías:

### CLASIFICACION DE DEPOSITOS ESTRATIGRAFICOS

GRUPO	TIPO DE DEPOSITO	PROFUNDIDAD NAF
A	SUELOS FINOS DE CONSISTENCIA FIRME A DURA O SUELOS CEMENTADOS	MAS DE 3.00 M
B	SUELOS FINOS DE CONSISTENCIA FIRME A DURA O SUELOS CEMENTADOS	MENOS DE 3.00 M
C	SUELOS FINOS DE CONSISTENCIA MUY BLANDA	CUALQUIERA
D	SUELOS GRUESOS MUY SUELTO A MEDIA	CUALQUIERA
E	SUELO GRUESO DENSO A MUY DENSO	CUALQUIERA
F	ROCA	CUALQUIERA
G	RELLENO SUELTO DE MENOS DE 2 M DE ESPESOR	MAS DE 3.00 M

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

H	RELLENO SUELTO DE MAS DE 2 M DE ESPESOR	CUALQUIERA
I	CASOS ESPECIALES	CUALQUIERA

El tipo de deposito se refiere al mas desfavorable de los que haya abajo del nivel del terreno actual (NTA), en el caso de que el nivel de piso terminado y/o desplante de la cimentación de la Torre vaya a quedar a la misma elevación o mas arriba del Nivel de Terreno Actual.

En caso contrario, el tipo de deposito será el mas desfavorable de los que existan 3.00 mts., abajo del Nivel de Piso Terminado de Proyecto(Cimentación de Torre).

La profundidad del Nivel de Aguas Freáticas, esta referido al Nivel de Piso de Proyecto si este queda abajo del Nivel Actual del Terreno Natural, en caso contrario estará referido al Nivel del Terreno Actual.

El tipo y numero de sondeos por realizar, se determinara conforme al grupo al que corresponda el tipo de deposito y la profundidad del NAF, de acuerdo con la siguiente tabla:

## EXPLORACIÓN PROPUESTA

GRUPO	SM	PCA
A	1 (8-10 M)	
B	1 (8-10 M)	
C	1 (12-15 M)	UNO DE 2.00 – 3.00 M
D	1 (12-15 M)	UNO DE 2.00 – 3.00 M
E	1 (10 – 15 M)	
F	1 (6 – 10 M)	
G	1 (10 – 15 M)	
H	1 (12 – 15 M)	UNO DE 1.00 A 3.00 M
I	DE ACUERDO CON CRITERIO DE GEOTECNIA	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Donde :**

**SM** = Sondeo de muestreo mixto combinando la prueba de penetración estándar con muestreo inalterado con tubo de pared delgada (Shelby), en suelos blandos / sueltos. Y/O alternando la penetración estándar con el avance con maquina rotatoria ( brocas de diamante), y/o similar en suelos duros / resistentes.

**PCA** = pozo a cielo abierto, realizado a pico y pala, con extracción de muestras alteradas e inalterada (cúbicas)

a) la profundidad indicada es la máxima por alcanzar en cada sondeo. La profundidad de los sondeos (SM), deberá ser menor si se detecta un manto de cuando menos 4.00 Mts., de espesor de suelos finos de consistencia muy firme a dura o gruesos de compacidad densa a muy densa.

En el caso de los sondeos **PCA**, bastara con explorar una profundidad máxima de 3.00 mts., siempre y cuando se llegue abajo del futuro nivel de desplante de la cimentación, si se detecta los mismos suelos a que se hace referencia en el párrafo anterior. Si aparece un manto resistente antes de esta profundidad y se tienen antecedentes de que es continuo, se podrá suspender el pozo. No olvidar que el **PCA**, además, nos sirve para checar el nivel de aguas freáticas y espesor de relleno ( en caso de existir).

b) Los sondeos programados se ubicaran estratégicamente dentro del área en estudio, considerándose en todos los casos, que los sondeos se ubiquen en donde se va a desplantar la cimentación de la Torre.

c) En caso de que algún predio se encuentre sobre roca, bastara con la exploración propuesta y los antecedentes geotécnicos de la zona para garantizar la continuidad del deposito. Si persiste la duda sobre dicha continuidad, se propondrán para aprobación los trabajos necesarios para aclarar dicha duda.

d) Se pueden usar otras técnicas de campo para medición de las propiedades mecánicas e hidráulicas del terreno. Entre ellas se pueden mencionar

el presiometro, las pruebas de placa y los piezómetros. Su uso será aceptado previa justificación por parte del geotecnista y aprobación de la gerencia de ingeniería de la empresa en cuestión de la construcción.

e) En todos los pozos a cielo abierto se obtendrán muestras alteradas representativas a cada metro de profundidad o en cada estrato detectado. En depósitos de arcilla expansiva o material colapsable el citado muestreo se hará a cada 75 cms. de profundidad máximo.

En los pozos excavados en el área de la torre y/o contenedor se obtendrán cuando menos, una muestra inalterada de cada estrato (muestra cúbica), que puede ser afectado por la presión de los futuros cimientos. Es justificable tomar la muestra inalterada del o de los estratos de menor resistencia y mayor compresibilidad que se supone puede regir el diseño, aunque en el caso de suelos expansivos o colapsables también se recuperaran muestras inalteradas de las capas superficiales que pueden afectar la cimentación de la torre, pisos, pavimentos y firmes.

g) Las muestras de los sondeos donde se realice la exploración por medio de la penetración estándar, serán alteradas representativas. Se obtendrá una cada 60 cms., en forma continua y siempre se limpiara el sondeo antes de iniciar otra prueba. Si la herramienta no puede avanzar dicha distancia, se avanzara con brocas triconica o barreton el tramo faltante de cada prueba

Las muestras inalteradas de los sondeos de los denominados Sondeos Mixtos (SM), serán obtenidas con tubo Shelby de 4" de diámetro de los lugares que se hayan encontrado los suelos de menor resistencia en el sondeo de penetración estándar.

h) Si se anticipa que las cimentaciones se apoyaran sobre rellenos nuevos compactados construidos con productos de banco, será necesario obtener muestras integrales de 20 Kg. cada una de los bancos de mayor uso en la localidad.(En caso de requerirlo el CONTRATANTE).

## **Pruebas de laboratorio**

Todas las muestras, tanto de los muestreos superficiales de los profundos y los bancos de material (en caso de ser necesario y/o requerido), se someterán a los ensayos de humedad natural y de clasificación visual y al tacto, en húmedo y en seco, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Cada tubo Shelby se partirá previamente en dos tramos y las pruebas se realizarán en cada una de las caras expuestas.

Se seleccionarán muestras tanto alteradas como inalteradas para ejecutar pruebas adicionales de clasificación. En el caso de exploración exclusivamente con pozos a cielo abierto se seleccionará una muestra de cada estrato.

En los sondeos profundos se seleccionará una muestra de cada estrato a cada 3.00 mts. de profundidad como máximo. También se considerará como muestra seleccionada a aquella proveniente de algún banco de material y a las integrales del área de estacionamiento del terreno en estudio.

Los ensayos adicionales de clasificación consistirán en análisis granulométricos por mallas, límites de plasticidad (líquido y plástico), contracción lineal y densidad de sólidos.

A todas las muestras inalteradas se les determinará además su peso volumétrico natural a su resistencia al corte con el torcómetro manual o penetrometro de bolsillo. Se hará lo mismo en las caras expuestas de cada tubo Shelby.

Se seleccionarán muestras inalteradas para realizar las pruebas mecánicas de resistencia y compresibilidad, para lo cual es aconsejable emplear las muestras de menor resistencia al torcómetro o penetrometro de bolsillo y de mayor humedad. Para pruebas de saturación bajo carga o de doble prueba de consolidación, se debe utilizar las muestras con menor humedad inicial.



Para determinar la resistencia al corte se sugieren ensayos triaxiales en cualquiera de sus modalidades: rápida, rápida consolidada o lenta. El tipo de prueba lo eligirá el geotecnista.

En el caso de que el material sea fundamentalmente arenoso y por lo tanto no sea posible recuperar la muestra inalterada, se determinará el peso volumétrico en el sitio y se reproducirá probetas en el laboratorio, para los ensayos triaxiales correspondientes.

Las pruebas de consolidación se programarán en suelos finos de consistencia muy blanda a media.

Se efectuará un mínimo de una por estrato identificado y de dos para el posible estrato de apoyo, en suelos limosos o limo arenoso de compactación media se efectuarán ensayos de esfuerzo deformación-unitaria en la cámara triaxial.

Para medir el potencial de expansión o de colapsibilidad se llevarán a cabo pruebas dobles de consolidación unidimensional, uno de los especímenes se ensaya con la humedad natural y otro previamente saturado por capilaridad. Alternativa o complementariamente, se efectuarán pruebas de saturación bajo carga.

En el caso de que la cimentación y/o los pavimentos se vayan a apoyar sobre rellenos nuevos compactados, se determinará el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima de los productos de banco. Después se compactará una muestra del mismo suelo al grado de compactación que se pretende lograr en el sitio.

Las muestras así compactadas se someterán al ensayo triaxial correspondiente. Ejecutándose mínimo una serie de estas pruebas por cada banco.

## **Trabajos de gabinete**

La empresa de geotecnia deberá de resolver la cimentación de la torre(tipo de cimentación y profundidad de desplante), muros de contención en caso de requerirse, empuje sobre elementos de contención y análisis de estabilidad de taludes, determinación de capacidad de carga; calculo de asentamientos, corte estratigráfico, conclusiones, recomendaciones y reporte fotográfico.

Cuando el geotecnista tenga en sus manos toda la información de campo y de laboratorio, procederá a la construcción de la columna estratigráfica de cada sondeo(pozo), dibujando las propiedades geotécnicas relevantes de cada estrato de suelo. Para que el corte estratigráfico sea real, el nivel de boca de sondeo deberá estar referido al plano topográfico del terreno.

El análisis por efectuar incluirá análisis de capacidad de carga, calculo de deformaciones de las cimentaciones (asentamientos o expansiones), clasificación para pago de excavaciones. Adicionalmente podrá requerirse análisis geotécnico de empuje sobre muros de retención, análisis de estabilidad de taludes, calculo de etapas de excavación, determinación de sistema de bombeo, etc. El geotecnista será responsable de establecer los problemas de su área y las soluciones.

Habiendo definido lo anterior se procederá a la preparación del reporte geotécnico

### **Contenido del reporte geotécnico.**

El reporte final tendrá la finalidad de proporcionar recomendaciones para el diseño de las cimentaciones y mejoramientos, describiendo el procedimiento constructivo; evitando ambigüedades, uso de términos apreciativos y dar información innecesaria o redundante, debiendo contener los siguientes capítulos e información:

I.- ANTECEDENTES

II.- EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYES DE LABORATORIO.

III.- GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

IV.- CONDICIONES ESTRATIGRAFICAS.

V.- ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

ANEXO I.- FIGURAS.

ANEXO II.- REPORTE FOTOGRAFICO.

Cada uno de los capítulos anteriores, deberá contener mínimo la siguiente información:

**Resumen ejecutivo.-** tiene como finalidad permitir al interesado o usuario del estudio, conocer en forma concreta, clara y resumida los antecedentes generales del proyecto, condiciones actuales del predio, geología y sismicidad de la zona, estratigrafía del predio, soluciones de cimentación, incluyéndose sus recomendaciones y conclusiones.

**Antecedentes.-**En el se descubrirá brevemente el motivo del estudio, así como en forma general el proyecto o anteproyecto, indicando localización, características generales, condiciones topográficas y actuales del predio, así como cualquier otra información que se considere sea necesario conocer para efectuar los análisis de Mecánica de Suelos.

**Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio.-**En el se describirá primeramente los trabajos de exploración efectuados con objeto de definir la estratigrafía y obtener muestras representativas, indicándose ubicación, tipo, numero y profundidad de cada sondeo. Así mismo, y como segunda parte se indicaran los ensayos de laboratorio efectuados y los resultados obtenidos, lo

anterior con el objeto de determinar las propiedades de índice, granulométricas, mecánicas de resistencia y compresibilidad.

**Geología y sismicidad.-** Apoyándose de antecedentes bibliográficos y de los trabajos de exploración efectuados, se establecerá la geología regional de la zona y la historia sísmica, incluyéndose los coeficientes sísmicos para el diseño estructural.

**Condiciones estratigráficas.-** En este se describen las condiciones estratigráficas del subsuelo en el sitio, con apoyo en los cortes y perfiles estratigráficos, donde se marca la posición de las futuras estructuras, secuencia estratigráfica en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), posición del nivel de aguas freáticas (NAF), resistencia a la penetración estándar, compresibilidad, expansibilidad, resistividad y cualquier otra propiedad relevante y necesaria para los análisis.

**Análisis de cimentaciones.-** En este se describen los análisis realizados para definir el tipo de cimentación idóneo para la estructura en proyecto (Torre); teniendo en cuenta las propiedades del subsuelo; y las características estructurales de funcionamiento, indicándose el orden de magnitud de la presión de reacción admisible y deformaciones probables ( asentamientos y expansiones en su caso ), así como los empujes que soportaran las estructuras de retención, etc.; en caso necesario y para un entendimiento en forma mas clara se elaboraran las figuras necesarias.

En este mismo se indicara la secuencia constructiva de la cimentaciones, elementos de contención y estabilidad de taludes, haciéndose la observación que las recomendaciones deberán de ser practicas congruentes con los equipos de construcción y materiales de préstamo factibles de encontrarse en la zona.

El despacho o firma encargada del estudio de Mecánica de Suelos conservara durante un periodo mínimo de un año, un expediente con toda la información que no haya sido incluida en el reporte y que permita eventualmente

efectuar una revisión o discusión de sus conclusiones. Este expediente deberá contener anotaciones de la visita de inspección de campo, registros detallados de las pruebas de laboratorio y memorias de calculo geotécnico (cimentaciones, estabilidad de taludes, empujes sobre muros, etc.).

### **Información preliminar requerida**

Para la correcta planificación de cada una de las etapas de trabajo necesarias para la ejecución del Estudio de Mecánica de Suelos y descritas anteriormente, el contraste deberá proporcionar como mínimo la siguiente información:

- 1.- nombre del proyecto.
- 2.- nombre, dirección y teléfono de la persona o personas encargadas del predio.
- 3.- carta en la que se autorice la ejecución de los trabajo.
- 4.- carta en la que se le informe a quien corresponda de la ejecución de los trabajos y se soliciten permisos y facilidades necesarias para la correcta ejecución de los mismos.
- 5.- levantamiento topográfico del predio, incluyendo planta y elevación.
- 6.- proyecto o anteproyecto arquitectónico.

### **Tiempo de ejecución**

El tiempo de ejecución de los trabajos depende básicamente del tipo y profundidad de los sondeos, así como del tipo de ensayos por realizar en el laboratorio.

En la siguiente tabla se anota el numero de días hábiles promedio (incluyendo sábados) necesarios para la entrega del reporte geotécnico final, a

partir del primer día de exploración en campo y en base a la clasificación de suelo y propuesta de exploración indicada en la siguiente tabla.

**TABLA DE EJECUCIÓN**

CLASIFICACION DE DEPOSITO (T-1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
TIEMPO (DIAS HABILES)	15	15	20	20	18	12	18	20	*
*Depende de la exploración que proceda									

**Notas:**

En los proyectos cuyo subsuelo se haya clasificado como C; D y H, los días anotados son para estudios en ciudades localizadas dentro de un radio de 100 Km. Con respecto a la ciudad de México ( base de operaciones supuesta que ara el geotecnista) por cada 100 Km. Adicionales de distancia, se agregaran dos días mas de traslado de equipo de exploración; uno en viaje de ida y otro de regreso con muestras.

## **NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA TORRE.**

Con la finalidad de normar un criterio de trabajo para la realización de los proyectos de micro células, necesaria para mejorar la calidad en el servicio de la red de la telefonía celular se creo un documento con las Especificaciones y Normas Técnicas mínimas a cumplir con el proyecto.

En este documento se exponen y describen los casos más comunes encontrados en el desarrollo de los proyectos, cumpliendo con los requerimientos necesarios, propuestos por el REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL D.F., LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS Y LAS NORMAS DEL D.D.F.

### **Microcélula**

En el área metropolitana se clasifican en tres tipos, dependiendo en el lugar donde se ubican dentro del inmueble

#### **Micro célula en patio:**

Consiste en dos gabinetes a la intemperie; apoyándose sobre bases metálicas, asentadas en una plataforma de concreto armado y un mástil con una cimentación a base de una zapata concreto armado.

#### **Micro célula ubicada en sala:**

Este tipo se emplea cuando existe la posibilidad de rentar un espacio en alguna edificación existente, para alojar el equipo, instalando en la azotea o fachada de este, un herraje para fijar la antena.

Micro célula en azotea: consiste en dos gabinetes a la intemperie, apoyados sobre bases metálicas asentadas en una plataforma de concreto armado y un mástil fijados a pretíl, losa y /o en fachada.

Llamamos micro célula al lugar donde se alojan los equipos de radio transmisión y puede ser de dos tipos.

a) Gabinete

Es un gabinete prefabricado de lamina esmaltada, diseñados para trabajar al intemperie, con dimensiones de 110x60x180 centímetros, teniendo un peso aproximado de 800 kilogramos, por gabinete equipado, el área ocupada por este gabinete es hasta 13.00 m<sup>2</sup>.

b) Sala

Son espacios construidos que se arrendan. Sus características y sus dimensiones varían en cada caso tomando como mínimas 5.00 m<sup>2</sup>.

**Torre y antena :**

a) en patio

Para soportar la antena se utiliza un mástil con altura máxima de 900 centímetros

b) en azotea

Herraje que se instala en edificios de hasta 10.00 metros de altura.

**Descripción general de las radio bases.**

\* La radio base micro es parte del subsistema de la estación de base móvil

\* Este subsistema maneja la comunicación entre el centro de conmutación de servicios móviles y las estaciones móviles.

\* también supervisa la calidad de transmisión de radio durante la llamada en progreso.

\* Contiene un divisor de la potencia que distribuye la trayectoria de recepción de radio frecuencia desde la unidad multiacopladora a todos los traseptores en gabinete.



\* La otra función de esta radio base es también soportar la comunicación por ejemplo voz y datos de control entre las unidades.

\* Minimiza la cantidad de cableado que se debe de utilizar en la instalación.

### **Códigos y especificaciones.**

Los materiales y procedimientos de trabajos estarán en conformidad con la últimas ediciones de las publicaciones citadas en estas especificaciones.

El acero estructura será del tipo definido conforme a lo materiales especificados y listados en el "Specification for the desig, fabrication and Erection of Structural steel for buildings",

Editado por American institute of Steel Construction (AISC). Los perfiles estructurales (ángulos, canales, etc.) serán de acuerdo al acero A-36 y los tubos serán de tipo industrial NOM- B- 177 (ASTM-A- 53).

El galvanizado, la pintura y la iluminación se ajustaran a los preescritos en la s normas de construcción de las radio bases.

### **Materiales**

Los pernos y tornillos serán de alta resistencia y se ajustaran a los preescritos en la norma del "Estándar Specifications for High Streght Bolts for Strutural Steel Joints, Including Suitable Nuts Plaing Hardenef Washers.

### **Fabricación.**

Los planos de fabricación se ajustaran estrictamente a las especificaciones proporcionadas por la empresa solicitante, así como el proveedor deberá elaborar la memoria de calculo y planos del mismo, en caso de no ser torre prototipo.

Las piezas se fabricaran correctamente de los tamaños y dimensiones mostradas en los planos del taller propiedad del proveedor. Los cortes y

perforaciones se hará de manera que produzcan superficies y líneas continuas, fieles a los detalles indicados.

La mano de obra deberá ser de buena calidad y calificada, para lo cual el proveedor deberá entregar a la empresa solicitante cada seis meses copia de su certificación, las operaciones de corte punzonada y soldadura se hará con equipo y se removerán todas las rebabas.

Inspección externa.: queda establecido que la inspección externa será efectuada por personal no perteneciente al fabricante o al montador, las partes contractuantes adquieren las obligaciones siguientes:

El fabricante y el montador deberán permitir el acceso al inspector a todos los lugares en que se este efectuando el trabajo. El fabricante deberá notificar con un mínimo de 24 horas de anticipación de sus trabajos.

La inspección de la empresa contratante o su representante se llevara acabo en el taller de fabricación asta donde sea factible. Las inspecciones deberán hacerse en la secuencia necesaria, oportuna y en forma tal de causar el menor trastorno a las operaciones de producción permitiendo la reparación del material que no cumpla con los requisitos

Los detalles definitivos no tomara en cuenta tolerancias; el fabricante considerara tales tolerancias al detallar elementos que deban ensamblar en otros y preverá algunas razonables para el ajuste de la partes.

#### **Requerimientos generales de cargas y esfuerzos.**

Todas la líneas sobre el cuerpo de la estructura de la torre como área de oposición al viento ( se debe de incluir la escalera y cama guía de onda ). Para análisis estructural se consideraran los tipos de carga, CARGA MUERTA (CM), CARGA VIVA (CV), CARGA ACCIDENTAL (CA), como es el viento y/o sismo, con los cuales se deberán hacer combinaciones y regirá finalmente la mas desfavorable. Finalmente las condiciones de carga estarán en función de la región

en que se colocara la torre por lo que se recomienda tomar como base los reglamentos, normas y especificaciones locales.

En cada sitio y cada caso de estructura, deberá ser respaldado debidamente por un análisis tridimensional y por un diseño estructural, así como por la entrega de planos estructurales de la torre antes de su instalación.

El proveedor de la torre, entregara en un lapso de cinco días posterior al recibir el pedido, la siguiente información bajo las consideraciones de diseño indicadas.

El contratante indicara las características de la torre: topo, cargas plataforma, soportes, radios, etc., y bajo las siguientes consideraciones de diseño:

a) En el plano denominado E-1 (obra civil y detalles, ver Anexo), se indicaran distancias, dimensiones y localizaciones de anclajes y cimentaciones de torre propuesta por el contratista.

b) Velocidad regional  $V_r$  de acuerdo a la zona eólica indicada en la normatividad, factor de topografía  $F_t$ , categoría del terreno según su rugosidad C.T., clase de estructura según su tamaño C.E.T.

c) Estudio de Mecánica de Suelos, solo en torres Auto soportadas, Monopolos o en casos especiales en que se requieran como Torres Arriostradas.

d) La estructura para el análisis en los apoyos, será :

Autosoportadas : Articuladas en sus tres apoyos .

Arriostradas : Articuladas en apoyo central y anclajes, restringida en el sentido gravitacional.

Herrajes especiales: Restringido en sus tres direcciones.

Monopolos : Restringida en sus tres restringida

El proveedor en análisis de cargas deberán considerar de acuerdo al tipo y altura de la torre: plataforma de descanso (si lleva), escalera, sistema de seguridad, así como cargas muertas adicionales ( Sistema de iluminación, galvanizado, etc.) y deberá entregar:

a).- Plano de estructura, cortes y detalles, así como lista de materiales integrados a los mismos datos de diseño, tanto en elevación, planta cuadro, de cargas y velocidad de viento considerada

b).- Plano de cimentación con cortes y detalles, cuadros de datos de diseño (  $f_c$ ,  $F_y$ ,  $Q_a$  capacidad de carga admisible).

c).- Análisis tridimensional de estructura, indicado en todos sus elementos y/o nudos esfuerzos y elementos mecánicos, que a su vez nos indiquen la estabilidad de la torre.

d).- El proveedor deberá entregar un diskete impresa la memoria de calculo estructural y planos (Autocad), conteniendo los siguientes puntos:

- 1.- Descripción del proyecto.
- 2.- Modelo matemático de la estructura (geometría).
- 3.- Análisis de cargas y combinaciones factorizadas.
- 4.- El análisis estructural debe ser entregado obligatoriamente en el software staad III
- 5.- Diseño de conexiones( placas y tornillos).
- 6.- Diseño de placas base y anclas.
- 7.- Diseño de cimentación ( realizar revisión por volteo y/o extracción).
- 8.- Plano estructural de la torre, detalles lista de materiales y cimentación.
- 9.- restricciones del desplazamiento total debe ser de  $0.5^\circ$ .

Dicha información debe ser entregada al Departamento de Proyectos de Infraestructura, el cual dará el Vo.Bo. del diseño estructural y lo enviara al Departamento de Construcción de la región correspondiente, sin que este Vo.Bo. no se podrá empezar ningún trabajo relacionado con la torre; este diseño debe ser entregado tres días después de recibir el estudio de Mecánica de Suelos.

Para la recepción de materiales en el sitio, deberá contar con toda la información anteriormente descrita ya que por ningún motivo se procederá a la instalación de la estructura.

Para la cimentación de la estructura es importante conocer el sitio, así como la definición de la misma.

Deberá de recaer en un ingeniero especialista con la suficiente experiencia como para dar una definición de la cimentación y respaldo en un estudio de Mecánica de Suelos entregado por la empresa contratante y esto para el caso de estructuras desplantadas sobre nivel de terreno en caso de instalarse sobre estructuras existentes, será importante revisar los efectos por sobre carga transmitidos a la construcción, revisión que deberá ser avalada por un perito o director responsable de obra de acuerdo a la localidad.

Para análisis y diseño estructural se regirá bajo los códigos: Manual de Diseño de obras civiles de la C.F.E., Reglamento y Normas Complementarias del D.D.F.(vigente), A.I.S.C. (edición vigente), Código A.S.T.M. y Reglamento Vigentes de la localidad en que se instalara la estructura. Así también, deberá cumplir con los siguiente requisitos de diseño:

a).- rigidez

Torsión máxima de  $\pm 0.3$  grados

Torsión máxima de  $\pm 0.5$  grados en el tope de la torre

b).- Rigidez de acuerdo a la antena de microondas y sistema de transmisión.

## **Pintura**

Siendo bajo norma obligatorio el balizamiento y de acuerdo al dictamen técnico emitido por cada sitio por la secretaria de comunicaciones y transportes a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil, Todo elemento estructural de torre previo enderezado después de galvanizado se pintara en taller y/o sitio antes del montaje y después de instalarse, la torre en su totalidad se repintara. (norma básica de seguridad de la D.G.A.C.

## **Sistema de Iluminación.**

De acuerdo al proyecto que regula la evolución y autorización de obras en terrenos cubiertos por superficies limitadoras de obstáculos y zonas de protección de aeródromos civiles.

Todas las instalaciones y construcciones cuyos puntos mas altos se aproximen a los limites establecidos por las superficies limitadoras de obstáculos y áreas de protección de los procedimientos terminales por instrumentos, deberán balizarse e iluminarse.

Será requisito indispensable para la implantación de un sitio celular, obtener el Dictamen de señalización y balizamiento de la Dirección General de Aeronáutica Civil, para lo cual el responsable de localización y contratación de sitios a través de la Gerencia de Proyectos puede obtener el predictamen anticipado a contratar el predio validado por un perito en telecomunicaciones; de esta forma confirmar que no se tienen problemas de ubicación y altura para la implantación del sitio, para esto se requiere la información:

- Dirección del predio
- Fotografías panorámicas tomadas del centro del predio hacia los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste a fin de determinar apantallamientos por elementos existentes: torres, edificios, cerros, etc.)

- Altura de la estructura (Torre) incluyendo pararrayos.
- Coordenadas de ubicación
- Metros sobre el nivel del mar (M.S.N.M.)

Para la identificación visual de los objetos que pueden interferir con el tráfico aéreo y en algunos casos en los instrumentos de navegación de la Dirección General de Aeronáutica Civil (D.G.A.C.) nos da sus recomendaciones en la normatividad.

De acuerdo a la ley de aeropuertos, todo el sitio celular debe ser manifestado ante la Dirección General de Aeronáutica Civil acompañada de una serie de documentación para dictaminar su balizamiento y sistema de iluminación.

La empresa solicitante localiza sus instalaciones en predios propios y arrendados con particulares (Terrenos baldíos o estructuras existentes) en estructuras propias se requiere obtener el dictamen de la Dirección General de Aeronáutica Civil a sí como en estructuras arrendadas.

La instalación la realizara el proveedor calificado por la empresa contratante (No necesariamente quien instale la torre deberá instalar el sistema de iluminación; el balizamiento o pintura lo realizara l que suministre la torre. Para lo que el proveedor del sistema esta obligado a respetar y seguir lo indicado por las normas, así como el dictamen de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

En la recepción del sistema instalado, el proveedor deberá entregar a la empresa solicitante el diagrama eléctrico del sistema de acuerdo a las instalaciones existentes en cada uno de los sitios, ningún diagrama será tipo.

Todo tipo de iluminación deberá ser entregado por el proveedor con la certificación del mismo, por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Para fines de cotización la empresa solicitante entregara un listado de materiales, los cuales contemplaran la altura de la torre y distancia horizontal al contenedor, dejando abierto al proveedor y debidamente justificado en su oferta técnica, sugerir registro (cajas) adicionales ala indicadas, siguiendo la normatividad del proceso de asignación y contratación de la obra de la GCM. Al final del trabajo de existir diferencias de materiales en mas o menos lo verificara la supervisión de la empresa solicitante.

#### **Sistema de aterrizaje.**

Durante el proceso de obra civil se dejaran ahogados electrodos, interconectados entre si dejando una delta alrededor de la cimentación de la torre y con tres colas exteriores de tres metros de largo aproximadamente, las cuales se conectaran en cada una de las patas de la torre.

Las líneas de transmisión se aterrizaran independiente al sistema de pararrayos. La utilización del pararrayos estará en función del tamaño y localización de la torre( casa habitación, edificio, terreno baldío, etc. Por lo que para su definición deberá consultarse la norma y especificación del sistema de tierras.

#### **Accesorios estructurales de la torre.**

La plataforma para telefonía celular será triangular y también deberá de ser giratoria para facilitar su orientación y se instala un pasillo perimetral con metal desplegado, cuidando en su fabricación y diseño que los de apoyo tengan la resistencia suficiente para soportar a una persona caminando sobre su andador.

En el pasillo(Cuidando la posición de la escalera de acceso) de la plataforma se dejara un registro hombre para el acceso a la misma, esto será siempre y cuando los espacios libres hacia la plataforma sean obstruidos, por algún elemento de la torre como puede ser el triangulo estabilizador o la propia estructura de la plataforma.



### **Escalera y acceso a plataforma.**

Toda torre deberá de llevar escalera y acceso a plataforma para dar mantenimiento al sistema. La escalera se instalara en el exterior del cuerpo de la torre a excepto de ser de mayores dimensiones, tanto en torre arriostrada como Autosoportadas las cuales nos permitan subir a la misma sin posibilidades de golpearse. Cuando sea exterior su instalación y la torre sea mayor a doce metros, se deberá instalar en la escalera un sistema de cable de seguridad.

Para torres arriostradas a la escalera se le colocara en la cara izquierda viendo de frente la cara de la torre en que se encuentra instalada la cama guía de onda.

Ahora para el caso de torre auto soportada o arriostrada si lo permite las dimensiones del lado, la escalera se colocara junto a la cama guía de onda como lo indica el diagrama en elevación de torre auto soportada.

### **Anclas .**

Para el caso de las torres arriostradas se considerara el suministro de tres anclas y un perno central, para las Autosoportadas se suministrara tres juegos de anclaje. Esto estará sujeto al tipo de torre, área disponible de instalación y el análisis estructural de la torre.

### **Sistema de seguridad para ascenso en torres.**

El dispositivo de seguridad para el ascenso a torres, recomendándose se utilice cinturón de seguridad al ascender a la torre y amarrarse con el mismo en estructura de plataforma es sumamente importante cuando se realicen instalaciones o programas de mantenimiento, así como dar facilidades de acceso a la estructura de la torre.

La empresa contratante requiere que el sistema de seguridad tengan las siguientes características en sus siguientes partidas.

- Cinturón de seguridad ( no arnés)
- Sistema con seguros en parte superior e inferior (sujeción a escalera) y facilidad de sujetarse al cable con el carro del cinturón de seguridad parado a nivel de piso, es decir sin necesidad de subir peldaños de escalera.
- Cable galvanizado para deslizar el carro del cinturón.
- Las guías intermedias del cable sean fácil de desabrochar, es decir que el carro del cinturón no requiera de desabrochar hasta llegar a la cúspide.
- Carro de cinturón con gancho de seguridad.
- Cuerda de amarre para maniobras largas ( de nylon).

Será necesario la utilización del sistema de seguridad para todo tipo de torres mayores de doce metros de altura y se deberá tener especial cuidado de la trayectoria del mismo en su ascenso tenga libre para que una persona ascienda sin ninguna dificultad, tanto la plataforma de descanso.

El proveedor de la torre deberá suministrar e instalar el mencionado sistema.

**Generalidades.**

El fabricante de la torre deberá entregar con la debida anticipación a la Gerencia de Proyectos el análisis estructural y diseño de cimentación de cada torre para su revisión y visto bueno.

Finalmente en todo trabajo el proveedor entregara a la empresa solicitante, planos estructurales con ubicación, sistemas de iluminación y pararrayos de cada sitio.

El fabricante de la torre deberá disponer de personal para la verificación de Obra Civil en los siguientes eventos:

- Trazo de apoyos y/o zapatas de cimentación.
- Trazo, nivelación y orientación de anclas.

Estas visitas deberán ser conjuntamente coordinadas con personal de supervisión de obra de la empresa solicitante.

El supervisor de la empresa solicitante elaborara un protocolo de recepción, mediante el cual recibirá los trabajos a demás en el que se indicaran trabajos extras comprobables en el sitio, expresado en un balance de materiales cotizados contra recibidos e instalados.

#### **Procedimientos de instalación en torres y accesorios.**

Verificación de obra civil.

Se deberán realizar visitas conjuntas ver con el Departamento de Construcción y proveedor de torre para verificar el distanciamiento entre los tres apoyos de la torre, así como la nivelación y la ubicación de los pernos de anclaje, de acuerdo a requerimientos del proveedor de la misma.

#### **Orientación de la plataforma.**

Los departamentos de radiofrecuencia y transmisión generan las especificaciones requeridas en cada Radio Base Celular, en las cuales nos indican altura de centro de radiación, tipos y numero de antenas por sector, inclinación, orientación de sectorización

Magnética y propiedades de accesorios, así como otros requerimientos y espacios necesarios.

La orientación la dará con la brújula magnética, marcando la misma en la superficie del predio y antes de iniciar la instalación de la torre. No importando la ubicación de la torre por lo que la estructura de la plataforma deberá ser como

requisito de instalación móvil o giratoria ( Estructura con facilidades de reorientarla de así requerirlo).

#### **Instalación de estructura de la torre.**

Una vez recibido en su totalidad los materiales( por nota de revisión del proveedor) que integran la estructura de la torre y la cama guía onda, se procederá a supervisar la instalación de la misma. Cuidando principalmente su verticalidad ( por medio de nivelaciones ), plataforma y apoyos de cama guía de onda, cuidando que estos últimos estén suficientemente ahogados en muros de concreto o en el terreno natural para regidarlos y evitar así movimientos horizontales en la cama, esto debido a la altura y esbeltez de los perfiles estructurales.

Además se verificara que ningún elemento de la estructura tenga daños que pudieran provocarse en el traslado al sitio, verificar visualmente el galvanizado y cuidar el torque de los tornillos y/o en su caso la tensión de retenidas (especificadas por el proveedor) de acuerdo al análisis estructural.

La pintura en la torre deberá realizarse al nivel de piso, para posteriormente al montaje de torre solo se retoque, quedando finalmente toda la superficie pintada correctamente.

#### **Protocolo de recepción.**

Para recibir la instalación como terminada deberán conciliar la misma en el sitio personal de operación y mantenimiento por la empresa solicitante, contratista (proveedor de torre o sistema de iluminación) y supervisor de instalaciones de la empresa solicitante siguiendo los pasos y quedando solo pendientes hasta que se termine de instalar el contenedor, el barrido de antenas y la correcta continuidad de las líneas de transmisión.

Se ha hablado del concepto del sitio celular en estas normas, para lo cual es necesario mencionar que este puede ser radio base, repetidora o micro célula.

No mencionaremos la definición entre cada uno de ellos, pero si su requerimientos generales de implantación en su infraestructura.

Así también, podremos dar las características generales del contenedor sala de mampostería y sala de multipanel, sitio en el cual se almacena el equipo telefónico.

De acuerdo a características de estructuración, cimentación, pesos, estéticas, forma de trabajo, Así como el tipo de anclaje.

### **ESPECIFICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.**

Propuesta tipo de alcances de trabajos para realizar estudios de mecánica de suelos para las radio bases.

Partiendo de la base de que en la Ciudad de México y zona aledaña, existen tres tipos de suelo: la zona I o de lomas, la zona II o de transición y la zona III o zona de lago, para cada zona se utilizan diferentes tipos de exploración, así como la realización de pruebas de laboratorio diferentes para cada zona, por lo que el tiempo de determinación del estudio y los trabajos a realizar tanto en campo como en el laboratorio son mas tardados según la zona y a su vez es mas costosos, por tal motivo se comento lo siguiente.

Cabe mencionar que en la Republica Mexicana, También nos encontraremos los tipos de suelo anteriormente descritos.

#### **a) Para la zona I o Zona de Lomas**

Se debe de considerar la realización de un sondeo del tipo mixto alternando penetración estándar y avance con rotación con brocas de tungsteno y/o diamante.

Con extracción de muestras inalteradas hasta una profundidad variable entre seis metros a diez metros (dependiendo la resistencia del terreno y/o a consideración del ingeniero especialista en geotecnia).

En el laboratorio la realización de pruebas de tipo índice tales como; pruebas de clasificación visual y al tacto, contenido de agua, peso volumétrico y en caso de ser posible y/o necesario, prueba de densidad de sólidos, límites de consistencia y análisis granulométrico. Todo en base al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

En los sitios donde sea difícil el acceso por los equipos de exploración:

Se podrán realizar de uno a dos pozos a cielo abierto de dos metros a tres metros de profundidad con extracción de muestras cúbicas inalteradas y obtención de muestras alteradas.

Los ensayos de laboratorio a realizar serán de tipo índice y en caso de ser responsable y/o necesario la realización de ensayos de tipo mecánico( de resistencia). En base al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

El tiempo estimado de entrega para la realización de los trabajos anteriormente descritos contando con la disponibilidad y capacidad de la empresa asignada, debe de ser por lo general mínimo de dos y medio metros a tres y medio metros semanas a partir del inicio de los trabajos de campo, pudiendo entregar información preeliminar tres días laborables posteriores a la terminación de los trabajos de campo.

#### **b) Para la Zona II o Zona de Transición.**

Se debe de considerar la realización de un sondeo de exploración del tipo mixto alternando penetración estándar y tubo Shelby y/o penetración estándar y avance con rotación y/o solamente penetración estándar, según el tipo de suelo a encontrar. Pudiendo extraer muestras alteradas y en caso de ser posible (depende

de la consistencia del suelo ) extracción de muestras inalteradas hasta una profundidad mínima de diez a quince metros.

En laboratorio de la realización de ensayos de tipo de índice, tales como, pruebas de clasificación visual y al tacto, contenido de agua, análisis granulométrico, límites de consistencia y densidad de sólidos y en caso de ser posible y/o necesario, pruebas del tipo mecánico, tales como ensayos de compresión simple, triaxial y pruebas de consolidación. Todo en base al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

El tiempo estimado de entrega para la terminación de los trabajos anteriormente descritos contando con la disponibilidad y capacidad de la empresa asignada, debe de ser por lo general mínimo de tres a cuatro semanas a partir del inicio de los trabajos de campo, pudiendo entregar información preeliminar a los cinco días laborales posteriores a la terminación de los trabajos de campo.

**c) Para la Zona III o Zona de Lago.**

Se debe de considerar la realización de un sondeo de exploración del tipo mixto alternando penetración estándar y tubo Shelby, con extracción de muestras alteradas e inalteradas ( tubo Shelby), Hasta la capa dura (Se encontraran por lo general a una profundidad variable entre veinticinco a cincuenta metros) y/o a una profundidad mínima de quince metros.

Y de ser posible, la realización de la excavación de un Pozo a Cielo Abierto, de uno a tres metros de profundidad ( hasta donde lo permita el nivel de aguas freáticas N.A.F.).

Con extracción de muestras inalteradas (muestras cúbicas). Esto también es con la finalidad de certificar el nivel de aguas freáticas, determinante en la etapa de excavación de la cimentación, su profundidad de desplante y estabilidad de la misma.

En laboratorio la realización de ensayos del tipo índice y mecánico, tales como; pruebas de clasificación visual y al tacto, contenido de agua, peso volumétrico, densidad de sólidos, análisis granulométrico, límites de consistencia, de expansibilidad (en caso de ser necesario), etc., y pruebas de compresión simple, compresión triaxial y consolidación. Todo en base al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

En tiempo estimado de entrega para la terminación de los trabajos anteriormente descritos, contando con la disponibilidad y capacidad de la empresa asignada, debe de ser por lo general mínimo de tres y media a cuatro media semanas a partir de los inicios de los trabajos de campo, pudiendo entregar información preliminar a los cinco días posteriormente laborables a la terminación de los trabajos de campo.

Finalmente, para las tres zonas (I, II y III), la realización de un informe técnico en donde se incluirá los resultados e interpretación de la exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio corte estratigráfico, determinación de capacidad de carga, cálculo de asentamientos, profundidad de desplante, tipo (s) de cimentación factibles de emplearse, conclusiones, recomendaciones y reporte fotográfico.

Cabe mencionar, que la empresa que desarrolle los alcances anteriormente descritos No los podrá realizar en menos tiempo, debido que tanto la exploración del subsuelo, como la pruebas de laboratorio llevan un procesos y un determinado tiempo de realización.

La empresa que ofrezca un menor tiempo estimado o menos alcances, esta dejando de realizar algún trabajo, además de no cumplir con los términos referidos en el Reglamento de Construcción del D.D.F. ( Ver reglamento vigente).

Entre mas datos se tengan del subsuelo en estudio, la solución al problema de cimentación será la mas optima desde el punto de vista Técnico-Económica.



En caso de tener menos datos, la solución de cimentación se tomaría con mas factores de riesgo y/o seguridad, lo cual no beneficiaría la construcción de la cimentación desde el punto de vista económico, ni la seguridad de la misma.

**Notas generales.**

Los ensayos de laboratorio considerados en este catalogo son:

**Para la Zona I ( de lomas ).**

- Realización de los ensayos de tipo índice, tales como
- clasificación a todas las muestras.
- Contenido de humedad a todas las muestras
- Un peso volumétrico
- Y en caso de ser posible y/o necesario, dos limites, dos granulometrías y dos densidad de sólidos.

**Para la Zona II y III,**

- clasificación a todas las muestras.
- Contenido de humedad a todas las muestras.
- Limites de plasticidad ( mínimo dos)
- Análisis granulométrico ( mínimo dos)
- Densidad de sólidos ( mínimo dos)
- Peso volumétrico ( mínimo dos)
- Compresión simple ( mínimo dos en suelos arcillosos de consistencia blanda a media).

- **Compresión triaxial tipo "uu" ( mínimo dos en suelos de consistencia blanda a media o compacidad suelta a media).**
- **Consolidación unidimensional (mínimo dos en suelos arcillosos de consistencia blanda a media).**

**El contratante deberá de proporcionar al inicio de los trabajos mediante el conductor correspondiente la ubicación de la obra en estudio y planos del mismo, así como los permisos necesarios para la realización.**

## CONCLUSIONES

En todo tipo de edificación la problemática resulta ya familiar: crecientes tasas de demanda, niveles de habitabilidad mas confortables, sistemas constructivos con mayor economía, abatimiento de tiempo de ejecución, etc.

Mediante la construcción el ingeniero combina losa resultados obtenidos de la investigación y de un proyecto para ensamblar, armar o producir los sistemas deseados.

Esto se hace por medio de la administración de los recursos económicos, de materiales, equipo y mano de obra necesarios para obtener el producto acabado.

El desarrollo del producto consiste en establecer cual es la aplicación practica de algún producto, sistema o método de investigación en la etapa previa.

Si la torre levantada es satisfactoria, se debe a la vez, a que el tiempo a eliminado tanto los conceptos como las ejecuciones peligrosas y a que el usuario por no ser capaz de imaginar mas que lo que conoce, se contenta con la repetición indefinida de lo que siempre ha visto.

Este desarrollo ha sufrido sus impactos con la aparición de las instalaciones de comodidad, las cuales, al principio, fueron pura y simplemente añadidas a la comunicación y edificación, la fontanería, la electricidad, etc.

En los tiempos actuales a demás de proporcionar comodidad cumple con la exigencias a las que están sujetas, tanto las instalaciones como las edificaciones, otro aspecto que se debe de tomar en cuenta, es la rapidez de ejecución, el cual se reduce bastante utilizando elementos prefabricados; puesto que estos no

necesitan mas que unas cuantas horas para su colocación e instalación, utilizando, mano de obra calificada.

Y puesto que satisfacer las necesidades de telefonía celular ha sido para el hombre en todas las épocas una prioridad sin embargo, a un en nuestros tiempos, lograr este objetivo no resulta una tarea fácil.

Referirnos a nuestro pais, una solución a nuestro problema de telefonía celular se ve obstaculizada por la crisis económica, que atraviesa y la falta de información a cerca de los pocos daños y los muchos beneficios que pueden dar el colocar una torre y una antena celular a la cual habrá que sumarle, si hablamos especificamente de la Ciudad de México y su área conurbana el aspecto histórico de la falta de planeación en el desarrollo urbano y las complicaciones que estas traen consigo y en buena medida por la falta de difusión de las ventajas que ofrece este servicio.

Este servicio convencional tiene también muchas ventajas:

- a) Un limitado numero de radio frecuencia disponible para proveer el sitio.
- b) Características inferiores de transmisión proporcionadas por que solamente se destina a una antena distante.
- c) Interferencias de otros vehículos en el mismo canal.
- d) Altos costos de servicio.

La diferencia entre los teléfonos celulares y la inicial generación de teléfonos móviles, de automóviles, es que los primeros funcionan siempre, en tanto que en los segundos la comunicación se interrumpe cuando se interpone alguna barrera física entre la antena central y el vehículo receptor, se va perdiendo a medida que el receptor se va alejando de la estación base.

Es por eso que el hecho de construir radiobases en todas las áreas del país tendremos más eficiencia en cuanto a la recepción de las ondas telefónicas y se perfeccionará el área de la comunicación telefónica celular.

Tomando en cuenta que en los últimos años la telefonía celular ha tenido un auge inesperado en las ventas de artículos de teléfonos celulares y por consiguiente la red de telefonía celular llega a tener saturaciones y problemas en cuanto al tipo de recepción es necesario tener que realizar varios sitios celulares, y es por eso que el motivo de este trabajo realizado ponga a disposición de las futuras generaciones un material de apoyo en cuanto a la formación de las radiobases.

Pues la ciudad de México está creciendo y la demanda de ventas de teléfonos celulares también, estas acciones no se tenía contemplado en cuanto a las planeadas en ventas y por eso la necesidad de planear estrategias de colocar torres telefónicas y antenas celulares, para por lo menos tratar de cubrir las diferentes áreas de necesidad de los usuarios y así dar el servicio óptimo que ofrece este sistema vía satélite.

Por que no nada más es de poner o instalar una torre de telefonía, sino también es de planear y tomar decisiones en las posibilidades de sitios en donde se pueda tener las mejores condiciones y coberturas de las señales puesto que también implica, abarcar otras áreas, como es el de negociar con la gente, el simple hecho de saber en que momento se tomara una decisión estando el proyecto en marcha o el impacto ambiental que causara la torre en la zona.

El impacto ambiental lo logra la pintura que se coloca en las celosías de la torre, que son blanco y rojo, esta acción conlleva a los colonos a intervenir a que no se realice la construcción de la radiobase.

Esta es una de las tantas acciones con las que se llega a impedir la realización de una radiobase, pero la necesidad de satisfacer a los usuarios que utilizan este servicio es más grande que estos impedimentos.

Otro ejemplo es la toma de decisiones, que subsiste al peligro de multiplicar indefinidamente el estudio de las alternativas, de querer asegurar tanto la calidad de la decisión, que esta no llegue a producirse, o no lo haga a su debido tiempo. El estudio de la decisión puede servir de coartada precisamente para evitar tener que tomarla.

La decisión exige, por tanto, un acto de voluntad. En un momento dado hay que pasar a la acción, lo que siempre es fruto de una actitud mental. Ese acto de voluntad es esencial a toda decisión asta tal punto que la decisión no llega a existir sin dicho acto volitivo.

La dificultad principal que tiende a inhibir la toma de decisiones es el riesgo e incertidumbre.

Toda persona que toma decisiones parte, pues, de una actitud mental que supone aceptar que la decisión ha de tomarse casi siempre en condiciones de incertidumbre y, por tanto, con una inevitable dosis de riesgo.

Toda persona que toma decisiones puede equivocarse y, de hecho, si toma decisiones con un cierta frecuencia se equivocará en algunos casos. Evidentemente el que no se equivoca es el que no toma nunca una decisión en las empresas, hay auténticos maestros en el arte de eludir responsabilidades y de evitarse verse implicados en la toma de decisiones, siempre encuentran algún motivo para justificar que no es el momento oportuno, o que la decisión compete a otra persona, o que es preferible crear un comité, o que se debe profundizar en los estudios previos, etc.

En muchos casos estas personas que evitan por cualquier medio tener que tomar decisiones por el riego que ella entraña y por el miedo a equivocarse son especialmente implicadas, crueles y negativas con las decisiones adoptadas de otros y que han resultado equivocadas. Este tipo de actitud produce en las empresas un ambiente defensivo de consecuencias extremadamente graves,

sobre todo en el ámbito de los proyectos, por que dificulta al máximo la toma de decisiones.

Por eso si el supervisor quiere ser capaz de tomar decisiones con suficiente agilidad y sin tensiones negativas, es necesario instaurar un ambiente de estímulo y de confianza a los profesionistas que van saliendo a penas a tomar decisiones y un estilo de gestión en el que se admite el derecho de error.

Por la misma razón, destacábamos en su momento la necesidad de que el jefe de proyecto fuese investido de la autoridad suficiente, sin la cual no podría tomar decisiones significativas o éstas no serían respetadas.

El proyecto presenta una tendencia natural a sufrir detenciones y caer en lapsos de inactividad a la espera de decisiones que se demoran. Esta es una de las causas mas importantes y frecuentes que explican los retrasos de los proyectos y el incumplimiento del objetivo de la fecha de entrega.

En general, en los proyectos no se trabaja a ritmo lento, sino con alto grado de actividad; pero, en cambio, es fácil ver que un proyecto sufre detenciones y pasan largos periodos de inactividad a la espera de la llegada de un recurso o de la entrega de un material, o de la consecución de una fuente financiera, etc.

Es necesario un esfuerzo constante para hacerlo avanzar y evitar que se detenga; si se detiene, el tiempo y el esfuerzo preciso para volver a arrancar se incrementa notablemente.

Las decisiones pertinentes para impulsar el proyecto no son siempre decisiones de gran dificultad o complejidad. En muchos casos, se trata de decisiones simples, pero pueden ser decisivas para desbloquear una situación y ganar tiempo.

El papel impulsor que compete al supervisor de obra o de proyecto durante la etapa de ejecución requiere una gran capacidad para la toma de decisiones,

una actitud resolutoria y un ambiente de trabajo que facilite la remoción de los obstáculos que aparezcan en el camino.

Para finalizar, es necesario tener una planeación y una buena toma de decisiones de todas las radiobases que se deseen poner en el Distrito Federal y en todas las de mas regiones, para que se pueda tener una buena cobertura a lo largo y ancho de la republica.

Para evitar que en los años venideros estos problemas puedan resolverse y que los ingenieros civiles que deseen ingresar al campo de las telecomunicaciones puedan tener un poco de noción de lo que se necesita saber en este campo, se puedan ayudar en este trabajo realizado.

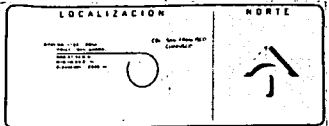
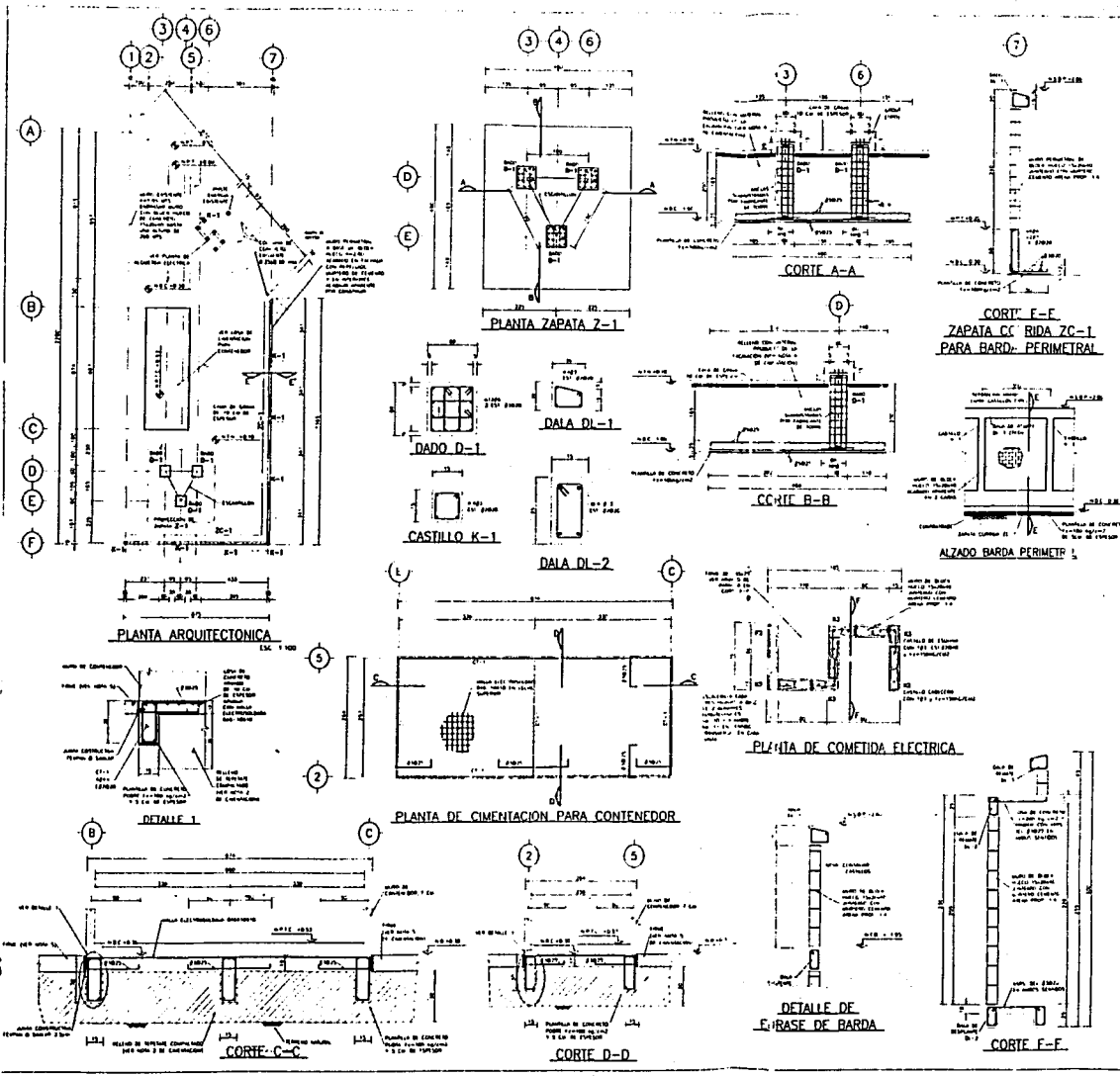
Puesto que en nuestros tiempos la tecnología ha ido avanzando y modernizándose, se puede ver que mas adelante puede cambiarse los diferentes métodos de comunicación y obviamente las instalaciones que necesita para dar un servicio.

Bien puede tomarse en cuenta que este trabajo sirva de antecedente a todos aquellos estudiantes que deseen introducirse en este campo y sepan por lo menos de lo que se esta realizando ya que estos aspectos quedan fuera del alcance del presente trabajo.

Y lo que resta de aquí en adelante es poder seleccionar, elegir y ejecutar adecuadamente las obras con los requisitos a los que están considerados para la construcción de una edificación.



# ANEXOS



**NOTAS GENERALES**

1. Verificar que el terreno sea firme y estable.
2. Verificar que el terreno sea firme y estable.
3. Verificar que el terreno sea firme y estable.
4. Verificar que el terreno sea firme y estable.
5. Verificar que el terreno sea firme y estable.
6. Verificar que el terreno sea firme y estable.
7. Verificar que el terreno sea firme y estable.

**DETAJES**

**SIMBOLOS**

**DETALLES DE REFERENCIA**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...

En caso de tener dudas consulte con el autor de este proyecto.

El autor no se responsabiliza por los daños o perjuicios que se ocasionen al utilizar esta obra sin el consentimiento expreso del autor.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...

**RS-1122 FRICC. SIN GRASEL**

**CIMENTACIONES PARA CONTENEDOR Y TORRE**

**E-1**

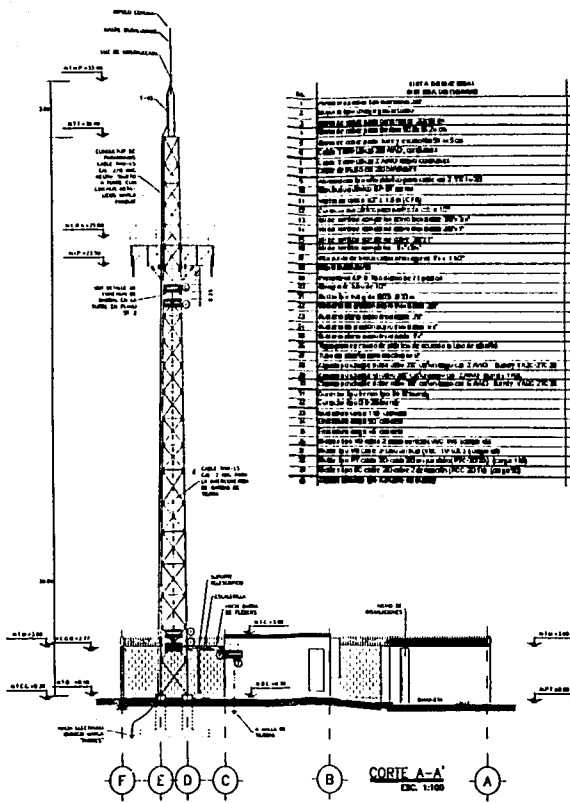
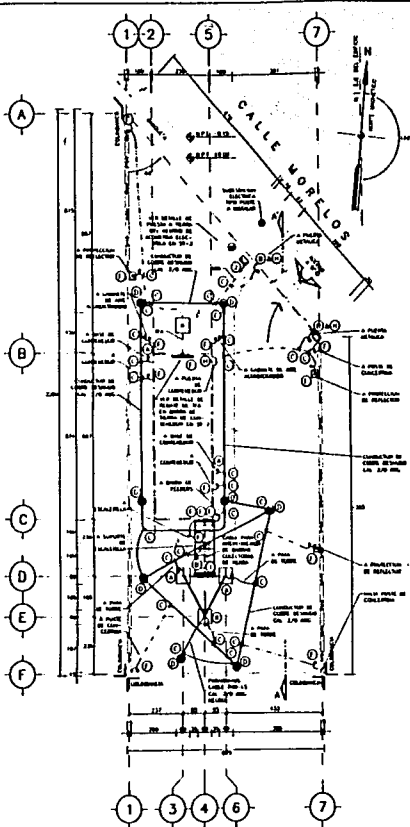
**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



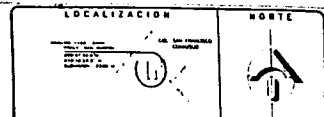




# TESIS CON FALLA DE ORIGEN



NO.	LISTA DE MATERIALES DE LOS MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
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	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...



- ESPECIFICACIONES SISTEMA DE TUBERIAS
1. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  2. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  3. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  4. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  5. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  6. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  7. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  8. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  9. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  10. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  11. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  12. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  13. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  14. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  15. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  16. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  17. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  18. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  19. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.
  20. Las tuberías de acero deben ser de tipo estándar, con espesor de pared que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM A 106.

SIMBOLOGIA

NO.	DESCRIPCION
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	...
33	...
34	...
35	...
36	...
37	...
38	...
39	...
40	...
41	...
42	...
43	...
44	...
45	...
46	...
47	...
48	...
49	...
50	...

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
A	...	...	...
B	...	...	...
C	...	...	...

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
D	...	...	...
E	...	...	...
F	...	...	...

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
G	...	...	...
H	...	...	...
I	...	...	...

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
J	...	...	...

TABLA DE CONECTORES  
SIN/ENC

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
...	...	...	...

ENCARGO DE TUBERIAS DE ACERO

SESION DE TUBERIAS, PLUMBOS Y CONEXIONES, DE DATOS, O RECONFORMACIONES

ST-1



## **BIBLIOGRAFÍA**

**\* Normas y especificaciones de TELCEL**

TELCEL DIGITAL PCS.

**\* Reglamento de Construcción DDF ilustrado y comentado**

TRILLAS, MÉXICO 2000

**\* NTC Para diseño de estructuras de concreto**

D.D.F. SERIES DEL INSTITUTO DE INGENIERIA 1992

**\* NTC Para diseño por sismo**

D.D.F. SERIES DEL INSTITUTO DE INGENIERIA 1992

**REGLAMENTO DE AERONAUTICA CIVIL**

**Norma de Advanced Mobile Phone System EIA/TIA – 553**

Estados Unidos

**Norma Oficial Mexicana**

**Manual ASCII**

TRILLAS