



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"

REGLAMENTACION, DISEÑO, CONSTRUCCION Y  
MANTENIMIENTO DE ANUNCIOS ESPECTACULARES EN  
MEXICO.



**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
JOAQUIN EDAUTTO ACEVES HERNANDEZ



ASESOR: ING. OSCAR E. MARTINEZ JURADO

ENERO DEL 2004.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1.- GENERALIDADES.....	4
1.1.- Antecedentes.....	4
1.2.- Situación actual.....	9
CAPITULO 2.- TIPOS DE ANUNCIOS.....	13
2.1.- Clasificación de los anuncios.....	16
2.2.- Necesidades de estructuración.....	19
2.2.1.- Descripción general (estructura).....	20
2.2.2.- Mantenimiento.....	22
2.2.3.- Ventajas del uso de elementos de sección circular.....	24
2.2.4.- Estructura de la cartelera.....	25
2.2.5.- Conexiones de la estructura del letrero.....	26
2.2.6.- Tubo columna con tubo larguero.....	26
2.2.7.- Columnas compuestas.....	27
2.2.8.- Armadura de la cartelera con tubo larguero .....	28
2.2.9.- Características de la cimentación.....	29
CAPITULO 3.- REGLAMENTACION.....	31
3.1.- Reglamento para el Aprovechamiento de Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas emitido por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (RADVCFZASCT).....	31

3.1.1.- Disposiciones generales.....	31
3.1.2.- De los permisos.....	32
3.1.3.- De la instalación y señales informativas.....	33
3.1.4.- De las obligaciones generales.....	34
3.2.- Reglamentos Estatales para Anuncios.....	35
3.2.1.- Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Derecho de Vía de Carreteras Estatales y Zonas Laterales del Estado de México (RUADVCEZLEM).....	35
3.2.1.1.- Disposiciones generales.....	36
3.2.1.2.- De los permisos y convenios para el uso y aprovechamiento del uso de vía.....	37
3.2.1.3.- De la instalación de anuncios y señales informativas.....	38
3.2.1.4.- De las obligaciones generales de los permisionarios.....	39
3.3.- Reglamentos Municipales para Anuncios.....	39
3.3.1.- Disposiciones generales.....	40
3.3.2.- De las Autoridades correspondientes.....	40
3.3.3.- Del plano de zonificación de anuncios y sus estructuras.....	40
3.4.- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF).....	41
3.4.1.- De la vía pública.....	42
3.4.2.- Clasificación de las estructuras.....	43
3.4.3.- Zonificación geotécnica de la Ciudad de México.....	44
3.4.4.- Reglamentación sobre los anuncios espectaculares.....	46
3.4.5.- Diseño por viento.....	47
3.4.6.- Diseño por sismo.....	47
3.4.7.- Coeficiente sísmico.....	48
3.4.8.- Tipos de solicitudes.....	49

3.5.- Reglamento de Anuncios para el Distrito Federal (RADF).....	51
3.5.1.- Disposiciones generales.....	51
3.5.2.- Anuncios de carácter político.....	52
3.5.3.- De las Licencias y Permisos.....	52
3.5.4.- Especificaciones técnicas de los anuncios.....	53
3.5.5.- Partes integrantes de un anuncio espectacular.....	54
3.5.6.- Responsabilidades de los propietarios.....	57
CAPITULO 4.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD DE LOS ANUNCIOS ESPECTACULARES.....	58
4.1.- Manual de Diseño por Viento de la Comisión Federal de Electricidad (MDVCFE).....	58
4.1.1.- Clasificación de las estructuras.....	58
4.1.1.1.- Según su importancia.....	59
4.1.1.2.- Según su respuesta ante las acciones del viento.....	61
4.1.2.- Categorías de los terrenos y clases de estructuras.....	63
4.1.3.- Determinación de las velocidades de diseño.....	65
4.1.3.1.- Velocidad regional.....	66
4.1.3.2.- Factor de exposición.....	69
4.1.3.3.- Factor de tamaño.....	70
4.1.3.4.- Factor de rugosidad y altura.....	71
4.1.3.5.- Factor de topografía.....	72
4.1.3.6.- Presión dinámica de base.....	73
4.1.3.7.- Presión neta.....	74

4.2.- Manual de Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (MDSCFE)...	79
4.2.1.- Clasificación de las estructuras.....	79
4.2.1.1.- Según su destino.....	80
4.2.1.2.- Según su estructuración.....	80
4.2.2.- Factor de comportamiento sísmico.....	81
4.2.3.- Regionalización de la República Mexicana.....	82
4.2.4.- Método estático de diseño por sismo.....	82
4.2.4.1.- Espectros de diseño.....	83
4.2.4.2.- Valuación de fuerzas sísmicas.....	83
4.2.4.3.- Péndulo invertido.....	86
4.3.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento del RCDF (NTCDV).....	87
4.3.1.- Clasificación de las estructuras.....	88
4.3.2.- Efectos a considerar.....	89
4.3.3.- Método estático de diseño por viento.....	90
4.3.3.1.- Presión de diseño.....	90
4.3.3.2.- Factores de corrección por exposición y altura.....	91
4.3.3.3.- Factor de presión.....	92
4.3.3.4.- Presiones interiores.....	94
4.3.3.5.- Area expuesta.....	95
4.3.4.- Empujes dinámicos paralelos al viento.....	96
4.3.5.- Efectos de vórtices periódicos sobre estructuras prismáticas.....	98
4.4.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del RCDF (NTCDS).....	99
4.4.1.- Factores de comportamiento sísmico.....	100
4.4.2.- Método estático.....	101
4.4.3.- Péndulo invertido.....	102

4.5.- Normas Técnicas Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF (NTCDEM).....	103
4.5.1.- Consideraciones generales.....	103
4.5.1.1.- Criterios de diseño.....	103
4.5.1.2.- Tipos de estructura y método de análisis.....	104
4.6.- Diseño de cimentación del anuncio.....	107
4.6.1.- Diseño de placa base con criterio del Manual AHMSA.....	107
4.6.2.- Diseño de anclas.....	112
4.6.3.- Diseño de zapata de cimentación.....	115
CAPITULO 5.- ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	130
5.1.- Anuncios Adosados.....	130
5.1.1.- Análisis y diseño estructural.....	131
5.1.2.- Análisis y diseño de sujeción.....	131
5.2.- Anuncios Autosoportados.....	136
5.2.1.- Análisis y diseño estructural de un anuncio espectacular autosoportado con un apoyo de dos vistas (bipolar).....	136
5.2.1.1.- Cálculo de solicitaciones por viento según MDVCFE.....	138
5.2.1.1.1.- Clasificación de la estructura.....	138
5.2.1.1.2.- Categoría del terreno y clase de la estructura.....	138
5.2.1.1.3.- Determinación de la velocidad de diseño.....	138
5.2.1.1.4.- Presión dinámica de base.....	140
5.2.1.1.5.- Presiones netas.....	142
5.2.1.1.5.1.- Presión neta para viento normal al plano del letrero.....	142

5.2.1.1.5.2.- Presión neta para viento a 45° sobre el letrero.....	145
5.2.1.1.6.- Distribución de presiones netas de viento.....	146
5.2.1.1.6.1.- Areas tributarias (por área expuesta).....	146
5.2.1.1.6.2.- Distribución de presión de viento a 45°.....	146
5.2.1.2.- Cálculo de solicitaciones por sismo según MDSCFE.....	147
5.2.1.2.1.- Cargas gravitacionales.....	147
5.2.1.2.2.- Clasificación y factor de comportamiento sísmico.....	149
5.2.1.2.3.- Zonificación geotécnica y coeficiente sísmico.....	149
5.2.1.2.4.- Valuación de fuerzas sísmicas con el análisis estático.....	150
5.2.1.3.- Cálculo de fuerzas por carga gravitacional.....	153
5.2.1.3.1.- Peso propio de la estructura metálica.....	153
5.2.1.4.- Combinación de fuerzas.....	154
5.2.1.5.- Cálculo de propiedades de la estructura principal.....	155
5.2.2.- Diseño de cimentación.....	157
5.2.2.1.- Cuadro de reporte de elementos mecánicos.....	157
5.2.2.2.- Diseño de placa base.....	158
5.2.2.3.- Diseño de anclas.....	163
5.2.2.4.- Diseño de la zapata aislada.....	171
5.2.3.- Proyecto estructural para anuncio unipolar.....	185
5.2.4.- Tabla comparativa.....	196
5.3.- Anuncios de Azotea.....	197
5.3.1.- Análisis y diseño estructural.....	197
 CAPITULO 6.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	 206
6.1.- Proceso constructivo de los anuncios autosoportados.....	207

6.1.1.-	Proceso constructivo de la cimentación.....	208
6.1.2.-	Proceso constructivo de la estructura.....	221
6.1.3.-	Izado y montaje de un anuncio autosoportado.....	223
6.1.4.-	Proceso constructivo de las instalaciones.....	224
6.2.-	Anuncio de azotea.....	226
6.2.1.-	Proceso constructivo de la cimentación.....	226
6.2.2.-	Proceso constructivo de la estructura.....	228
6.2.3.-	Izado y montaje de un anuncio de azotea.....	229
6.2.4.-	Proceso constructivo de las instalaciones.....	230
6.3.-	Anuncio adosado.....	230
6.3.1.-	Proceso constructivo de la cimentación.....	231
6.3.2.-	Proceso constructivo de la estructura.....	232
6.3.3.-	Izado y montaje de un anuncio adosado.....	233
6.3.4.-	Proceso constructivo de las instalaciones.....	233
<b>CAPITULO 7.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....</b>		<b>234</b>
7.1.-	Mantenimiento preventivo.....	234
7.1.1.-	De la cimentación.....	234
7.1.2.-	De la estructura.....	235
7.1.3.-	De las instalaciones.....	236
7.2.-	Mantenimiento correctivo.....	238
7.2.1.-	De la cimentación.....	239
7.2.2.-	De la estructura.....	240
7.2.3.-	De las instalaciones.....	240

CAPITULO 8.- PROPUESTAS PARA EL CONTROL Y VERIFICACION DE LA INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE ANUNCIOS ESPECTACULARES.....	243
8.1.- Personas que intervienen en el proceso.....	243
8.2.- Reglas y normas vigentes.....	245
8.3.- La instalación de los anuncios en la práctica.....	246
8.4.- Modificaciones adicionales a las reglas y normas existentes.....	247
CAPITULO 9.- PRESENTACION MULTIMEDIA.....	253
CAPITULO 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	256
BIBLIOGRAFIA.....	261
RELACION DE FIGURAS, TABLAS Y FOTOS, UBICADOS POR CAPITULOS.....	264
ANEXOS.....	271

# **INTRODUCCION**

---

## INTRODUCCION

El propósito fundamental de este trabajo es proporcionar a los propietarios de inmuebles, publicistas, profesionales, autoridades y al público en general una presentación clara y concisa de la reglamentación, metodología de diseño, construcción, control, verificación de la instalación y mantenimiento de los anuncios espectaculares. Para lograrlo se consultaron leyes y reglamentos en vigor de todo el país, las experiencias de los profesionales en el ramo y de la observación de la construcción e instalación de anuncios a los que se nos permitió acceder. En suma el trabajo expuesto a continuación representa un arduo trabajo de recopilación e investigación de los elementos y las experiencias involucradas en los procesos que se llevan a cabo en la reglamentación, diseño, construcción y mantenimiento de anuncios espectaculares en el país.

Es necesario entender el contexto actual de los anuncios espectaculares, primero analizando sus antecedentes históricos, para luego revisar la situación actual y la problemática que los envuelve, dando cuenta de ello en el primer capítulo de este trabajo.

La clasificación de anuncios espectaculares es extensa y variada, cada una de ellas responde a las necesidades propias de los organismos gubernamentales o la industria que los elabora, exponemos las dos clasificaciones que consideramos las más adecuadas para los fines de nuestro análisis y desarrollamos una descripción de los elementos estructurales que constituyen un anuncio espectacular.

Cuándo y por qué surgen los anuncios espectaculares, no lo sabemos a ciencia cierta, pero lo que si se hace evidente es la revisión de las leyes y reglamentos en vigor, por lo que se analizaron los más representativos de los sectores involucrados, desde un punto de vista federal, estatal y municipal. Examinando primero el Reglamento para el Aprovechamiento de Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas emitido por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (RADVCFZASCT), para situarnos en el ámbito federal, luego analizamos uno de los pocos ejemplos del ámbito estatal, el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Estatales y Zonas Laterales del Estado de México (RUADVCEZLEM). Para finalmente establecer el Reglamento de Anuncios del Distrito Federal (RADF) y el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF) como ejemplo del entorno municipal.

De particular interés resulta el diseño de las estructuras que sustentarán a los anuncios espectaculares y que garanticen la estabilidad necesaria durante su vida útil, con objeto de proporcionar una información breve y clara primero se plantean los criterios de diseño de las estructuras de un anuncio espectacular, tomados del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad por viento (MDVCFE) y sismo (MDSCFE) y de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal para viento (NTCDV), sismo (NTCDS), diseño y construcción de estructuras metálicas (NTCDEM), para luego dar pauta al análisis y diseño estructural de tres diferentes tipos de anuncios espectaculares situados en diferentes zonas del país y que por su importancia ameritan un estudio de ingeniería.

Detallamos los procesos constructivos a desarrollar en los tres principales anuncios espectaculares, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de la cimentación, de la estructura y sus instalaciones accesorias, para finalmente desarrollar propuestas para el control y verificación de la instalación y mantenimiento de anuncios espectaculares.

Por último, se elaboró un CD que contiene los archivos digitales en paquetería comercial (Office 2000 de Microsoft), como apoyo al documento escrito; es decir, comprende el trabajo de investigación, los reglamentos y formatos que conforman los anexos, además de una cantidad considerable de fotografías editadas y finalmente la presentación en diapositivas del mismo, con la finalidad de concentrar y facilitar la consulta del presente trabajo.

**CAPITULO 1**

---

**GENERALIDADES**

## **CAPITULO 1.- GENERALIDADES**

Los anuncios espectaculares surgieron como consecuencia de la dinámica social; su propuesta involucra una forma evolucionada de información, difusión y divulgación, que contempla una orientación espacial determinada y la atención de una necesidad en el usuario y del espacio físico, lo que a la postre determina su naturaleza, características y funciones.

### **1.1.- Antecedentes**

La publicidad se desarrolló rápidamente gracias al apoyo que los gobiernos de distintos países, a partir de la primera guerra mundial, le otorgaron. Estados Unidos y Francia, entre otros; crearon campañas para promover la venta de bonos, conservar los recursos económicos y mantener la moral nacionalista en alto. La publicidad en exterior adquirió desde entonces un papel importante como medio efectivo de propaganda.

En México en el año de 1961 se crea un grupo publicitario, el cual empieza a implementar nuevos sistemas de promoción y publicidad, por vez primera en un Autocinema se diseñan carteleras espectaculares dentro de los mismos, con anuncios a los laterales de la pantalla y cenefas inferiores y superiores, para integrar las promociones publicitarias, se pintan las bardas laterales interiores.

En estos últimos cuarenta y dos años, las empresas dedicadas al negocio de la publicidad y el manejo de anuncios espectaculares, así como los mismos anuncios, han sufrido cambios importantes que han revolucionado esta industria; además las grandes ciudades y las carreteras se han visto invadidas por un rápido crecimiento en el

---

número de anuncios que, en algunos sectores de la población, han alcanzado densidades y concentraciones alarmantes.

A diferencia de lo que ocurre en países desarrollados, en México los anunciantes que más utilizan a la publicidad exterior son grandes corporaciones que transmiten mensajes institucionales. Se calcula que la publicidad exterior recibe alrededor del 4% del total de la inversión publicitaria. Las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara concentran la mayor cantidad de anuncios espectaculares, mientras que poblaciones medianas y pequeñas cuentan con una mejor distribución, de los anuncios dentro de su territorio.

Los anuncios en exteriores son un medio dirigido al público en movimiento, usualmente en vías de transportación terrestre. Estos se conforma por los llamados anuncios espectaculares o carteleras, los anuncios denominativos (aquellos que identifican a un negocio en su fachada o sobre el terreno que ocupa el inmueble), la publicidad adherida en medios de transporte colectivos, los parabuses donde los pasajeros esperan para abordar y aquellos que son colocados en el interior de los centros comerciales.

La relación entre los gráficos de la comunicación llamados anuncios o señalizaciones variadas, con el espacio exterior es necesaria, ya que todo el conjunto de elementos y operación de gráficos de comunicación visual o señalización como son los anuncios racionalmente utilizados, componen una serie de señales que guían el entorno físico y dan una puntuación al espacio circulatorio ya sea rural, urbano, calle, avenida, carretera o autopista.

De esta manera el entorno permanece como un telón de fondo indiferente, sin que al ser funcionalizado por una secuencia de señales o gráficos de la comunicación visual (anuncios) sufra alguna modificación esencial en el sentido ecológico.

La señalización de anuncios espectaculares ordenados y previamente certificados en cuanto a su calidad y diseño, según los ordenamientos legales actualmente en vigor, no deben alterar la configuración del entorno ni estar supeditados a él; además tiene que cumplir con mínimas condiciones de estabilidad y seguridad para sus propios usuarios y de las personas que circundan su entorno físico, pues los anuncios publicitarios han sido concebidos como un añadido necesario que traen a la mente la idea de un escenario (el medio ambiente) y, por otra parte, las escenas que en él se desarrollan, por ejemplo la circulación vial.

El método de producción con impresión sobre lona, que se utiliza actualmente, nos permite cambiar un anuncio de un lugar a otro después de un tiempo determinado, con esto se crean circuitos en los que varias versiones de un mismo mensaje pueden intercambiar puestos y así mostrar una imagen más fresca al público. El anuncio espectacular es efectivo, tarde o temprano todos vamos a verlo, razón por la que se le a clasificado como medio masivo de comunicación; lo que se muestra en la calle puede crear un fuerte impacto, una campaña dinámica en exteriores puede ayudar a crear marcas, crear conocimiento de la existencia de un producto, promover eventos y sobre todo generar respuestas. Hoy en día se están aprovechando las ventajas tecnológicas que facilitan el manejo de información estadística de tráfico y población, de manera que pueden distribuirse mejor los anuncios espectaculares para lograr un mayor impacto en el segmento al que se desea comunicar el mensaje.

Una de las clasificaciones más comunes de anuncios se refiere principalmente a la vida útil y finalidad. Así pues, entre los anuncios temporales encontraremos a los que se hagan a través de objetos inflables, en mantas o lonas con medidas hasta de 25 m<sup>2</sup>, a los anuncios pintados en bardas, a los anuncios en postes o mobiliario urbano de servicio, así como a los anuncios en tapiales. Por lo que hace a los anuncios permanentes, podemos encontrar a los anuncios denominativos, a los panorámicos, a los anuncios en mobiliario urbano y a los anuncios en vallas, los primeros son los encargados de publicitar el nombre, denominación, o nombre comercial de los establecimientos mercantiles y empresas, son permanentes por el fin para que están diseñados, por otra parte, ubicamos en anuncios permanentes a los coloquialmente denominados anuncios espectaculares, a lo que en la ley se denomina como anuncios panorámicos, pues su finalidad es mostrar su contenido y publicitarlo con vista hacia la vía pública con un panorama a cubrir bastante amplio, aunado a que la estructura que le soporta permite su permanencia por un período de tiempo prolongado.

En relación a los anuncios en mobiliario urbano permanente se refiere principalmente a los anuncios para información, denominados MUPIS, cuya instalación y mantenimiento es a través de concesión con los gobiernos de las ciudades y su diseño, ubicación y dimensiones serán autorizados por la secretaría correspondiente.

Una nueva opción que se da a los publicistas para desincentivar la colocación de anuncios panorámicos, es la colocación de anuncios en vallas, que se autorizan en las paredes de los estacionamientos, en obras en construcción, en lotes baldíos y en bardas que requieran mantenimiento por su deterioro con autorización del propietario.

Las compañías de publicidad exterior, mediante un contrato de arrendamiento, obtienen el permiso del propietario de un inmueble, para colocar sobre su terreno o azotea una estructura visible desde una avenida o carretera sobre la que eventualmente se colocarán anuncios espectaculares. Una vez construida la estructura, la compañía ofrece en renta esos espacios durante un intervalo de tiempo definido, al que se llama período de exhibición, formalizándose en un contrato de servicio entre la compañía y el anunciante. Los contratos de exhibición se realizan, normalmente, en periodos semestrales o anuales.

El costo de la publicidad exterior varía en función de las oportunidades de venta que creará para un producto o servicio determinado. Una vez definido el perfil de la gente a la que se desea comunicar un mensaje, se busca la cantidad y ubicación de las estructuras que mejor cumplan con ese propósito. Uno de los factores que más determinan el valor de un anuncio es la localización que tiene, es decir en cuál ciudad se encuentra y desde qué calle o avenida puede apreciarse. Tradicionalmente los anunciantes solicitan espacios en las avenidas más transitadas de las ciudades y más pobladas, sobre la teoría de que a mayor número de personas que vean el anuncio mayores oportunidades de promoción existirán. Siendo que las avenidas con mayor tráfico tienen más demanda por parte de los anunciantes, para colocar ahí sus mensajes, el costo es muy superior al de anuncios espectaculares en otras vialidades, es por eso que las compañías de publicidad exterior buscan más y mejores posiciones en las mismas calles, generando, en algunos casos, una saturación visual.

## 1.2.- Situación actual

En México poco se ha hecho para regular la publicidad exterior, especialmente los llamados anuncios espectaculares. Los anunciantes están dispuestos a pagar por presentar sus productos y servicios a lo largo de las avenidas y vías libres de nuestro país, pero tales anuncios generan inconvenientes a la ciudadanía. La contaminación visual es sólo uno de ellos, también hay que considerar el continuo peligro que representan para la población civil, específicamente en el caso de un fenómeno natural. Son numerosos los accidentes y cuantiosos los daños causados por anuncios espectaculares que se han derrumbado durante ventiscas y sismos. Adicionalmente los anuncios espectaculares provocan de forma indirecta, que se reduzca la velocidad promedio de los automóviles, en las vías de circulación vial. Ya que los anuncios distraen a los conductores y los inducen a reducir la velocidad para evitar accidentes. La presencia de los anuncios espectaculares en las vías de tránsito más importantes del país se traduce en la pérdida de cientos o miles de horas hombre, mayor consumo de combustible y más contaminación.

Se estima, dado que no existe un registro oficial, que actualmente existen alrededor de 40 mil áreas de exhibición para publicidad exterior en el país, de las cuales 25% se encuentra en la zona metropolitana de la Ciudad de México, donde también se ubican 70% de las empresas dedicadas a la colocación y operación de anuncios espectaculares. Los Reglamentos vigentes carecen de señalamiento expreso, con relación a los procedimientos de ejecución, aspectos técnicos sobre instalación y lineamientos específicos de lugar, forma, ubicación y limitaciones para los anuncios espectaculares.

En ciudades del país como Guadalajara la reglamentación de la publicidad contiene disposiciones y reglas que otros reglamentos vigentes no contemplan, por ejemplo: establece una distancia mínima de 170 metros entre un anuncio espectacular y otro, y obliga a cualquier persona que desee entregar folletos o volantes en las calles a tramitar un permiso, lo que reduce considerablemente no solo la contaminación visual, sino la contaminación por basura arrojada en las calles. Vale la pena replantearnos el problema y seguir su ejemplo hasta conseguir una ley justa a la medida del problema. Con esto no queremos decir que los anuncios espectaculares deben prohibirse, es más la Industria representa cerca de 100 millones de dólares al año. Se estima que, por ejemplo, apenas el 10% de los 8,000 anuncios espectaculares del D.F. cuentan con licencia, ello significa que más de 7,000 anuncios carecen de la licencia correspondiente, no están pagando derechos y muy probablemente carecen de un seguro contra accidentes.

El problema de la saturación y contaminación visual son vistos como graves, la realidad muestra que nos encontramos en un caos en el que la autoridad debe hacer cumplir y aplicar la reglamentación sin violentar garantías individuales. La necesidad de contar con una reglamentación en la materia se ve manifestada en la saturación de anuncios espectaculares, pequeños y gigantescos, que podemos encontrar sin discriminación en las carreteras, calles y avenidas de nuestro país, así como en el despotismo y anarquía con el que la autoridad administrativa y los mismos publicistas actúan ante esta situación.

Es necesario un proyecto que pueda otorgar transparencia y seguridad jurídica a los habitantes del país, a los propietarios de los anuncios espectaculares y a las

---

autoridades. A los primeros protegerlos con normas más estrictas en materia de protección civil y con la cobertura de un Seguro que cubra algún accidente o perjuicio; a los segundos otorgarles una ley sencilla y de fácil consulta que detalle sus Obligaciones y Derechos , así como las sanciones a que se harán acreedores por la inobservancia de la Ley; a nuestras autoridades dotarlos de los mecanismos necesarios, para aplicar y hacer cumplir la Ley con disposiciones claras que no se presten a la interpretación y valoración errónea que solo se traduce en corrupción.

Transformar la realidad del país en materia de desarrollo urbano, protección civil y menor contaminación visual no es una tarea sencilla, pues a pesar de que todas estas ramas se unen o pretenden unirse para lograr un desarrollo sustentable y consecutivo en México siempre encuentran factores que, si bien no están en contra, si tienen puntos de vista diversos respecto a su desarrollo, tal es el caso de la rama de la industria de la publicidad; sin embargo, en un trabajo conjunto, responsable y con un interés legítimo sobre el bienestar de la nación, planteamos, en el presente trabajo un proyecto que sume todas éstas áreas y las concilie para salvaguardar la seguridad, tranquilidad y el empleo para los habitantes de México.

La normatividad que enmarca el establecimiento de anuncios espectaculares es en algunos casos adecuada, sin embargo es necesario hacer hincapié en la necesidad de revisar los aspectos técnicos respecto al establecimiento de las estructuras para anuncios publicitarios, pues debe atenderse en su dictamen, en su fijación, mantenimiento, reparación, conservación o cambio, las cargas vivas y muertas que gravitan en las estructuras de soporte; así como las cargas accidentales como vientos, sismos y la calidad de los materiales, la certificación de la calidad de la mano de obra,

de los operarios; proporcionándoles todos los elementos de seguridad, en los trabajos de instalación que deberán realizarse en horarios adecuados, dotarlos de un buen equipo para el desempeño de su labor y llevar una bitácora, en poder de la autoridad, como testimonio para el deslinde de responsabilidades en caso de siniestro, esta contendrá todas las recomendaciones que hicieron los responsables de su instalación, especificando los materiales empleados en su ejecución, así como los certificados de calidad de los insumos empleados.

Dado que la actividad se realiza sobre propiedades privadas, no existe una normatividad que la regule en el ámbito estatal y cada municipio está facultado para emitir el reglamento correspondiente en su territorio. La instrumentación legal existe y es congruente, solo queda el factor humano que tanto el gobierno, los profesionales y los propietarios, en sus respectivas esferas de actuación y responsabilidad, acaten con calidad y sentido ético las disposiciones señaladas, para no enrarecer más la imagen de nuestro país y su convivencia.

**CAPITULO 2**

---

**TIPOS DE ANUNCIOS**

## **CAPITULO 2.- TIPOS DE ANUNCIOS**

Los anuncios colocados en exteriores se dividen, por su naturaleza, en dos categorías: Los anuncios denominativos, son aquellos que se colocan en o afuera de las instalaciones de un negocio, y los publicitarios son los que se colocan en instalaciones distintas a las propias.

Por el tipo de soporte en el que se sostienen los anuncios, se catalogan en tres tipos: carteleras, transporte y mobiliario urbano, los cuales se describen a continuación.

### **1) Carteleras**

a) Carteleras (foto 1), anuncios autosoportados (foto 2) y en vallas (foto 3) son estructuras metálicas construidas sobre terrenos o azoteas con un plano vertical, sobre el que se coloca un anuncio para transmitir un mensaje a las personas que transitan por calles, avenidas y carreteras. Por efectos prácticos se procura que las áreas de exhibición tengan tamaños estandarizados, para facilitar la producción y operación de los anuncios.

b) Muros, son los anuncios pintados o impresos que se colocan sobre paredes de edificios altos (foto 4), los anuncios adosados (foto 5), los anuncios integrados, los que en alto o bajorrelieve, o calados, formen parte integral de la edificación, anuncios en saliente, tienen un fuerte impacto sobre los conductores de vehículos y peatones.

c) Modelos gigantes, son figuras elaboradas a gran escala, para representar un producto, servicio o marca, diseñadas para atraer la atención y ubicadas en zonas estratégicas (foto 6).

e) Anuncios en objetos inflables: Aquéllos cuya característica principal sea la de aparecer en objetos que contengan algún tipo de gas en su interior, ya sea que se encuentren fijados al piso o suspendidos en el aire (foto 7).

## **2) Transporte**

a) Publicidad en el exterior de vehículos de transporte colectivo son anuncios colocados en la carrocería de dichos vehículos (foto 8), aprovechando tanto el tamaño de las áreas planas como el hecho de que se recorren rutas definidas. En ocasiones, como es el caso de los taxis, se construyen estructuras adicionales a la carrocería para mostrar la publicidad.

b) Publicidad en el exterior de vehículos de transporte de carga aprovecha la superficie exterior de vehículos de carga, para colocar anuncios publicitarios. Considera el hecho de que el vehículo recorre grandes distancias y está dirigido tanto a quienes circulan por carretera como a los habitantes de las poblaciones que atraviesa.

c) Publicidad en el interior de vehículos de transporte colectivo, en este caso, los anuncios o mensajes son dirigidos exclusivamente a los pasajeros y se colocan en áreas definidas del interior del vehículo.

## **3) Mobiliario Urbano**

a) Parabuses, son refugios colocados en las paradas de autobuses, trolebuses y microbuses, para que los usuarios de transporte colectivo esperen al vehículo que los transportará. Los soportes muestran anuncios que están dirigidos tanto a pasajeros como a conductores y peatones. El área de exhibición en ocasiones puede colocarse de

manera independiente del refugio, siempre y cuando cumpla también una labor de información (foto 9).

b) Soportes en terminales de transporte, centros comerciales, deportivos y de espectáculos son marcos construidos expresamente para la exhibición de anuncios dentro de inmuebles con un considerable tráfico de personas. Se colocan en paredes, pisos, pasillos, relojes, pantallas de información, etc. (foto 10).

Existen además infinidad de aplicaciones, en las que la actividad publicitaria contribuye a solventar el costo de elementos que facilitan la convivencia en concentraciones urbanas, como son las bancas de descanso, los basureros, casetas telefónicas, buzones, etc.

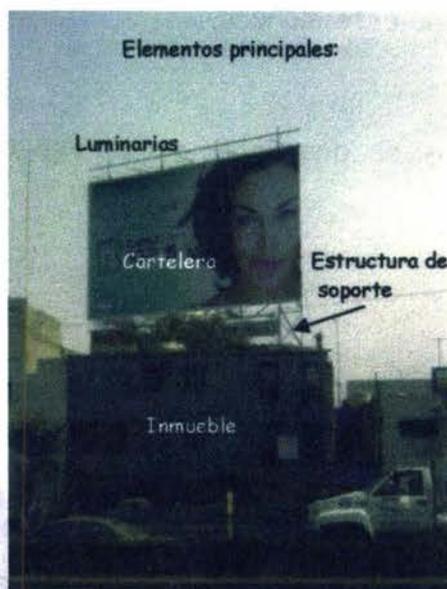


Foto 1. Anuncio en cartelera



Foto 2. Anuncio autosoportado

## 2.1.- Clasificación de los anuncios

Observando la necesidad de reglamentar la distribución, colocación y construcción de los anuncios, se conformó una clasificación de los mismos y su respectiva descripción para el mejor control.

Tomando como parámetro la Ciudad de México, en la cual se destaca, el Reglamento de Mobiliario Urbano para el Distrito Federal (RMUDF) el cual regula el diseño, distribución, emplazamiento, instalación, operación y mantenimiento del mobiliario urbano en la vía pública y espacios públicos del Distrito Federal y el Reglamento de Anuncios del Distrito Federal (RADF) el cual regula la fijación, instalación, distribución, ubicación, modificación y retiro de toda clase de anuncios en mobiliario urbano, en vía pública, visibles desde la vía pública y en vehículos del servicio de transporte, los cuales clasifican a los anuncios de la siguiente manera.

NOTA: Los reglamentos anteriormente mencionados se detallarán en el siguiente capítulo.

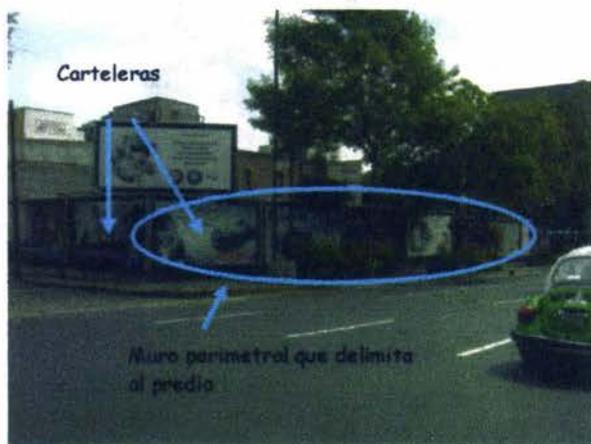
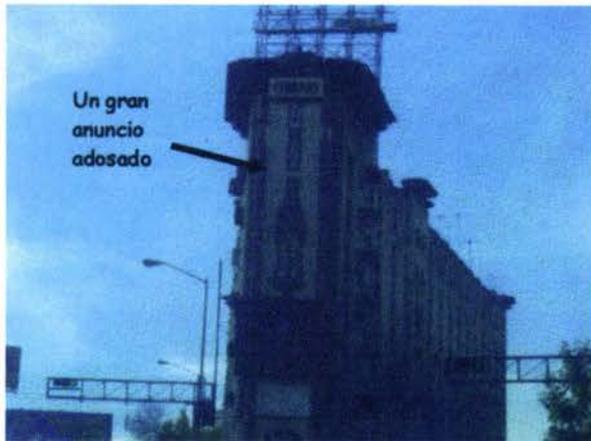


Foto 3. Anuncio en vallas



Foto 4. Anuncios impresos sobre muros



Un gran anuncio adosado

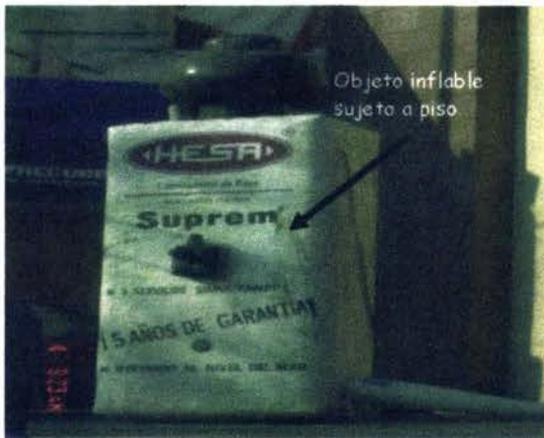
Foto 5. Anuncio adosado



Soportes

Modelo gigante

Foto 6. Anuncio en modelo gigante



Objeto inflable sujeto a piso

Foto 7. Anuncio en objeto inflable



Anuncios en carrocerías

Foto 8. Anuncio en exterior de vehículo



Anuncio en parabus

Foto 9. Anuncio en mobiliario urbano



Cartelera en terminal de transporte

Foto 10. Anuncio en terminal de transporte

El RMUDF en su artículo 18 fracción III, clasifica a estos elementos; según su función de la manera siguiente:

"III. Para la información: columnas, carteleras publicitarias con anuncios e información turística, social y cultural, unidades de soporte múltiple con nomenclatura, postes con nomenclatura y placas de nomenclatura"

Así mismo, el RADF en su capítulo II los clasifica de acuerdo a lo siguiente:



Figura 1. Clasificación de anuncios de acuerdo al RADF

En otras palabras, podemos mencionar que un anuncio tiene 5 clasificaciones, por ejemplo un anuncio de fachada (ubicación), también es pintado (materiales), adosado (instalación), cívico (contenido) y permanente (duración). Para mayor referencia consultar el Anexo 1.

En todos los demás municipios de la República Mexicana son parecidos al anterior, a excepción del Reglamento de Anuncios para la Ciudad de Monterrey (RACM), el cual contiene una clasificación más compacta.

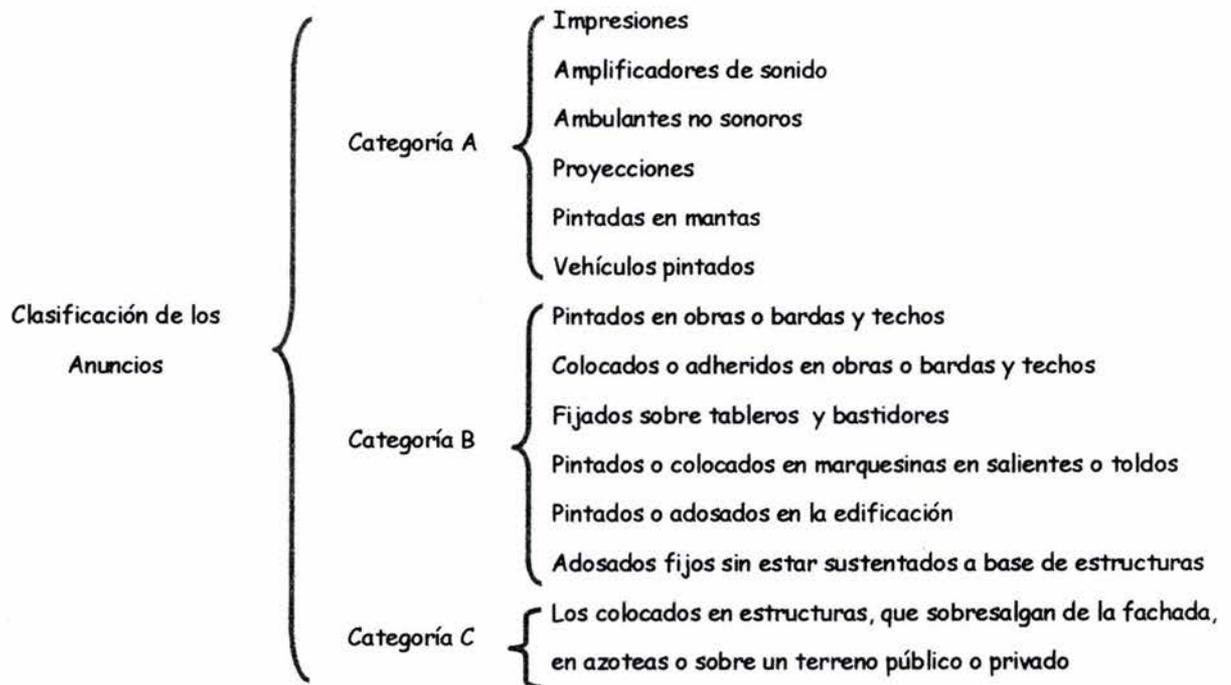


Figura 2. Clasificación de anuncios de acuerdo al RACM

Es decir lo separa en tres categorías, de las cuales sólo las categorías B y C son susceptibles de un análisis de ingeniería. Para mayor referencia consultar el Anexo 2.

## 2.2.- Necesidades de estructuración

Existen necesidades que hay que satisfacer en materia de anuncios espectaculares, las cuales van desde la seguridad de la estructura, hasta la necesidad de dar mantenimiento a la misma.

En otras palabras podemos desglosar las necesidades de estructuración en dos partes principales: Operativo y Regulatorio.

Además, sólo nos referiremos a los tres tipos de anuncios más relevantes: de azotea, autosoportados y adosados.

### **2.2.1.- Descripción general (estructura)**

#### **Anuncios de azotea:**

Cuando un anuncio espectacular está colocado en una azotea, su estructura está integrada por cuatro o más formas tipo "A" o "H", fabricadas con fierro ángulo de 2" x 3/16", montadas sobre una cama de vigueta de 6" con objeto de no dañar los inmuebles sobre los que se asientan. Las formas tienen una separación entre sí de 3.65 m y para unir las formas se emplean largueros de fierro ángulo lo que hace que las dimensiones totales de la cartelera sean de 12.90 m de largo x 7.20 m de alto. Toda ella está pintada para mejorar su aspecto y protegerla de los elementos naturales con esmalte anticorrosivo.

En este tipo de estructuras es donde más variación hay al momento de desplantar una cartelera, ya que esto va en función del tipo de edificación. Lo correcto al momento de cimentar un anuncio en una azotea es desplantarse de los elementos estructurales, tales como columnas, trabes y en ocasiones castillos tratando de evitar hasta donde sea posible el perforar directamente sobre la losa ya que esto traería como consecuencia problemas de filtración, pudiendo estos inclusive fracturar por completo la losa, otro de los problemas es la carga concentrada de la cartelera, lo cual nos

ocasionaría problemas de agrietamiento en los muros. Al anclarnos sobre elementos sólidos de concreto, las cargas se transmiten directamente a la cimentación.

Para anclar una cartelera sobre una azotea lo ideal es que en ésta existan puntas de varilla de las columnas sobresaliendo de la losa, en este caso se sentaría las vigas de desplante sobre elementos, abrazando con las varillas la viga correspondiente soldándolas y vaciando un dado de concreto en cada nudo, para evitar la corrosión en la junta y la entrada de humedad, a su vez cada dado debe ser impermeabilizado perfectamente para evitar la entrada al máximo de humedad al interior del inmueble, cuando no existan estas puntas de varilla, deberán de localizarse las trabes de concreto perforándolas hasta encontrar las varillas de compresión, estas se sujetaran a las vigas mediante ganchos de varilla y posteriormente continuar con el procedimiento anterior.

Así mismo, este tipo de anuncio puede llegar a contener hasta dos vistas, como se puede observar en la foto 11.



Foto 11. Anuncio de dos vistas

**Autosoportado:**

Este novedoso concepto de espectacular tiene la ventaja de que no requiere más que un par de metros cuadrados de superficie para su desplante, pudiendo alcanzar la altura que se requiera para una mejor exhibición y el área de la cartelera que demande. Adicionalmente los anuncios autosoportados pueden ser de dos o tres vistas con lo que se amplía la capacidad de los mensajes en un mismo espacio. La ubicación de un anuncio autosoportado representa una inversión más alta que la de un anuncio tradicional, pero al poderse ubicar prácticamente en cualquier sitio, a una altura adecuada y estar diseñado en forma novedosa y atractiva, las posibilidades de impacto crecen (foto 2).

**Adosados:**

Son estructuras desplantadas sobre los muros del inmueble donde se coloca el anuncio. Logrando esta sujeción con taquetes de expansión de 4" y tornillos de alta resistencia grado 5 sobre las trabes, castillos y columnas (foto 5).

**2.2.2.- Mantenimiento**

Mencionaremos a groso modo los aspectos técnicos no observados por lo propietarios para el mantenimiento; y los accesorios indispensables para que las autoridades correspondientes inspeccionen el anuncio.

Regularmente un anuncio no cuenta con andadores para su mantenimiento por parte del propietario. En cuanto a los autosoportados no son colocadas escaleras tipo marina para tal fin.

En cuanto a la revisión por parte de las autoridades competentes, ésta se dificulta debido a lo anteriormente señalado, de hecho en ocasiones las autoridades utilizan maquinaria como son las grúas para poner el sello de clausura y esto en el mejor de los casos.

En cuanto a las instalaciones eléctricas, la mayoría de los anuncios no cuentan con el contrato respectivo ante la compañía de Luz, además de eso en ocasiones no cuentan con el calibre correcto en los cables ni realizan el correcto tendido y protección de la línea.

Las características deben de proporcionarse por ingenieros que analicen las estructuras tomando como base principal el diseño por viento y sismo.

A continuación presentamos las características específicas de este tipo de estructuras:

Todo anuncio espectacular autosoportado cuenta como su elemento o base de sustentación con, por lo menos, un tubo columna el cual esta hecho a base de elementos de acero estructurado de diversas formas, pero con la misma finalidad primordial de soportar las cargas y fuerzas accidentales, a las que se vera sometida toda la estructura de acero.

Los diversos perfiles que se utilizan para conformar dicho tubo columna son desde estructuras tubulares tipo circular o cuadrado, secciones armadas o columnas de celosías a base de perfiles convencionales como ángulos, placas y sección canal.

### 2.2.3.- Ventajas del uso de elementos de sección circular

Los tubos dentro de la estructuración y el análisis de un anuncio espectacular son de interés especial para el ingeniero desde el punto de vista de la efectividad estructural. Así mismo una sección tubular puede usarse con ventajas en estructuras diseñadas para el manejo de equipos, tales como las grúas, puente, plumas y grúas torres, donde el ahorro del peso puede ser un factor económico importante.

Algunas ventajas son:

1. Para un cierto peso determinado, no existe ninguna sección que tenga resistencia torsional mayor que la del tubo, propiedad primordial en el caso de un anuncio espectacular conformado casi en su totalidad por secciones de acero que pueden alcanzar en conjunto hasta 20 toneladas o más.
2. Bajo cargas dinámicas el tubo posee una frecuencia de vibración más allá de cualquier otra sección, incluyendo la redonda sólida, razón por la cual tarda mucho más tiempo en que la estructura entre en resonancia y se logra con esto evitar el colapso por vibraciones locales o generales.
3. La resistencia al viento de una sección tubular redonda es menor que la de una sección plana, y algunos códigos permiten una reducción de una tercera parte de la carga del viento, en comparación con el área proyectada equivalente.
4. Un tubo redondo puede tener de 30 a 40% menos de superficie expuesta que un perfil laminado equivalente, por lo que se reduce el costo de mantenimiento, de pintura, de protección contra el fuego o la corrosión exterior o cualquier otro recubrimiento.
5. La superficie tersa del tubo, evita la acumulación de basura o humedad, reduciendo la posibilidad de corrosión. Si los extremos del tubo están cerrados

por medio de placas de acero soldadas al mismo, las superficies interiores no quedan expuestas a los agentes atmosféricos y por lo tanto no requieren de protección adicional.

En el pasado, tanto en Estados Unidos como en su tiempo de incursión en nuestro país, el uso de tubos era obstaculizado por los detalles de sus conexiones. En la actualidad este problema se solucionó gracias al desarrollo de las máquinas cortadoras de tubo, totalmente automáticas con soplete de oxiacetileno, las cuales no solo cortan tubos para ajustarlos a conexiones con superficies planas, como placas base, sino que también los cortan de modo tal que se ajusten a superficies cilíndricas, tales como las uniones del tubo larguero, conocido como flauta, con el elemento soporte. La máquina corta el tubo con la configuración correcta y con bordes biselados que simplifica el procedimiento de soldadura en la junta.

#### **2.2.4.- Estructura de la cartelera**

Tanto el cuerpo medular de un anuncio de azotea, como la cartelera de un espectacular autosoportado tienen la misma estructuración, a base de armaduras conformadas por perfiles comerciales de acero estructural, por lo general del tipo A-36, secciones APS de lados iguales o lados desiguales, unidos a su vez a secciones canal tipo CPS (figura 3), y con conexiones a base de tornillos, ya que la estructura debe presentar la característica de poder ser removida en el caso excepcional de que se presente el colapso, o cuando se pretenda renovar o cambiar de sitio, hacerlo lo más pronto posible y sin tener que utilizar alguna máquina cortadora de remaches, o planta para eliminar la soldadura de las uniones de los perfiles.

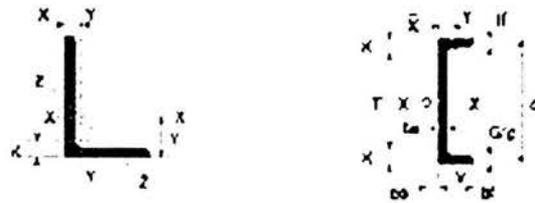


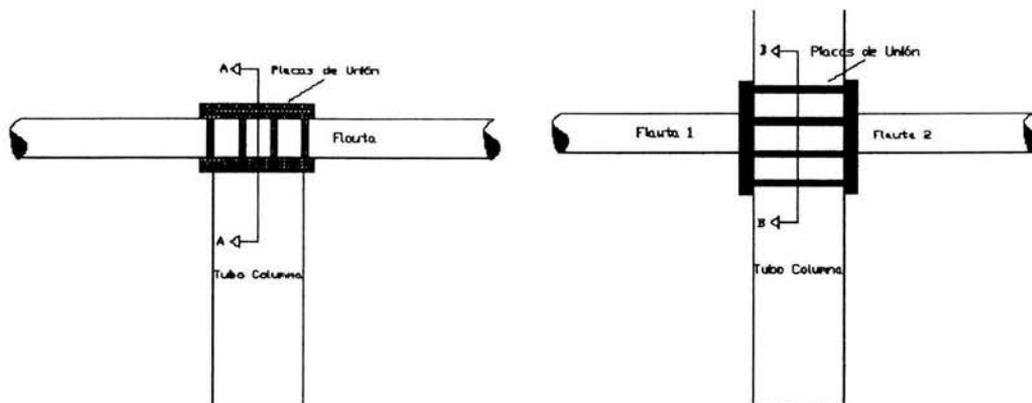
Figura 3. Sección tipo APS      sección tipo CPS

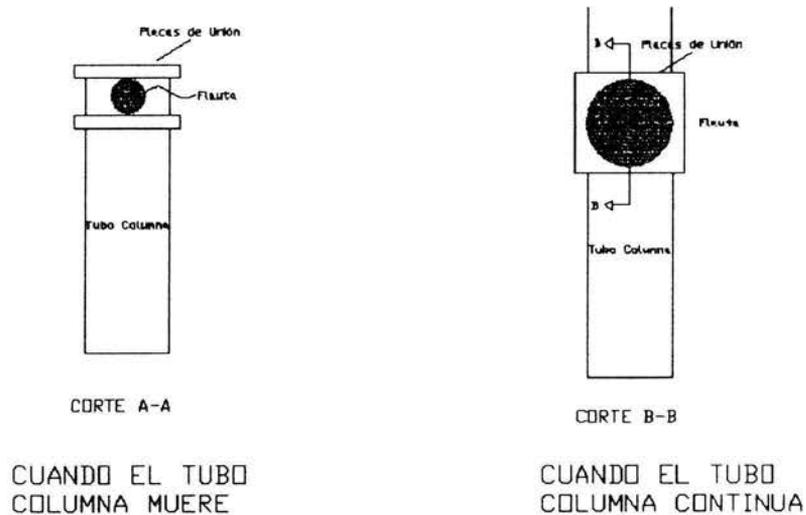
### 2.2.5.- Conexiones de la estructura del letrero

Las uniones en todo letrero debe cumplir con dos requisitos principales: primero resistir las fuerzas de cortante, aplastamiento y flexión a las cuales están sometidos los elementos de la armadura, el tubo larguero y los elementos de soporte y segundo, tener la capacidad de ser fácilmente removibles en caso de que se requiera el desmontaje o traslado de toda la estructura del letrero espectacular; para cubrir lo anterior se recurre a las uniones a base de tornillos.

### 2.2.6.- Tubo columna con tubo larguero

La fuerza primordial para lo cual hay que diseñar la unión entre los elementos principales del letrero es la transmisión de la torsión del tubo larguero hacia el elemento de apoyo para que a su vez este la transmita a la cimentación. Existen muchos tipos de unión entre estos elementos, pero todos se basan en la conexión con tornillos y placas (figura 4).





**Figura 4. Uniones entre tubo columna y tubo larguero**

### 2.2.7.- Columnas compuestas

Cuando se trata de montar o estructurar un anuncio espectacular del tipo de azotea o uno autosoportado con dos apoyos, se elimina el uso del tubo larguero como elemento estructural que soporta la cartelera, y se recurre a la utilización de columnas armadas en sustitución de la sección tubular que resulta muy costosa en comparación a la resistencia que se desea tengan los letreros.

Dichas secciones de elementos soportantes se basan en las columnas a base de celosías (figura 5), conformadas estas por perfiles convencionales de ángulos y sección cajón, que se intercalan en forma de una armadura cuadrada con la altura y dimensiones necesarias, para soportar las cargas gravitacionales y las sollicitaciones por cargas accidentales de viento y sismo, así como las combinaciones que puedan presentarse durante el tiempo de vida de la estructura.

SECCIÓN TÍPICA DE UNA COLUMNA ARMADA  
A UTILIZAR COMO ELEMENTO DE APOYO  
EN UN ANUNCIO ESPECTACULAR

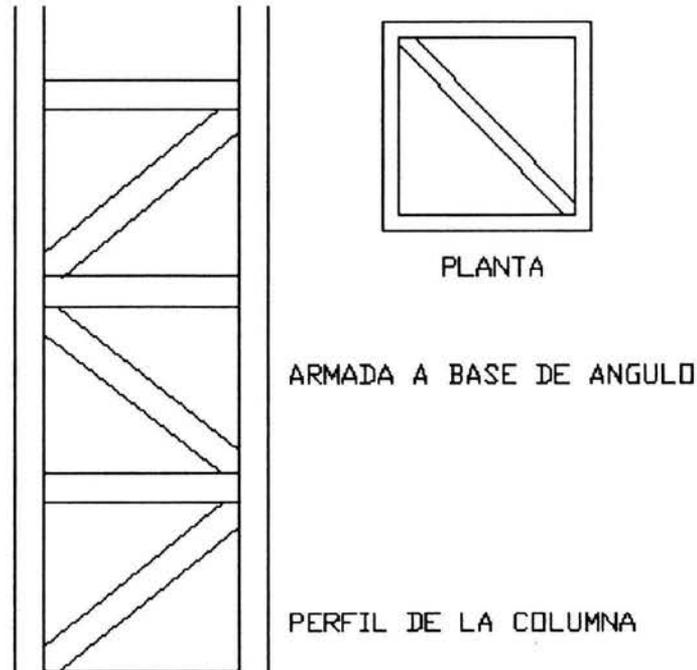


Figura 5. Sección típica de una columna armada

### 2.2.8.- Armadura de la cartelera con el tubo larguero

La cartelera se conforma por ángulos y canales de secciones laminadas en frío, unidas entre si por tornillos. Para lograr unir esta armadura a la sección principal del anuncio, representada por la flauta, se recurre al uso de marcos formados por secciones laminadas las cuales en general se sueldan a placas de espesor determinado, la que a su vez se adosa a la sección circular del tubo de la flauta y de esta forma lograr transmitir los efectos de torsión y flexocompresión directamente al tubo columna, para que este las transmita directamente a la cimentación del letrero.

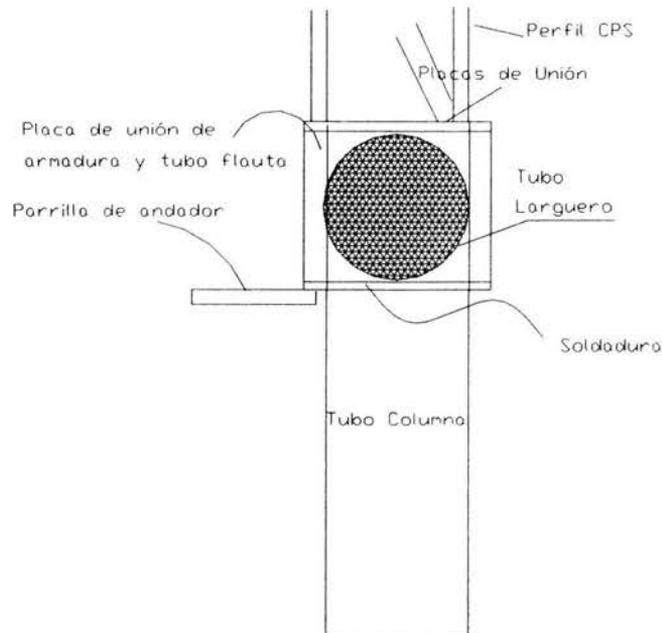


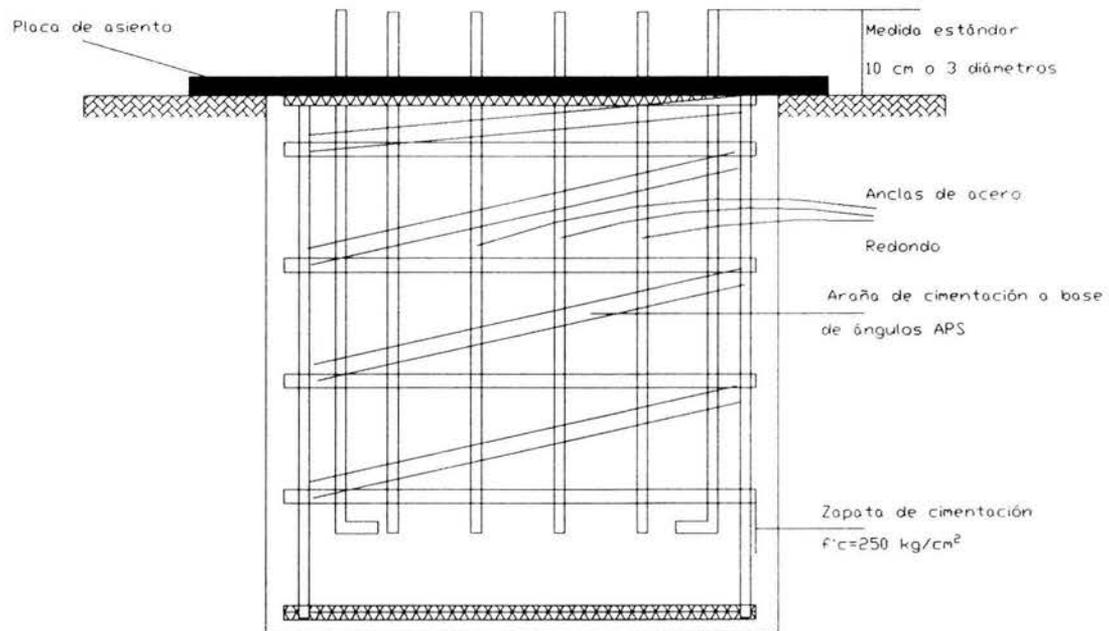
Figura 6. Uniones entre cartelera y tubo flauta

### 2.2.9.- Características de la cimentación

Actualmente para la cimentación de un anuncio espectacular, ya se tienen estandarizados zapatas tipo a base de concreto armado, llamadas comúnmente arañas de cimentación, las cuales se conforman de una armadura de ángulos APS (lados iguales o no), que constituyen el armado de dicha zapata.

El concreto que utilizan es del Tipo 1 con una resistencia  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  lo anterior es un grave error, ya que en la mayoría de los casos se aplica un tipo específico de cimentación y no se recurre al diseño del mismo, por lo cual puede sufrir colapsos que traerían como consecuencia el desplome del letrero.

En la figura 7 se trató de representar el armado típico de la cimentación de los anuncios autosoportados.



**Figura 7. Cimentación típica de un anuncio espectacular**

**CAPITULO 3**

---

**REGLAMENTACION**

## **CAPÍTULO 3.- REGLAMENTACION**

Tomando en consideración que en las últimas décadas, el número y el tipo de anuncios espectaculares ha crecido en forma desordenada debido a la falta de planeación y legislación, así como de una ley que regule en forma práctica su situación, en este capítulo, apoyándonos en la reglamentación existente tanto federal, estatal y municipal y con la finalidad de asegurar la estabilidad de las estructuras y la seguridad de los habitantes, describiremos los requisitos mínimos para su instalación, los cuales deben de servir para tender hacia una normalización en nuestro país.

### **3.1.- Reglamento para el Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (RADVCFZASCT)**

En el presente apartado se hará mención de los lineamientos y requisitos que se deberán cumplir, para la instalación de anuncios espectaculares en las zonas aledañas de las carreteras federales.

En el Anexo 3 se muestran los formatos con los requisitos que se deberán cumplir para la realización del trámite, ante la SCT del estado que corresponda. La expedición del reglamento en cuestión se realizó el 25 de enero del año 2001, en el Anexo 4 se muestra este reglamento para su consulta.

#### **3.1.1.- Disposiciones generales**

Las disposiciones tienen por objeto regular el aprovechamiento del derecho de vía de las carreteras federales y sus zonas aledañas, asimismo establece los lineamientos a

seguir por parte de los propietarios u operadores de los anuncios, para la obtención de permisos, así como las obligaciones generales y trámites necesarios que deben cumplir para poder operar dicho anuncio.

En sus alcances contempla que **"Dentro del derecho de vía queda prohibida la instalación de anuncios"**, permitiendo su instalación en las zonas aledañas de las carreteras federales.

Para efecto del reglamento entenderemos por anuncio: "Rótulo de información, publicidad o propaganda que difunde a los usuarios de una vía de comunicación carretera, mensajes relacionados con la producción y venta de bienes y servicios, así como actividades cívicas, políticas o culturales". Las disposiciones generales que se regulan son:

### **3.1.2.- De los permisos**

Se establece que se requiere permiso previo otorgado por la SCT, para la instalación de anuncios y la construcción de obras, en terrenos adyacentes a las carreteras federales hasta una distancia de 100 m.

Por otra parte los interesados en obtener un permiso para aprovechar el derecho de vía de las carreteras federales o zonas aledañas, deberán de cumplir entre otros con requisitos tales como:

1. La presentación de solicitud por escrito, señalando la carretera, tramo y kilómetro en donde se llevará a cabo la obra o instalación y en caso de zonas

aledañas al derecho de vía, presentar el documento que acredite la propiedad o posesión de la superficie o autorización para su aprovechamiento.

2. El plano a presentar debe contener medidas y colindancias en el que se delimite la ubicación del predio, tratándose del aprovechamiento de zonas aledañas al derecho de vía, así como acreditar el pago de derechos y proporcionar aquellos datos específicos que marque este Reglamento.

En caso de que falte algún requisito, la SCT lo comunicará por escrito al interesado en un plazo de 10 días hábiles. El interesado dispondrá de un plazo de 10 días hábiles para subsanar los requisitos faltantes, transcurrido el cual, sin que se dé cumplimiento, se tendrá por abandonada la solicitud.

### **3.1.3.- De la instalación de anuncios y señales informativas**

De forma particular la SCT establece en el reglamento las disposiciones y requisitos mínimos, que se deberán observar en la presentación del proyecto de construcción e instalación de los anuncios, así como de las reglas que se deberán observar durante su construcción o instalación.

La instalación de anuncios o construcción de obras en los terrenos adyacentes al derecho de vía de las carreteras federales, se sujetará a lo indicado en el reglamento de la SCT en cada uno de los incisos tales como:

1. Llevar a cabo la instalación en las zonas fijadas por la SCT y preservando una franja de 10 m a partir del límite del derecho de vía.

2. Ajustarse a la separación mínima entre anuncios y al ángulo en el que se colocarán los anuncios dentro de las zonas señaladas con respecto a la normal del eje de la carretera.
3. Descripción del anuncio, croquis de ubicación del anuncio en el predio y señalar si existen o no instalaciones de anuncios en el área.

Estos son, entre otros, los requisitos que de acuerdo al reglamento de la SCT deberán de cumplirse, para obtener la autorización para la instalación de un anuncio en las zonas aledañas a las carreteras federales.

#### **3.1.4.- De las obligaciones generales**

Las obligaciones que los permisionarios adquieren al autorizarles su solicitud para la construcción y/o instalación de un anuncio espectacular, en zonas aledañas a las carreteras federales son las siguientes:

1. Ser Responsables en todo momento por los daños que pudieran causar a las carreteras federales y a terceros, por defectos o vicios ocultos en las construcciones que realicen o en los trabajos de instalación, reparación y conservación.
2. Dar mantenimiento a los anuncios que se instalen, para conservar la seguridad y estética de las mismas, y permitir las inspecciones que ordene la SCT para constatar el buen estado de las estructuras.
3. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones técnicas, legales y administrativas, federales, estatales y municipales para la realización de las obras aprobadas en el permiso y desocupar dentro del plazo establecido por la

SCT o cuando ésta lo solicite, el derecho de vía de que se trate sin costo alguno para ella.

### **3.2.- Reglamentos Estatales para Anuncios**

En el subcapítulo anterior ya se habló de los requisitos, para la instalación de anuncios espectaculares en zonas aledañas de las carreteras federales, debemos aclarar que hasta la fecha no existe reglamentación a nivel estatal, siendo estos reglamentos particularmente a nivel municipal.

Existe un reglamento que establece los lineamientos para la utilización del derecho de vía y zonas laterales de las carreteras estatales del Estado de México, el cual en sus apartados establece lo siguiente para la instalación de anuncios espectaculares.

#### **3.2.1.-Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Derecho de Vía de Carreteras Estatales y Zonas Laterales del Estado de México (RUADVCEZLEM)**

Se publicó este reglamento en la *Gaceta del Gobierno*, el 11 de septiembre de 1989, con el objeto de llevar a cabo acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación y mantenimiento de la infraestructura carretera del Estado de México, el cual podemos consultar en el Anexo 5 de este trabajo.

Ante la falta de disposiciones que regulen el uso y aprovechamiento del derecho de vía de jurisdicción estatal, se ha propiciado la construcción irregular de obras e instalaciones dentro del derecho de vía, que alteran la capacidad, operación y nivel de servicio vial y sobre todo ponen en riesgo la integridad física y patrimonial de los

usuarios de las carreteras y zonas laterales, adicionalmente crea actividades al margen de las disposiciones administrativas.

Las invasiones al derecho de vía de las carreteras estatales, han dificultado el uso adecuado de las vialidades e incrementado notablemente los costos de los programas de modernización y ampliación de la red carretera, al tener que considerar dentro de los costos de obra, los relativos al pago de indemnización por demolición de construcciones e instalaciones, establecidas en el derecho de vía sin autorización alguna.

Dada la problemática el reglamento establece, en materia de anuncios espectaculares lo siguiente:

#### **3.2.1.1.- Disposiciones generales**

El ordenamiento tiene por objeto reglamentar las atribuciones del Centro SCT del Estado de México, relativas a la preservación, control, vigilancia, regulación y administración del uso y aprovechamiento del derecho de vía de carreteras estatales, zonas laterales, servicios conexos y auxiliares.

Se definen como carreteras estatales: las construidas por el Estado; Las convenidas con la Federación, los Municipios o los particulares; las que están sujetas a conservación, mantenimiento y administración por parte del Centro SCT del Estado de México.

Para los efectos del ordenamiento, se entenderá por: Anuncio. Rótulo de información, publicidad o propaganda que difunde a los usuarios de la carretera, mensajes de información general o relativa a la producción y comercialización de bienes y servicios así como actividades cívicas, políticas o culturales.

El Centro SCT fijará las Normas Técnicas y los lineamientos para el uso y aprovechamiento del derecho de vía, de las carreteras estatales y sus zonas laterales y realizará la supervisión, vigilancia o inspección de las obras e instalaciones autorizadas de conformidad con lo dispuesto por el Reglamento.

#### **3.2.1.2.- De los permisos y convenios para el uso y aprovechamiento del derecho de vía**

El Centro SCT expedirá los permisos correspondientes y celebrará los convenios para el uso y aprovechamiento del derecho de vía, para la instalación de anuncios o la construcción de obras, en el derecho de vía y/o zonas laterales. Estos permisos se otorgarán previo estudio técnico realizado por el Centro SCT, siempre que no contravengan disposiciones de orden público.

Sin perjuicio de los requisitos exigidos por este Reglamento y otras disposiciones legales, los interesados en obtener un permiso para la instalación de anuncios espectaculares en el derecho de vía de las carreteras estatales y sus zonas laterales, deberán reunir todos y cada uno de los requisitos establecidos en este Reglamento para dicho trámite (Anexo 5).

Cuando la solicitud carezca de algún requisito o no se adjunten los documentos respectivos, el Centro SCT requerirá al interesado para que en un plazo de tres días hábiles corrija o complete la solicitud, o exhiba los documentos omitidos, apercibiéndolo que de no hacerlo, se tendrá por no presentada la solicitud.

Además del permiso, los interesados deberán celebrar un convenio con el Centro SCT en el que se establecerán normas y especificaciones de construcción, plazos y programas de ejecución, sanciones por incumplimiento, causas de extinción, cancelación, caducidad y los aspectos relativos a la supervisión periódica, que realizará el Centro SCT para constatar el cumplimiento de los acuerdos establecidos en el permiso y los servicios de supervisión, revisión del proyecto y otros análogos, que el Centro SCT estime necesarios para asegurar que las obras garanticen el debido funcionamiento del derecho de vía.

Los permisos y convenios tendrán una vigencia de un año calendario, contado a partir de que sean cubiertos los derechos e importes que indican las disposiciones fiscales aplicables, y deberán ser refrendados anualmente de acuerdo con lo estipulado en el convenio respectivo.

### **3.2.1.3.- De la instalación de anuncios y señales informativas**

En la instalación de anuncios el interesado deberá presentar, además de lo indicado en el inciso anterior del Reglamento, lo siguiente:

Descripción del anuncio, croquis de localización del predio en el que se ubicará el anuncio, proyecto ejecutivo y memoria de cálculo de la estructura, avalada y firmada

por un perito responsable en la materia, registrado ante la autoridad competente y en su caso, autorización de la dependencia, organismo o empresa que tenga instalaciones en el sitio, tales como cableado telefónico, líneas de agua potable, de conducción eléctrica, drenaje, gas o cualquiera otra similar.

#### **3.2.1.4.- De las obligaciones generales de los permisionarios**

Los permisionarios están obligados a cumplir en todo momento por los daños que pudieran causar a las carreteras estatales y/o a terceros, por defectos o vicios ocultos en las construcciones que realicen o en los trabajos de instalación, reparación y conservación.

Mantener en buen estado las obras que ejecuten, conservando la seguridad y estética de las mismas, permitir la práctica de las inspecciones que ordene el Centro SCT, cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales técnicas y administrativas, estatales y municipales y realizar por su cuenta los trabajos necesarios para restablecer las condiciones de funcionalidad del derecho de vía, entre otras.

#### **3.3.- Reglamentos Municipales para Anuncios**

En este capítulo se analizaron algunos reglamentos existentes, determinándose que existe una analogía entre el RADF y los demás reglamentos, teniéndose las siguientes características generales, en los Anexos 2, 6, 7 y 8 podemos consultar los reglamentos para anuncios de Monterrey, Xalapa, Saltillo y Mérida.

### **3.3.1.- Disposiciones generales**

Las disposiciones municipales son de orden público, interés social y observancia general y tienen por objeto regular la construcción, instalación, fijación, modificación, ampliación, conservación, mantenimiento, reparación, retiro, desmantelamiento, demolición y distribución de toda clase de anuncios y sus estructuras colocados en los sitios o lugares que sean visibles, desde la vía pública o lugares de uso común y no aplicará a los anuncios que sean difundidos por prensa escrita y medios sonoros, todo esto ajustado a los requerimientos que en esta materia cada Municipio solicite para el otorgamiento de un permiso o licencia para la instalación de un anuncio espectacular.

### **3.3.2.- De las autoridades correspondientes**

Son autoridades competentes en la aplicación de los reglamentos municipales todos aquellos que intervengan o deban participar durante el proceso de autorización del permiso para la fabricación, instalación, construcción y mantenimiento de todo anuncio espectacular de que se trate independientemente de sus características.

Por ejemplo, el Ayuntamiento, la Dirección General de Desarrollo Urbano, la Tesorería y Protección Civil, correspondiendo a cada instancia, aplicar el reglamento, practicar inspecciones, recaudar impuestos y elaborar dictámenes de seguridad y riesgo según corresponda a sus funciones.

### **3.3.3.- Del plano de zonificación de anuncios y sus estructuras**

El plano de zonificación de anuncios y sus estructuras es el instrumento gráfico que aprobado por el ayuntamiento, contiene la cartografía con la zonificación y tabla de compatibilidad de anuncios y sus estructuras, conteniendo la delimitación de las

distintas zonas en las que se podrá autorizar o negar la construcción de anuncios y sus estructuras, tabla de compatibilidad de anuncios y sus estructuras y las limitaciones o restricciones que, por razones de planificación y zonificación urbana, deberán observarse en materia de anuncios y sus estructuras.

### **3.4.- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF)**

Lo establecido en este reglamento da pautas y normas para todo tipo de construcciones dentro del perímetro político del Distrito Federal, entrando en vigor el año de 1993, publicado en el Diario Oficial de la Federación. Se complementa con varias Normas Técnicas Complementarias, las cuales son:

1. Para diseño por viento
2. Para diseño por sismo
3. Para diseño y construcción de cimentaciones
4. Para diseño y construcción de estructuras de mampostería
5. Para diseño y construcción de estructuras de concreto
6. Para diseño y construcción de estructuras metálicas
7. Para diseño y construcción de estructuras de madera

Para el análisis y diseño de un anuncio espectacular, el cual se conforma especialmente de estructuras de acero, se mencionan únicamente los lineamientos de las normas de diseño por sismo y viento, las cuales sirvieron en el análisis de los capítulos 4 y 5 del presente trabajo.

### 3.4.1.- De la vía pública

El reglamento es muy explícito al mencionar que debe entenderse como vía pública: todo espacio de uso común, destinado al libre tránsito así como dar acceso a predios de uso público o gubernamental, y dar alojamiento a cualquier instalación de un servicio público.

Todo inmueble que tenga esta finalidad por el solo hecho de poseerla entra dentro de este rubro, así como los sitios mencionados anteriormente y se encuentran bajo responsabilidad del Gobierno del Distrito Federal (GDF), o de las instancias delegacionales correspondientes quienes se encargaran de dar o revocar licencias, para construir o utilizar estos lugares para la instalación de cualquier tipo de anuncio.

La determinación de vía pública la realizará el GDF en base a la expedición de constancias de uso del suelo, alineamientos y números oficiales de inmuebles, licencias de construcción, orden o autorización para construcción o montaje de instalaciones publicitarias.

Para poder hacer uso de las instalaciones, diseñar, construir, operar y mantener estructuras dentro o en los espacios destinados al uso común, las personas físicas o morales, deberán presentar al GDF al inicio de cada ejercicio anual sus programas de obra para su aprobación, los anuncios espectaculares no son la excepción y deben cumplir con estos requisitos.

Toda licencia o permiso serán temporales y revocables y en ningún caso estar en perjuicio del libre seguro y expedito tránsito del público. En el momento que el GDF

solicite el retiro de obras o instalaciones ubicadas en la vía pública, toda persona física o moral esta obligada a acatar dicha disposición y mantener las señales viales, banquetas y/o pavimentos en las condiciones adecuadas de uso.

En el caso de instalaciones aéreas, cuando se encuentren sostenidas sobre postes, que es el caso específico de los anuncios espectaculares autosoportados, colocados para tal efecto, deben cumplir con las Normas Técnicas Complementarias de Instalaciones, las cuales no han sido emitidas por el GDF para su entrada en vigor.

En el anterior reglamento de 1976 se hacia alusión a ciertos criterios de regulación, los cuales quedaron fuera de vigor al entrar en vigencia el reglamento actual de 1987, el cual sin embargo, establece ciertas condiciones generales para la seguridad de las instalaciones así como de los usuarios o público en general, las cuales aparecen descritas en el Anexo 9.

#### **3.4.2.- Clasificación de las estructuras**

El RCDF da una pauta general de clasificación de las estructuras, la cual es retomada y modificada por diversos manuales, para aplicarlo al análisis y diseño de las estructuras a que se encarguen, en nuestro caso, para el análisis de anuncios espectaculares esta clasificación se detalla más en las Normas Técnicas Complementarias de Diseño por Viento y en el Manual de Diseño por Viento de la CFE, en el capítulo 4 de este trabajo.

Básicamente el RCDF establece dos grupos, el grupo A, edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas y el grupo B, edificaciones comunes

destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A.

La clasificación de las estructuras del RCDF se enmarca en su artículo 174, mismas que se pueden consultar en el Anexo 9 del presente trabajo.

### **3.4.3.- Zonificación geotécnica de la Ciudad de México**

Para el análisis sísmico de las estructuras es preciso referenciarlas dentro de la clasificación antes mencionada, así como ubicarlas en una zona geotécnica para la capacidad de resistencia del terreno.

La Ciudad de México se considera dividida en tres zonas en función de la capacidad de carga y del tipo de suelo que se localiza en esos lugares:

1. **Zona I. Lomas**, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos.  
En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.
2. **Zona II. Transición**, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
3. **Zona III. Lacustre**, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas

capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros.

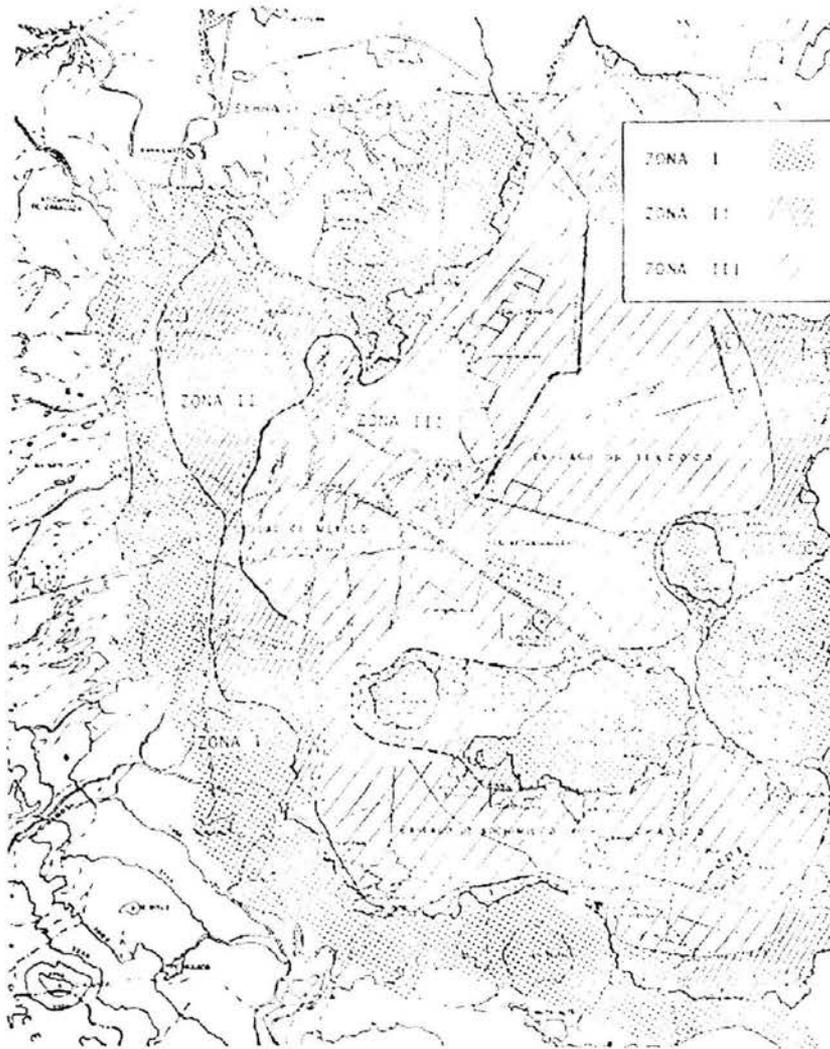
Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

Para determinar en que zona va a estar colocado el anuncio espectacular dentro de la República Mexicana se anexa mapa de regionalización sísmica (figura 8), para poder determinar el coeficiente sísmico y aplicarlo en el análisis de las sollicitaciones.

Asimismo, si el anuncio va a colocarse en la Ciudad de México, para conocer el coeficiente sísmico para el análisis correspondiente, se anexa Mapa de zonificación geotécnica de la Ciudad de México (figura 9).



Figura 8. Regionalización sísmica de la República Mexicana



**Figura 9. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México**

#### **3.4.4.- Reglamentación sobre los anuncios espectaculares**

En lo referente al tema a que está enfocado el presente trabajo, el RCDF es muy poco específico sobre los lineamientos que deben seguirse y únicamente habla del mismo en su artículo 180, el cual dice "Los anuncios adosados, colgantes y de azotea, de gran peso y dimensiones deberán ser objeto de diseño estructural en los términos de este Título, con particular atención a los efectos del viento. Deberán diseñarse sus apoyos y

fijaciones a la estructura principal y deberá revisarse su efecto en la estabilidad de dicha estructura. El proyecto de estos anuncios deberá ser aprobado por el Director Responsable de Obra o por el Corresponsable en Seguridad Estructural en obras en que éste sea requerido”.

Cabe señalar que el RCDF no hace mención a seguir lo establecido por el RADF, que entró en vigor en 1988, el cual marca normas y lineamientos a seguir para todo lo referente a la colocación, instalación o montaje de un anuncio espectacular. Razón por la cual se presentan muchas violaciones a los mencionados reglamentos.

#### **3.4.5.- Diseño por viento**

En lo referente al diseño por viento, la reglamentación presente no hace alusión alguna a los anuncios espectaculares tan solo hace referencia en su capítulo VII, enviándonos a las Normas Técnicas Complementarias correspondientes, en donde se explican los procedimientos detallados de diseño, esto lo veremos de forma específica en el capítulo 4 de este trabajo.

#### **3.4.6.- Diseño por sismo**

La estructura se analiza bajo la acción de dos fuerzas horizontales ortogonales no simultáneas del movimiento del terreno. Las fuerzas y deformaciones internas que resulten se combinarán entre sí, combinándose con las fuerzas gravitacionales (peso propio del anuncio).

En el análisis debe considerarse la rigidez de todos los elementos que conforman la estructura, se calcularán las fuerzas sísmicas, deformaciones y desplazamientos

laterales de la estructura en su conjunto, incluyendo los giros por torsión y los efectos de flexión de fuerza cortante, axial y torsión de los mismos elementos. Asimismo se involucran los efectos de segundo orden, entendidos como las deformaciones por fuerza gravitacional.

En su artículo 212, el RCDF menciona "El análisis y diseño estructurales de puentes, tanques, chimeneas, silos, muros de retención y otras Edificaciones que no sean edificios, se harán de acuerdo con lo que marquen las Normas Técnicas Complementarias y, en los aspectos no cubiertos por ellas, se hará de manera congruente con ellas y con este capítulo, previa aprobación del GDF", quedando ambiguo este rubro.

#### **3.4.7.- Coeficiente sísmico**

Para el análisis de las estructuras se determina un coeficiente, el cual esta en función directa con la zona en la cual se encuentra o se pretende ubicar, según lo establecido en el apartado 3.4.3.

El coeficiente sísmico  $c$ , es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la estructura o edificación por efecto del sismo, entre el peso de dicha estructura (tabla 1). En nuestro caso se involucra el peso propio de todos y cada uno de los perfiles que conforman los elementos del anuncio. Se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual comienzan a ser significativos los desplazamientos con respecto al terreno circundante.

COEFICIENTE SISMICO EN LA CIUDAD DE MEXICO			
	ZONA I	ZONA II	ZONA III
GRUPO A	0.24	0.48	0.60
GRUPO B	0.16	0.32	0.40

Tabla 1. Coeficiente sísmico por zonas y grupos

### 3.4.8.- Tipos de solicitaciones

El RCDF considera tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:

1. **Permanentes.** Las acciones permanentes son las que obran en forma continua sobre la estructura, y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta, el empuje estático de tierras, líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a preesfuerzos o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.
2. **Variables.** Las acciones variables son las que obran sobre la estructura, con una intensidad que varía significativamente con el tiempo.  
Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva, los efectos de temperatura, las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenaje.
3. **Accidentales.** Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación, y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves.

Pertenece a esta categoría: las acciones sísmicas, los efectos del viento, los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios.

Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura, para el caso de que ocurran estas acciones.

Cabe señalar que para asegurar la estabilidad de la estructura ante la presencia de estas solicitaciones, es preciso analizarla para el efecto simultáneo de todas las acciones que tengan posibilidad de presentarse bajo las siguientes combinaciones:

a) **Acciones permanentes y acciones variables.** Se consideran todas las acciones permanentes que actúan sobre la estructura, y las distintas acciones variables de las cuales, la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima, y el resto con su intensidad instantánea.

Si se trata de evaluar los efectos a largo plazo se tomarán todas con su intensidad media.

b) **Acciones permanentes, variables y accidentales.** Se consideran todas las acciones permanentes, las acciones variables se consideran con su valor instantáneo y únicamente una acción accidental en caso de combinación

En ambos casos de combinaciones de solicitaciones, los efectos de las mismas deben multiplicarse por los factores de carga apropiados ( $F_c$ ) que se mencionan en la tabla 2.

SOLICITACION	COMBINACION DE CARGAS	Fc
Del tipo A	Acciones permanentes y acciones variables	1.4
Estructuras Grupo A	Acciones permanentes y acciones variables	1.5
Del tipo B	Acciones permanentes, variables y accidentales	1.1
Acciones o fuerzas internas	Su efecto favorezca la resistencia o estabilidad de la estructura	0.9
Estados límite de servicio	Para todos los casos	1.0

**Tabla 2. Factores de carga de acuerdo al tipo de solicitud**

La consideración de la estabilidad de un anuncio espectacular, ante la presencia de estas solicitudes se analiza y detalla minuciosamente en los capítulos 4, 5 y 6.

### **3.5.- Reglamento de Anuncios para el Distrito Federal (RADF)**

El RADF se analizará en todo el apartado relativo a los anuncios espectaculares, el cual se publicó en la gaceta oficial del Distrito Federal el 11 mes de agosto de 1999.

Dicho reglamento normaliza los requisitos, lineamientos y responsabilidades que deben cubrir todos y cada uno de los propietarios de los anuncios, montados en el Distrito Federal así como las clasificación y límites de seguridad, que deben presentar los anuncios enmarcados dentro de los alcances del mismo.

#### **3.5.1.- Disposiciones generales**

Las disposiciones tienen por objeto regular la fijación, instalación, distribución y ubicación de anuncios en los sitios y lugares a los cuales se presente acceso de público, así como en la denominada vía pública o sitios visibles desde las avenidas o arterias

vehiculares. Así mismo, establece los lineamientos a seguir por parte de los propietarios u operadores de los anuncios, las licencias y tramites delegacionales que deben cubrir para poder operar dicho anuncio.

En sus alcances contempla todo anuncio capaz de ser observado por el usuario, no entrando en el mismo los anuncios de difusión oral a través de radiodifusoras, televisión, cine o prensa escrita. Las disposiciones generales que se regulan son:

### **3.5.2.- Anuncios de carácter político**

Los anuncios de carácter político se regularan de acuerdo a dos periodos: durante el período de campañas electorales y durante el periodo en que estas no se desarrollen.

Durante el periodo de campañas los anuncios se registrarán en función a los lineamientos y condiciones que señala el artículo 60 del Código Federal Electoral, siempre y cuando dichos anuncios se utilicen para la difusión y propaganda de índole político.

Para los períodos en los cuales exista ausencia de campaña electoral, los anuncios que presenten un carácter político estarán sujetos a las restricciones del RADF.

### **3.5.3.- De las licencias y permisos**

Toda persona física o moral que pretenda fijar, instalar o colocar algún tipo de anuncio deberá obtener previamente la licencia correspondiente, con la autoridad delegacional encargada de este rubro. En ningún caso se otorgará la licencia mencionada para los anuncios que debido a sus dimensiones, ubicación o tipo de materiales empleados en su estructuración o en su instalación, puedan poner en riesgo la salud o la integridad

física de los peatones o la seguridad de los bienes e inmuebles, en los cuales se encuentren colocados o cercanos a los mismos.

También se negará la licencia a los anuncios que ocasionen molestias a los vecinos en que se pretenda colocar, o que afecten la prestación norma de los servicios públicos delegacionales, como son servicio de limpia o de seguridad pública. Asimismo se negará la licencia o permiso para un anuncio, cuyas imágenes y contenido que presente la cartelera hagan alusión a ideas con textos o figuras que inciten a la violencia, sean contrarias a la moral o a las buenas costumbres, promuevan la discriminación de razas o condiciones sociales de los individuos.

Para la expedición de las licencias o permisos correspondientes, son atribuciones exclusivas del GDF por conducto de la delegación correspondiente. En el Anexo 1 se detallan todos los requisitos para la obtención de los permisos o licencias para la instalación de anuncios espectaculares.

#### **3.5.4.- Especificaciones técnicas de los anuncios**

Para la fijación, instalación, distribución, ubicación o modificación de todo anuncio, ya sea autoportado, de azotea o adosado, deberán cumplir con una serie de lineamientos tales como: la cantidad de carteleras a un mismo nivel, altura máxima sobre nivel de la banqueta, dimensiones de la cartelera, número de anuncios por inmueble en el caso de las de azotea, superficie a utilizar sobre muros ciegos laterales y la valoración del carácter estético o decorativo del anuncio, entre otras, 100 m medidos en proyección horizontal a partir de los límites de las zonas referidas, o de

las fachadas de los inmuebles mencionados en esta fracción, mismos que se detallan de acuerdo a cada tipo de anuncio en el RADF, (Anexo 1).

### 3.5.5.- Partes integrantes de un anuncio espectacular

Para la consideración de un anuncio se tomarán como partes integrantes del mismo todos los elementos que lo conforman desde su instalación hasta su estructuración.

1. **Base o elementos de sustentación.** Esta dada por los elementos que soportarán la cartelera del anuncio, en el caso de los anuncios de azotea esta representada únicamente por la estructura de perfiles de acero que lo conforman, pero en el caso de anuncios del tipo autosoportados están dados por secciones tubulares circulares o cuadradas de varias pulgadas de diámetro exterior, para elevar a una altura conveniente la cartelera mencionada y permitir que esta misma pueda ser observada por el público.



Foto 12. Partes integrantes de un anuncio de azotea

2. **Estructura de soporte.** Está representada por el conjunto de perfiles de acero, montantes, diagonales, cuerdas y cables que conforman la estructura que soporta la cartelera y sobre la cual se montará la carátula del anuncio espectacular.
3. **Elementos de fijación o de sujeción.** Los representa la base del anuncio, el apoyo que soporta toda la estructura y que involucra la zapata de cimentación de concreto armado, todo tipo de anclaje estructural a base de redondos o tornillos, así como las placas de asiento y de base para conectar el anuncio a la cimentación.



Foto 13. Elementos de fijación de un anuncio de azotea

4. **Caja o gabinete del anuncio.** En determinados anuncios se les coloca una de láminas delgadas de acero, o cajas de acrílico sobre las cuales se colocará la publicidad determinada.
5. **Carátula vista o pantalla.** Está definida por la publicidad propiamente dicha: es decir las cajas de luz a base de acrílico que proyectan el texto o por las mantas o anuncios pintados sobre la base de láminas ya mencionadas, y que en su

conjunto representan la propaganda mercantil para la cual está diseñada el espectacular.

6. **Elementos de iluminación.** Según lo establecido por el reglamento a que se está haciendo alusión, sólo se permiten lámparas de iluminación a base de luz neón colocadas sobre mamparas y montadas en la parte superior, y/o inferior de la cartelera para que la publicidad pueda ser visualizada por el público, pero que a su vez no constituye una distracción para el automovilista o de pie a ser confundidas con las luces de señalización vehicular.
7. **Elementos mecánicos, eléctricos, plásticos o hidráulicos.** Son elementos especiales que se montan sobre o en las cercanías del espectacular, y cuya finalidad es dar un mayor impacto visual al espectador, como pueden ser equipo mecánico que regule la iluminación del anuncio, instalación eléctrica sobre el mismo, entre otras.
8. **Elementos e instalaciones accesorias.** Son instalaciones que confinan equipo delicado o factible de sufrir algún desperfecto, por causa de las condiciones ambientales a que se encuentre sometido.



Foto 14. Elementos e instalaciones accesorias de anuncios de azotea y adosado

### **3.5.6.- Responsabilidades de los propietarios**

De la misma manera, para los reglamentos tanto estatales como municipales los permisionarios están obligados a cumplir en todo momento, por los daños que pudieran causar a las carreteras estatales y/o a terceros, por defectos o vicios ocultos en las construcciones que realicen o en los trabajos de instalación, reparación y conservación.

Mantener en buen estado las obras que ejecuten, conservando la seguridad y estética de las mismas, permitir la práctica de las inspecciones que ordene el Centro SCT, cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales técnicas y administrativas, estatales y municipales y realizar por su cuenta los trabajos necesarios para restablecer las condiciones de funcionalidad del derecho de vía, entre otras.

Por todo lo anterior, podemos concluir que existen los reglamentos suficientes y necesarios para la correcta instalación, funcionamiento y mantenimiento de los anuncios espectaculares. Las autoridades y propietarios de los anuncios deben de tomar conciencia que un anuncio espectacular, contiene riesgos previsibles que pueden ser evitados desde la concepción del mismo.

Corresponde a las autoridades la aplicación correcta de los lineamientos establecidos, para que con ello se regule la instalación de los anuncios y se eviten así los riesgos consecuentes.

Por parte de los propietarios, acatando lo establecido, protegerán de una manera más eficiente su inversión.

## **CAPITULO 4**

---

# **CRITERIOS DE DISEÑO PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD DE LOS ANUNCIOS ESPECTACULARES**

## **CAPITULO 4.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD DE LOS ANUNCIOS ESPECTACULARES**

Apoyándonos en los Manuales de Diseño de la Comisión Federal de Electricidad, y en las NTCRCDF, analizaremos los apartados correspondientes para diseñar las estructuras que conforman a los anuncios espectaculares, fundamentalmente ante la acción del viento y sismo, para asegurar la estabilidad de estas estructuras.

Los criterios de diseño se seleccionarán con base a las clasificaciones de las estructuras, tal como lo establecen los manuales y normas mencionadas de acuerdo a sus características como son: grado de seguridad requerido, ubicación geográfica en la República Mexicana y dimensiones entre otras.

### **4.1.- Manual de diseño por viento de la Comisión Federal de Electricidad (MDVCFE)**

Este manual tiene como finalidad ser un documento de referencia para el diseño de estructuras afectadas por las fuerzas del viento. Está basado en fenómenos físicos, experiencias, varias muestras y ensayos a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

#### **4.1.1.- Clasificación de las estructuras**

El MDVCFE establece una clasificación de estructuras para conocer sus coeficientes y métodos para su análisis y diseño, en función de los principales efectos que el viento puede ocasionar sobre las mismas y según el grado de seguridad o importancia que debe proporcionarse a la estructura. Dicha clasificación se describe a continuación:

#### **4.1.1.1.- Según su importancia**

Esta clasificación se determina en función de las solicitudes que se adopten para el diseño de la estructura, que se regirán por un grado de seguridad necesaria para que dicha construcción, cumpla adecuadamente con las funciones a las que se haya destinado.

Así mismo, se determina la clasificación dentro de la cual va a quedar enmarcada la estructura, de acuerdo a la gravedad de las consecuencias de un eventual colapso de todos los elementos, del costo económico y de vidas, si el efecto se presenta. En la práctica dichos niveles se asocian con velocidades del viento que tengan una probabilidad de ser excedidas, y a partir de ésta se evalúa la magnitud de las solicitudes de diseño debidas al viento.

En esta sección, atendiendo al grado de seguridad aconsejable para una estructura, las construcciones se clasifican según los grupos que se indican a continuación:

#### **Grupo A. Estructuras para las que se recomienda un grado de seguridad elevado.**

Pertencen a este grupo aquellas que en caso de fallar, causarían la pérdida de un número importante de vidas, o perjuicios económicos o culturales excepcionalmente altos; así mismo, las construcciones y depósitos cuya falla implique un peligro significativo por almacenar o contener sustancias tóxicas o inflamables, así como aquellas cuyo funcionamiento es imprescindible y debe continuar después de la ocurrencia de vientos fuertes, tales como los provocados por huracanes. Quedan excluidos los depósitos y las estructuras enterradas.

Ejemplos de este grupo son las construcciones cuya falla impida la operación de plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleares; entre estas pueden mencionarse las chimeneas, las subestaciones eléctricas y las torres y postes que forman parte de líneas de transmisión principales. Dentro de esta clasificación también se encuentran las centrales telefónicas e inmuebles de telecomunicaciones principales, puentes, estaciones terminales de transporte, estaciones de bomberos, de rescate y de policía, hospitales e inmuebles médicos con áreas de urgencias, centros de operaciones en situaciones de desastre, escuelas, estadios, templos y museos. Del mismo modo pueden considerarse los locales, las cubiertas y los paraguas que protejan equipo especialmente costoso y las áreas de reunión que puedan alojar a más de 200 personas, tales como salas de espectáculos, auditorios y centros de convenciones.

**Grupo B. Estructuras para las que se recomienda un grado de seguridad moderado.** Se encuentran dentro de este grupo aquellas que en caso de fallar representan un bajo riesgo de pérdida de vidas humanas, y que ocasionarían daños materiales de magnitud intermedia. Este es el caso de las plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras (excluyendo los depósitos exteriores de combustible pertenecientes al Grupo A), comercios, restaurantes, casa habitación, edificios de departamentos u oficinas, hoteles, bardas cuya altura sea mayor de 2.5 metros y todas las construcciones cuya falla por viento pueda poner en riesgo a otras de esta clasificación o de la anterior. Se incluyen también salas de reunión o espectáculo y estructuras de depósito urbanas e industriales, no incluidas en el Grupo A, así como todas aquellas construcciones que formen parte de

plantas generadoras de energía y que, en caso de falla, no paralizarían el funcionamiento de la misma. Así mismo, se consideran en este grupo las subestaciones eléctricas y las líneas y postes de transmisión de menor importancia que las del Grupo A.

**Grupo C. Estructuras para las que se recomienda un bajo grado de seguridad.** Son aquellos cuya falla no implica graves consecuencias, ni puede causar daños a las construcciones del Grupo A y B abarca, por ejemplo, bodegas provisionales, cimbras, carteles, muros aislados y bardas con altura no mayor que 2.50 m, recubrimientos como cancelerías y elementos estructurales que formen parte de las fachadas de las construcciones, siempre y cuando no representen peligro que pueda causar daños corporales o materiales importantes en caso de desprendimiento. Si, por el contrario, las consecuencias de su desprendimiento son graves dichos recubrimientos se analizarán utilizando las presiones de diseño de la estructura principal.

**Casos especiales.** Se consideran obras muy importantes y complejas que por su propia naturaleza requieren de un grado de seguridad muy elevado, como las grandes presas y las plantas nucleares, cuyo diseño necesita de coeficientes muy elaborados.

#### **4.1.1.2.- Según su respuesta ante las acciones del viento**

De acuerdo con su sensibilidad ante los efectos de ráfagas del viento y a su correspondiente respuesta dinámica, las construcciones se clasifican en cuatro tipos. Con base en esta clasificación podrá seleccionarse el método para obtener las cargas de diseño por viento sobre las estructuras, y la determinación de los efectos dinámicos suplementarios si es el caso.

**Tipo 1. Estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del Viento.** Abarca todas aquellas en las que la relación de aspecto  $\lambda$  (definida como el cociente entre la altura y la menor dimensión en planta), es menor o igual a cinco y cuyo periodo natural de vibración es menor o igual a un segundo. Pertenecen a este tipo, por ejemplo, la mayoría de los edificios para habitación u oficina, bodegas, naves industriales, teatros y auditorios, puentes cortos y viaductos. En el caso de puentes, construidos por losas, trabes, armaduras simples o continuas o arcos, la relación de aspecto se calcula como el cociente entre el claro mayor y la menor dimensión a este. También incluye las construcciones cerradas con sistemas de cubiertas suficientemente rígidos, es decir, capaces de resistir las cargas debidas al viento sin que varié esencialmente su geometría. Se excluyen las cubiertas flexibles, como las de tipo colgante, a menos que por la adopción de una geometría adecuada, proporcionada por la aplicación de preesfuerzos u otra medida conveniente, logre limitarse la respuesta estructural dinámica.

**Tipo 2. Estructuras esencialmente sensibles a las ráfagas de corta duración.** Estructuras que por su alta relación de aspecto o las dimensiones reducidas de su sección transversal son esencialmente sensibles a las ráfagas de corta duración, entre 1 y 5 segundos, y cuyos periodos naturales largos favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes en la dirección del viento. Dentro de este tipo se cuentan los edificios con relación de aspecto,  $\lambda$  mayor que cinco o con periodo fundamental mayor que un segundo. Se incluyen también, las torres de celosía atirantadas y las autosoportadas para líneas de transmisión, chimeneas, tanques elevados, antenas, bardas, parapetos, anuncios espectaculares y, en general, las construcciones que presentan una

dimensión muy corta paralela a la dirección del viento. Se excluyen aquellas que explícitamente se mencionan como pertenecientes a los Tipos 3 y 4.

**Tipo 3. Estructuras con oscilaciones transversales provocado por la aparición de vórtices y remolinos.** Estas estructuras, además de reunir todas las características del Tipo 2 presentan oscilaciones importantes transversales al flujo del viento provocado por la aparición periódica de vórtices o remolinos con ejes paralelos a la dirección del viento. En este tipo se incluyen las construcciones y elementos aproximadamente cilíndricos o prismáticos esbeltos, tales como chimeneas, tuberías exteriores o elevadas, arbotantes para iluminación, postes de distribución y cables de líneas de transmisión.

**Tipo 4. Estructuras con problemas aerodinámicos especiales.** Estructuras que por su forma o por lo largo de sus periodos de vibración, periodos naturales mayores que un segundo, presentan problemas aerodinámicos especiales. Entre ellas se hallan las formas aerodinámicamente inestables como son los cables de las líneas de transmisión, cuya sección transversal se ve modificada de manera desfavorable en zonas sometidas a heladas, las tuberías colgantes y las antenas parabólicas. También pertenecen a esta clasificación las cubiertas colgantes que no pueden incluirse en el Tipo 1 y las estructuras flexibles con periodos de vibración próximos entre sí.

#### **4.1.2.- Categorías de terrenos y clases de estructuras**

Tanto el procedimiento de análisis estático como en el dinámico intervienen factores que dependen de las condiciones topográficas, y de exposición locales del sitio donde se desplantará la construcción, así como el tamaño de esta. Por lo tanto, a fin de evaluar correctamente dichos factores, es necesario establecer clasificaciones de

carácter práctico, en la tabla 4 se consignan cuatro categorías de terrenos atendiendo al grado de rugosidad que se presenta alrededor de la zona de desplante. La tabla 3 divide a las estructuras y a los elementos que forman parte de ella en tres clases, de acuerdo con su tamaño.

En la dirección del viento que se está analizando, el terreno inmediato a la estructura deberá presentar la misma rugosidad (categoría), cuando menos en una distancia denominada longitud mínima de desarrollo, la cual se consigna en la tabla 4 para cada categoría de terreno. Cuando no exista esta longitud mínima, el factor de exposición  $F_a$ , que aparece en el apartado 4.1.3.2, deberá modificarse para tomar en cuenta este hecho.

En este caso el diseñador podrá seleccionar entre las categorías de los terrenos que se encuentran en una dirección de análisis dada, la que provoque los efectos más desfavorables y determinar el factor de exposición para tal categoría, o seguir un procedimiento analítico más refinado a fin de corregir el factor de exposición.

Clase	Descripción
A	Todo elemento de recubrimiento de fachadas, de ventanerías y de techumbres y sus respectivos sujetadores. Todo elemento estructural aislado, expuesto directamente a la acción del viento. Asimismo, todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, sea menor que 20 metros.
B	Todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, varíe entre 20 y 50 metros.
C	Todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, sea mayor que 50 metros.

**Tabla 3. Clase de estructuras según su tamaño**

Categoría	Descripción	Ejemplos	Limitaciones
1	Terreno abierto, prácticamente plano y sin obstrucciones	Franjas costeras planas, zonas de pantanos, campos aéreos, pastizales y tierras de cultivo sin setos o bardas alrededor. Superficies nevadas planas.	La longitud mínima para este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 2000 m o 10 veces la altura de la construcción por diseñar, la que sea mayor.
2	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones	Campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como setos o bardas alrededor, árboles y construcciones dispersas.	Las obstrucciones tienen alturas de 1.5 a 10 m en una longitud mínima de 1500 m
3	Terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas	Áreas urbanas, suburbanas y bosques o cualquier terreno con numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas. El tamaño de las construcciones corresponde al de las casas y viviendas	Las obstrucciones presentan alturas de 3 a 5 m, la longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 500 m o 10 veces la altura de la construcción, la que sea mayor
4	Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas	Centro de grandes ciudades y complejos industriales bien desarrollados	Por lo menos el 50% de los edificios tiene una altura mayor de 20 m. Las obstrucciones miden de 10 a 30 m de altura. La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser la mayor entre 400 m y 10 veces la altura de la construcción

Tabla 4. Categoría del terreno según su rugosidad

#### 4.1.3.-Determinación de la velocidad de diseño

La velocidad de diseño ( $V_D$ ), es la velocidad a partir de la cual se calculan los efectos del viento sobre la estructura o sobre un componente de la misma. La velocidad de diseño, en km/h, se obtendrá de acuerdo a la ecuación:

$$V_D = F_T F_a V_R$$

$F_T$  Factor que depende de la topografía del sitio; adimensional.

$F_a$  Factor que toma en cuenta el efecto combinado de las características de oposición locales, del tamaño de la construcción y de la variación de la velocidad con la altura; adimensional.

$V_R$  Velocidad regional que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura, en km/h.

La velocidad regional ( $V_R$ ) y los factores  $F_a$  y  $F_T$  se definen y se determinan en los párrafos descritos a continuación:

#### **4.1.3.1.- Velocidad regional del viento**

La velocidad regional del viento ( $V_R$ ), es la máxima velocidad media probable de presentarse con un cierto periodo de recurrencia en una zona o región determinada del país.

Esta velocidad puede conocerse con los mapas de isotacas, que son líneas que unen iguales puntos de velocidad del viento a una altura promedio, con diferentes periodos de retorno; dicha velocidad se refiere a condiciones homogéneas que corresponden a una altura de diez metros sobre la superficie del suelo en terreno plano (Categoría 2 según la tabla 4), es decir, no considera las características de rugosidad locales del terreno ni de la topografía específica del sitio.

Asimismo, dicha velocidad se asocia con ráfagas de tres segundos, y toma en cuenta la posibilidad de que se presenten vientos debidos a huracanes en zonas costeras.

La velocidad regional ( $V_R$ ), se determina tomando en consideración tanto la localización geográfica del sitio de desplante de la estructura como su destino.

La importancia de la estructura determina los periodos de recurrencia que deberán considerarse para el diseño por viento; de esta manera los Grupos A, B y C se asocian con los periodos de retorno de la tabla 5, para poder determinar la velocidad regional del diseño, si es el caso en el cual se ignora dicho dato.

Se clasifica la estructura en función de su importancia y se determina el sitio de desplante en el mapa, ya sea en el Distrito Federal o de la República Mexicana según se vaya a ubicar el anuncio.

En la tabla 6 se menciona una relación de la velocidad regional de las ciudades más importantes de la República de acuerdo a los periodos de retorno recomendables para cada estructura.

Grupo	$V_R$ con periodos de frecuencia
A	200 años
B	50 años
C	10 años

Tabla 5. Velocidad regional con periodos de frecuencia

Ciudad	Núm. de observaciones	V <sub>10</sub>	V <sub>50</sub>	V <sub>100</sub>	V <sub>200</sub>	V <sub>2000</sub>
Acapulco, Gro.	30,120	126	153	163	172	198
Aguascalientes, Ags.	1,001	118	141	151	160	189
Campeche, Camp.	4,003	98	132	146	159	195
Cd. Guzmán, Jal.	14,030	101	120	126	132	155
Cd. Juárez, Chih.		116	144	152	158	171
Cd. Obregón, Son.	26,020	147	169	177	186	211
Cd. Victoria, Tamps.	28,165	135	170	184	197	235
Coatzacoalcos, Ver.	30,027	117	130	137	145	180
Colima, Col.	6,006	105	128	138	147	174
Colotlán, Jal.	14,032	131	148	155	161	178
Comitán, Chis.	7,025	72	99	112	124	160
Cazumel, Q. Roo.	23,005	124	158	173	185	213
*Cuernavaca, Mor.	17,726	93	108	114	120	139
Culiacán, Sin.	25,014	94	118	128	140	165
Chapingo, Edo. Méx.	15,021	91	110	118	126	150
Chetumal, Q. Roo.	23,006	119	150	161	180	220
Chihuahua, Chih.	8,040	122	136	142	147	165
Chilpancingo, Gro.	12,033	109	120	127	131	144
Durango, Dgo.	10,017	106	117	122	126	140
Ensenada, B.C.	2,025	100	148	170	190	247
Guadalajara, Jal.	14,065	146	164	170	176	192
Guanajuato, Gto.	11,024	127	140	144	148	158
*Guaymas, Son.	26,039	130	160	174	190	237
Hermosillo, Son.	26,040	122	151	164	179	228
Jalapa, Ver.	30,075	118	137	145	152	180
La Paz, B.C.	3,026	135	171	182	200	227
Lagos de Moreno, Jal.	14,083	118	130	135	141	157
*León, Gto.	11,025	127	140	144	148	157
Manzanillo, Col.	6,018	110	158	177	195	240
Mazatlán, Sin.	25,062	145	213	225	240	277
Mérida, Yuc.	31,019	122	156	174	186	214
*Mexicali, B.C.		100	149	170	190	240
México, D.F.	9,048	98	115	120	129	150
*Monclava, Coah.	5,019	123	145	151	159	184
Monterrey, N.L.	19,052	123	143	151	158	182
Morelia, Mich.	16,080	79	92	97	102	114
Nvo. Casas Grandes, Chih.	8,107	117	134	141	148	169
Oaxaca, Oax.	20,078	104	114	120	122	140
Orizaba, Ver.	30,120	126	153	163	172	198
Pachuca, Hgo.	13,022	117	128	133	137	148
*Parral de Hgo, Chih.		121	141	149	157	181
Piedras Negras, Coah.	5,025	137	155	161	168	188
Progreso, Yuc.	31,023	103	163	181	198	240

Tabla 6. Velocidades regionales de las ciudades más importantes

Nota: en estas ciudades (\*) no existen o son escasos, los registros de velocidades de vientos, por lo que se obtuvieron de los mapas de isotacas, las cuales pueden consultarse en el MDVCFE

#### 4.1.3.2. - Factor de exposición

El coeficiente del factor de exposición ( $F_a$ ), refleja la variación de la velocidad del viento con respecto a la altura  $Z$ .

Así mismo, considera el tamaño de la construcción o de los elementos de recubrimiento y las características de exposición.

El factor de exposición se calcula con la siguiente expresión:

$$F_a = F_c F_{RZ}$$

$F_c$  Factor que determina la influencia del tamaño de la construcción, adimensional.

$F_{RZ}$  Factor que establece la variación de la velocidad del viento con la altura  $Z$  en función de la rugosidad del terreno de los alrededores, adimensional.

Para conocer datos aproximados se incluye la figura 10.

Cuando la longitud mínima de desarrollo de un terreno con una cierta rugosidad no satisface lo establecido en la tabla 4, deberá seleccionarse la categoría que genere las condiciones más desfavorables para una dirección del viento dada. Alternativamente, la variación de la rugosidad alrededor de la construcción en un sitio dado podrá tomarse en cuenta corrigiendo el factor de exposición.

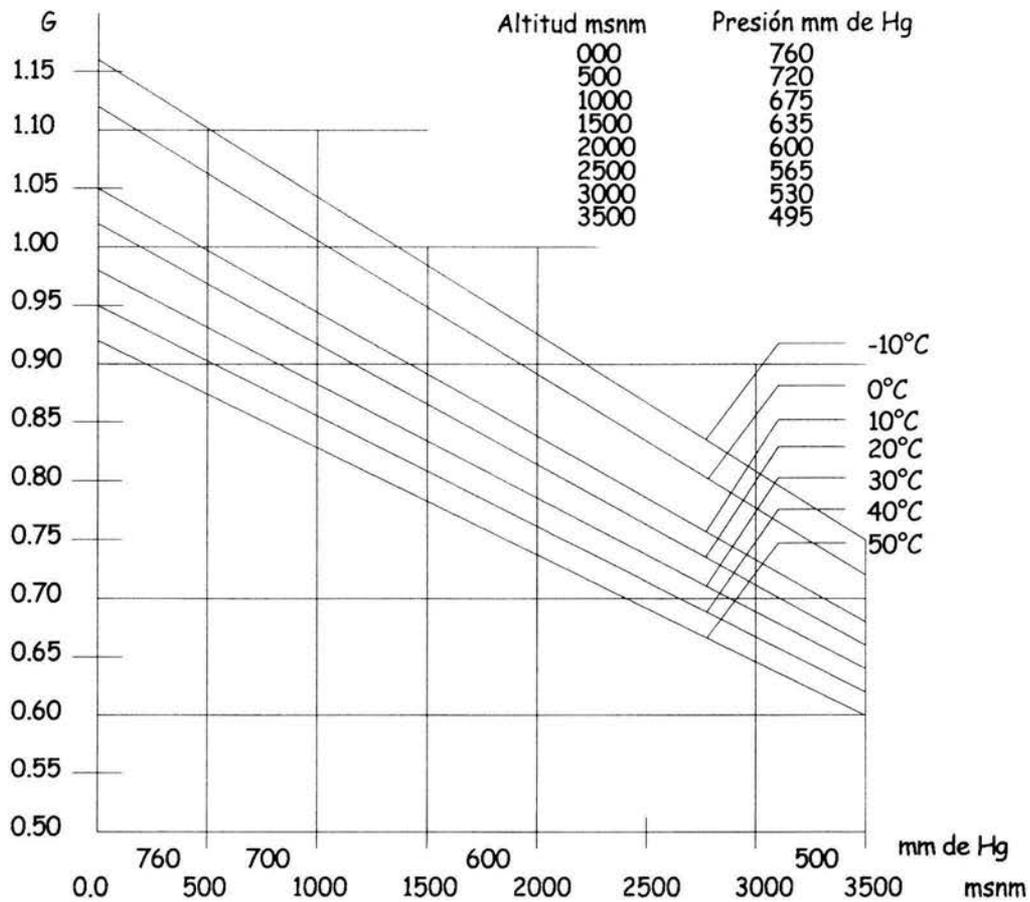


Figura 10. Factor de exposición

#### 4.1.3.3.- Factor de tamaño

El factor de tamaño ( $F_c$ ), es el que toma en cuenta el tiempo en que la ráfaga del viento actúa de manera efectiva sobre una construcción de dimensiones dadas. Considerando la clasificación de las estructuras según su tamaño (tabla 3), este factor puede determinarse de acuerdo con la tabla 7.

Clase de estructura	$F_c$
A	1.00
B	0.95
C	0.90

Tabla 7. Factor de tamaño

#### 4.1.3.4.- Factor de rugosidad y altura

El factor de rugosidad y altura ( $F_{RZ}$ ), establece la variación de la velocidad el viento con la altura  $Z$ . Dicha variación está en función de la categoría del terreno y del tamaño de la construcción y se obtiene de acuerdo con las expresiones siguientes:

$$F_{RZ} = 1.56 [10 / \delta]^a \quad \text{si } Z \leq 10$$

$$F_{RZ} = 1.56 [Z / \delta]^a \quad \text{si } 10 < Z < \delta$$

$$F_{RZ} = 1.56 \quad \text{si } Z \geq \delta$$

$\delta$       Altura media a partir del nivel del terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y se puede suponer constante; a esta altura se le conoce como altura gradiente, en m.

$a$       Exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura y es adimensional.

Los coeficientes  $a$  y  $\delta$  están en función de la rugosidad del terreno (tabla 4) y del tamaño de la construcción (tabla 3). En la siguiente tabla se consignan los valores que se aconsejan para estos coeficientes.

Categoría de terreno	$\alpha$			$\delta$
	Clase de estructura			
	A	B	C	
1	0.09	0.10	0.10	245
2	0.12	0.13	0.13	315
3	0.15	0.16	0.17	390
4	0.17	0.17	0.19	455

Tabla 8. Coeficientes para la rugosidad del terreno

#### 4.1.3.5.- Factor de topografía

Este factor de topografía ( $F_T$ ), toma en cuenta el efecto topográfico local del sitio en donde se desplantará la estructura. Por ejemplo, si la construcción se localiza en las laderas o cimas de colinas o montañas de altura importante con respecto al nivel medio general del terreno de los alrededores, es muy probable que se generen aceleraciones del flujo del viento y, por consiguiente, deberá incrementar la velocidad regional.

En la tabla de factor de topografía local (tabla 9), se muestran los valores que se recomiendan con base en la experiencia, y de acuerdo con las características del sitio.

En casos críticos, este factor puede obtenerse utilizando alguno de los siguientes procedimientos:

- 1) Experimentos a escala en túneles de viento.
- 2) Mediciones realizadas directamente en el viento.
- 3) Empleo de ecuaciones basadas en ensayos experimentales.

Sitios	Topografía	F <sub>T</sub>
Protegidos	Base de promontorios y faldas de serranías del lado del sotavento.	0.8
	Valles cerrados	0.9
Normales	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores de 5%.	1
Expuestos	Terrenos inclinados con pendientes entre 5 y 10%, valles abiertos y litorales planos.	1.1
	Cimas de promontorios, colinas o montañas, terrenos con pendientes mayores de 10%.	1.2

Tabla 9. Factor de topografía local

#### 4.1.3.6.- Presión dinámica de base

El factor de presión dinámica de base ( $q_z$ ), se determina cuando el viento actúa sobre un obstáculo y/o que genera presiones sobre su superficie que varían según la intensidad de la velocidad y la dirección del viento. La presión que ejerce el flujo del viento sobre una superficie plana perpendicular a él se denomina comúnmente presión dinámica de base y se determina con la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.0048 G V_D^2$$

$G$  Factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar, adimensional.

Para su obtención se utiliza la ecuación dada a continuación

$$G = 0.392 \Omega / 273 + \zeta$$

$\Omega$  Presión barométrica, en mm de Hg.

$\zeta$  Temperatura ambiental en °C puede conocerse con ayuda de la tabla 11.

$V_D$  Velocidad de diseño, en km/h.

$q_z$  Presión dinámica de base a una altura  $Z$  sobre el nivel del terreno, en  $\text{kg/m}^2$ .

0.0048 Constante que corresponde a un medio de la densidad de aire.

En la tabla 10 se presenta la relación entre los valores de la altitud,  $h_m$ , en metros sobre el nivel del mar (msnm), y la presión barométrica ( $\Omega$ ). Se muestra una gráfica de la variación de  $G$  con respecto a  $\zeta$  y  $\Omega$  (figura 10).

Altitud (msnm)	Presión Barométrica $\Omega$
0	760
500	720
1,000	675
1,500	635
2,000	600
2,500	565
3,000	530
3,500	495

**Tabla 10. Relación entre la altitud y la presión barométrica**

**Nota: Puede interpolarse para valores intermedios de la altitud.**

#### 4.1.3.7.- Presión neta

La presión neta ( $P_n$ ), sobre letreros rectangulares planos o sobre muros aislados deberá obtenerse utilizando la siguiente ecuación

$$P_n = C_{pn} K_p q_z$$

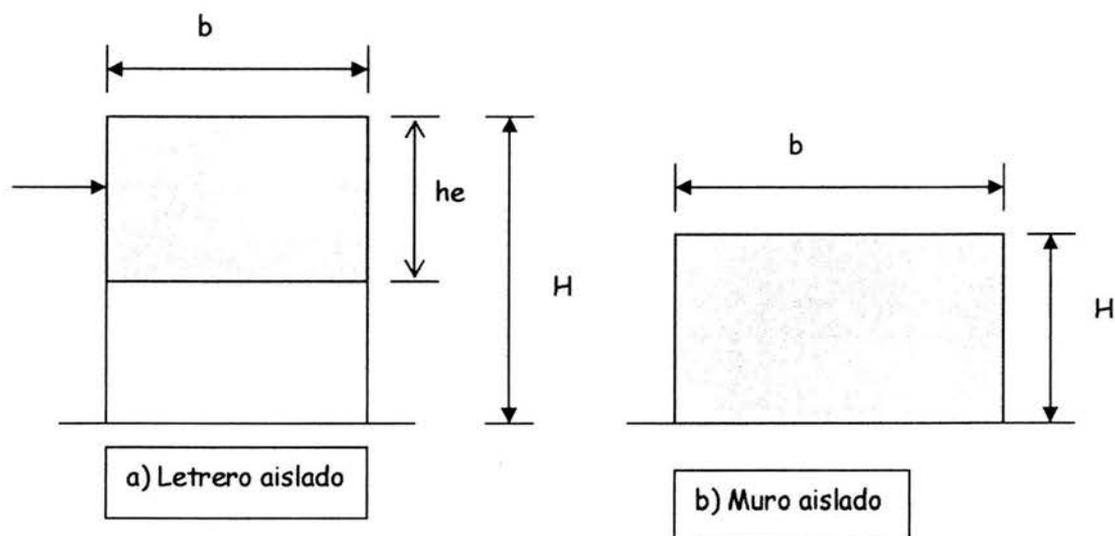
Donde

$C_{pn}$  Coeficiente de presión neta obtenido de la tabla 12, adimensional.

**Faltan páginas**

**N° 75-76**

En la figura 11 se presentan los factores relacionados con la obtención de la presión neta del anuncio espectacular, así como en la figura 12, las dimensiones consideradas para obtener el área neta o sólida del anuncio, y el área total cubierta por la estructura del mismo:



Nota: Si  $h_e/H \geq 0.7$  el letrero deberá tratarse como un muro aislado

Figura 12. Dimensiones del letrero

**Tablas de cálculo del coeficiente de presión neta, ( $C_{pn}$ ), para letreros y muros aislados**

	Coeficiente de presión neta ( $C_{pn}$ )	
Letreros	Letreros	Muros
$0 < h_e / H > 0.2$	$0.2 \leq h_e / H \leq 0.7$	
$1.2 + 0.02 [ b / h_e - 5 ]$	1.5	1.2

Tabla 12. Viento normal al letrero o muro

Nota: Esta tabla se aplica con la ayuda de la figura 12

De acuerdo a la nota de la figura 12, el letrero espectacular tiene dos posibilidades de ser analizado de acuerdo a la condición que cumpla, y en función de lo mismo serán las ecuaciones que se utilizarán para el diseño:

- $h_e / H > 0.7$  se analiza como si fuera un muro aislado.  
 $h_e / H \leq 0.7$  se analiza como letrero.

La tabla 12 se aplica para:

- a) letreros con  $1 \leq b/h_e \leq 45$   
 b) muros con  $1 \leq b/H \leq 45$

El valor correspondiente de  $C_{pn}$  puede tomarse como un valor constante ya determinado si cumplen con las condiciones siguientes:

1. En caso de que  $b/h_e > 45$  o  $b/H > 45$  el  $C_{pn}$  será igual a 2.0
2. En el caso de muros, si  $b/h_e < 1$ , el  $C_{pn}$  será igual a 2.0
3. En el caso de letreros, si  $0 < h_e/H < 0.2$ , el  $C_{pn}$  será igual a 2.0, pero: se calculará con la expresión de la tabla 12, correspondiente a letreros reemplazando la relación  $b/h_e$  por su valor inverso.

Coeficiente de presión neta ( $C_{pn}$ )

Letreros	Muros
Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del letrero	Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del muro

0 a $2h_e$	$2h_e$ a $4h_e$	$> 4h_e$	0 a $2H$	$2H$ a $4H$	$> 4H$
3	1.5	0.75	2.4	1.2	0.6

Tabla 13. Viento a  $45^\circ$  sobre el letrero a muro ( $\theta = 45^\circ$ )

Coeficiente de presión neta ( $C_{pn}$ )

Letreros

Muros

Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del letrero

Distancia horizontal medida a partir del borde libre de barlovento del muro

0 a $2h_e$	$2h_e$ a $4h_e$	$> 4h_e$	0 a $2H$	$2H$ a $4H$	$> 4H$
+1.2	+0.6	$\pm 0.3$	$\pm 1$	$\pm 0.5$	$\pm 0.25$

Tabla 14. Viento paralelo al plano del letrero o muro ( $\theta = 90^\circ$ )

#### 4.2.- Manual de Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (MDSCFE)

Este manual tiene como finalidad ser un documento de referencia para el diseño de estructuras afectadas por las fuerzas sísmicas. Esta basado en fenómenos físicos, experiencias, muestras y ensayos a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

##### 4.2.1.- Clasificación de las estructuras

Todo sismo queda registrado y da la pauta para describir temblores futuros, sólo como probabilidades, ya que es imposible mencionar la intensidad del mismo que puede presentarse en sitios determinados de su epicentro, o de los lugares a los cuales alcanzarán a registrarse las ondas sísmicas; sin embargo, para la consideración de un método de análisis y diseño de estructuras, se considera que la máxima intensidad registrada en determinado lugar, tiene grandes probabilidades de llegar a presentarse nuevamente, cuando menos una vez durante el tiempo de vida estimado para la estructura, evaluando que si se presenta dicho movimiento telúrico ocurrirá el colapso total y no solo el parcial en la estructura.

Esta es la razón primordial por lo que el mencionado manual, da una clasificación de las estructuras en función de su importancia, el cual regula el grado de protección que debe darse a los elementos que lo conforman, y tener ciertos niveles de seguridad ante la acción de las fuerzas sísmicas.

#### **4.2.1.1.- Según su destino**

Para el criterio de diseño, la clasificación atiende a la seguridad estructural recomendable para la estructura, esta clasificación es igual a la del apartado 4.1.1.1, por lo que solo se enunciarán y se recomienda ver el apartado mencionado para una descripción más detallada.

**Grupo A:** Estructuras que requieren un grado de seguridad alto.

**Grupo B:** Estructuras que requieren un grado de seguridad intermedio.

**Grupo C:** Estructuras en que es admisible un bajo grado de seguridad.

#### **4.2.1.2.- Según su estructuración**

Esta en función de sus características estructurales y de cómo influyen en la respuesta sísmica de toda la estructura:

**Tipo 1.** Estructuras de edificios. Las fuerzas laterales se resisten en cada nivel por marcos continuos contraventeados o no, diafragmas, muros o combinaciones de estos.

**Tipo 2.** Péndulos invertidos. El 50% o más de su masa se localizan en el extremo superior que tiene un solo elemento resistente en la dirección de análisis o una sola hilera de columnas perpendiculares a esta. Apéndice, se menciona todo elemento cuya estructuración difiera de la del resto de la estructura tales

como tanques, parapetos, pretil, anuncios espectaculares, ornamentos, entre otros.

**Tipo 3.** Muros de retención.

**Tipo 4.** Chimeneas, silos y similares. La masa y rigidez se encuentran distribuidas a lo largo de su altura y dominan las deformaciones por flexión.

**Tipo 5.** Tanques, Depósitos y similares. Estructuras destinadas al almacenaje de líquidos, que originan grandes fuerzas hidrodinámicas sobre el contenedor.

**Tipo 6.** Estructuras industriales. Estructuras de fábricas con grandes áreas libres entre columnas y grandes claros libres entre ejes, con marcos rígidos transversales ligados con contravientos y cubiertos por recubrimientos ligeros.

**Tipo 7.** Puentes.

**Tipo 8.** Tuberías.

**Tipo 9.** Presas.

**Tipo 10.** Otras estructuras.

#### **4.2.2.- Factores de comportamiento sísmico**

Para obtener y definir este factor se toma en consideración lo expuesto en el apartado 4.4.1; en función del tipo de estructura se determina que factor utilizar. El manual indica que coeficiente utilizar de acuerdo al tipo de estructura, en función de su estructuración expuesto en 4.2.1.2.

Para la clasificación del Tipo 2 dentro del cual quedan enmarcados los anuncios espectaculares, se determina de acuerdo a la tabla 15.

Clasificación	Q	Condiciones
Tipo 2	4.00	De acuerdo en la forma en como se
	3.00	encuentre estructurado el sistema
	2.00	resistente, en función de lo expuesto
	1.50	en el apartado 4.4.1; de las NTC del
	1.00	RCDF.

**Tabla 15. Factor de comportamiento sísmico**

**Nota: no se incluyen los valores correspondientes al resto de los tipos de estructuras por no estar ligados de ninguna forma con el tema central del presente trabajo.**

#### **4.2.3.- Regionalización sísmica de la República Mexicana**

En función del riesgo sísmico y la recurrencia de los epicentros de los movimientos telúricos, la República Mexicana ha sido dividida en cuatro zonas: A, B, C y D según se indica en la figura 8. La frontera entre zonas coincide con curvas de igual aceleración máxima del terreno, correspondiendo a la zona A, la de menor intensidad sísmica y a la zona D, la de mayor intensidad sísmica.

#### **4.2.4.- Método estático de diseño por sismo**

El método que se describe a continuación, de acuerdo al manual de la CFE, es aplicable a estructuras de Tipo 1, estructuras de edificios, sin embargo ante la ausencia de un método específico para el análisis de la fuerza por movimientos telúricos estrictamente aplicable a los anuncios espectaculares, se recurrirá a la utilización del presente método que es afín y congruente para la obtención de las presiones horizontales correspondientes (fuerzas sísmicas).

#### 4.2.4.1.- Espectros de diseño

Los diversos valores que se involucran dentro del diseño sísmico se presentan en la tabla 16, en la cual:

- $a_0$       Coeficiente de aceleración del terreno.
- $C$           Coeficiente sísmico.
- $T_a, T_b$     Periodos característicos que delimitan la meseta del espectro de aceleración.
- $r$           Exponente que define la parte curva del espectro de diseño.

Los valores de la tabla 16, son aplicables a estructuras del Grupo B. Para estructuras del Grupo A los valores de las ordenadas espectrales se aumentarán un 50%, a fin de considerar la importancia de dichas estructuras.

Zona sísmica	Grupo	Tipo de suelo	$a_0$	$C$	$T_a(s)$	$T_b(s)$	$r$
A	B	I	0.02	0.08	0.2	0.6	$\frac{1}{2}$
A	B	II	0.04	0.16	0.3	1.5	$\frac{2}{3}$
A	B	III	0.05	0.2	0.6	2.9	1
B	B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	$\frac{1}{2}$
B	B	II	0.08	0.30	0.3	1.5	$\frac{2}{3}$
B	B	II	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	B	I	0.36	0.36	0	0.6	$\frac{1}{2}$
C	B	II	0.64	0.64	0	1.4	$\frac{2}{3}$
C	B	III	0.64	0.64	0	1.9	1
D	B	I	0.50	0.50	0	0.6	$\frac{1}{2}$
D	B	II	0.86	0.86	0	1.2	$\frac{2}{3}$
D	B	III	0.86	0.86	0	1.7	1

Tabla 16. Espectros de diseño

#### 4.2.4.2.- Valuación de fuerzas sísmicas

El cálculo de las fuerzas cortantes a diversos niveles de una estructura se suponen como un conjunto de fuerzas de inercia laterales actuando sobre cada uno de dichos

niveles, en nuestro caso específico consideraremos los diversos nodos de la estructura principal del anuncio espectacular (los que conforman el tubo columna, los nodos serán las uniones de varios segmentos de tubo, conexiones con la flauta o con la cartelera) para hacer una congruencia de lo que se entiende como niveles de edificio, y aplicar dichas fuerzas a los nodos descritos sobre los cuales se supondrán concentradas las masas de la estructura.

Las fuerzas de inercia se determinan considerando, que las aceleraciones de las masas de la estructura varían linealmente con la altura, y que la fuerza cortante basal de la estructura es igual al coeficiente sísmico, reducido por ductilidad y multiplicado por el peso de la estructura, sin considerar el periodo fundamental de la misma. De tal forma que cada una de las fuerzas que se concentran en los puntos mencionados, se tomarán igual al peso de la masa correspondiente, multiplicado por un coeficiente proporcional a la altura de dicha masa, a partir del nivel de desplante:

$$F_n = \alpha W_n h_n$$

$$\alpha = \frac{\sum_{n=1}^n W_n}{\sum_{n=1}^n W_n h_n} \frac{c}{Q}$$

$W_n$  Peso de la masa en el nivel  $n$ .

$h_n$  Altura correspondiente al nivel  $n$ , desde el nivel de desplante.

$\alpha$  Coeficiente tomado de tal forma que  $\frac{V}{W} = \frac{c}{Q}$

$V$  Fuerza constante basal.

- W Peso de toda la estructura del anuncio espectacular.
- Q Peso de toda la estructura del anuncio espectacular.
- C Coeficiente sísmico en función del sitio donde va a colocarse el anuncio, el Grupo (A o B) al cual pertenece y la Zona (I, II o III) en la que se localiza: en el Distrito Federal en la República Mexicana.
- N Número de masas concentradas que se están considerando en nodos representativos.

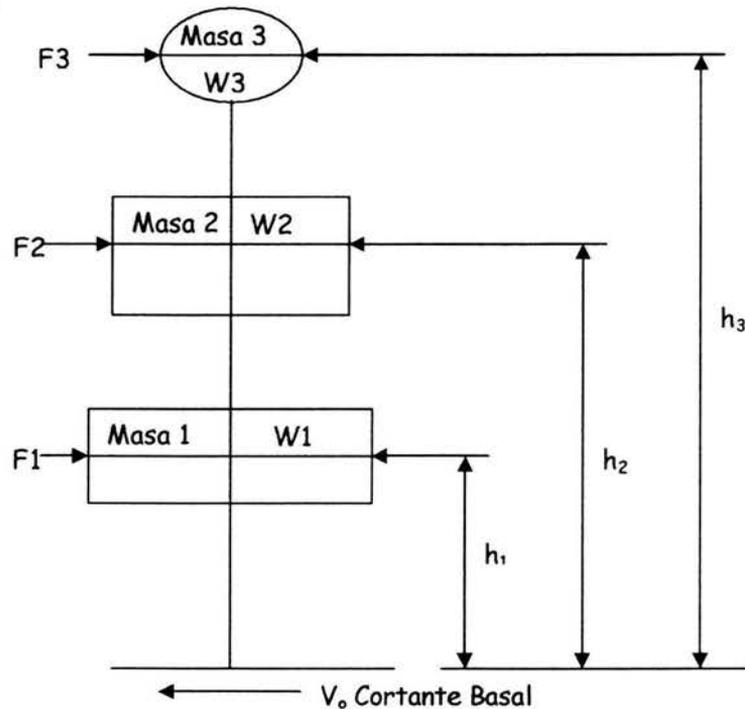


Figura 13. Fuerzas sísmicas y cortante basal en un anuncio espectacular para hacer congruencia con el método estático

#### 4.2.4.3.- Péndulo invertido

En función de lo mencionado en la clasificación Tipo 2 del apartado 4.3.2; para su análisis estático no se permite reducción de la fuerza cortante, en función de su periodo fundamental ni reducción de su momento de volteo.

Para este tipo de estructuras, además de las fuerzas laterales evaluadas según el inciso arriba descrito, deben tenerse en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior, asociadas al giro de la misma con respecto a un eje horizontal normal a la dirección del análisis, y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente. El efecto de dichas aceleraciones se toma equivalente a un par de inercia  $M$  aplicado en el extremo superior del elemento resistente, cuyo valor es:

$$M = 1.5 P r^2 (\dot{\theta} / x)$$

Donde

- $r$  Radio de giro de la masa con respecto al eje en cuestión.
- $x$  Desplazamiento lateral del extremo superior del elemento resistente ante la acción de  $P$ .
- $\dot{\theta}$  Giro del extremo superior del elemento resistente ante la acción de  $P$ .
- $P$  Fuerza de inercia definida como:

$$P = (c/ Q) W$$

Donde

- $W$  Peso total del péndulo invertido.
- $c$  Coeficiente sísmico (ver apartado 4.4.1).
- $Q$  Factor de comportamiento sísmico (ver apartado 4.4.1).

En este tipo de estructuras, las fuerzas internas debidas al terreno en cada una de las direcciones en que se analice, se combinara con el 50% de las producidas por el movimiento del terreno en la dirección perpendicular a ella, tomando estas últimas con el signo que para el elemento resistente resulte más desfavorable.



Figura 14. Estructura tipo péndulo invertido

#### 4.3.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento del RCDF (NTCDV)

Se detallan los requisitos para diseñar estructuras que se ven enormemente afectadas ante la presencia del viento. Se establecen las bases para revisar la seguridad y condiciones de servicio de dichas estructuras, ante la acción de las presiones provocadas por los empujes o succiones, producidas por el viento sobre las superficies expuestas al mismo y que son transmitidas por los elementos estructurales, a todo el conjunto del sistema de soporte. Cabe señalar que en el cuerpo medular del RCDF, no hace mención a alguna disposición que regulen el montaje o diseño específico de los anuncios espectaculares.

#### 4.3.1.- Clasificación de las estructuras

De forma un tanto similar a lo expuesto en el apartado 3.4.2, de la presente tesis, las normas establecen una clasificación de las estructuras, para enmarcarlas en ciertos coeficientes y métodos para su análisis y diseño, en función de los principales efectos que el viento puede ocasionar sobre las mismas. Dicha clasificación se describe a continuación:

**Tipo 1.** Estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento. Se incluyen las estructuras techadas con sistemas rígidos, que resisten las fuerzas eólicas sin que se altere sustancialmente su geometría. Se incluyen las construcciones cuya relación altura/dimensión menor de la planta, es mayor que cinco o cuyo periodo natural de vibración excede de dos segundos; así mismo, se incluyen las estructuras flexibles, del tipo colgante a menos que por la aplicación de un preesfuerzo se logre limitar su respuesta dinámica.

**Tipo 2.** Comprende estructuras con demasiada esbeltez y dimensiones reducidas en su sección transversal, lo cual las hace especialmente sensibles a las ráfagas del viento y cuyos periodos naturales largos, favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes. Se incluyen las estructuras excluidas en el Tipo 1, las torres atirantadas o en voladizo para líneas de transmisión, tanques elevados, parapetos, anuncios espectaculares y toda estructura que presente una dimensión muy corta paralela a la dirección del viento. Se excluyen las estructuras mencionadas en las clasificaciones posteriores.

**Tipo 3.** Comprende estructuras del Tipo 2, que además de sus características mencionadas, la forma de su sección transversal propicia la generación periódica de vórtices o remolinos de ejes paralelos a la mayor dimensión de la estructura.

Se involucran estructuras cilíndricas y de pequeño diámetro, tales como tuberías o chimeneas y silos.

**Tipo 4.** Se involucran estructuras que por su forma y por lo largo de sus periodos de vibración presentan problemas aerodinámicos especiales, se incluyen las cubiertas colgantes excluidas del Tipo 1.

#### **4.3.2.- Efectos a considerar**

Según lo establecido en las NTCDV, el diseño de las estructuras sometidas a la acción del viento, deberán tomar en cuenta aquellos de los efectos de los que puedan ser los más críticos en cada caso, dependiendo de la clasificación dentro de la cual se encuentre la misma.

1. Empujes y succiones estáticas.
2. Fuerzas dinámicas paralelas y transversales al flujo principal, causadas por turbulencias.
3. Vibraciones transversales al flujo, causadas por vórtices alternantes.
4. Inestabilidad aeroelástica. Necesitan estudios especiales que deberán ser aprobados por el GDF, en función del tipo de estructura se recomienda considerar los siguientes efectos:

**Tipo 1.** Únicamente los efectos estáticos del viento, calculados de acuerdo al apartado 4.3.3, correspondiente a la descripción de las NTCDV.

**Tipo 2.** Deben incluirse los efectos estáticos y dinámicos causados por turbulencias. El diseño, siguiendo los lineamientos de las NTCDV puede hacerse respetando y cumpliendo lo enmarcado en los apartados 4.3.3 y 4.3.5 descritos a

continuación, o con un procedimiento que tome en consideración dicha turbulencia y sus efectos dinámicos sobre la estructura.

**Tipo 3.** Se diseñan en función de lo marcado en las del Tipo 2, a lo cual debe agregarse la revisión de su capacidad para resistir los efectos dinámicos de los vórtices alternantes, según se establece en el apartado 4.3.5 del presente trabajo.

**Tipo 4.** Los efectos eólicos se valuaran con un análisis que considere los efectos de la turbulencia y efectos dinámicos, los cuales nunca serán menores a lo establecido para las del Tipo 1.

#### **4.3.3.- Método estático de diseño por viento**

##### **4.3.3.1.- Presión de diseño**

Considera los efectos del viento como empujes o succiones; es decir, presiones positivas o negativas, respectivamente, que actúan en forma estática en dirección perpendicular a la superficie expuesta. Su intensidad se determina con la expresión:

$$P = C_p C_z K$$

Donde

- P Presión básica de diseño, se toma igual a  $30 \text{ kg/m}^2$ , para estructuras comunes y de  $35 \text{ kg/m}^2$  para las clasificadas como Grupo A, en el RCDF.  
Nota: Para poder analizar un anuncio espectacular las presiones básicas de diseño que recomiendan las normas son muy bajas, razón por la cual una propuesta de la presente tesis es obtener dicha presión por el método del MDVCFE, expuesto en el apartado 4.1 del capítulo presente.

- K Factor correctivo por factor de exposición del predio en el que se ubica la construcción se determina al apartado 4.3.3.2.
- $C_z$  Factor correctivo por altura sobre la superficie del terreno de la zona expuesta, se calcula con el apartado 4.3.3.2.
- $C_p$  Factor de presión en función del tipo de construcción y de la posición de la superficie expuesta. Sus valores se indican en el apartado 4.3.3.3 en el cual los valores positivos de presión corresponden a empujes y los negativos a succión.

#### **4.3.3.2.- Factor de corrección por exposición y altura**

Los factores  $k$  y  $C_z$  dependen de la exposición directa de la construcción ante las fuerzas actuantes del viento, para evaluar estos valores se consideran tres zonas de ubicación dentro de la demarcación del Distrito Federal, y que en general se recomienda seguir para las zonas restantes de la República Mexicana:

- a) Zona de gran densidad de edificios. Por lo menos el 50% de las construcciones localizadas en un radio de 500 m alrededor de la estructura tiene altura superior a 20 m.
- b) Zona típica urbana y suburbana. El sitio esta rodeado en su mayoría por construcciones de mediana y baja altura, a áreas arboladas y no cumplen las condiciones del inciso A.
- c) Zona de terreno abierto. Existen pocas o nulas obstrucciones al flujo del viento, como en campo abierto o promontorios libres de construcciones.

Para evaluar los valores de las literales se consideran las siguientes tablas y ecuaciones correspondientes:

$$C_z = [ Z/10 ] [ 2/a ]$$

Zona	A	B	C
K	0.65	1.00	1.60
a	3.60	4.50	7.00

Tabla 17. Valores de K y a

- Z Es la altura del área expuesta a partir del nivel de desplante sobre la cota del terreno.
- a Coeficiente adicional. Esta en función de la zona de ubicación.

#### 4.3.3.3.- Factor de presión

Dicho factor de presión ( $C_p$ ), se determina en función al tipo y forma de la construcción, de acuerdo con la clasificación siguiente:

**Caso 1.** Paredes aisladas y anuncios. La fuerza total a considerar sobre la pared de un anuncio se toma como la suma de los empujes del barlovento y succión de sotavento, calculadas a partir de la ecuación del apartado 4.3.3.1 y utilizando el factor de presión calculado con la ecuación:

$$C_p = 1.3 + (m/50) < 1.7$$

- m Es la relación del lado mayor entre lado menor para anuncios sobre el suelo y la relación altura entre ancho para anuncios elevados. Se consideran elevados los anuncios cuya distancia libre al suelo, es mayor que una cuarta parte de su dimensión vertical. Para los anuncios con

aberturas se aplicarán los mismos coeficientes y las presiones se considerarán solamente sobre el área expuesta.

**Caso 2.** Estructuras reticulares. Como las formadas por alma abierta y armaduras a través de las cuales pasa el viento (como pueden ser las estructuras que conforman el soporte de los anuncios de azotea, sobre las cuales se monta la cartelera), se usará un factor de presión de 2.0 cuando se conformen por elementos de sección transversal, y de 1.3 cuando dichos elementos sean de sección transversal circular.

Si se tienen marcos o armaduras de diversos planos, podrá tomarse en cuenta la protección que algunos de sus miembros proporcionan a otros, siempre y cuando los miembros sean hechos a base de secciones planas. El factor de protección se calculará con la expresión siguiente:

$$F_p = 1 - 1.7 (\Phi - 0.001 x)$$

$F_p$  Factor de protección de la estructura reticular.

$x$  Relación de separación a peralte.

$\Phi$  Relación de solidez entre el área efectiva sobre la que actúa el viento y el área inscrita por la periferia de la superficie expuesta, de acuerdo a la figura 15.

Cabe señalar que los casos mencionados no son los únicos que reglamentan las NTCDV, enseguida enumeramos los demás casos que abarcan las NTCDV:

**Caso 3.** Edificios y construcciones cerradas.

**Caso 4.** Chimeneas, silos y similares.

**Caso 5.** Antenas o torres de sección pequeña.

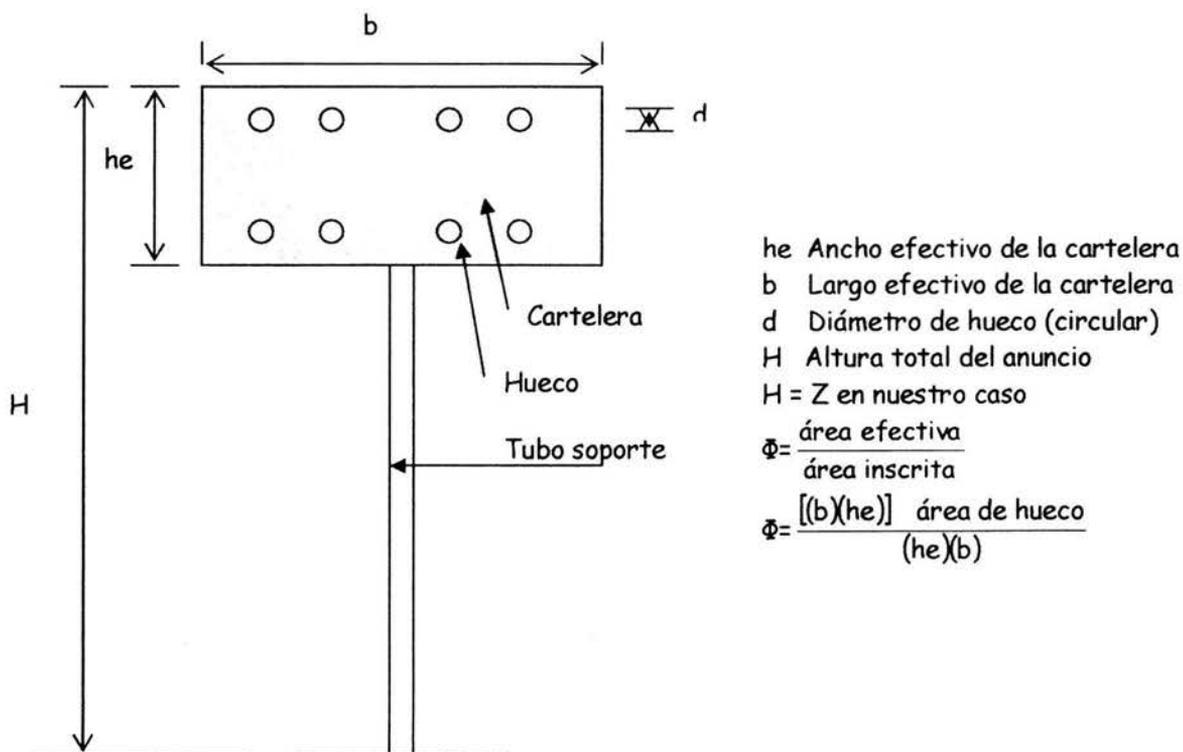


Figura 15. Relación de solidez de un anuncio

#### 4.3.3.4.- Presiones interiores

Cuando las paredes de la construcción o estructura tengan aberturas que abarquen más de 30% de su superficie, deben considerarse en el diseño de los elementos estructurales, los efectos causados por las presiones generadas a causa de la penetración del viento al interior de la construcción, las cuales se consideran actuando de forma uniforme en las partes interiores de las paredes y techos, utilizando la ecuación del apartado 4.3.3.1., y empleando los factores de empuje que se indican a continuación, en función de la posición de las aberturas que puedan existir en las paredes.

Ubicación de la abertura	$C_p$
Principalmente en la cara del barlovento	0.75
Principalmente en la cara del sotavento	- 0.6
Principalmente en las caras paralelas a la dirección del viento	- 0.5
Uniformemente distribuidas en las cuatro caras (edificios)	-0.3

Tabla 18. Factores de presión

#### 4.3.3.5.- Área expuesta

El área sobre la cual actúan las presiones evaluadas con la ecuación del apartado 4.3.3.1, se tomará igual a la superficie expuesta al viento proyectada en un plano vertical, excepción hecha de techos y elementos de recubrimiento en que se tomará el área total, cuyo análisis no se menciona en el presente trabajo, pero puede consultarse la sección 4 de las NTCDV, a las cuales se esta haciendo alusión.

La dirección de las presiones eólicas será normal a la superficie considerada. En estructuras con huecos, como las reticulares, sólo se considera el área proyectada de las partes sólidas. Si se tienen elementos reticulares en diversos planos podrá tomarse en cuenta la protección que algunos de los miembros proporcionan a otros, mediante el Caso 2 considerado en el apartado 4.3.3.3.

Para obtener el área tributaria correspondiente a cada uno de los nodos que conforman la armadura de la cartelera, se recomienda seguir el proceso de áreas tributarias de losas, es decir, la presión causada por el viento en dirección perpendicular se multiplica por dicha área, la cual se obtiene de acuerdo a la figura 16. Para el caso en el cual la fuerza del viento actué a 45%, se obtendrán sus componentes correspondientes y se aplicara en su área tributaria, si en alguna de las direcciones se da el caso de que la armadura no esta cubierta por lámina u otro recubrimiento, se tomará el 20% del área inscrita como si fuese al área tributaria.

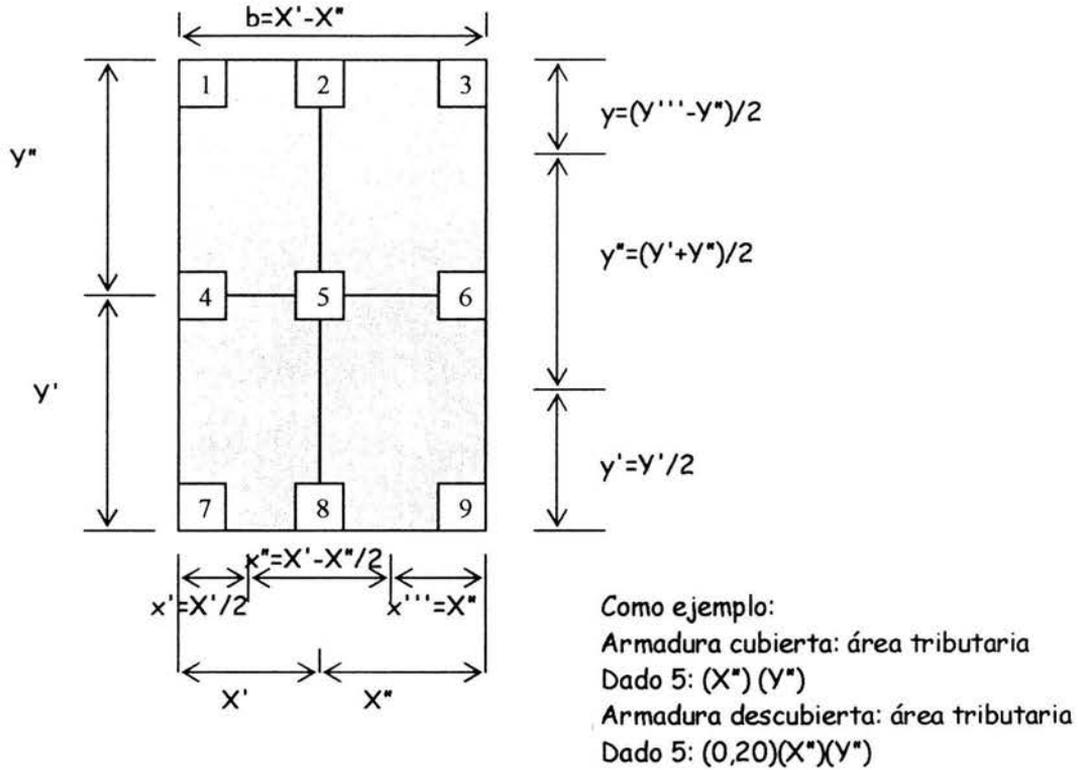


Figura 16. Acción del viento sobre áreas tributarias

#### 4.3.4.- Empujes dinámicos paralelos al viento

En construcciones pertenecientes al Tipo 2 de la clasificación mencionada en el MDSCFE, dentro de la cual entran los anuncios espectaculares, los efectos estáticos y dinámicos debidos a la turbulencia se tomarán en cuenta multiplicando la presión de diseño calculada en el apartado de presiones de diseño, por un factor de ráfaga ( $G$ ), determinado en la expresión siguiente:

$$G = 0.46 + g \sqrt{\frac{R}{C_z} \left( B + \frac{SF}{\beta} \right)} \geq 1$$

En donde para evaluar los diversos factores que intervienen, se considera la tabla siguiente:

	Factor	Ecuación
G	Factor de pico	$g = \sqrt{2L_n(3600n_0)} + \frac{0.58}{\sqrt{2L_n(3600n_0)}} \frac{1}{2.3}$
R	Factor de rugosidad	R = 0.08 para la exposición C R = 0.16 para la exposición B R = 0.34 para la exposición A
B	Factor de turbulencia de fondo	$B = \int_0^{0.14/H} \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{xH}{475}\right)\right)} \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{xb}{122}\right)\right)} \frac{1}{(1+x^2)^{3/2}} dx$
S	Factor de tamaño	$S = \frac{\pi}{3} \frac{1}{1 + \frac{8n_0H}{3V_H}} \frac{1}{1 + \frac{10n_0b}{V_H}}$
F	Función relacionada con la distribución de la energía del viento	$F = \frac{X_0^2}{(1+X_0^2)^{4/3}}$
X <sub>0</sub>		$X_0 = \frac{1220n_0}{V_H}$
V <sub>H</sub>		$V_H = 22.2\sqrt{KC_z}$

Tabla 19. Empujes dinámicos paralelos al viento

- n<sub>0</sub> Frecuencia del modo fundamental de la estructura.
- H Altura de la estructura, en metros.
- β Fracción de amortiguamiento crítico.
- L<sub>n</sub> Logaritmo natural.
- C<sub>z</sub> Factor correctivo por altura, ver apartado 4.3.3.2.
- K Factor correctivo por exposición, ver apartado 4.3.3.2.
- x Relación separación a peralte en elementos de armadura.
- b Ancho mínimo de un edificio.

#### 4.3.5.- Efectos de vórtices periódicos sobre estructuras prismáticas

Se utiliza primordialmente para las estructuras del Tipo 3, según la clasificación del RCDF, sin embargo se menciona como un requisito que deberán cubrir las estructuras del Tipo 2, dentro de las cuales se encuentran enmarcados los anuncios espectaculares; se mencionan los efectos dinámicos generales y locales de las fuerzas perpendiculares a la dirección del viento causada por vórtices alternantes.

1. **Vibraciones generales:** Se presentan como fuerzas estáticas equivalentes perpendiculares a la acción del viento. Se determina una fuerza  $F_L$  por unidad de longitud del eje de la pieza, con la siguiente ecuación:

$$F_L = \frac{C_T}{2\beta} 0.0048V_{cr}^2 d$$

Donde

- $F_L$  Fuerza por unidad de longitud.
- $\beta$  Coeficiente de amortiguamiento de la estructura, como porcentaje del amortiguamiento crítico.
- $C_T$  Factor de empuje transversal. Para estructuras de sección circular podrá tomarse como 0.28
- $V_{CR}$  Velocidad crítica del viento. Para estructuras de sección circular se calcula con la ecuación:

$$V_{CR} = 5n_0 d$$

Donde

- $n_0$  Frecuencia natural de vibración de la estructura, en su modo fundamental.
- $d$  Dimensión de la estructura perpendicular a la dirección del viento.

**2. Vibraciones locales:** Para el diseño local en flexión perpendicular a la dirección del viento por el efecto del vórtice, en estructuras de pared delgada como el caso de las chimeneas, debe considerarse la respuesta de cada anillo tomado de cualquier altura de la estructura a una fuerza alterante normal al flujo, con magnitud dada por la ecuación correspondiente al factor  $F_L$  dado en el inciso anterior.

**3. Omisión de los efectos de vorticidad:**

a) Cuando por medio de prototipos con la forma, dimensión y acabado exterior de la estructura, se demuestre que no pueden formarse efectos de vórtice importantes al actuar vientos con velocidades menores o iguales a la de diseño.

b) Cuando su periodo fundamental del miembro estructural difiera cuando menos 30% de cualquier valor posible que pueda tener los vórtices alternantes, para velocidades menores o iguales a las de diseño. Esto se logra cuando la velocidad crítica, calculadas para estructuras de sección circular excede de:

$$\sqrt{\frac{P_0 K C_z}{0.062}}$$

Donde

$P_0$  Presión básica de diseño.

$K$  Factor correctivo por exposición, según apartado 4.3.3.2.

$C_z$  Factor correctivo por altura, en el apartado 4.3.3.2.

#### 4.4.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del RCDF (NTCDS)

Establecen las bases y requisitos generales mínimos, en conjunto con el Capítulo VI correspondiente al Título Sexto del RCDF, las normas, establece en su sección 10,

literalmente: "las presentes normas complementarias, solo son aplicables en su integridad a edificios. Tratándose de otras estructuras se aplicarán métodos de análisis apropiados... siempre que tales métodos respeten las disposiciones del RCDF y lo dispuesto en las propias normas, sean congruentes y reciban la aprobación del GDF."

Esta es la razón por la cual solo se mencionaran aquellas secciones que concuerden o sean afines con el diseño de los anuncios espectaculares.

#### 4.4.1.- Factores de comportamiento sísmico

Para el factor de comportamiento sísmico (Q), se adoptarán los siguientes valores, en función de los requisitos marcados, además de que puede adquirir un valor diferente en cada una de las direcciones ortogonales de análisis, según las propiedades de cada dirección.

Q	Requisitos que debe cumplir la estructura
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La resistencia en todo entrepiso la suministran marcos de acero o concreto reforzado sin contravientos, marcos con contravientos o con muros de concreto capaces de resistir al menos el 50% de la fuerza sísmica actuante.</li> <li>2. La capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más del 35% del promedio de dicho cociente para todos los entrepisos.</li> <li>3. Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para marcos dúctiles que fijan las normas de diseño y construcción de estructuras metálicas.</li> </ol>
3	Cuando dejan de cumplir lo establecido en el requisito 1. mencionado arriba, pero la resistencia la suministran columnas de acero o concreto reforzado con losas planas, marcos rígidos de acero y satisfacen las condiciones 2 y 3 de arriba.
2	La resistencia la suministran losas planas con columnas de acero o concreto reforzado, marcos de acero con contravientos o no, elementos de concreto prefabricado o preesforzado.
1.5	La resistencia se suministra en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, marcos o armaduras de madera
1	La resistencia a fuerzas laterales la suministran elementos diferentes a los arriba mencionados. Sólo se modifica si por medio de estudios aprobados por el Departamento, se comprueba la factibilidad de los materiales para utilizar otro Q.

Tabla 20. Factores de comportamiento sísmico

#### 4.4.2.- Método estático

Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles de una superestructura (F), se supondrá un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se valorarán con la fórmula:

$$F = Wh$$

Donde

- W Peso de la masa a cada nivel correspondiente donde se encuentran concentradas.
- h Altura de la masa en cuestión, desde el nivel de desplante.

El coeficiente se tomará de tal forma que se cumpla la siguiente relación:

$$V_0/W_0 = c/Q$$

Donde

- Q Factor de comportamiento sísmico, determinado según el MDSCFE.
- V<sub>0</sub> Fuerza constante basal.
- W<sub>0</sub> Peso total de la estructura.
- c Coeficiente sísmico, según RCDF, aquí se realiza la consideración siguiente, para el caso en el cual la estructura se localice en la parte sombreada de la figura de Zonificación Geotécnica de la Zona II y III del D.F;
  - c = 0.4 estructuras Grupo B
  - c = 0.6 estructuras Grupo A

#### 4.4.3.- Péndulo invertido

Se clasifica de esta forma toda estructura en la cual el 50% o más de su masa total, se halla concentrada en el extremo superior, y tenga un solo elemento resistente en la dirección del análisis, o una sola hilera de columnas perpendiculares a esta, como en el caso específico de los anuncios espectaculares. En estos casos, además de la fuerza cortante calculada según el apartado anterior, se tendrán en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior asociada al giro de la misma, con respecto a un eje horizontal normal a la dirección del análisis, y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente.

Para considerar dichas aceleraciones se tomarán equivalentes a un par aplicado en el extremo superior del elemento resistente, cuyo valor se calcula con la expresión:

$$1.5[P_i(r_0)^2 v/x]$$

Donde

- $P_i$  Fuerza lateral actuante sobre la masa, según el método estático del inciso anterior.
- $r_0$  Radio de giro de dicha masa con respecto al eje horizontal en cuestión.
- $v$  Giro lateral del extremo superior del elemento resistente bajo la acción de la fuerza  $P_i$ .
- $x$  Desplazamiento lateral del extremo superior del elemento resistente bajo la acción de la fuerza  $P_i$ .

Asimismo, para su diseño en cada una de las direcciones en que se analice, se combinarán con el 50% de las que produzcan el movimiento del terreno en la dirección

perpendicular a ella, tomándolas con el signo que para cada elemento estructural resulte mas desfavorable.

#### **4.5.- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF (NTCDEM)**

##### **4.5.1.- Consideraciones generales**

Se aclara que son disposiciones de diseño y construcción de estructuras de acero y otros metales.

##### **4.5.1.1.- Criterios de diseño**

El dimensionamiento se efectuará de acuerdo con los criterios relativos a los estados límites de falla, de servicio o por algún procedimiento alternativo.

Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de manera que la resistencia de toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actúe (fuerza axial, fuerza cortante, momento flexionante y momento de torsión) o a la combinación de dos o más de ellos, sea igual o mayor que el o los valores de diseño de dicha fuerza o momento interno. Las resistencias de diseño deben incluir el factor de reducción  $F_R$  correspondiente.

Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen, en general, multiplicando por el factor de carga correspondiente los valores de las fuerzas y momentos internos calculados bajo acciones nominales.

En los casos en que los efectos geométricos de segundo orden influyan significativamente en la respuesta de la estructura, las fuerzas y momentos internos de diseño deben obtenerse multiplicando las acciones nominales por los factores de carga antes de efectuar el análisis, el que se lleva a cabo con las acciones nominales factorizadas.

Además de los estados límite de falla, deben revisarse también los estados límite de servicio; es decir, se comprobara que las respuestas de las estructuras (deformaciones, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

#### **4.5.1.2.- Tipos de estructuras y métodos de análisis**

Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas, para asegurar su estabilidad bajo cargas verticales y que les proporcione resistencia y rigidez suficientes, para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección.

Pueden utilizarse estructuras de algunos de los dos tipos básicos que se describen a continuación: en cada caso particular el análisis, diseño, fabricación y montaje deben hacerse de manera que obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al tipo elegido. Deben prestarse particular atención al diseño y construcción de las conexiones.

Las estructuras del Tipo 1, comúnmente designadas marcos rígidos o estructuras continuas, se caracterizan porque los miembros que las componen están unidas entre si

por medio de conexiones rígidas, capaces de reducir a un mínimo las rotaciones relativas entre los extremos de las barras que ocurren en cada nodo, de manera que el análisis puede basarse en la suposición de que los ángulos originales entre esos extremos se conservan sin cambio al deformarse la estructura. Esas conexiones deben ser capaces de transmitir, como mínimo, 1.25 veces el momento de diseño que halla en el extremo de cada barra, teniendo en cuenta, cuando sea necesario, el efecto de las fuerzas cortantes o normales de diseño que halla en ella, multiplicadas también por 1.25.

Las estructuras del Tipo 1 pueden analizarse y diseñarse utilizando métodos elásticos o plásticos; estos últimos son aplicables cuando se satisfacen los requisitos siguientes:

- a) El valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero  $F_y$ , no es mayor que el 80% de su esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión,  $F_u$ .
  
- b) La curva carga-deformación del acero tiene las características necesarias para que pueda presentarse la distribución de momentos requerida para la formación del mecanismo de colapso. Para ello, debe tener una zona de cedencia, de deformación creciente bajo esfuerzo prácticamente constante, correspondiente a un alargamiento máximo no menor de 1%, seguida de una zona de endurecimiento por deformación, y el alargamiento correspondiente a la ruptura no debe ser menor de 20%.

c) Las relaciones ancho-grueso de los elementos planos que componen los perfiles cumplen los requisitos de las secciones Tipo 1.

d) Los miembros están contraventados lateralmente considerando que  $L \leq L_u$

$L$  es la distancia entre puntos del patín comprimido de una viga soportada lateralmente.

$L_u$  es la longitud máxima no soportada lateralmente para la que el miembro puede desarrollar todavía el momento plástico  $M_p$ ; no se exige capacidad de rotación.

e) Se colocan atiesadores dobles, en los dos lados del alma, en las secciones de los miembros que reciben cargas concentradas en las que aparezcan articulaciones plásticas en el eventual mecanismo de colapso.

f) Ninguno de los miembros de la estructura que intervienen en el mecanismo de colapso están sometidos a cargas que pueden producir fallas por fatiga, ni son posibles fallas de tipo frágil ocasionadas por cargas de impacto, bajas temperaturas u otros factores.

En las estructuras Tipo 1 analizadas elásticamente se admite redistribuir los momentos obtenidos del análisis, satisfaciendo las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos en vigas, nudos y entrepisos y de manera que ningún momento se reduzca en valor absoluto en más de 30% en vigas que cumplan con los requisitos para secciones

Tipo 1 ó 2, según su relación ancho-grueso y cuyo patín comprimido esté soportado lateralmente en forma continua, o este provisto de soportes laterales con separaciones no mayores que la longitud máxima no soportada lateralmente para la que el miembro puede desarrollar todavía un momento plástico  $M_p$ , y conservarlo durante las rotaciones necesarias para formación de mecanismo de colapso  $L_p$ ; en zonas de formación de articulaciones plásticas, ni en más de 15% en vigas Tipo 3 provistas del soporte lateral mencionado arriba en columnas Tipo 1, 2 ó 3.

#### **4.6.-Diseño de cimentación del anuncio**

Se tratara en este subcapítulo, lo referente a los criterios del Manual de Altos Hornos de México.

##### **4.6.1.- Diseño de placa base con criterio del Manual de Altos Hornos de México (AHMSA, 1991)**

Para el caso de unir una columna de acero a una base de cimentación de concreto reforzado, la unión debe realizarse por medio de elementos de transición formados por placas base y anclas. Para unirse el elemento soportante (columna o el tubo de apoyo del anuncio espectacular), bastara con soldar su parte final a la placa base, la cual a su vez se atornillara a las anclas que sobresalen de la cimentación.

En el caso de uniones acero-concreto se considera la resistencia de empuje o penetración de la columna en cuestión sobre la placa base con respecto a la resistencia del concreto a utilizar (depende del  $f'_c$ , resistencia a la compresión) así como el porcentaje de contacto del área ocupada por la placa sobre el área de concreto, para tomar la alternativa de revisión por aplastamiento.

La función primordial de la placa base consiste en soportar la fuerza de aplastamiento y penetración ejercida por el tubo de apoyo del letrero, y distribuir las cargas en un área suficiente para el apoyo del concreto. El método de análisis de placas enunciado a continuación es una recopilación del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC):

Se considera que la carga  $P$  de la columna se distribuye uniformemente sobre la placa de apoyo en un rectángulo cuyas dimensiones son  $0.80b$  por  $0.95d$ , ubicado a los centroides de la figura que conforma la sección columna.

Para el caso general de los elementos de soporte de los anuncios espectaculares (la columna de apoyo), no se utiliza con tanta frecuencia un perfil laminado tipo IPS o IPR, por lo cual no se puede tomar en cuenta la consideración de distribuir la carga en un rectángulo definido por el área inscrita en  $(0.80b)(0.95d)$ ; se aplica el criterio de distribuir la carga axial  $P$  en el área demarcada por el perfil  $OC$  que se este utilizando; por lo tanto:

$$0.95d = d$$

$$0.80b = b$$

	CUANDO:	TIPO DE SECCIONES TÍPICAS
$F_p = 0.250f'_c$	La placa cubre el 100% del área de concreto	Compuesta o tipo cajón
$F_p = 0.375f'_c$	La placa cubre 33% o menos del área de concreto	Perfiles laminados
$F_p = \text{interpolar}$	La placa cubre un porcentaje diferente	Áreas razonablemente concéntricas

Tabla 21. Presión de contacto admisible en el concreto

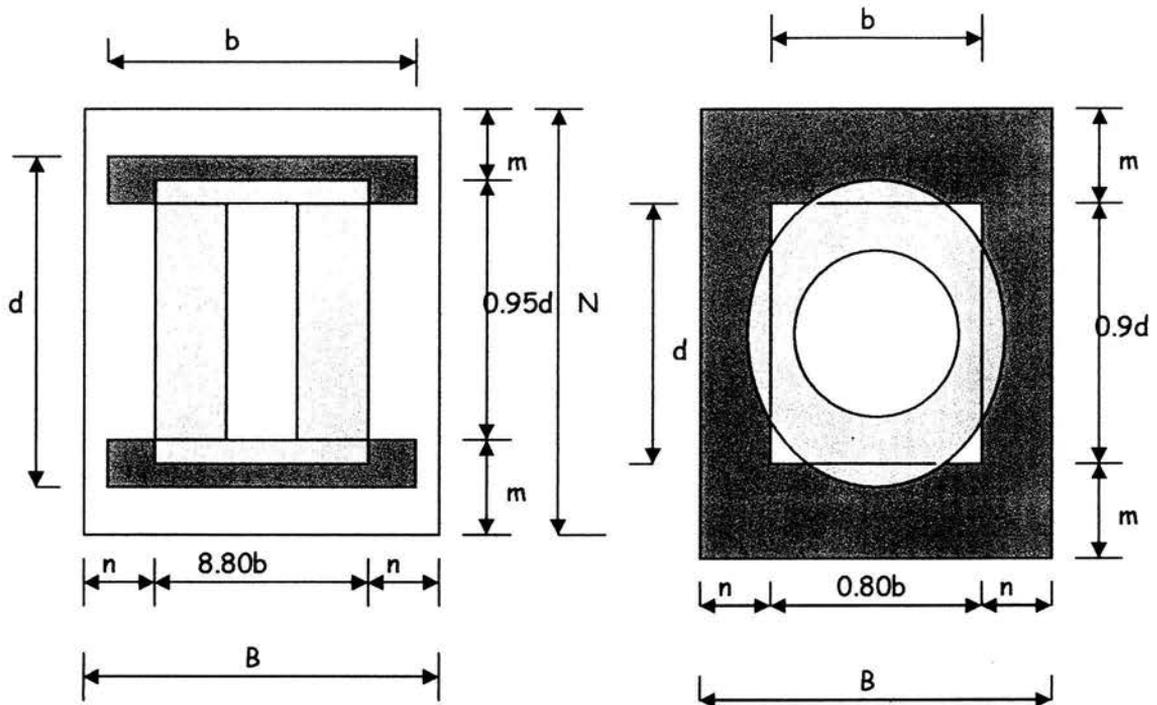


Figura 17. Similitud del esquema del manual AHMSA, para aplicar a los anuncios

#### a) Presión de contacto admisible en el concreto

La presión de contacto admisible en el concreto ( $F_p$ ), esta en función del porcentaje que cubre el área de la placa con respecto al área de concreto sobre la cual va a colocarse, así como de la resistencia a la compresión del concreto de la cimentación ( $f'_c$ ). Tiene las unidades de  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

#### b) Area mínima requerida

El área mínima requerida ( $A_{\text{MIN}}$ ), se evalúa el área que requiere cubrir la placa para soportar y absorber la carga total  $P$ .

$$A_{\text{MIN}} = \frac{P}{F_p}$$

**c) Area real de la placa**

Debe cumplirse que el área real de la placa ( $A_{REAL}$ ), sea mayor que el área mínima requerida. Muchas veces el área real resulta hasta tres veces superior a la mínima, pero debe rediseñarse sólo cuando se haya revisado la separación de anclas por desgarre para poder bajar el área real.

$A_{REAL} = N B$
$B = 0.80b + 2n$
$N = 0.95d + 2m$

Una propuesta preliminar para redimensionar los valores de  $m$  y  $n$ , para que cubran la separación mínima por desgarre, son los valores de 1.5" a cada lado, según la figura 17, y de esta forma tener la predimensión de área real. Cabe aclarar que para los anuncios espectaculares, en general resultan anclas de diámetro mayor a 1" por lo cual, para pasar el desgarre y dejar espacio suficiente para maniobrar el equipo para apretar tuercas (torcometro), se recomienda utilizar valores para una propuesta preliminar para redimensionar los valores de  $m$  y  $n$  mayores a 2".

Los valores calculados de  $N$  y  $B$  deben ajustarse a las dimensiones comerciales de placas detalladas en el Manual AHMSA, para tener un análisis real y no evaluar con dimensiones no comerciales que requieren de un pedido especial para su elaboración, esto último será el caso recurrente de las placas del anuncio.

**d) Evaluación de la separación a bordes**

Una vez evaluada el área real preliminar, ésta cubre con las condiciones de absorber la fuerza  $P$  y verificando que la separación de bordes cubre lo

reglamentario, pero dichas dimensiones están muy sobradas, es recomendable optimizar los resultados para bajar el costo de la placa sin que por ello se elimine la seguridad al desgarre; para optimizar, sólo se baja a las dimensiones inmediatas precedentes de los valores de B y N tomados del Manual AHMSA. Una vez optimizados los anchos de placa, se procede a revisar nuevamente la separación de bordes con las expresiones:

$$\begin{array}{l} m = \frac{1}{2}(N - 0.95d) \\ n = \frac{1}{2}(B - 0.80b) \end{array}$$

#### e) Presión de contacto en el concreto

La presión de contacto en el concreto ( $f_p$ ), dado en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  debe cumplirse que  $f_p \leq F_p$ :

$$f_p = P / A_{\text{REAL}}$$

#### f) Espesor de la placa

El espesor de la placa ( $t$ ), se evalúa con la expresión:

$$t = \sqrt{\frac{3F_p \times}{F_b}}$$

Donde

$\times$  El valor mayor entre los resultados de m y n.

$F_b$  Esfuerzo permisible de flexión en la placa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), dado por la expresión:  $0.6F_y$ .

$F_y$  Resistencia a la fluencia del acero A-36:  $2530 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .

#### 4.6.2.- Diseño de anclas

Son a base de perfiles de acero de sección tipo redondo liso, cuadrado, octogonal o de varillas debidamente roscados hacia la parte superior que recibirá la columna metálica y ahogadas con una longitud suficiente y dobladas en la parte del lado de la zapata de concreto reforzado. Deben estar suficientemente capacitadas para soportar las cargas de tensión que se presenten en la placa, si no se da dicha tensión no son necesarias las anclas y sólo se calcula acero por temperatura (cambios volumétricos en la placa).

Además de la tensión puede existir momento flexionante e incluso un momento torsionante, como es el caso específico de un anuncio espectacular, estos momentos trataran de producir un volteo en la propia placa, la que se considera trabajando como una viga simplemente apoyada, sometida a la acción de una fuerza uniformemente distribuida, actuando a todo lo largo del plano resistente de la dimensión N de la placa. Para el análisis y diseño de anclas se sigue la metodología descrita a continuación.

##### a) Fuerza tensionante

Para revisar si existe o no fuerza tensionante, se revisa considerando que exista dicha fuerza en la placa, en caso contrario, sólo se diseña por acero por temperatura, de la figura 18 podemos considerar que:

$$x = (PN/12M) + (N/2)$$

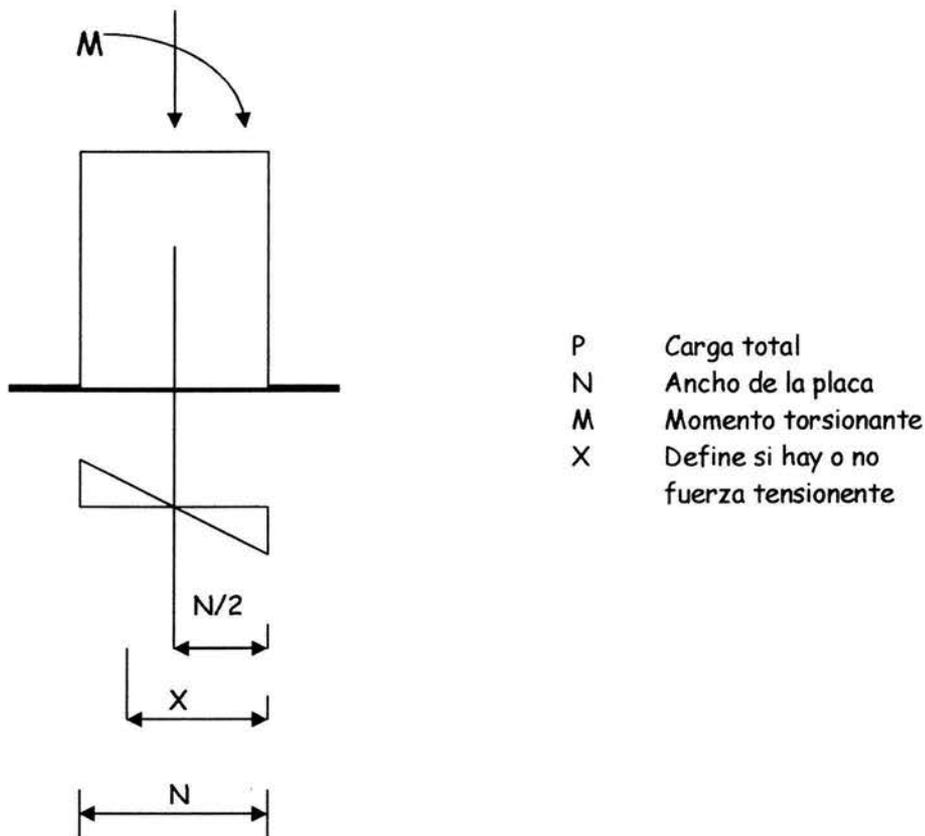


Figura 18. Fuerza tensionante

Si  $x < N$  Hay tensión, se necesitan anclas

Si  $x > N$  No hay tensión, sólo se necesita acero por temperatura

### b) Determinación de fuerza tensionante

Si en el análisis resulta necesaria la colocación de anclas, como será una constante en el cálculo de los anuncios espectaculares, debe calcularse la intensidad de la fuerza tensionante (T), en función de la ecuación siguiente:

$$T = \frac{P^2 N}{24M} + \frac{3M}{2N} \frac{P}{2}$$

Donde

- P Carga axial que baja al nodo de unión entre la columna y la placa base.  
 N Largo o dimensión mayor de la placa base.  
 M Momento máximo en el nodo de unión entre la columna y la placa base.

### c) Secuencia de cálculo

Una vez que se han realizado todos y cada uno de los pasos anteriores se sigue la metodología presentada a continuación, con la salvedad de considerar para el análisis el área mínima de anclas:

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  si se utilizan anclas a base de varilla corrugada o no.

$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  si se utilizan anclas a base de redondo liso, cuadrado liso u octogonal liso.

Paso	Concepto	Fórmula	Condiciones
1	Area mínima de ancla	$A_{\text{MIN TOTAL}} = TR/F_T$	$TR = 0.5 F_y$
2	Se supone número de anclas	$n = \text{se supone}$	
3	Area mínima por cada ancla	$A_{\text{MIN ANCLA}} = A_{\text{MIN TOTAL}}/n$	
4	Longitud de anclaje máxima	$L_{d\text{MAX}} = 0.06 \cdot a_s \cdot F_y / \sqrt{f'_c}$	$a_s = \text{área real por ancla}$
5	Longitud de desarrollo básico	$L_{db} = 0.06 \cdot db \cdot F_y / \sqrt{f'_c}$	$db = \text{diámetro de la barra}$
6	Longitud mínima de anclaje	$L_{d\phi} = f \cdot L_{db}$	$f = 1.4 \text{ factor de anclaje}$

Tabla 22. Secuencia de cálculo para el diseño de anclas

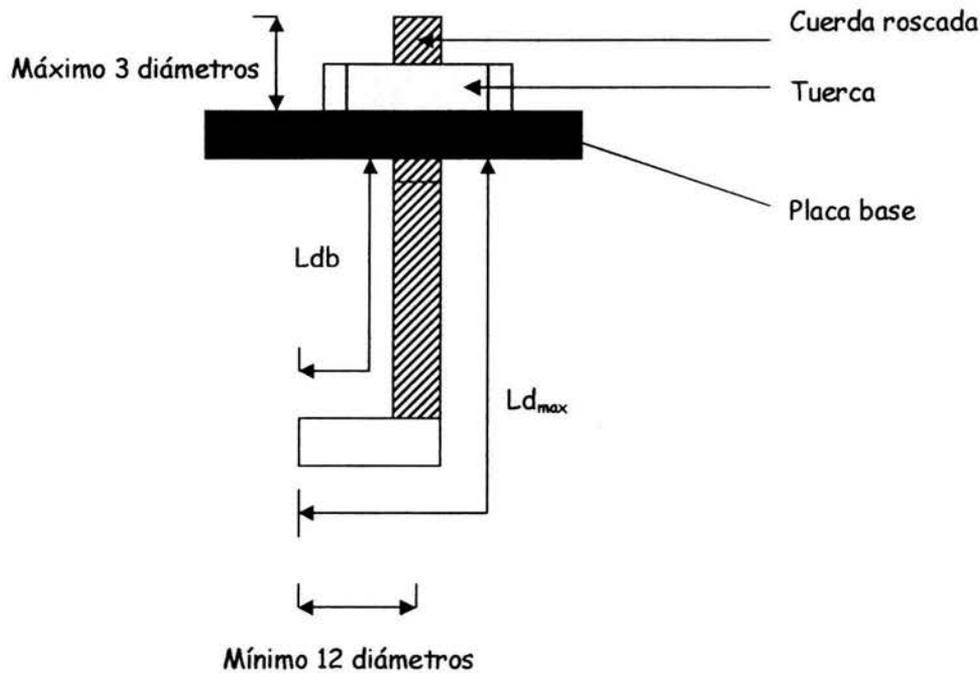


Figura 19. Diseño de anclas

#### 4.6.3.- Diseño de la zapata de cimentación

En el diseño de la zapata de un anuncio espectacular a causa de la incidencia del viento a  $45^\circ$  sobre el área expuesta de la cartelera del mismo, cae en el criterio de zapatas aisladas con carga axial y momento en dos direcciones, provocados porque al descomponerse la fuerza de  $45^\circ$ , origina dos fuerzas ortogonales simultáneas.

Para el diseño de la zapata se pueden recurrir a varios programas de computadora que apoyan dicha tarea, como son: zapatas aisladas, programa que diseña desde las dimensiones de la zapata hasta el número y tipo de armado del acero de refuerzo, principal o por temperatura; o bien diseño de zapatas por el criterio del Manual de la Comisión Federal de Electricidad (MCFE). Dichos software dan dimensiones y peraltes

definitivos de la cimentación, así como el diámetro y separación del acero de refuerzo principal y/o por temperatura.

**a) Datos preliminares**

Debe conocerse que condición esta imperando en el análisis de la estructura del anuncio espectacular, según se hayan obtenido por cualquier paquetería que nos proporcione elementos mecánicos finales. En anuncios espectaculares siempre predomina la condición del viento a 45° por lo cual es un análisis de zapata aislada con carga axial y momento en dos direcciones, tomándose como la dirección X, aquella paralela a la dirección del momento mayor. Otros datos que deben conocerse son:

1. La profundidad de desplante (Df), se tomará de acuerdo a la longitud máxima de anclas.
2. Dimensiones del dado, en base al criterio tomado para diseñar la placa base.
3. Ubicación del anuncio: tipo de terreno, si esta en el DF. u otra zona de la República.
4. Grupo, en base al coeficiente de seguridad que se pretenda tenga la Estructura.
5. Capacidad de carga del terreno ( $f_{tu} = \text{ton/m}^2$ ), en base al sitio en que se desplante y su ubicación o por medio de un estudio de mecánica de suelos.
6. La sobrecarga  $w$  causada por el terreno se tomará como un incremento del 30% de la carga axial que este actuando en dicha condición:

$$w = 0.3P$$

En el análisis de la zapata se tomarán las condiciones en las cuales la carga equivalente última sea mayor, la carga equivalente se analiza con las ecuaciones siguientes, para convertirla a valores últimos se multiplica la carga equivalente por su factor correspondiente FC:

Condición	Grupo	FC
Carga gravitacional	A	1.4
Carga gravitacional	B	1.5
Accidental	A,B	1.1

Tabla 23. Factor de carga según condición de carga y grupo

**b) Carga equivalente, condición estática**

Conociendo las descargas ( $P_e$ ), cortantes ( $V_e$ ) y momentos ( $M_{ex}$ ,  $M_{ey}$ ), provocados por la acción de la carga gravitacional se aplica la ecuación:

$$P_{eq} = P_e + p + 1.5M_{ex} + 1.5M_{ey}$$

$$P_{equ} = FC P_{eq}$$

**c) Carga equivalente, condición accidental (viento a 45°)**

Conociendo las descargas ( $P_{sx}$ ,  $P_{sy}$ ), cortantes ( $V_{sx}$ ,  $V_{sy}$ ) y momentos ( $M_x$ ,  $M_y$ ), provocados por la acción del viento a 45°, así como la profundidad de desplante ( $D_f$ ), se aplican las ecuaciones siguientes. Obteniendo los momentos a la profundidad de desplante, para poder diseñar la zapata:

$$M_{sx} = M_x + D_f V_{sx}$$

$$M_{sy} = M_y + D_f V_{sy}$$

En la dirección X:

$$P_{eq} = [P_e + P_{sx} + 0.3P_{sy}] + w + 1.5(M_{ex} + M_{sx}) + 1.5(M_{ey} + 0.3M_{sy})$$

$$P_{equ} = FC P_{eq}$$

En al dirección Y:

$$P_{eq} = [P_e + 0.3P_{sx} + P_{sy}] + w + 1.5(M_{ex} + 0.3M_{sx}) + 1.5(M_{ey} + M_{sy})$$

$$P_{equ} = FC P_{eq}$$

Por lo general predomina la componente en dirección X del análisis, por lo cual serán los valores que tomaremos para el análisis de la zapata y para referenciar las fórmulas posteriormente, si domina la componente Y, solo se sustituyen los valores correspondientes.

#### d) Area de la zapata

Se aplica la ecuación, con los datos ya conocidos:

$$A_z = \frac{1.3 P_{equ}}{f_{tu}}$$

#### e) Pre-dimensionamiento de B y L

Obteniendo el factor R = Momento Menor

Según la Tabla 24 del factor  $\beta$ :

R	B	$\beta$ FR
0	0.4	0.6
0.1	0.4	0.6
0.2	0.42	0.6
0.4	0.61	0.61
0.6	0.78	0.78
0.8	0.89	0.89
1	1	1

Tabla 24. Factor de reducción para el diseño de zapatas

$$L = \sqrt{\frac{Az}{\beta}}$$

$$B = \beta L$$

**f) Revisión de presiones de contacto con teoría de Navier**

Para conocer el sobrepeso del material de relleno con que se va a cubrir la zapata se considera un Peso Volumétrico promedio de  $\gamma=1.95$  ton/m, posteriormente se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$W = B L D f \gamma$$

Carga axial última	$P_u = FC(P_e + P_{sx} + 0.3P_{sy})$
Carga axial total última	$P_{tu} = P_u + FC(W)$
Momento último en X	$M_{ux} = FC(M_{ex} + M_{sx})$
Momento último en Y	$M_{uy} = FC(M_{ey} + 0.3M_{sy})$
Módulo de sección en X	$S_x = \frac{BL^2}{6}$
Módulo de sección en Y	$S_y = \frac{BL^2}{6}$

Tabla 25. Resumen de elementos mecánicos de zapata de cimentación

Conociendo los parámetros anteriores se procede a la revisión de presiones en las esquinas de la zapata, es decir Presiones de Navier, debe cumplir con:  $0.0 < f_1 > f_{tu}$

$$f_1 = \frac{P_{tu}}{BL} + \frac{M_{ux}}{S_x} + \frac{M_{uy}}{S_y}$$

Se aplica la figura 20 y la toma de signos es:

$f_1 = ++$	$f_3 = +-$
$f_2 = --$	$f_4 = -+$

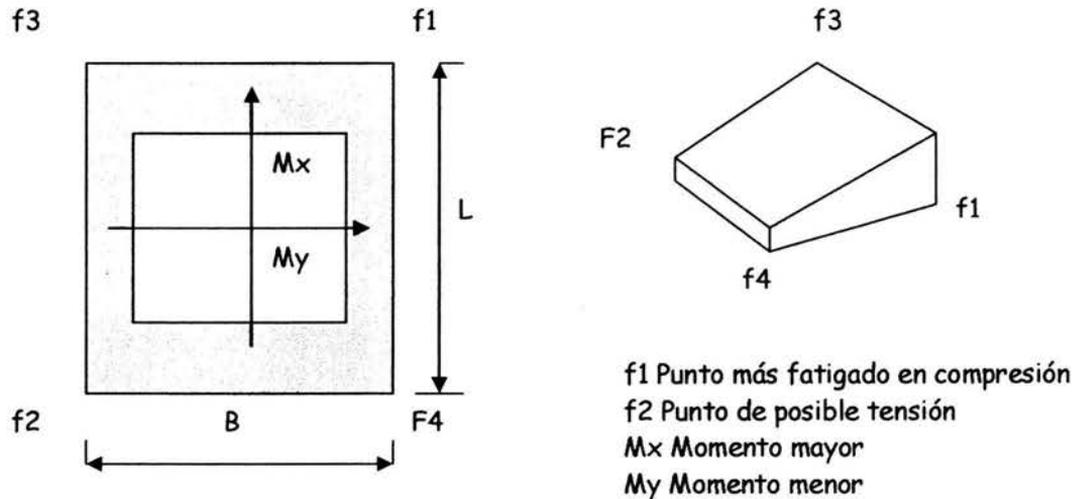


Figura 20. Presiones de Navier

En los puntos sobre los cuales se presenta tensión (signo negativo), se establece la posibilidad de que la zapata puede presentar volteo, a causa de la magnitud de la fuerza provocada por el viento a 45°, deben rediseñarse las secciones B y L, de forma tal que se minimizan al máximo dichas tensiones y se transformen en compresiones (signo positivo) que eviten el volteo. Es conveniente incrementar el modulo de sección en la dirección del momento mayor (distancia L), para disminuir el momento en la misma dirección.

Los valores óptimos de B y L, resultan después de una serie de iteraciones con dichos valores, hasta el momento en que todas las presiones son positivas y se cumpla la condición  $0.0 < f_1 > f_{tu}$ ; es decir, toda el área de la zapata se encontrara trabajando a compresión y se elimina la tensión o cambio de presión, que puede originar en un

momento dado un volteo y colapso en la cimentación, y por consiguiente en el anuncio espectacular en su conjunto.

### g) Dimensiones de $B'$ , $L'$

La descarga se considera que no actúa en toda el área de la zapata, sino que se reduce a un área delimitada por las excentricidades de dicha descarga, de acuerdo a la figura 21:

Cálculo de excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_{tu}}$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_{tu}}$$

Dimensiones

$$L' = L - 2e_x$$

$$B' = B - 2e_y$$

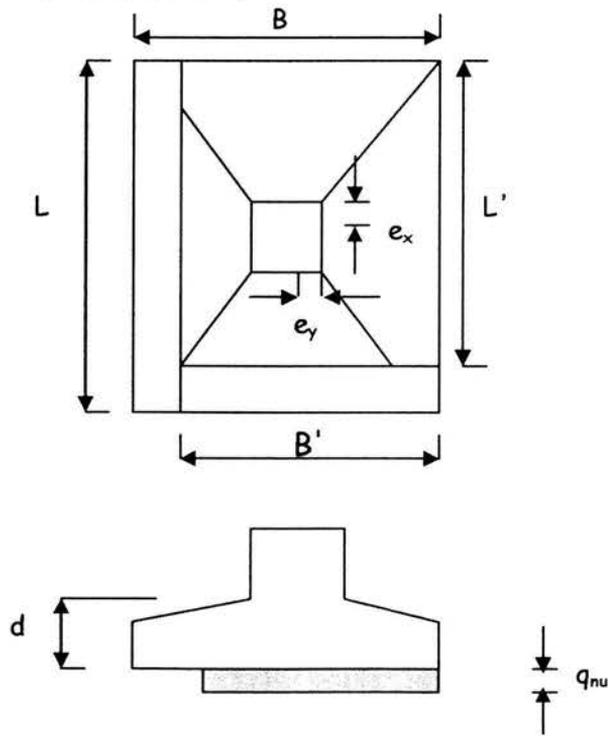


Figura 21. Área delimitada por la excentricidad de la descarga

**h) Presiones equivalentes**

Presión neta última	$q_{nu} = Pu/(B'L')$
Presión total última	$q_{tu} = Pt_u/(B'L')$

**i) Cálculo del peralte efectivo**

El peralte efectivo ( $d$ ), se obtiene de las dimensiones  $l_1$  y  $l_2$  que representan la distancia libre del volado de la zapata a cada uno de sus lados, para obtener los momentos máximos en dichos valores:

$$l_1 = \frac{L - C_1}{2}$$

$$l_2 = \frac{B - C_2}{2}$$

Para obtener los valores de momentos últimos debe recordarse que la presión neta última ( $q_{nu}$ ), esta actuando en el área de la zapata delimitada por  $B' \times L'$ , para poder obtener dicho momento es preciso transformarla, en una carga uniformemente distribuida a lo largo de la dimensión mayor de  $B'$  o  $L'$ , mencionadas en el inciso g) del apartado presente, lo cual se logra analizando una franja de un metro del área de zapata mencionada, con lo cual la fórmula del momento se establece:

$$M_u = \frac{(1m)q_{nu}(l_1)^2}{2}$$

Para evaluar el peralte efectivo ( $d$ ) y la altura al centro de la zapata ( $h$ ), debe tenerse en cuenta que condición predomina en el diseño de la misma, si es el estático o la

accidental. Una vez obtenido el peralte efectivo, para obtener la altura total de la zapata al centro de la misma se considera:  $h = d + r$  (r = recubrimiento)

Condición estática	$d = \sqrt{\frac{Mu}{14.8f_c'}} + 15\text{cm}$
Condición accidental	$d = \sqrt{\frac{Mu}{14.8f_c'}} + 20\text{cm}$

**j) Revisión por penetración**

Se analizará de acuerdo a lo expuesto en las ecuaciones y figura siguientes:

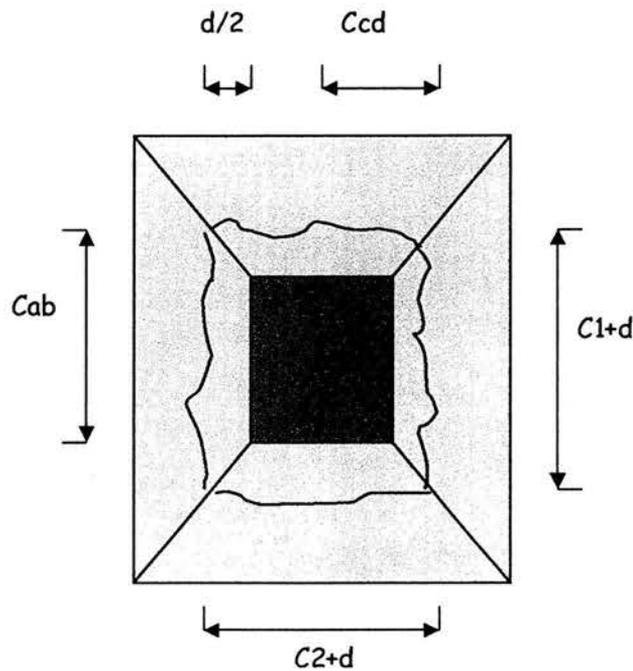


Figura 22. Revisión por penetración

### 1. Revisar si existe transmisión de momentos

Area de falla de la zapata	$A_f = (C_1+d)(C_2+d)$
Cálculo de cortante	$V_u = P_u - A_f q_{nu}$
Revisión de transmisión de momentos	$0.2 V_u d < M_{ux} ; M_{uy}$ si $<$ Hay transmisión si $>$ No hay transmisión

Tabla 26. Transmisión de momentos

La transmisión de momentos se revisa para la condición de que si existe, en la ecuación del cálculo del esfuerzo actuante, se involucran los términos de los momentos, si no existe transmisión, solo se analiza con el primer término de dicha ecuación.

### 2. Cálculo del esfuerzo actuante

Deben considerarse los coeficientes  $C_{ab}$  y  $C_{cd}$ , que representan la mitad de la distancia de falla a cada lado del dado de cimentación.

$$C_{ab} = \frac{(C_1 + d)}{2}$$

$$C_{cd} = \frac{(C_2 + d)}{2}$$

Si existe transmisión de momentos, deben considerarse los valores actuantes de dichos momentos, de acuerdo al siguiente criterio de diseño:

Evaluando coeficientes  $\alpha$ :

$$\alpha_x = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{C_1 + d}{C_2 + d}}}$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{C_2 + d}{C_1 + d}}}$$

Perímetro de falla

$$b_o = 2 [(C_1 + d) + (C_2 + d)]$$

Momento polar de inercia: (datos en cm)

$$J = \frac{d(C_1 + d)^3}{6} + \frac{(C_1 + d)d^3}{6} + \frac{d(C_2 + d)(C_1 + d)^3}{2}$$

Esfuerzo actuante:

$$\mu = \frac{V_u}{b_o d} + \frac{\alpha_x M_{ux} C_{ab}}{J} + \frac{\alpha_y M_{uy} C_{cd}}{J}$$

### 3. Cálculo del esfuerzo admisible

Para que la zapata cumpla con los requerimientos de revisión por penetración del dado de cimentación debe cumplir con la condición:

$$\mu = \text{kg/cm}^2 < \mu_{cr} = \text{kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible por penetración se evalúa con la siguiente ecuación, en la cual el factor de reducción está en función de la condición de carga equivalente que halla predominado:

FC = 0.8      Condición estática

FC = 0.7      Condición accidental

$$\mu_{cr} = FR \sqrt{f_c^*}$$

$$\mu_{cr} = FR \left( 0.5 + \frac{C_1}{C_2} \sqrt{f_c^*} \right)$$

$f_c^*$  se toma como el 80% de la resistencia del concreto a compresión  $f_c'$

$$f_c^* = 0.8 f_c'$$

### k) Revisión como viga ancha

Para el análisis como viga ancha se debe considerar una franja unitaria de la zapata (1.00 m), según la siguiente figura:

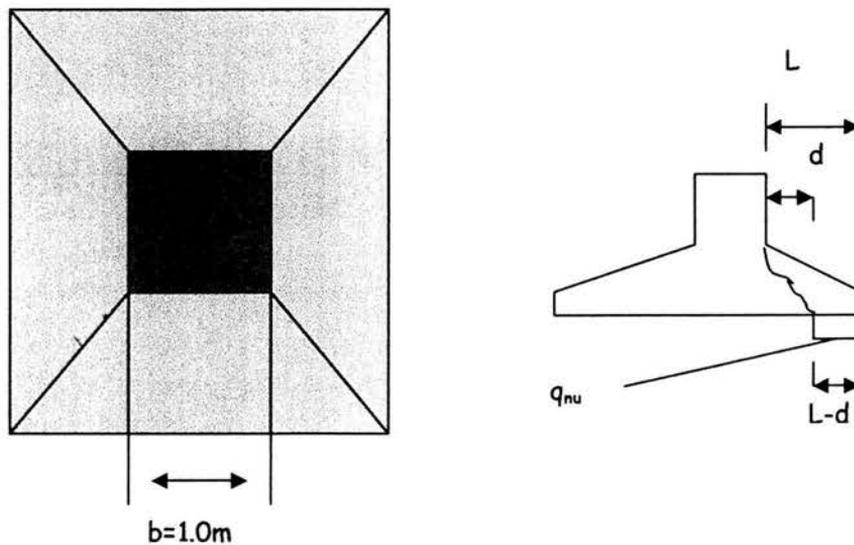


Figura 23. Viga ancha considerando una franja unitaria de la zapata

**1. Cálculo del cortante último**

Considerando una parte unitaria del ancho de la zapata:  $b = 1.00 \text{ m}$

$$V_u = b q_{nu} (1-d)$$

**2. Cálculo del esfuerzo actuante**

Para su análisis debe cumplirse que  $\mu = \text{kg/cm}^2 < \mu_{cr} = \text{kg/cm}^2$

$$\mu = \frac{V_u}{bd}$$

**3. Cálculo del esfuerzo admisible**

Para la revisión de este esfuerzo admisible en la condición de viga ancha se tomará el factor de reducción como  $FR = 0.8$

$$\mu_{cr} = 0.5FR\sqrt{f_c^*}$$

**1) Diseño por flexión del acero de refuerzo principal (Lecho bajo)**

Los momentos se analizarán de acuerdo a las ecuaciones de momento y a lo expuesto sobre la presión neta última en el inciso i); cálculo de peralte efectivo, del apartado presente. Las áreas de acero correspondientes se obtienen analizando el momento en la dirección correspondiente: para L -  $M_{ux}$ , para B -  $M_{uy}$ :

$$A_{s1} = \frac{M_u}{FRF_y Z}$$

La condición de área de acero mínima esta en función de la ductilidad del anuncio espectacular que se este analizando:

Si  $Q > 3$  se aplica la ecuación:

$$A_{s1} = \frac{M_u}{FRF_y Z}$$

Si  $Q \leq 3$  se aplican las ecuaciones siguientes:

$$1) A_s = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{F_y} (bd)$$

$$2) A_s = 1.33(A_{s \text{ menor}})$$

$$\# = \text{Núm. de var.} = A_s/a_s$$

$$S = 100/\#$$

# Número de varillas.

$a_s$  Área nominal del número de varilla escogido.

S Separación entre el acero de refuerzo.

#### m) Diseño de acero por temperatura (lecho alto)

Se diseña de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnica Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTCDCEC). Debe analizarse el peralte ( $d'$ ), en el extremo de la zapata, según la figura siguiente:

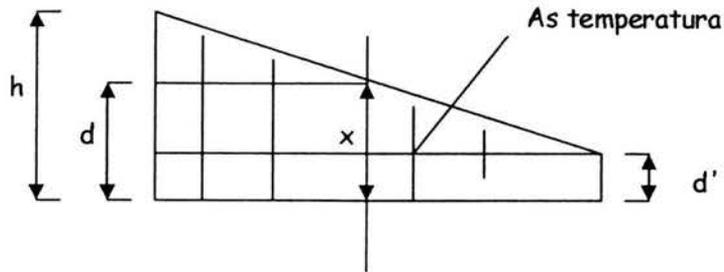


Figura 24. Diseño de acero por temperatura

$$d' = 12 \phi + 5 \text{ cm}$$

$$X = 0.5 \frac{(h + d')}{2}$$

$\phi$  El diámetro de la varilla del número del acero principal.

X Peralte medio, al centro del volado de la zapata.

Acero por temperatura:

$$A_s = \frac{660X}{F_y(100 + X)} (1.5)(1.5)$$

Factor 1.5 Si el concreto va a estar en contacto directo con el terreno.

1.5 Si se trata de concreto bombeado.

$F_y$  Fluencia del acero A-36 (4200 kg/cm<sup>2</sup>).

$A_s$  Area de acero transversal, dado en cm<sup>2</sup>/cm.

100 Factor para transformar  $A_s$  en cm<sup>2</sup>.

## **CAPITULO 5**

---

# **ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

## **CAPITULO 5.- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

En este capítulo se desarrolló una revisión de los 3 principales tipos de anuncios que ameritan un estudio de ingeniería, que como ya se mencionó son: los anuncios adosados, autosoportados y de azotea; con la finalidad de mostrar el procedimiento que se indica en los reglamentos y manuales de análisis y diseño abordados en los capítulos anteriores, y por otra parte tener una comparación entre los resultados obtenidos por parte de los diseñadores y nosotros.

Es de hacer notar que la costumbre, la apatía y la ignorancia por parte de los principales actores de este mercado, llámense propietarios de los anuncios, dueños del inmueble o autoridades, le restan importancia a esta acción, sin embargo retomando todo lo anterior se ha hecho ver que es un negocio o inversión que debe de ser considerado con todas las certezas que amerita proteger su capital, y por parte de los dueños y autoridades la seguridad de los individuos y su patrimonio.

### **5.1.- Anuncio adosado**

Se recuerda que un anuncio adosado es aquel que se instala en la fachada del inmueble, por lo que se analiza la estructuración de los elementos de anclaje o fijación. Como ya se describió este tipo de estructuras, son Tipo 1 de acuerdo a las NTCDEM.

El análisis de las mencionadas normas nos marca que las conexiones deben ser capaces de transmitir los elementos mecánicos calculados en los miembros que ligen, y dar restricción y continuidad a los elementos, para finalmente trasladar esos elementos mecánicos a los muros de fachada.

Las conexiones están formadas por elementos de unión como son los atiesadores, placas, ángulos y ménsulas; y conectores como soldaduras, tornillos y remaches. Estos elementos deben tener una resistencia mayor que la calculada, la cual está relacionada directamente con las dimensiones de dichos elementos.

Existen dos formas de calcular las solicitaciones: la primera por medio de un análisis de las cargas de diseño o un porcentaje especificado de la resistencia del mismo. Además, las NTCDEM nos señalan que para estructuras Tipo 1 las conexiones se diseñarán para resistir 100 % las solicitaciones en cada miembro, o transmitir 1.25 veces las fuerzas internas de diseño.

#### **5.1.1.-Análisis y diseño estructural**

Se analizara a continuación el proyecto estructural ejecutivo para anuncio adosado a muro, elementos de anclaje o fijación.

El anuncio adosado es a una cara de 21.70x5.00 m y un hueco de 7.00x1.00 m con 0.30 m de espesor, se construyó de lona y la estructura de soporte es de base de PTR de 1" y/o ángulo de  $1\frac{1}{4} \times 1/8$ ". Se unió al muro de fachada principal con armaduras construidas a base de perfil OR de  $1\frac{1}{2}$ ". La fijación a dichas armaduras se realizó con 62 tornillos de  $\varnothing=1/2$ " y L = 10 cm de profundidad de colocación.

#### **5.1.2.-Análisis y diseño de sujeción**

La fijación se realizó sobre cuerdas principales de armaduras de soporte, que a su vez se apoyan sobre columnas y trabes existentes, con la distribución indicada en las figuras 25 y 26.

La altura de colocación del anuncio es de 2.50 m desde el nivel de banqueta.

Es importante señalar que la penetración de los tornillos, a las mencionadas armaduras, sea lo mejor aplicada posible, para una fijación eficiente y suficiente.

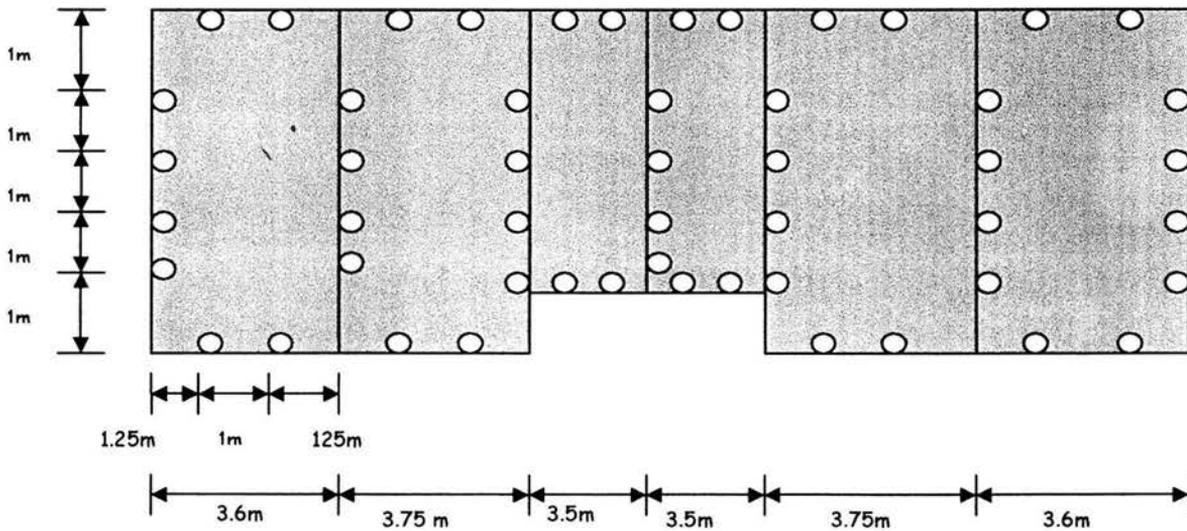
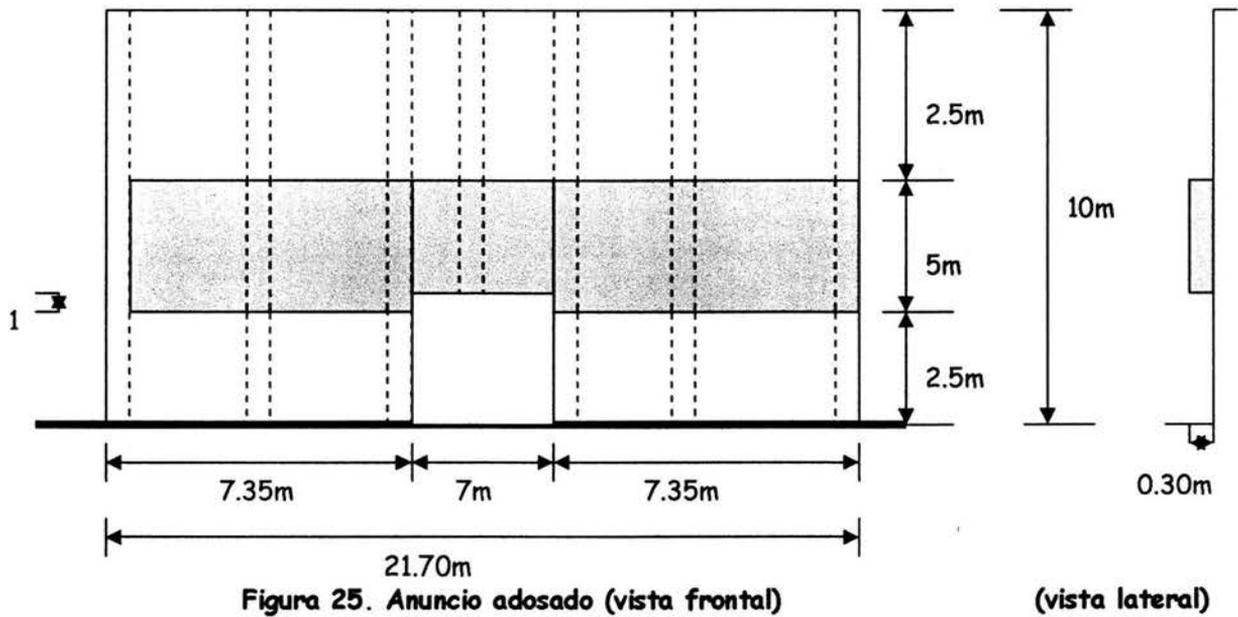


Figura 26. Fijación de anuncio adosado

El análisis realizado fue bajo la combinación de efectos:  $CM+CV$ , únicamente; dado que es un anuncio adosado al muro de fachada principal y se efectuó bajo las condiciones del RCDF y sus NTCDEM.

Concepto	Ancho (m)	Largo (m)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Subtotal (kg)
Anuncio	5.00	21.70	50.00	5425.00
Instalaciones	5.00	21.70	10.00	1085.00
Suma (CM)				6510.00
CV		4.00	70.00	280.00
Suma (CM+CV)				6790.00
<b>TOTAL</b>				<b>6.80 Ton</b>

Tabla 27. Análisis de carga para anuncio adosado

Aquí cabe señalar que las NTCDEM especifican, a través de la tabla 28, el tamaño máximo de los agujeros, aclarando que siempre se utilizarán agujeros estándar, excepto cuando el diseñador especifique, en conexiones atornilladas, el uso de agujeros sobredimensionados o alargados. En conexiones remachadas no se permite el uso de agujeros sobredimensionados o alargados.

Los agujeros sobredimensionados pueden usarse en cualquiera o en todas las partes unidos en una conexión por fricción, el cual es nuestro caso.

Diámetro nominal del remache o tornillo (d)		Diámetro del agujero estándar		Diámetro de agujero Sobredimensionados*		Dimensiones de agujero Alargados cortos*		Dimensiones de agujero Alargados largos*	
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg
≤ 22.2	7/8	d+1.5	d+1/16	d+4.8	d+3/16	(d+1.5) x (d+6.3)	(d+1/16) x (d+1/4)	(d+1.5) x 2.5d	(d+1/16) x 2.5d
25.4	1	27.0	1 1/16	31.8	1 1/4	27.0x33.3	1 1/16 x (1 5/16)	27.0x63.5	1 1/16 x 2 1/2
≥ 28.6	≥ 1 1/8	d+1.5	d+ 1/16	d+7.9	d+5/16	(d+1/16) x (d+3/8)	(d+1/16) x (d+3/8)	(d+1.5) x 2.5d	(d+1/16) x 2.5d

Tabla 28. Tamaños máximos de agujeros para remaches y tornillos (los tamaños son nominales,

\*no se permiten en conexiones remachadas)

Así mismo establece que siempre se utilizarán agujeros estándar, pero si se permite hacer uso de agujeros sobredimensionados. Por lo que se utiliza la primera fila de la tabla 28 y si es sobredimensionado, entonces el tamaño de los agujeros son de  $d+4.8=12.7+4.8=17.5$  mm.

Por otro lado, se auxilia con la tabla 29 para la resistencia de diseño a través de remaches, tornillos y barras roscadas.

Las NTCDEM suponen que para tornillos de alta resistencia en combinación con soldadura se puede considerar que las cargas se reparten entre ellos y las soldaduras.

Elementos de Unión	Resistencia en tensión		Resistencia al cortante en conexiones por aplastamiento	
	Factor de resistencia $F_R$	Resistencia nominal $\text{kg}/\text{cm}^2$	Factor de resistencia $F_R$	Resistencia nominal $\text{kg}/\text{cm}^2$
Tornillos A307		3160	0.60	1900
Tornillos A325, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		6330		3800
Tornillos A325, cuando la rosca está fuera de los planos de corte		6330		5060
Tornillos A490, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		7900		4750
Tornillos A325, cuando la rosca está fuera de los planos de corte	0.75	7900	0.65	6330
Partes roscadas que satisfacen los requisitos, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		0.56 $F_u$		0.45 $F_u$
Partes roscadas que satisfacen los requisitos, cuando la rosca está fuera de los planos de corte		0.56 $F_u$		0.60 $F_u$
Remaches A502 grado 1 colocados en caliente		3160		2560
Remaches A502 grados 2 y 3 colocados en caliente		4200		3380

Tabla 29. Resistencia de diseño de remaches, tornillos y barras roscadas

Si se colocan tornillos  $\varnothing=1/2"$  resistencia normal A307.

$$F_t=2528 \text{ kg}/\text{cm}^2, f_v=1520 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$N_b = \frac{T}{F_r \times F_v} = \frac{6800 \text{ kg}}{(1.25)1520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3.5 \text{ pzs} = 4 \text{ pzs}$$

Por lo tanto se colocaron 24 tornillos  $\varnothing=1/2"$  A-307, en cada estructura de soporte.

## 5.2.- Anuncios autosoportados

Todo anuncio espectacular puede clasificarse en general como del tipo anuncios autosoportados los cuales se definen como los sustentados por uno o más elementos de apoyo, anclados directamente en el piso de un predio y en los cuales la estructura que conforma la armadura de soporte de la cartelera que contendrá la publicidad. La polaridad de un anuncio, independientemente de su clasificación, se refiere al número de carteleras sobre las cuales es factible colocar leyendas publicitarias o promoción de productos o marcas comerciales.

### 5.2.1.- Análisis y diseño estructural de un anuncio espectacular autosoportado con un solo apoyo, de dos vistas (bipolar)

Para el análisis y diseño estructural del siguiente anuncio espectacular autosoportado se utilizó el programa de cómputo "STAAD-III" aprovechando la facilidad de modelar una estructura dentro de los parámetros marcados en sus comandos de programación, de forma tal que para el usuario sea más fácil alimentarla con los datos que representan las propiedades, geometría y carga de los miembros o de los nodos que la conforman.

Para el siguiente anuncio tipo unipolar a colocar en predios de la zona urbana de Guadalajara, Jalisco. La estructura tiene una altura total de 26.00 m desde el nivel banquetta y consta de dos anuncios gabinete en forma de rectángulo de 14.40 m x 4.69 m, colocado en forma de v con una separación de 1.50 m.

El tubo columna será de  $\varnothing=36"$  y  $e=1/16"$  y tendrá una altura de 13.50 m, el tubo larguero, será de  $\varnothing=16"$  y  $e=3/8"$ , la placa de base es de 120x120 cm y  $e=2\ 3/16"$  unida

a la cimentación con 20 anclas de  $\varnothing=1 \dots$ " se colocan 12 cartabones de 20x20 y  $e=1/2$ ".

La cimentación se conforma con una zapata de 150x150 cm desplantada a una profundidad de 2.00 m, con un espesor de 40 cm y reforzada con varillas del No 5 a cada 20 cm en el lecho inferior y del No 3 a cada 16 cm en el lecho superior.

En toda estructura, edificio o anuncio formado a base de perfiles de acero conocidos, pueden agruparse muchos miembros que presentan las mismas características de solicitaciones y propiedades, como es el caso de columnas de un mismo entrepiso en un edificio, para el caso de un anuncio espectacular por lo general los marcos que forman los contravientos son de un mismo perfil de acero A-36, lo mismo sucede para las secciones OC que forman el elemento de soporte sujeto a flexo compresión (tubo columna), los perfiles OC que forman a su vez el elemento soportante sujeto a flexo torsión (tubo larguero) y la continuación el tubo columna (tubo botella) que incrementa el área de exhibición del anuncio que en algunos casos es también llamado copete.

El programa utilizado "STAAD-III" presenta un comando interno por medio del cual el software crea barras y nodos para conformar la armadura del anuncio, empero si se trata de una estructura con un número considerable de barras o miembros, si no se conoce a ciencia cierta que barra converge a que punto, puede complicarse la inclusión de cargas accidentales o gravitacionales a ciertos elementos.

Para modelar la estructura manualmente se siguen ciertas recomendaciones fáciles de aplicar y que nos permiten conocer perfectamente donde se localiza cierto nodo, que

barra estamos analizando, y las incidencias de barras (de que nodo a que nodo se une el miembro X):

1.- Los nodos. Deben partir del origen (0, 0, 0), posteriormente se numeran siguiendo la dirección izquierda a derecha y abajo hacia arriba.

2.- Las barras. Deben numerarse siempre de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba, iniciando por las columnas y posteriormente por las trabes.

#### **5.2.1.1.- Cálculo de solicitaciones por viento, según MDVCFE**

##### **5.2.1.1.1.- Clasificación de la estructura**

Según su importancia son del Grupo B.

Según su respuesta ante la acción del viento son del Tipo 2.

##### **5.2.1.1.2.- Categorías del terreno y clase de estructuras**

Según la rugosidad del terreno, es de Categoría 4.

Según el tamaño de la estructura es de Clase A.

##### **5.2.1.1.3.- Determinación de la velocidad de diseño**

La velocidad de diseño ( $V_D$ ), se calcula según la ecuación:

$$V_D = F_T F_a V_R$$

**a) Velocidad regional**

La velocidad regional ( $V_R$ ), se obtiene de la tabla 6, de velocidades regionales de las ciudades más importantes, nuestra estructura pertenece a las del Grupo B, por lo tanto le corresponde un periodo de retorno de 50 años.

$$V_R = 164 \text{ km/h}$$

**b) Factor de exposición**

El factor de exposición ( $F_a$ ), refleja la variación de la velocidad del viento con respecto a la altura  $Z$ , también considera el tamaño de la construcción o de los elementos de recubrimiento y las características de exposición.

$$F_a = F_c F_{RZ}$$

1) Factor de tamaño ( $F_c$ ), que toma en cuenta el tiempo en que actúa la ráfaga, obtenido de la tabla 7

$$F_c = 1$$

2) Factor de rugosidad y altura ( $F_{RZ}$ ): como  $10 < Z > \delta$  se aplica la siguiente fórmula.

$$F_{RZ} = 1.56 \frac{Z}{\delta}^{\alpha}$$

3) Cálculo de  $\delta$  y  $\alpha$ , con la clasificación de la estructura, se entra a la tabla 8 de valores de  $\delta$  y  $\alpha$  del apartado 4.1.3.4 y se sustituyen los valores correspondientes:

$$F_{RZ} = 1.56 \left[ \frac{25}{455} \right]^{0.17} = 0.952$$

4) Cálculo de  $F_a$ , con los valores obtenidos:

$$F_a = (1) (0.952) = 0.952$$

c) **Factor de topografía**

El factor de topografía ( $F_T$ ), se obtiene de la tabla 9 del apartado 4.1.3.5

$$F_T = 1$$

d) **Velocidad de diseño**

Sustitución de los datos obtenidos en la fórmula de velocidad regional:

$$V_D = (1) (0.952) (164)$$

$$V_D = 156.128 \text{ km/h}$$

**5.2.1.1.4.- Presión dinámica de base**

La presión dinámica de base ( $q_h$ ), se calcula como:

$$q_h = 0.0048 G V_D^2$$

a) **Factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar**

Factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar ( $G$ ), se obtiene como:

$$G = \frac{(0.392\Omega)}{(273\zeta)}$$

$\Omega$  es la presión barométrica, se obtiene de la tabla 10

$\zeta$  es la temperatura ambiental en  $^{\circ}\text{C}$

1) La presión barométrica ( $\Omega$ ), se obtiene de la tabla 10, con el dato de altitud a la cual se encuentra la zona de montaje del anuncio

Dato conocido: Altitud msnm = 1540 m

msnm Presión barométrica (mm Hg)

1500      635

2000      600

2001

Como se puede observar, la altura de 1540 msnm, no se encuentra en la tabla 10, por lo que se tendrá que interpolar para obtener la presión correcta.

Diferencia de cotas      2000 - 1500 = 500 (msnm)

Diferencia de presión      600-635 = -35 (mm de Hg)

Coeficiente de variación lineal       $\frac{-35}{500} = -0.007 \frac{\text{mm de Hg}}{\text{msnm}}$

Incremento de presión para 1540 msnm

$(-0.007)(40) = -2.80 \text{ mm de Hg}$

Presión para 1540 msnm:	1500 msnm	635 mm de Hg
	<u>40 msnm</u>	<u>2.8 mm de Hg</u>
	1540 msnm	632.2 mm de Hg

Presiones correspondientes

1500 = 635

1540 = 632.2

2000 = 600

$\Omega = 632.2 \text{ mm de Hg}$

2) La temperatura ambiental ( $\zeta$ ), se obtiene de la tabla 11, de la ubicación, altitud y temperatura media anual de las ciudades más importantes.

$$\zeta = 19.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Nota: La anterior es la temperatura media anual de Guadalajara, Jalisco

3) Cálculo del factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar.

$$G = \frac{(0.392)(632.2)}{(273 + 19.1)}$$

$$G = 0.8484$$

#### **b) Presión dinámica de base**

$q_h$  se obtiene con la ecuación:

$$q_h = 0.0048 G V_D^2$$

$$q_h = 0.0048 (0.8484) (156.128)^2$$

$$q_h = 99.268 \text{ kg/m}^2$$

#### **5.2.1.1.5.- Presiones netas**

##### **5.2.1.1.5.1.- Presión neta para viento normal al plano del letrero**

Para evaluar la presión neta en un anuncio, primero deben tomarse en cuenta ciertas condicionantes que determinan que tipo de análisis se aplicará para dicha presión.

Las condiciones para el criterio de análisis regirán tanto para el caso en el cual, el viento incide de forma normal como cuando lo hace en un ángulo de  $45^\circ$  respecto al plano del anuncio. Se utiliza la ecuación:

**a) Tipo de letrero:**

Si:  $h_e / H > 0.7$  se analiza como si fuera un muro aislado

Si no cumple con la condición anterior se considerará como un letrero aislado.

Datos:  $h_e = 4.74$  ancho de la cartelera.

$H = 16.20$  altura total.

$b = 14.40$  largo de la cartelera.

$$h_e/H = \frac{4.74}{16.20} = 0.292 < 0.7$$

Por lo anterior será un letrero aislado.

**b) Coeficiente de presión neta**

El coeficiente de presión neta ( $C_{pn}$ ), se obtendrá considerando viento normal al letrero, aplicándose las ecuaciones de la tabla 12 del apartado 4.1.3.7.

$$1 \leq b/h_e \leq 45$$

$$1 \leq \frac{14.40}{4.74} \leq 45$$

$$1 \leq 3.03 \leq 45$$

Aplicando la tabla 12, se revisan todas las condicionantes, y el anuncio cumple únicamente con:

$$0 \leq h_e/H \leq 0.7$$

$$0 \leq \frac{4.74}{16.2} \leq 0.7$$

$$0 \leq 0.29 \leq 0.7$$

Por lo anterior:

$$C_{pn} = 1.5$$

**c) Factor de reducción de presión por porosidad**

El factor de reducción de presión por porosidad ( $K_p$ ), está dado por:

$$K_p = [1 - (1 - \emptyset)^2]$$

Donde

$\emptyset$  Relación entre el área sólida y el área total de la superficie del letrero, también adimensional.

El letrero es totalmente sólido, es decir, no tiene oquedades, por lo tanto:

$$\emptyset = 1$$

$$\text{Se encuentra que: } K_p = [1 - (1 - 1)^2] = 1$$

**d) Presión neta**

La presión neta  $P_n$  se obtiene como:

$$P_n = (1.5) (1) (99.268) = 148.90 \text{ kg/m}^2$$

$$P_n = 148.90 \text{ kg/m}^2$$

### 5.2.1.1.5.2.- Presión neta para viento a 45° sobre el letrero

Se toman en consideración los lineamientos marcados en el inciso a) y c), para viento normal al plano del letrero:

$$P_n = C_{pn} K_p q_h$$

#### a) Presión neta

El coeficiente de presión neta ( $C_{pn}$ ), se obtendrá de la tabla 13; se localizan tres coeficientes de presión neta, por lo tanto, tres presiones netas.

- 1) Para  $C_{pn} = 3.0$  se considera una distancia horizontal de 0 a  $2h_e$ .

$$K_p = 1$$

$$q_h = 99.268 \text{ kg/m}^2$$

$$P_n = (3) (1) (99.268) = 297.804 \text{ kg/m}^2$$

$$P_n = 297.804 \text{ kg/m}^2$$

Las componentes de la presión obtenida son:

$$F_x = 297.804 (\cos 45^\circ) = 210.579 \text{ kg/m}^2$$

$$F_y = 297.804 (\sen 45^\circ) = 210.579 \text{ kg/m}^2$$

- 2) Para  $C_{pn} = 1.5$  se considera una distancia horizontal de  $2h_e$  a  $4h_e$

$$P_n = (1.5) (1) (99.268) = 148.902 \text{ kg/m}^2$$

$$P_n = 148.902 \text{ kg/m}^2$$

Las componentes de la presión obtenida son:

$$F_x = 148.902 (\cos 45^\circ) = 105.289 \text{ kg/m}^2$$

$$F_y = 148.902 (\sen 45^\circ) = 105.289 \text{ kg/m}^2$$

3) Para  $C_{pn} = 0.75$  se considera una distancia horizontal  $> 4h_e$

$$P_n = (0.75) (1) (99.268) = 74.451 \text{ kg/m}^2$$

$$P_n = 47.451 \text{ kg/m}^2$$

Las componentes de la presión obtenida son:

$$F_x = 74.451 (\cos 45^\circ) = 52.644 \text{ kg/m}^2$$

$$F_x = 74.451 (\sen 45^\circ) = 52.644 \text{ kg/m}^2$$

#### 5.2.1.1.6.-Distribución de presiones netas de viento

##### 5.2.1.1.6.1.- Areas tributarias (por áreas expuestas)

Las presiones netas obtenidas del viento serán distribuidas en nodos que estén colocados en la cartelera, cada uno de ellos tendrá un área tributaria ( $A_T$ ), por lo que tomará una presión determinada.

En la botella también se distribuye la presión neta bajo el mismo criterio para los nodos que contenga.

##### 5.2.1.1.6.2.- Distribución de presión de viento a $45^\circ$

Para poder aplicar la fuerza de viento a  $45^\circ$  se obtendrán los componentes de la misma tanto en el sentido X ( $F_x$ ) como en el Z ( $F_z$ ) para aplicarlas en el sentido correspondiente.

a) **Nodo de la botella.** Todos los nodos caen en la consideración de 0 a  $2h_e$  en la distancia a considerar para distribuir cada una de las tres presiones obtenidas en esta incidencia de fuerzas eólicas.

$$P_n = 210.579 \text{ kg/m}^2$$

b) **Nodos en la cartelera.** Se deben considerar los rangos de distancia para distribuir las presiones:

De 0 a $2h_e$	$P_n = 210.579$	Distancia hasta 7.40
De $2h_e$ a $4h_e$	$P_n = 105.289$	Distancia de 7.40 a 14.8
$> 4h_e$	$P_n = 52.644$	Distancia $> 14.8$ (no lo absorbe)

### 5.2.1.2.- Cálculo de solicitaciones por sismo según MDSCFE

#### 5.2.1.2.1.- Cargas gravitacionales

En las tablas 30, 31, 32 y 33 se realizó una cuantificación de todos y cada uno de los elementos que conforman el letrero, para conocer los tipos de perfiles y en función de eso, evaluar el peso total de la estructura. Cabe señalar que este peso puede obtenerse vía el uso de un software (STAAD-III), el cual, mediante un comando interno facilita introducir los tipos de sección para obtener el peso propio de la estructura.

Descripción	Peso Unitario	Peso Total (kg)
Tubo poste de 36", por $e = 11/16"$ con 14 m de altura	386.13 kg/m	5,405.820
Tubo poste botella de 14" por $e = 5/16"$ con 11 m de altura	67.87 kg/m	746.570
Placa brida circular de 1.314 m de diámetro con $e = 3/4"$ (2 piezas)	149.38 kg/m <sup>2</sup>	405.138
Placa base de $\phi = 1.314$ m con $e = 1 \frac{1}{2}"$	299.09 kg/m <sup>2</sup>	405.580
Cartabones de placa de $e = 5/8"$ de 0.2x0.25 m (16 piezas)	124.49 kg/m <sup>2</sup>	49.769
Aro de redondo liso de $\phi = 5/8"$ (2 piezas)	1.552.00 kg/m	3.934
Escalera de ángulo de 38x5 de 9 m de largo (2 piezas)	2.68 kg/m	48.240
Escalera de ángulo de 38x5 de 20 cm de largo (8 piezas)	2.68 kg/m	42.880
Escalera, huella de redondo liso de $\phi = 3/4"$ (10 piezas)	2.23 kg/m	26.730

Tabla 30. Cuantificación de elementos del tubo poste

SUMA 7,134.629

Descripción	Peso Unitario	Peso Total (kg)
Tubo flauta de $\varnothing=16"$ con $e=3/8"$ con 5.76 m (2 piezas)	93.13 kg/m <sup>2</sup>	1,072.800
Placa de $e=3/4"$ de 0.806x0.806 m (4 piezas)	149.38 kg/m <sup>2</sup>	338.170
Placa de $e=3/4"$ de 1.114x1.114 m (4 piezas)	149.38 kg/m <sup>2</sup>	741.519
Cartabón de placa de $e=1/2"$ de 0.2x0.2 m (4 piezas)	99.59 kg/m <sup>2</sup>	7.967
Placa de $e=1/2"$ de 0.650x0.800 m (4 piezas)	99.59 kg/m <sup>2</sup>	310.720

Tabla 31. Cuantificación de elementos del tubo flauta

SUMA 2,471.227

Descripción	Peso Unitario	Peso Total (kg)
Larguero de ángulo de 51x6 de 14.40 m (8 piezas)	4.75 kg/m	68.400
Contraviento de ángulo de 51x3 de 3.30 m (24 piezas)	2.46 kg/m	194.832
Placa para contraviento de $e=1/4"$ de 0.091x0.251 m (12 piezas)	49.79 kg/m <sup>2</sup>	13.647
Torre o armadura de ángulo de 51x6 de 4.74 m (12 piezas)	4.75 kg/m	270.180
Lámina calibre 22 de 3.851x14.40 m (2 piezas)	24 kg/m <sup>2</sup>	2,661.810

Tabla 32. Cuantificación de elementos de caras de anuncio (carteleras)

SUMA 3,208.37

Descripción	Peso Unitario	Peso Total (kg)
Contraviento de ángulo de 38x5 de 2.20 m (24 piezas)	2.68 kg/m	141.504
Canal CPS de 102x8.04 de 1.5 m (12 piezas)	8.04 kg/m	144.720
Canal CPS de 102x8.04 de 3.184 m (6 piezas)	8.04 kg/m	153.590
Cortaviento de ángulo de 38x5 de 0.875 m (12 piezas)	2.68 kg/m	28.140
Canal CPS de 102x8.04 de 3.184 m (6 piezas)	8.04 kg/m	153.596
Lámina antiderrapante calibre 16 de 14.40x0.470 m (2 piezas)	12.21 kg/m	165.270
Angulo para andamio de 51x6 de 14.40 m (4 piezas)	4.75 kg/m	273.600
Angulo para cierre de 51x6 de 3.20 m (8 piezas)	4.75 kg/m	121.600

Tabla 33. Cuantificación de elementos de vista lateral (perfiles)

SUMA 1,182.014

Considerando en dos toneladas el peso de la botella, la cual estará montada sobre el poste botella de 14":

$$\text{Peso total} = 16 \text{ Ton}$$

#### **5.2.1.2.2.- Clasificación y factor de comportamiento sísmico**

La estructura queda clasificada según MDSCFE dentro del Grupo B, ya que requiere de un grado de seguridad intermedio. Según su estructuración es de Tipo 2 (péndulos invertidos).

El factor de comportamiento sísmico (Q), se obtiene basándose en la clasificación de la estructura y en el tipo de estructura de la misma, de esta forma se obtiene un coeficiente sísmico igual a dos, (tabla 15).

$$Q = 2$$

#### **5.2.1.2.3.- Zonificación geotécnica y coeficiente sísmico**

En el MDSCFE, se divide a la República Mexicana en cuatro zonas sísmicas, a Guadalajara, Jalisco predomina el suelo "JAL", el cual es un suelo del tipo transición ya que se conforma por estratos blandos y capas interpuestas de estratos duros que aumentan su capacidad de carga, por lo tanto esta dentro del terreno Tipo II.

Con el tipo de suelo (Tipo II), la zona sísmica (Zona C) y el grupo de la estructura (Grupo B) se obtiene el coeficiente sísmico (tabla 16).

$$C = 0.64$$

#### 5.2.1.2.4.- Valuación de fuerzas sísmicas con el análisis estático

##### a) Concentración de masas

Se obtienen las distancias a centroides de los elementos más importantes de la estructura: tubo poste, tubo larguero, letrero (cartelera), tubo botella (extensión) y de la botella (cartelera).

La figura 27, muestra las distancias centroidales:

a = Tubo

b = Flauta

c = Letrero

d = Extensión

e = Botella

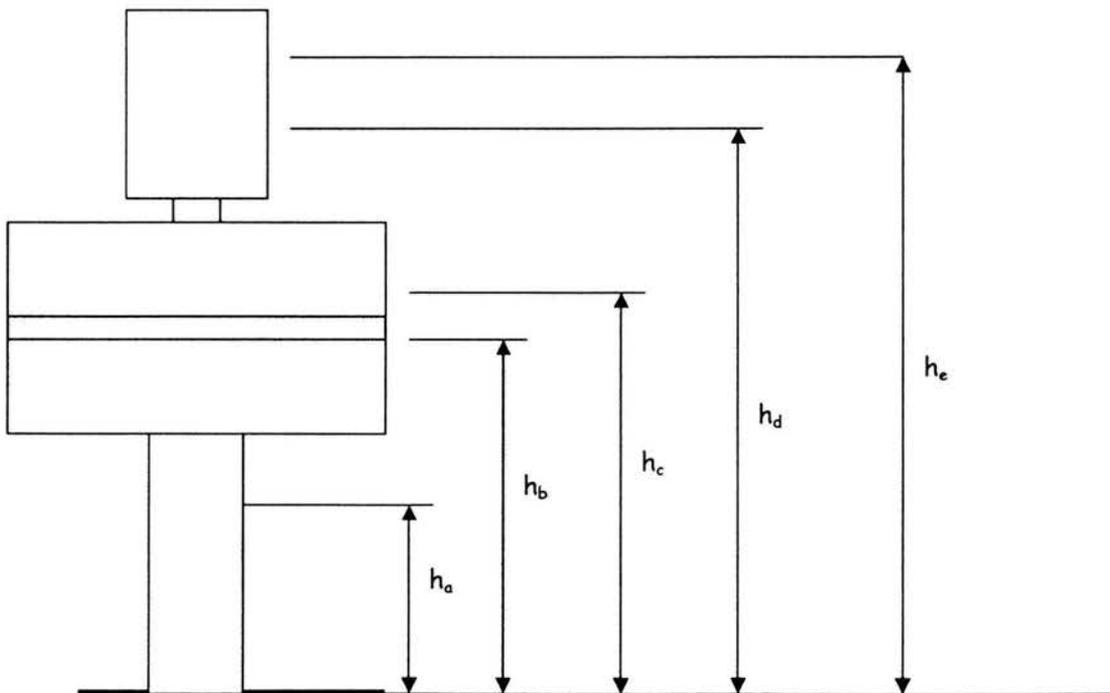


Figura 27. Distancias centroidales

Los siguientes pesos son representativos de los elementos de la estructura principal de soporte del anuncio, a esto se adicionan los pesos correspondientes de las piezas secundarias que las forman (placas, ángulos, canales).

$$W_a = 6.387 \text{ ton}$$

$$W_b = 2.471 \text{ ton}$$

$$W_c = 4.390 \text{ ton}$$

$$W_d = 0.746 \text{ ton}$$

$$W_e = 2.253 \text{ ton}$$

$$\text{Peso Total } (W_o) = 16.24 \text{ ton}$$

**b) Momento respecto al punto de apoyo**

Se obtienen momentos con los pesos anteriores y las distancias centroidales correspondientes.

$$W_a h_a = (6.387) (7.00) = 44.709 \text{ ton-m}$$

$$W_b h_b = (2.471) (12.12) = 29.94 \text{ ton-m}$$

$$W_c h_c = (4.390) (13.88) = 60.93 \text{ ton-m}$$

$$W_d h_d = (0.746) (19.50) = 14.54 \text{ ton-m}$$

$$W_e h_e = (2.253) (20.00) = 45.06 \text{ ton-m}$$

$$\text{Momento total } (\Sigma W_n h_n) = 195.179 \text{ ton-m}$$

**c) Coeficiente sísmico de diseño**

Es un coeficiente en el cual se toma en cuenta la condición de ductilidad de la estructura, es decir, su capacidad para disipar la energía que esta recibiendo. Se obtiene de la siguiente manera:

$$C = \frac{c}{Q}$$

$$C = \frac{0.64}{2}$$

$$C = 0.32$$

**d) Cortante basal**

Se define al cortante basal ( $V_0$ ), como la fuerza sísmica total que recibe el anuncio en su punto de apoyo, originada por la aceleración del terreno producto de un movimiento telúrico y la iteración con la capacidad de carga del terreno, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$V_0 = C W_0$$

$$V_0 = (0.32) (16.24)$$

$$V_0 = 5.1968 \text{ ton}$$

**e) Fuerza sísmica concentrada**

La fuerza sísmica concentrada en cada nodo, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_n = \frac{V_0 W_n h_n}{\sum W_n h_n}$$

1) Cálculo de fuerzas en función de la concentración de masas.

$$F_a = \frac{(5.1968)(44.709)}{195.179} = 1.190 \text{ ton}$$

$$F_b = \frac{(5.1968)(29.709)}{195.179} = 0.797 \text{ ton}$$

$$F_c = \frac{(5.1968)(60.93)}{195.179} = 1.622 \text{ ton}$$

$$F_d = \frac{(5.1968)(14.54)}{195.179} = 0.3871 \text{ ton}$$

$$F_e = \frac{(5.1968)(45.06)}{195.179} = 1.119 \text{ ton}$$

Nota: La suma de las fuerzas sísmicas por elemento debe ser igual al cortante basal:

$$F_n = 5.196 \text{ ton}$$

### 5.2.1.3.- Cálculo de fuerzas por carga gravitacional

#### 5.2.1.3.1.- Peso propio de la estructura metálica

El software STAAD-III considera el peso de los elementos de los que está formada la estructura, dando como resultado la carga gravitacional, tomando en cuenta el peso propio de secciones conocidas de acero como las del AISC, no así elementos de otros materiales que no se le especifique, por lo que la carga de la caja de luz o cartelera será introducida como carga gravitacional.

El peso de la caja de luz es de  $24 \text{ kg/m}^2$

#### 5.2.1.4.- Combinación de fuerzas

Una vez calculadas y cargadas las fuerzas primarias que actúan sobre el anuncio (Gravitacional, Sismo y Viento), es recomendable el análisis para varias combinaciones de dichas cargas para que interactúen los efectos provocados por las mismas.

Por ejemplo, el RCDF define ciertas combinaciones (ver apartado 3.4.8), cuyo fin primordial es asegurar la estabilidad de la estructura ante la presencia de estas sollicitaciones, analizándolas para el efecto simultáneo de todas las acciones que tengan probabilidad de presentarse, bajo las siguientes combinaciones:

- a) Acciones permanentes y acciones variables.
- b) Acciones permanentes, variables y accidentales.

El STAAD-III, permite crear dichas combinaciones de forma manual, es decir proporcionadas por el usuario con ciertos coeficientes para cada tipo de carga; de forma tal que en el análisis se tome en consideración el porcentaje proporcionado de la fuerza correspondiente en su interrelación con otra, ya sea permanente o accidental. Para el caso específico del anuncio que se está calculando se tomarán varias combinaciones de carga.

A continuación en la tabla 34, se proporcionan las combinaciones correspondientes para el diseño por valores admisibles, en el cual las fuerzas se consideran actuando con un factor de 0.75 (75% de su magnitud). Para cargas últimas, los efectos de las mismas deben multiplicarse por los factores de carga apropiados ( $F_c$ ) que se describen en la tabla 2 del apartado 3.4.8

Tipo		Cargas	Factores
Primarias	1	Gravitacionales	1
	2	Sismo perpendicular (90°)	1
	3	Viento perpendicular (90°)	1
	4	Viento a 45°	1
Combinaciones	5	Gravitacional + Sismo	0.75 + 0.75
	6	Gravitacional + Viento a 90°	0.75 + 0.75
	7	Gravitacional + Viento a 45°	0.75 + 0.75

Tabla 34. Combinación de cargas para el diseño de valores admisibles

#### 5.2.1.5.- Cálculo de propiedades de la estructura principal

El programa STAAD-III, solo acepta perfiles marcados en el Manual AISC, si el usuario no pretende introducir una sección diferente, se crea una tabla con las propiedades y la sección del perfil que se pretende trabajar.

Para realizar lo anterior es preciso conocer las propiedades del perfil seleccionado; del Manual de AHMSA se obtienen las siguientes ecuaciones de cálculo para analizar las propiedades de los tubos que pretendemos utilizar en el poste, la flauta y el tubo botella:

Para áreas críticas de la sección (respecto a ejes X, Y):

$$A = \pi \frac{(\varphi_{ext}^2 - \varphi_{int}^2)}{4}$$

Para momentos de inercia (respecto a ejes Z, Y):

$$I = \frac{\pi(\varphi_{ext}^4 - \varphi_{int}^4)}{64}$$

Para constante torsional:

$$J = \frac{\pi}{2}(R^4 - r^4)$$

Las dimensiones reales de los elementos que se conocen se consignan en la tabla 35.

Concepto	Tubo-col 36"x11/16"	Tubo-bot 14"x5/16"	Tubo-flauta 16"x3/8"
Dimensiones (m)	0.9144x0.01905	0.3556x0.0079375	0.4060x0.009525
$\phi_{ext}$ (m)	0.9144	0.3556	0.406
$\phi_{int}$ (m)	0.89535	0.339725	0.38695

Tabla 35. Dimensiones de la estructura principal

Las aplicaciones de las ecuaciones de Manual AHMSA nos dan los siguientes resultados que se podrán aplicar en el STAAD-III (tabla 36).

Notación STAAD	Notación AHMSA	Tubo de 36"	Tubo de 14"	Tubo de 16"
AX	A	0.0535843	0.008669	0.0118639
AY	0.6 A	0.0321505	0.005201	0.0071183
AAZ	0.6 A	0.0321505	0.005201	0.0071183
WF	$\phi_{ext}$	0.9144	0.3556	0.406
TF	Z	0.01905	0.0079375	0.009525
IX	J	0.0107438	0.004193	0.007464
IY	I	0.005371925	0.00131005	0.00023325
IZ	I	0.005371925	0.00131005	0.00023325

Tabla 36. Aplicación de las ecuaciones de AHMSA para aplicar en STAAD-III

AY y AZ representan el área de cortante de la sección, la cual es del 60% del área crítica de cada sección, dada en manual (A en AHMSA; AX en STAAD).

## 5.2.2.- Diseño de cimentación

### 5.2.2.1.- Cuadro de reporte de elementos mecánicos

El programa STAAD-III tiene herramientas que analizan los elementos de soporte y cimentación del anuncio espectacular, sin importar si se conforman por perfiles de acero o secciones de concreto reforzado; sin embargo no diseña el tipo y número de anclas o placa base necesarias para soportar dichos elementos, razón por la cual se recurre al uso del Manual AHMSA para diseñarlos, el software proporciona los elementos mecánicos que se presentan en el nodo inicial el perfil OC de 36", (se especifican en la tabla 37) el cual soporta todo el anuncio espectacular y se encarga de transmitir las fuerzas a la cimentación:

Tipo de carga:	1	Carga gravitacional
	2	Sismo perpendicular
	3	Viento perpendicular
	4	Viento a 45°
	5	Combinación gravitacional + sismo perpendicular
	6	Combinación gravitacional + viento perpendicular
	7	Combinación gravitacional + viento a 45°

Miembro	Carga	Combinación	Axial P	Cortante Y	Cortante Z	Torsión	Momento Y	Momento Z
1	1	1	22.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1	2	-18.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2	1	0.00	0.00	-5.20	0.00	82.36	0.00
1	2	2	0.00	0.00	5.20	0.00	-24.95	0.00
1	3	1	0.00	0.00	-7.70	0.00	122.40	0.00
1	3	2	0.00	0.00	7.70	0.00	-37.31	0.00
1	4	1	0.00	1.50	-10.50	-10.12	162.62	27.00
1	4	2	0.00	-1.50	10.50	10.12	-46.55	-10.47
1	5	1	17.23	0.00	-3.9	0.00	61.77	0.00
1	5	2	-13.67	0.00	3.9	0.00	-18.71	0.00
1	6	1	17.23	0.00	-5.78	0.00	91.80	0.00
1	6	2	-13.67	0.00	5.78	0.00	-27.98	0.00
1	7	1	17.23	1.12	-7.88	-7.59	121.96	20.25
1	7	2	-13.76	-1.12	7.88	7.59	-34.91	-7.86

Tabla 37. Elementos mecánicos

### 5.2.2.2.- Diseño de la placa base

#### a) Cálculo de presión de contacto admisible en el concreto

Para el cálculo de la presión de contacto admisible en el concreto ( $F_p$ ), la placa cubrirá el 80% del área del dado de concreto.

Como no existe ecuación para dicho porcentaje, se procederá a interpolar para obtener un valor real:

$$F_p = 0.250 f'_c \quad \text{cuando la placa cubre el 100\% del área de concreto.}$$

$$F_p = 0.375 f'_c \quad \text{cuando la placa cubre 33\% del área de concreto.}$$

Diferencia de coeficientes	$0.375 - 0.250$	$=$	$0.125$
Diferencia de porcentajes	$33 - 100$	$=$	$-67.00\%$
Crecimiento lineal	$(0.125) / (-67\%)$	$=$	$-0.00186$
Porcentaje faltante	$80 - 33$	$=$	$47.00\%$
Crecimiento	$(47\%)(-0.00186)$	$=$	$-0.0874$
Factor al 80%	$(0.375 + (-0.0874))$	$=$	$0.287$
$F_p = 0.287 f'_c$			

Resistencia a compresión del concreto:  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

$$F_p = 0.287 f'_c$$

$$F_p = 0.287 (250) = 71.75 \text{ kg/cm}^2$$

### b) Area mínima requerida en la placa

El área mínima requerida ( $A_{MIN}$ ), se calcula como:

$$A_{MIN} = \frac{P}{F_p}$$

P Carga axial  $P = 22.97 \text{ ton}$  (22,970 kg)

$$A_{MIN} = \frac{22,970 \text{ kg}}{71.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 320.14 \text{ cm}^2$$

### c) Dimensiones preliminares de la placa

Considerando  $m = n = 3''$  (7.62 cm).

Como no se trata de un perfil laminado tipo IPS o IPR, no se puede distribuir la carga en un rectángulo definido por  $(0.80b)(0.95d)$ , (ver figura 28); se tomará el criterio de distribuir la carga axial  $P$  en el área demarcada por el perfil OC de 36", por lo tanto:

$$0.95d = d$$

$$0.80b = b$$

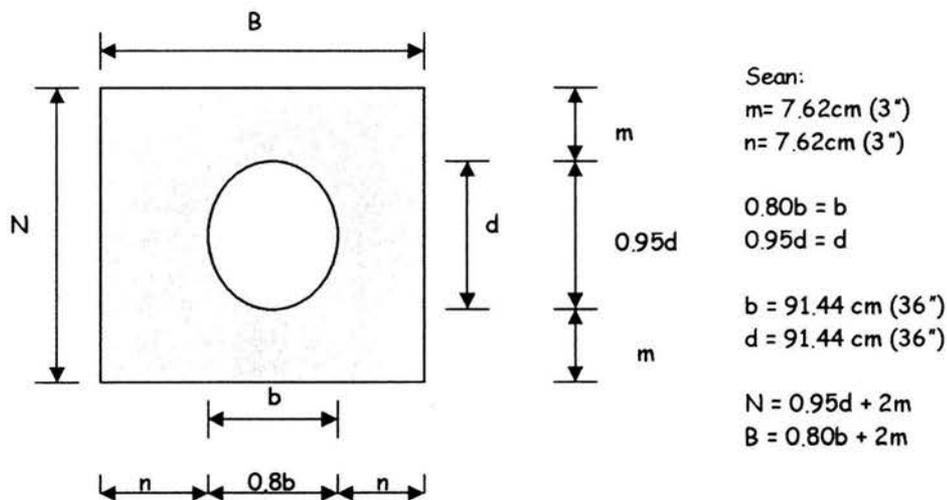


Figura 28. Dimensiones preliminares de placa base

Cerrando las dimensiones:  $N = 120 \text{ cm}$

$$B = 120 \text{ cm}$$

Estas dimensiones deben verificarse una vez que se ha diseñado el tipo y número de anclas necesarias para corroborar que pase por desgarre.

#### d) Verificar área real

El área real  $A_{\text{REAL}}$  se calcula como:

$$(A_{\text{REAL}}) = B N$$

$$A_{\text{REAL}} = (120)(120) = 14,400 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{REAL}} = 14,400 \gg A_{\text{MIN}} = 320.14$$

Se acepta tal exceso de área real, en virtud de que el perfil OC de 36" cubrirá gran parte de la misma, y aún falta contemplar el área requerida para los barrenos de las anclas, las dimensiones por desgarre y la separación para facilitar las maniobras del torquímetro (equipo para apretar la tuerca a su nivel óptimo).

Como la placa comercial de mayor dimensión (según al Manual AHMSA) es de 81.28 cm (32"); el diseño de la placa del anuncio requiere una de 120 cm, por lo cual y en función de que no será un solo anuncio de este tipo, se mandarán fabricar como pedidos especiales.

**e) Valores preliminares de m, n**

Aún debe considerarse si las dimensiones propuestas son óptimas para aceptar la barrenación de anclas y evitar el desgarre de la misma:

$$m = \frac{(N 0.95 d)}{2} = \frac{(120 \text{ cm } 91.44 \text{ cm})}{2} = 14.28 \text{ cm}$$

$$n = \frac{(120 \text{ cm } 91.44 \text{ cm})}{2} = 14.28 \text{ cm}$$

**f) Presión de contacto actuante en el concreto**

La presión de contacto actuante en el concreto ( $f_p$ ), se calcula como:

$$f_p = \frac{P}{(B)(N)}$$

$$f_p = \frac{22,970 \text{ kg}}{(120 \text{ cm})(120 \text{ cm})} = 1.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_p = 1.50 \text{ kg/cm}^2 \ll F_p = 71.75 \text{ kg/cm}^2$$

**g) Espesor de la placa**

El espesor de la placa ( $t$ ), se calcula considerando:

Los esfuerzo admisible de flexión en la placa:

$$F_b = 0.6 F_y$$

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

$$F_b = (0.60)(2530 \text{ kg/cm}^2)$$

$$F_b = 1518 \text{ kg/cm}^2$$

En la ecuación del espesor se tomará el valor mayor de "m" o "n"; en el caso del anuncio que se analiza es indistinto ya que ambos valores son similares.

$$t = \sqrt{\frac{3F_p m^2}{F_b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{3(71.75 \text{ kg/cm}^2)(14.28 \text{ cm})^2}{1518 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$t = 5.37 \text{ cm}$$

Ajustando el espesor a los valores comerciales, según catálogo de proveedores de AHMSA:

$$T = 2 \frac{3}{16}'' \quad (5.56 \text{ cm})$$

### 5.2.2.3.- Diseño de anclas

Se analizarán en función de lo establecido en el apartado 4.6.2, correspondiente a "Anclas", tomando los elementos más desfavorables de acuerdo a la tabla 37, y retomando la figura 18.

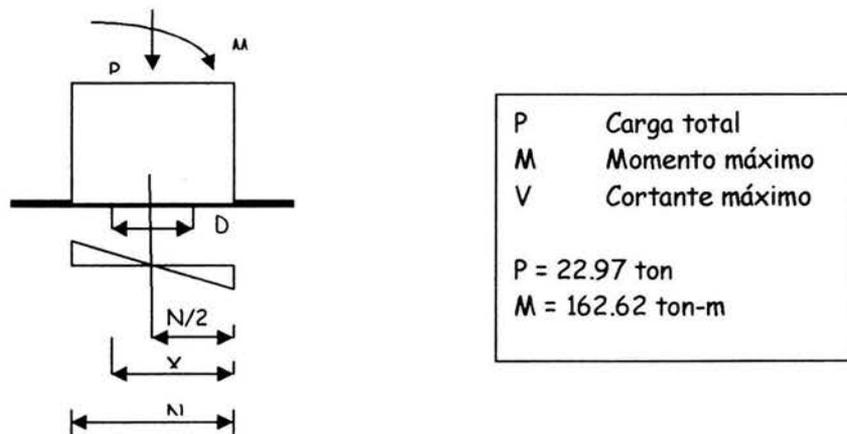


Figura 29. Fuerza tensionante para diseño de anclas

#### a) Fuerza tensionante

El diseño radica en la consideración que exista fuerza tensionante (T), en la placa, en caso contrario solo se diseña con acero por temperatura:

$$x = (PN/12M) + (N/2)$$

Si  $x < N$  Hay tensión, se necesitan anclas

Si  $x > N$  No hay tensión, sólo se necesita acero por temperatura

$$x = \frac{PN}{12M} + \frac{N}{2} = \frac{22.97 \text{ ton}(1.20 \text{ m})}{12(162.62 \text{ ton m})} + \frac{120 \text{ cm}}{2} = 0.61 \text{ m}$$

$$x = 0.61 \text{ m} < N = 1.20 \text{ m}$$

Por lo cual: Hay tensión, se necesitan anclas.

### b) Determinación de T

Como si existe fuerza de tensión en el punto de apoyo del anuncio, debe determinarse el valor de dicha fuerza para diseñar el número de anclas y sus diámetros correspondientes que absorban dicha fuerza.

$$T = \frac{P^2N}{24M} + \frac{3M}{2N} + \frac{P}{2}$$

$$T = \frac{(22.97 \text{ ton})^2(1.20 \text{ m})}{24(162.62 \text{ ton m})} + \frac{3(162.62 \text{ ton m})}{2(1.20 \text{ m})} + \frac{22.97 \text{ ton}}{2}$$

$$T = 191.952 \text{ ton}$$

### c) Esfuerzo admisible de tensión en anclas

Para calcular el esfuerzo admisible de tensión en anclas ( $F_T$ ) se tomaran anclas de redondo liso, por lo cual el valor de resistencia de fluencia del acero es  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ .

$$F_T = 0.50 F_y = (0.50) (2530 \text{ kg/cm}^2) = 1265 \text{ kg/cm}^2$$

d) **Area mínima necesaria de ancla**

$$A_{\text{min tot}} = \frac{T}{F_T} = \frac{191,952 \text{ kg}}{1265 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 151.74 \text{ cm}^2$$

e) **Area mínima por cada ancla**

Se propone el número de anclas: sean  $n = 20$  anclas

$$A_{\text{min ancla}} = \frac{A_{\text{min tot}}}{n} = \frac{151.74 \text{ cm}^2}{20} = 7.59 \text{ cm}^2$$

f) **Tipo de anclas a utilizar**

Se recurre a los perfiles del Manual AHMSA, el cual proporciona diversos tipos: cuadrado, octagonal, redondo o varilla corrugada.

En nuestro caso se escogieron anclas de acero redondo

$$\text{Diámetro} = 1 \frac{1}{4}'' \quad (3.18 \text{ cm})$$

$$\text{Areas } a_s \quad A_{\text{ANCLA}} = 7.917 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{min ancla}} = 7.59 \text{ cm}^2 < A_{\text{ANCLA}} = 7.917 \text{ cm}^2$$

g) **Longitud de anclaje máxima**

$$L_{d_{\text{max}}} = \frac{0.06 a_s}{f_c} \frac{F_y}{\sqrt{f_c}}$$

$$L_{d_{\text{max}}} = \frac{0.06(7.917 \text{ cm}^2)(2530 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250 \text{ kg/cm}^2}} = 76.01 \text{ cm}$$

(100.0 cm para detallar en obra)

#### h) Longitud de desarrollo básica

La longitud de desarrollo básico ( $L_{db}$ ), es el diámetro de la barra ( $d_b$ ) de 3.18 cm.

$$L_{db} = \frac{0.06d_b F_y}{\sqrt{f_c}}$$

$$L_{db} = \frac{0.06(3.18 \text{ cm})(2530 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250 \text{ kg/cm}^2}} = 30.05 \text{ cm}$$

(35 cm para detallar en obra)

#### i) Longitud de desarrollo de ancla

El factor de anclaje es de  $f = 1.4$

$$L_{d\phi} = f L_{db} = 1.4 (35 \text{ cm}) = 49.0 \text{ cm}$$

(50 cm para detallar en obra)

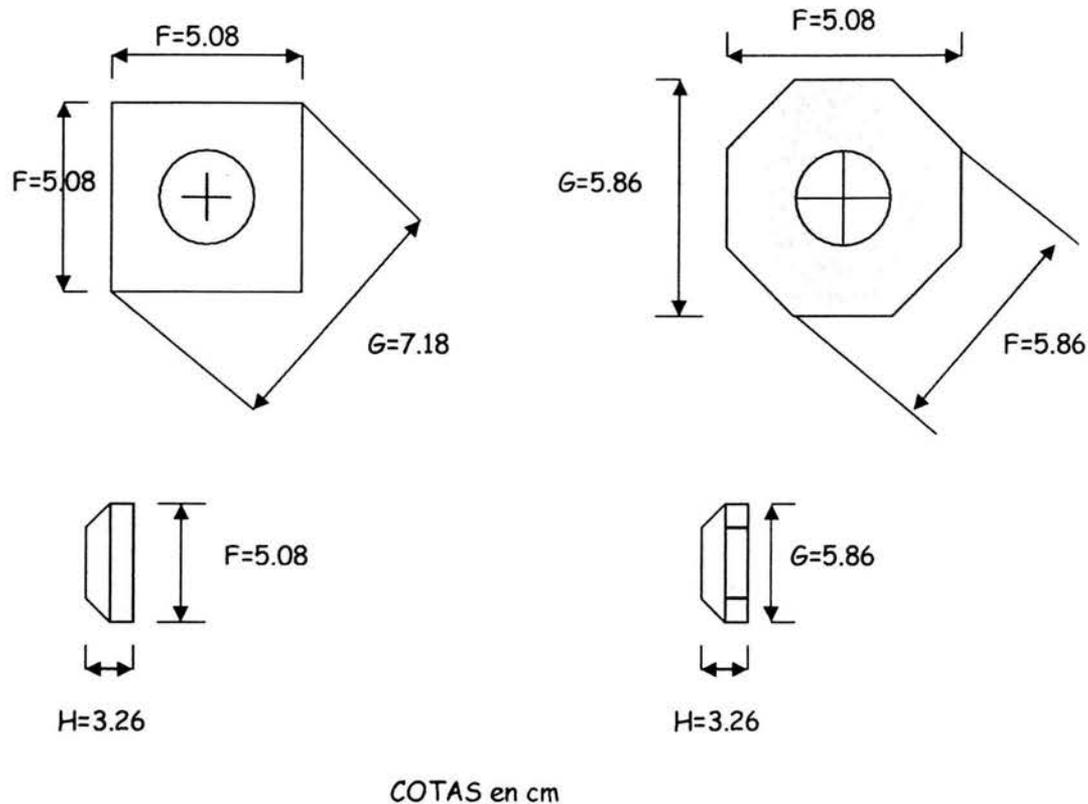
#### j) Doble mínimo en el extremo ahogado

$$\text{Mínimo} \quad 12 \text{ diámetros} \quad = 12 (3.18) = 38.16 \text{ cm}$$

(40 cm para detallar en obra)

#### k) Elección de la tuerca

El diámetro de las anclas resultó de 3.18 cm, recurriendo al Manual AHMSA, la tuerca que acepta dicho diámetro puede ser de dos tipos: cuadrada o hexagonal, de ellas se escogerá la de menor dimensión, ver figura 30.



**Figura 30. Tuercas cuadrada y hexagonal**

Como se observa, la distancia  $G$  de la tuerca hexagonal es menor a la misma distancia en la tuerca cuadrada, razón por la cual se escoge la primera para revisar el desgarre y la distancia libre del paño del tubo OC de 36" a la tuerca misma.

### l) Separación de barrenos por desgarre

Se considera una separación de 1.7 a 2.5 veces del diámetro del barreno.

En nuestro caso tomaremos 1.7 veces el diámetro.

$$1.7 \varnothing = 1.7 (3.18 \text{ cm}) = 5.406 \text{ cm}$$

El valor anterior se medirá a partir del borde del barreno correspondiente y hasta el borde de la placa base. Si tomamos en cuenta los valores preliminares de "m" o "n" que son de 14.28 cm, calculados en el inciso f), a los bordes del barreno nos queda una separación de 5.55 cm, la cual es mayor a la distancia mínima requerida de 5.406 cm, por lo que se acepta el tipo de ancla; revisando la distancia libre del paño de la tuerca hasta el borde de la placa nos queda una separación libre de 4.21 cm, más que suficiente para manejar el equipo de apretar tuercas.

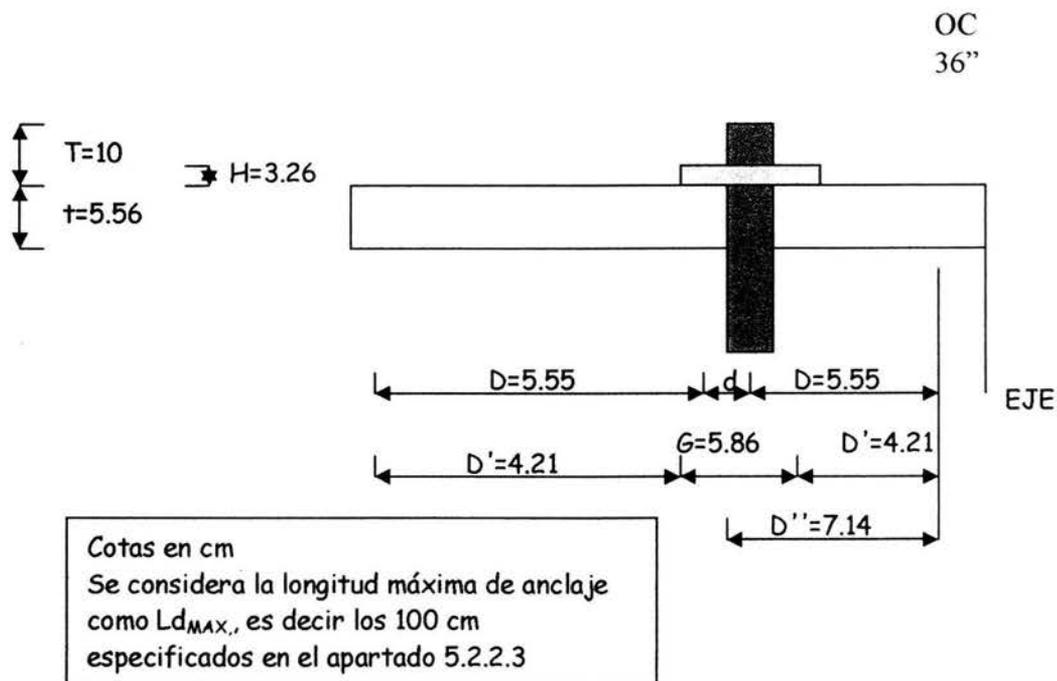


Figura 31. Barreno para anclaje

Cabe agregar que las 20 anclas se colocaran alrededor de la circunferencia del tubo de apoyo de 36", por lo cual la circunferencia alrededor de la cual se situaran los ejes de

barrenos, se localiza a una distancia a partir del eje centroidal del perfil OC de 105.72cm, según lo especifica la figura 31 (91.44 cm +7.14 cm +7.14 cm).

$$\text{Perímetro} = \pi d$$

$$= \pi (91.44 \text{ cm} + 7.14 \text{ cm} + 7.14 \text{ cm}) = 332.13 \text{ cm}$$

Dividiendo la distancia entre el número de anclas:

$$\frac{332.13 \text{ cm}}{20 \text{ anclas}} = 16.61 \text{ cm}$$

$$1.7 \text{ veces el diámetro} = 5.406 \text{ cm} > 16.61 \text{ cm/ancla}$$

Para la longitud saliente en el extremo de unión con la placa base, se tomará como máximo tres veces el diámetro del ancla:

$$3(3.18) = 9.54 \quad (10 \text{ cm para detallar en obra})$$

#### m) Dimensiones definitivas de la placa base

En virtud de que el análisis por desgarre cumple con las condiciones de seguridad, se aceptan las dimensiones preliminares de la placa base. Se esquematiza en la figura 32.

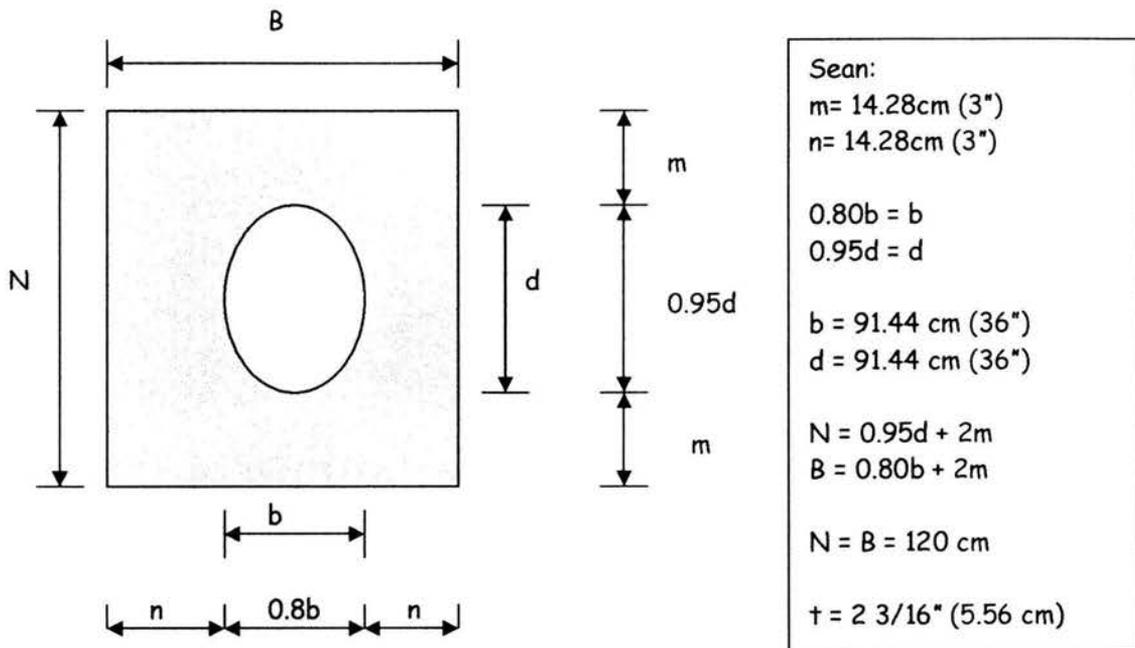


Figura 32. Dimensiones de la placa base

#### n) Dimensionamiento del dado de cimentación

La longitud máxima de las anclas se estipuló en 100 cm, por lo tanto la profundidad de desplante del dado podemos manejarla en 200 cm, a partir del lecho bajo de la placa base.

La placa base cubre el 80% del área de contacto de concreto, por lo cual, con una "regla de tres":

$$\begin{array}{ll}
 120 \text{ cm} & 80\% \\
 X \text{ cm} & 100\% \\
 x = \frac{(120 \times 100)}{80} & = 150 \text{ cm}
 \end{array}$$

Como se propuso un dado cuadrado, sus dimensiones serán de 150 cm x 150 cm.

#### 5.2.2.4.- Diseño de la zapata aislada

Se analiza la zapata siguiendo los parámetros y criterios de diseño del Manual de Diseño para Obras Civiles de la CFE.

##### a) Datos preliminares

Predomina la condición del viento a  $45^\circ$ , según el reporte del apartado 5.2.1.1.5., por lo que es un análisis de zapata aislada con carga axial y momento en dos direcciones, se tomará como dirección X, aquella paralela a la dirección del momento mayor.

La profundidad de desplante se tomara como:  $D_f = 200 \text{ cm}$

Dimensiones del dado:  $150 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$

Ubicación del anuncio: Terreno Tipo II

Grupo B

Capacidad de carga del terreno, es un tipo JAL, de transición, se tomará su capacidad como  $f_{tu} = 19 \text{ ton/m}^2$ .

La sobrecarga  $w$  causada por el terreno se tomará como un incremento del 30% de la carga axial que este actuando en dicha condición ( $p = 0.3P$ ).

##### b) Carga equivalente, condición estática

Carga estática	$P_e = 22.97 \text{ ton}$
Cortante estático	$V = 0.00 \text{ ton}$
Momento estático en x	$M_{ex} = 0.00 \text{ ton-m}$

Momento estático en y  $M_{ey} = 0.00 \text{ ton-m}$

Profundidad de desplante  $D_f = 2.00 \text{ m}$

$$P_{eq} = P_e + p + 1.5M_{ex} + 1.5M_{ey}$$

$$P_{eq} = (22.97 \text{ ton}) + (0.3 \times 22.97 \text{ ton}) = 29.86 \text{ ton}$$

$$P_{equ} = FC P_{eq}$$

$$P_{equ} = 1.4 (29.86 \text{ ton}) = 41.81 \text{ ton}$$

c) **Carga equivalente, condición accidental (viento a 45°)**

Carga axial, en X  $P_{sx} = 0.00 \text{ ton}$

Carga axial, en Y  $P_{sy} = 0.00 \text{ ton}$

Cortante componente X, viento a 45°  $V_{sx} = 1.50 \text{ ton}$

Cortante componente Y, viento a 45°  $V_{sy} = 10.50 \text{ ton}$

Momento máximo, viento a 45° en X  $M_x = 162.62 \text{ ton-m}$

Momento máximo, viento a 45° en Y  $M_y = 27.00 \text{ ton-m}$

Profundidad de desplante  $D_f = 2.00 \text{ m}$

Obteniendo los momentos a la profundidad de desplante, para poder diseñar la zapata:

$$M_{sx} = M_x + D_f V_{sx}$$

$$M_{sx} = 162.62 \text{ ton-m} + (2.00 \text{ m}) (1.5 \text{ ton}) = 165.62 \text{ ton-m}$$

$$M_{sy} = M_y + D_f V_{sy}$$

$$M_{sy} = 27.00 \text{ ton-m} + (2.00 \text{ m}) (10.5 \text{ ton}) = 48.00 \text{ ton-m}$$

1) **Dirección X (valores en columna Y)**

$$P_{eq} = (P_e + P_{sx} + 0.3P_{sy}) + p + 1.5 (M_{ex} + M_{sx}) + 1.5 (M_{ey} + 0.3M_{sy})$$

$$P_{eq} = 22.97 + 0.3(22.97) + 1.5(164.62) + 1.5(0.3 \times 48) = 299.89 \text{ ton}$$

$$P_{equ} = FC P_{eq} \quad (\text{Factor de carga } FC = 1.1 \text{ carga adicional})$$

$$P_{equ} = 1.1 (299.89 \text{ ton}) = 329.88 \text{ ton}$$

## 2) Dirección Y (valores en columna Z)

$$P_{eq} = (P_e + 0.3P_{sx} + P_{sy}) + p + 1.5(M_{ex} + 0.3M_{sx}) + 1.5(M_{ey} + M_{sy})$$

$$P_{eq} = 22.97 + 0.3(22.97) + 1.5(0.3 \times 165.62) + 1.5(48) = 176.39 \text{ ton}$$

$$P_{equ} = FC P_{eq} \quad (\text{Factor de carga } FC = 1.1 \text{ carga accidental})$$

Como puede observarse, predomina la componente en dirección X del análisis, por lo que serán los valores que tomaremos en cuenta para el diseño de la zapata.

## d) Obtención del área de la zapata

$$P_{equ} = 329.88 \text{ ton} \quad f_{tu} = 19 \text{ ton/m}^2$$

$$A_z = \frac{1.3 P_{equ}}{f_{tu}} = \frac{1.3(329.88 \text{ ton})}{19 \text{ ton/m}^2} = 22.57 \text{ m}^2$$

## e) Pre-dimensionamiento de "B" y "L"

$$\text{Obteniendo el factor } R = \frac{\text{Momento menor}}{\text{Momento mayor}} = \frac{48.00 \text{ ton m}}{162.62 \text{ ton m}} = 0.29$$

Consultando la tabla 24 referente al factor de reducción para el diseño de zapatas, del apartado 4.6.3.

$$R = 0.29, \text{ por lo cual } \beta = 0.60$$

$$\text{Dimensión } L = \sqrt{\frac{Az}{b}} = \sqrt{\frac{22.57 \text{ m}^2}{0.29}} = 6.13 \text{ m} \quad 6.00 \text{ m}$$

$$\text{Dimensión } B = \beta L = 0.60 (6.13 \text{ m}) = 3.67 \text{ m} \quad 4.00 \text{ m}$$

f) **Revisión de presiones de contacto con teoría de Navier**

Sobrepeso a causa del material de relleno, con Peso Volumétrico promedio  $\varphi = 1.95 \text{ ton/m}^3$ .

$$W = B L D_f \varphi = (4.00 \text{ m}) (6.00 \text{ m}) (2.00 \text{ m}) (1.95 \text{ ton/m}^3) = 93.60 \text{ ton}$$

Cálculo de carga axial última,  $FC = 1.1$  por que predomino la condición accidental en dirección X

$$P_u = FC (P_e + P_{sx} + 0.3P_{sy}) = 1.1 (22.97) = 25.27 \text{ ton}$$

Cálculo de carga axial total última, con sobrepeso del relleno:

$$P_{tu} = P_u + FC (W) = 25.27 \text{ ton} + 1.1 (93.6 \text{ ton}) = 128.23 \text{ ton}$$

Momentos últimos:

$$M_{ux} = FC (M_{ex} + M_{sx}) = 1.1 (165.62 \text{ ton-m}) = 182.18 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = FC (M_{ex} + 0.3M_{sx}) = 0.3 (48.00 \text{ ton-m}) = 15.84 \text{ ton-m}$$

Módulo de sección:

$$S_x = \frac{BL^2}{6} = \frac{4.0 \text{ m}(6.0 \text{ m}^2)}{6} = 24 \text{ m}^3$$

$$S_y = \frac{LB^2}{6} = \frac{6.0 \text{ m}(4.0 \text{ m}^2)}{6} = 16 \text{ m}^3$$

Revisión de presiones en las esquinas de la zapata:

$$f_i = \frac{P_{tu}}{BL} + \frac{M_{ux}}{S_x} + \frac{M_{uy}}{S_y}$$

$$f_i = \frac{128.23 \text{ ton}}{(4 \text{ m})(6 \text{ m})} \pm \frac{182.18 \text{ ton} \cdot \text{m}}{24 \text{ m}^3} \pm \frac{15.84 \text{ ton} \cdot \text{m}}{16 \text{ m}^2} = 5.34 \pm 7.59 \pm 1.32$$

Debe cumplir con  $0.0 < f_i > f_{tu}$

$$f_1 = 5.34 + 7.59 + 1.32 = 14.29 \text{ ton/m}^2 \quad < f_{tu} = 19.00 \text{ ton/m}^2$$

$$f_2 = 5.34 - 7.59 - 1.32 = -3.57 \text{ ton/m}^2 \quad < 0.00 \text{ Habrá tensión}$$

$$f_3 = 5.34 + 7.59 - 1.32 = 11.61 \text{ ton/m}^2 \quad < f_{tu} = 14.00 \text{ ton/m}^2$$

$$f_4 = 5.34 - 7.59 + 1.32 = -0.93 \text{ ton/m}^2 \quad < 0.00 \text{ Habrá tensión}$$

En los puntos sobre los cuales se presenta tensión, se establece la posibilidad de que la zapata puede presentar volteo a causa de la magnitud de la fuerza provocada por el viento a  $45^\circ$ , deben rediseñarse las secciones B y L, de forma tal que se minimizan al máximo dichas tensiones y se transforman en compresiones que eviten el volteo. En nuestro caso es conveniente incrementar el módulo de sección en X, para disminuir el momento en la misma dirección.

**g) Re-dimensionamiento de la sección de la zapata**

Dimensión L = 6.30 m

Dimensión B = 6.30 m

Sobrepeso a causa del material de relleno:

$$W = (6.3 \text{ m})(6.3 \text{ m})(2.0 \text{ m})(1.95 \text{ ton/m}^3) = 154.79 \text{ ton}$$

Los valores y condiciones que no varían:

$$P_u = 25.27 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 182.18 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = 15.84 \text{ ton-m}$$

Cálculo de carga axial total última, con sobrepeso del relleno:

$$P_{tu} = 25.27 \text{ ton} + 1.1(154.79 \text{ ton}) = 195.54 \text{ ton}$$

Módulo de sección:

$$S_x = \frac{6.3 \text{ m}(6.3 \text{ m}^2)}{6} = 41.67 \text{ m}^3$$

$$S_y = \frac{6.3 \text{ m}(6.3 \text{ m}^2)}{6} = 41.67 \text{ m}^3$$

Revisión de presiones de Navier, en las esquinas de

$$f_1 = \frac{P_{tu}}{BL} + \frac{M_{ux}}{S_x} + \frac{M_{uy}}{S_y}$$

$$f_1 = \frac{195.54 \text{ ton}}{(6.3 \text{ m})(6.3 \text{ m})} \pm \frac{182.18 \text{ ton m}}{41.67 \text{ m}^3} \pm \frac{15.84 \text{ ton m}}{41.67 \text{ m}^2} = 4.93 \pm 4.37 \pm 0.38$$

$$\begin{array}{ll}
 f_1 = 4.93 + 4.37 + 0.38 = 9.68 \text{ ton/m}^2 & < f_{tu} = 19.00 \text{ ton/m}^2 \\
 f_2 = 4.93 - 4.37 - 0.38 = 0.18 \text{ ton/m}^2 & < 0.00 \text{ Se elimino tensión} \\
 f_3 = 4.93 + 4.37 - 0.38 = 8.82 \text{ ton/m}^2 & < f_{tu} = 14.00 \text{ ton/m}^2 \\
 f_4 = 4.93 - 4.37 + 0.38 = 0.94 \text{ ton/m}^2 & < 0.00 \text{ Se elimino tensión}
 \end{array}$$

Los valores presentados de B y L, resultan después de una serie de iteraciones con dichos valores, hasta que todas las presiones son positivas y se cumple la condición  $0.00 < f_i < f_{tu}$ ; es decir toda el área de la zapata se encontrará trabajando a compresión y se elimina la tensión o cambio de presión que puede originar un volteo y colapso en la cimentación y por ende en el anuncio espectacular en su conjunto.

#### h) Dimensiones de "B" y "L"

Cálculo de excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_{tu}} = \frac{182.18 \text{ ton m}}{195.54 \text{ ton}} = 0.93 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_{tu}} = \frac{15.84 \text{ ton m}}{195.54 \text{ ton}} = 0.08 \text{ m}$$

Dimensiones:

$$B' = B - 2e_y = (6.3 \text{ m}) - (2 \times 0.08 \text{ m}) = 6.14 \text{ m}$$

$$L' = L - 2e_x = (6.3 \text{ m}) - (2 \times 0.93 \text{ m}) = 4.44 \text{ m}$$

**i) Presiones equivalentes**

Se analizará de acuerdo al inciso h) del apartado 4.6.3.

Cálculo de presión neta última.

$$q_{nu} = \frac{Pu}{B'L'} = \frac{25.27 \text{ ton}}{(6.14 \text{ m})(4.44 \text{ m})} = 0.93 \text{ ton/m}^2$$

Cálculo de presión total última, con sobrepeso de relleno:

$$q_{tu} = \frac{Pt_u}{B'L'} = \frac{195.54 \text{ ton}}{(6.14 \text{ m})(4.44 \text{ m})} = 7.17 \text{ ton/m}^2$$

**j) Cálculo de peralte efectivo**

El peralte efectivo ( $d$ ), se obtiene de las dimensiones correspondientes  $l_1$  y  $l_2$ , para obtener los momentos máximos en los volados de la zapata. Según lo establecido en el inciso i) del apartado 4.6.3, recordando que el dado es de sección cuadrada, por lo que  $C_1 = C_2 = 1.50 \text{ m}$ .

$$L_1 = l_2 = \frac{L - C_1}{2} = \frac{B - C_2}{2} = \frac{(6.3 \text{ m}) - (1.5 \text{ m})}{2} = 2.40 \text{ m}$$

Obtención de momento máximo último:  $l_2 = l_1$

$$M_u = \frac{(1\text{m})q_{nu}(l_1)^2}{2} = \frac{(1 \text{ m})(0.93 \text{ ton/m}^2)(2.4 \text{ m})^2}{2} = 2.678 \text{ ton m}$$

Cálculo del peralte efectivo:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{14.8f'_c}} + 20 \text{ cm} = \sqrt{\frac{267,800 \text{ kg cm}}{14.8(250 \text{ kg/cm}^2)}} + 20 \text{ cm} = 28.5 \text{ cm}$$

Para la zapata con dimensiones tan grandes de B y L, no es conveniente dejar un peralte tan bajo, es recomendable aumentarlo un poco más para evitar que los volados de la misma puedan levantarse si llegase a penetrar el dado de cimentación o fallara por aplastamiento.  $d = 35 \text{ cm}$

La altura total de la zapata, al centro de la misma, será la suma del peralte efectivo más el recubrimiento:  $h = 40 \text{ cm}$

**k) Revisión por penetración**

Se analizará de acuerdo a lo expuesto en ecuaciones y figura 22 del inciso j) del apartado 4.6.3.

**1) Revisión por transmisión de momentos**

Cálculo del área de falla de la zapata.

$$A_f = (C_1+d)(C_2+d) = (1.5 \text{ m}+0.35 \text{ m})(1.5 \text{ m}+0.35 \text{ m}) = 3.42 \text{ m}^2$$

Cálculo de cortante

$$V_u = P_u - A_f q_{nu} = (25.27 \text{ ton}) - (3.42 \text{ m}^2)(0.93 \text{ ton/m}^2) = 22.09 \text{ ton}$$

Transmisión de momentos

$$0.2V_u d = 0.2 (22.09 \text{ ton}) (0.35 \text{ m}) = 1.15 \text{ ton-m}$$

$$M_{ux} = 182.18 \text{ ton-m} > 1.15 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = 15.84 \text{ ton-m} > 1.15 \text{ ton-m}$$

Hay transmisión de momentos, se aplica la ecuación de cortante actuante que involucra el momento polar de inercia.

2) Cálculo del esfuerzo actuante

Evaluando coeficientes  $C_{ab}$  y  $C_{cd}$ , como en el anuncio  $C_1 = C_2$ :

$$C_{ab} = C_{cd} = \frac{C_1 + d}{2} = \frac{1.5 + 0.35}{2} = 0.925 \text{ m}$$

Evaluando coeficientes  $\alpha$ ; según el inciso j) del apartado 4.6.3.

$$(C_1 + d) = (C_2 + d):$$

$$\alpha_x = \alpha_y = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{C_1 + d}{C_2 + d}}} = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{1.5 + 0.35}{1.5 + 0.35}}} = 0.401$$

Perímetro e falla:

$$b_o = 2 [(C_1 + d) + (C_2 + d)] = 2 [(1.5 + 0.35) + (1.5 + 0.35)] = 7.40 \text{ m}$$

Momento polar de inercia: (datos en cm)

$$J = \frac{d(C_1 + d)^3}{6} + \frac{(C_1 + d)d^3}{6} + \frac{d(C_2 + d)(C_1 + d)^3}{2}$$

$$J = \frac{35(150 + 35)^3}{6} + \frac{(150 + 35)35^3}{6} + \frac{35(150 + 35)(150 + 35)^3}{2} = 1.4906 \times 10^8 \text{ cm}^4$$

Esfuerzo actuante:

$$\mu = \frac{V_u}{b_o d} + \frac{\alpha_x M_{ux} C_{ab}}{J} + \frac{\alpha_y M_{uy} C_{cd}}{J}$$

$$\mu = \frac{22090 \text{ kg}}{(740 \text{ cm})(35 \text{ cm})} + \frac{0.401(18,218,000 \text{ kg cm})(92.5 \text{ cm})}{1.4906 \times 10^8 \text{ cm}^4} + \frac{0.401(1,584,000 \text{ kg cm})(92.5 \text{ cm})}{1.4906 \times 10^8 \text{ cm}^4}$$

$$\mu = 6.06 \text{ kg/cm}^2$$

### 3) Cálculo del esfuerzo admisible

Como predomina la condición de carga accidental, el factor de reducción será

$$FR = 0.7$$

$$\mu_{cr} = FR \sqrt{f'_c} = 0.7 \sqrt{0.8(250 \text{ kg/cm}^2)} = 9.90 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_{cr} = FR \left( 0.5 + \frac{C_1}{C_2} \right) \sqrt{f'_c} = 0.7 \left( 0.5 + \frac{150 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} \right) \sqrt{0.8(250 \text{ kg/cm}^2)} = 14.85 \text{ kg/cm}^2$$

Revisando la condición de penetración:

$$\mu = 6.06 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{cr} = 9.90 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 6.06 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{cr} = 14.85 \text{ kg/cm}^2$$

### l) Revisión como viga ancha

Se analizará de acuerdo a lo expuesto en el inciso k) del apartado 4.6.3.

Cálculo del cortante último. Considerando una parte unitaria ( $b=1.0 \text{ m}$ ) de la sección de la zapata.

$$V_u = b q_{nu} (1-d) = (1.00 \text{ m})(0.93 \text{ ton/m}^2)(2.4 \text{ m}-0.35 \text{ m}) = 1.91 \text{ ton}$$

### 1) Cálculo del esfuerzo actuante

$$\mu = \frac{V_u}{bd} = \frac{1910 \text{ kg}}{(100 \text{ cm})(35 \text{ cm})} = 0.55 \text{ kg/cm}^2$$

## 2) Cálculo del esfuerzo admisible

Para la revisión como viga ancha se tomará el factor de reducción como  $FR=0.8$

$$\mu_{cr} = 0.5FR\sqrt{f'_c} = 0.5(0.8)\sqrt{0.8(250 \text{ kg/cm}^2)} = 5.66 \text{ kg/cm}^2$$

Revisando la condición de esfuerzos:

$$\mu = 0.55 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{cr} = 5.66 \text{ kg/cm}^2$$

## m) Diseño por flexión del acero de refuerzo principal (lecho bajo)

Análisis de momentos de los volados, como  $l_1 = l_2$ , ya definimos anteriormente

$$Mu_L = Mu_B = \frac{(1\text{m})q_{nu}(l_1)^2}{2} = \frac{(0.93 \text{ ton/m}^2)(2.4 \text{ m})^2}{2} = 2.68 \text{ ton m}$$

Áreas de acero:

$$As_1 = As_B = \frac{Mu}{FRF_y Z} = \frac{268,000 \text{ kg cm}}{0.9(4200 \text{ kg/cm}^2)0.9(35 \text{ cm})} = 2.25 \text{ cm}^2$$

Áreas de acero mínimas, el factor de ductilidad del anuncio espectacular que se está analizando es  $Q = 2$  ( $Q < 3$ ), por lo que se revisaran las condiciones:

$$As = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{F_y} (bd) = 0.7 \frac{\sqrt{250 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} (100 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}) = 9.22 \text{ cm}^2$$

$$As = 1.33(As_{\text{menor}}) = 1.33(2.25 \text{ cm}^2) = 3.00 \text{ cm}^2$$

Se diseñara con el  $As = 9.22 \text{ cm}^2$ , ya que es el área mínima que debe suministrarse a la sección, tanto para la dirección L como para la dirección B.

Acero principal (LB, lecho bajo de la zapata), utilizando varillas corrugadas del número 5, siendo el área de dicha varilla  $as=1.99 \text{ cm}^2$

$$\# = \text{núm. de var.} = A_s/a_s = 9.22 \text{ cm}^2/1.99 \text{ cm}^2 = 4.63 = 5 \text{ var.}$$

Separación de varillas:

$$S = 100/\# = 100/5 = 20 \text{ cm}$$

**n) Diseño de acero por temperatura (lecho alto)**

Analizando el peralte  $d'$  en el extremo de la zapata, según el inciso m) del apartado 4.6.3

El diámetro de la varilla del número 5 del acero principal es 1.59 cm

$$d' = 12 \text{ diámetros} + 5 \text{ cm} = 12(1.59 \text{ cm}) + 5 \text{ cm} = 24.1 \text{ cm}$$

Por las condiciones de dimensiones tan elevadas en los volados de la zapata, no es conveniente dejar una dimensión  $d'$  tan baja, se recomienda colocar dicho peralte en un valor similar a la altura total al centro de la zapata ( $h$ ), para evitar abombamientos de los volados mencionados.

$$\text{Sea: } d' = h = 40 \text{ cm}$$

Analizando el peralte medio  $X$ :

$$X = 0.5 \frac{(h + d')}{2} = 0.5 \frac{40 \text{ cm} + 40 \text{ cm}}{2} = 20 \text{ cm}$$

Área de acero por temperatura:

$$A_s = \frac{660X}{F_y(100 + X)} (1.5) = \frac{660(20 \text{ cm})}{(4200 \text{ kg/cm}^2)(100 \text{ cm} + 20 \text{ cm})} (1.5) = 0.0392 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$= (0.0392 \text{ cm}^2/\text{cm}) (100 \text{ cm}) = 3.92 \text{ cm}^2$$

Armados con varillas del número 3, con un área de acero  $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$

$$\# = \text{núm. de var.} = A_s/a_s = 3.92 \text{ cm}^2/0.71 \text{ cm}^2 = 6.09 \quad 6 \text{ var.}$$

$$\text{Separación de varillas: } S = 100/\# = 100/6 = 16.67 \text{ cm} \quad 16 \text{ cm}$$

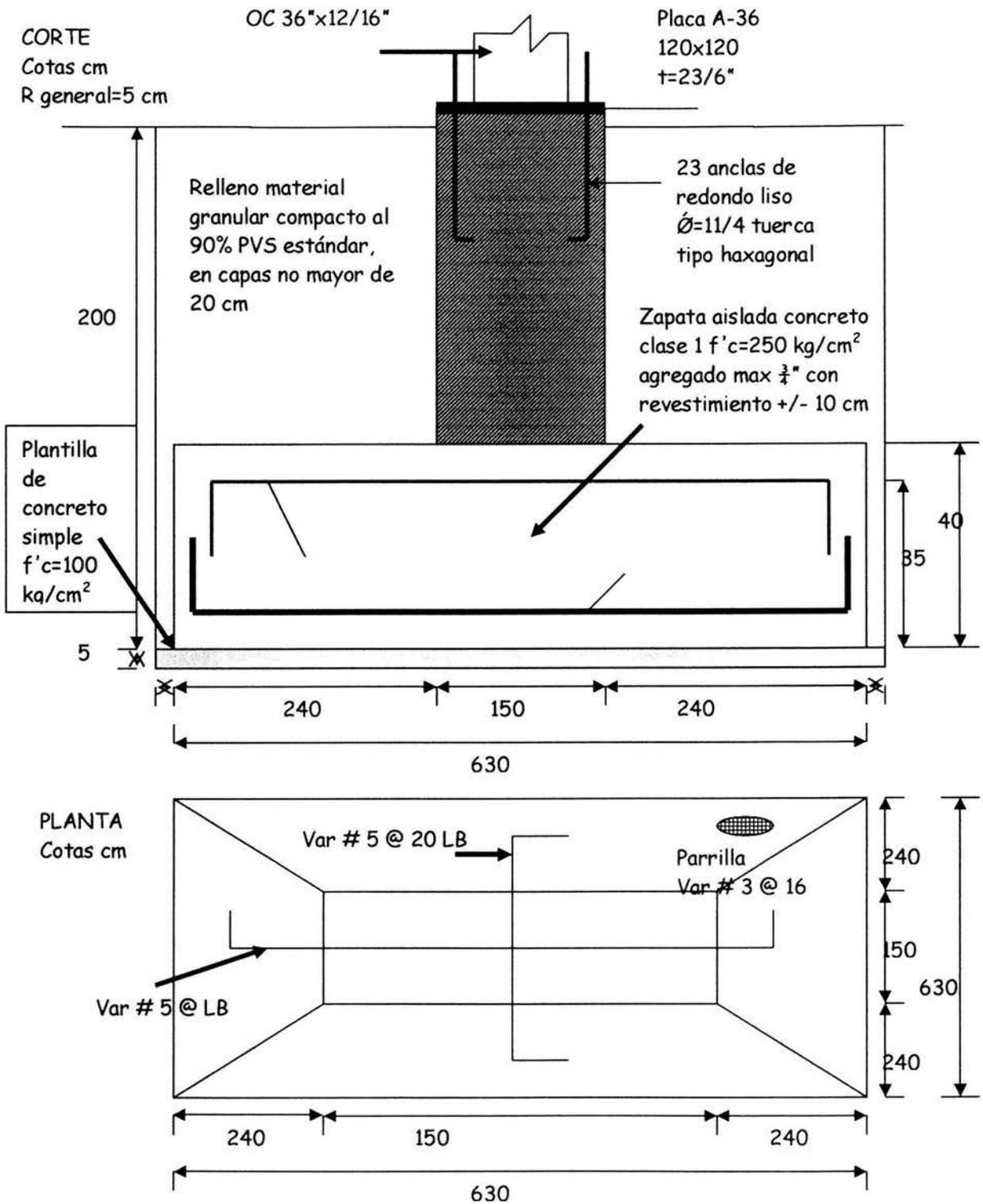


Figura 33. Condiciones de armado de la zapata

En resumen, la figura 33 muestra el armado de la zapata.

### 5.2.3.- Proyecto estructural para anuncio unipolar

Se presenta memoria de cálculo de proyecto estructural, para anuncio tipo unipolar a colocar en el predio ubicado en dirección en referencia.

La estructura tiene una altura total de 26.00 m desde el nivel banquetta y consta de dos anuncios gabinete en forma de rectángulo de 14.40 m x 4.69 m, colocado en forma de v con una separación de 1.50 m.

El tubo columna será de  $\varnothing=30"$  y  $e=3/8"$  y tendrá una altura de 13.50 m, el tubo larguero, será de  $\varnothing=12"$  y  $e=3/8"$ , con una longitud de 11.20 m soportando cinco armaduras habilitadas con un ángulo de  $2" \times 3/16"$  y de  $1 \frac{1}{2}" \times 3/16"$ , colocadas a cada 2.60 m y unidas con placas de conexión de  $\frac{1}{2}"$ , el tubo larguero se ubica al centro del tubo columna.

La unión entre larguero y columna se logra con dos placas de acoplamiento de  $120 \times 120$  cm y  $e=1/2"$  unidas con 12 tornillos de  $\varnothing=3/4"$  y  $L=3"$ , se colocan 8 cartabones de  $20 \times 20$  y  $e=1/2"$ .

La placa de base es de  $120 \times 120$  cm y  $e=1 \frac{1}{2}"$  unida a la cimentación con 16 anclas de  $\varnothing=1 \frac{1}{2}"$  se colocan 12 cartabones de  $20 \times 20$  y  $e=1/2"$ .

Un dado de distribución de carga de  $1.50 \text{ m} \times 1.50 \text{ m}$  reforzado con 12 ángulos de  $2" \times 3/16"$  Tipo A-36 verticales y ángulo de  $1 \frac{1}{2}" \times 3/16"$  a cada 30 cm, horizontales, fija a la estructura superior.

La cimentación se conforma con una zapata de 2.50 m x 3.50 m desplantada a una profundidad de 2.50 m, con un espesor de 50 cm y reforzada con varillas del No 6 a cada 25 cm en el lecho inferior y del No 4 a cada 25 cm en el lecho superior.

La capacidad de carga del suelo se considero de 40 ton/m<sup>2</sup> de no ser realidad este dato, deberá mejorarse el terreno hasta dicha capacidad de carga.

El análisis se realizó con MDVCFE , el diseño, con RCDF y sus NTC, el cual para mayor comprensión se esquematiza en la figura 34.

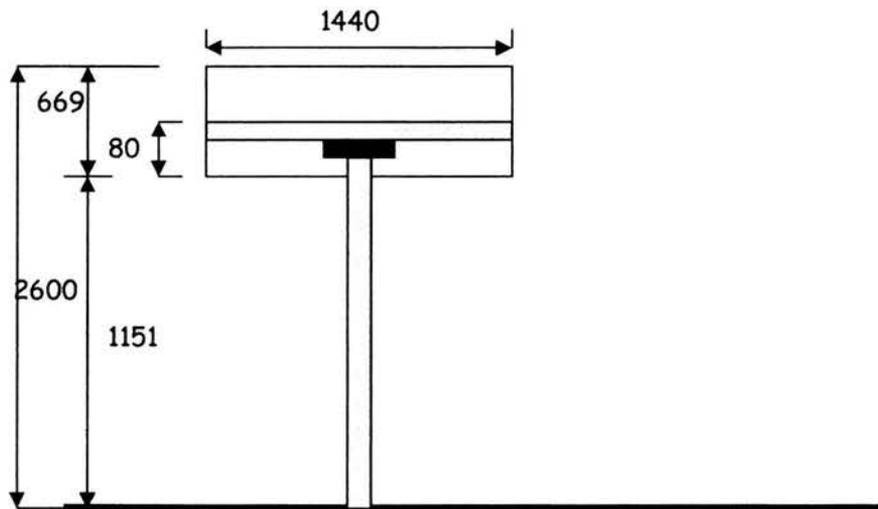


Figura 34 Anuncio tipo unipolar

Manual de Diseño de Obras Civiles, CFE

Estructura: Grupo B	Categoría de terreno 2	
Tipo 2	Velocidad regional	$V_R=164$ km/h
Clase A	Periodo de retorno	50 años
	Altitud	1540 msnm

## 1) Análisis cargas verticales, como estructura isostática, figura 35.

Peso cartelera	14.40x4.69x30x2	4,052 kg	
Peso instalaciones	14.40x4.69x20	1,351 kg	
Peso armadura	100x6	600 kg	
Peso larguero	81x12	<u>972 kg</u>	
	C.M.	6,975 kg	
	70x2 C.V.	140 kg	
	C.M. + C.V.	7,115 kg	
Peso tubo columna	177x14.40	2,550 kg	
	$W_T$	9,665 kg	9.67ton

## 2) Análisis por viento.

## a) Sobre anuncio.

$F_T=1.00$		$G=0.818461538$
$F_a=FC F_{rz}=1.07359$	$V_D=128.8308 \text{ km/h}$	$\Omega=570 \text{ mmHg}$
$q_z=65.205 \text{ kg/m}^2$		$\alpha=0.128$
		$\delta=315 \text{ m}$

Presión sobre el anuncio

$$P=C_{pn} k_{pn} q_z = (1.5)(1.00)(65.205) = 97.808 \text{ kg/m}^2$$

$$F_1=4.695 \text{ ton}$$

$$Z_1=15.00 \text{ m}$$

## b) Sobre el tubo columna.

$$F_T=1.00$$

$$F_a=1.03735068 \quad V_D=124.482 \text{ kg/h}$$

$$q_z = 60.877 \text{ kg/m}^2$$

Presión sobre el tubo

$$P = (0.70)(60.877) = 42.614 \text{ kg/m}^2$$

$$F_2 = 0.422 \text{ ton}$$

$$Z_2 = 6.50 \text{ m}$$

Elementos mecánicos en la base del tubo (figura 35).

$$M_0 = 73.168 \text{ ton-m}$$

$$V_0 = 5.117 \text{ ton}$$

$$P_0 = 8.050 \text{ ton}$$

Diseño de tubo columna.

Propuesta:  $\phi = 30''$   $A = 225 \text{ cm}^2$

$$e = 3/8'' \quad I = 159,473 \text{ cm}^4$$

$$s = 4,186 \text{ cm}^3$$

$$r = 26.61 \text{ cm}$$

Compresión  $\frac{kl}{r} = 110 \quad F_a = 822 \text{ kg/cm}^2$

$$f_a = \frac{9670}{225} = 42.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = 0.05 < 0.15$$

Flexión  $f_b = \frac{7,316,800}{4186} = 1748 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = 0.05 + 1.152 = 1.202 < 1.33$$

Revisión por desplazamiento.

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{(4695)(1500)^3 + (422)(650)^3}{3EI} = 16 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\text{perm}} = \frac{1700}{240} + 0.50 = 7.58 \text{ cm} < \Delta_{\text{máx}}$$

$$\text{Sin embargo } \frac{16}{1700} = 0.94 \% < 1.00\%$$

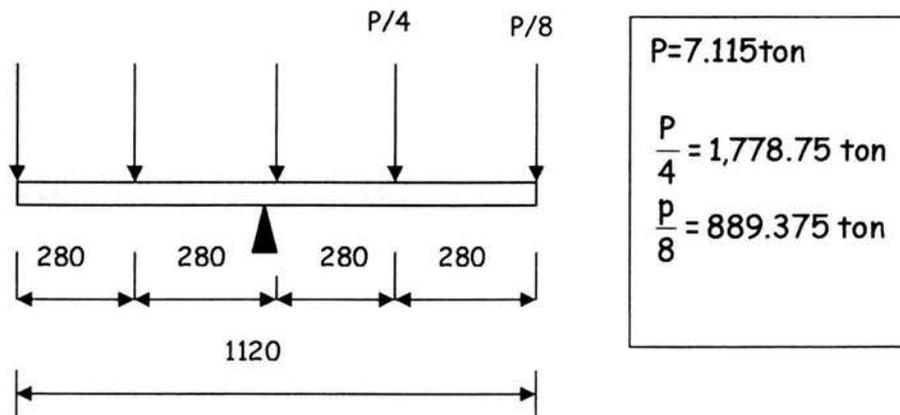


Figura 35. Estructura isostática

$$M = 7.7728 \text{ ton-m}$$

$$M_{\delta} = (3.756 \times 1.60) - (0.939 \times 0.40) = 5.634 \text{ ton}$$

$$V = 2.082 \text{ ton}$$

Propuesta.

$$\phi = 12''$$

$$A = 94.12 \text{ cm}^2$$

$$S_{\delta} = 1445 \text{ cm}^3$$

$$e = 3/8''$$

$$S = 719 \text{ cm}^3$$

$$\text{Flexión} \quad f_b=1081 \text{ kg/cm}^2 < F_b=1518 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Cortante} \quad f_v=22 \text{ kg/cm}^2 < F_v=1012 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Torsión} \quad f_z=390 \text{ kg/cm}^2 < F_\delta=850 \text{ kg/cm}^2$$

Se acepta la sección.

Diseño de conexiones.

$$\text{Cartabones} \quad M_1=5.634 \text{ ton-m}$$

$$M_2=0.5634 \text{ ton-m}$$

$$T=C=5.634 \text{ ton}$$

$$H=1.00 \text{ m}$$

$$\text{Si colocamos R } 20 \times 20 \quad e=1/2''$$

$$S_x=85 \text{ cm}^3$$

Se colocaron 4 piezas perimetrales

$$\text{Tornillos} \quad \text{Si colocamos} \quad \phi=3/4'' \quad A 307$$

$$N_o = \frac{5634}{1406(2.85)} = 2 \text{ piezas} \quad \text{Se colocaron } 12 \text{ tornillos}$$

perimetrales

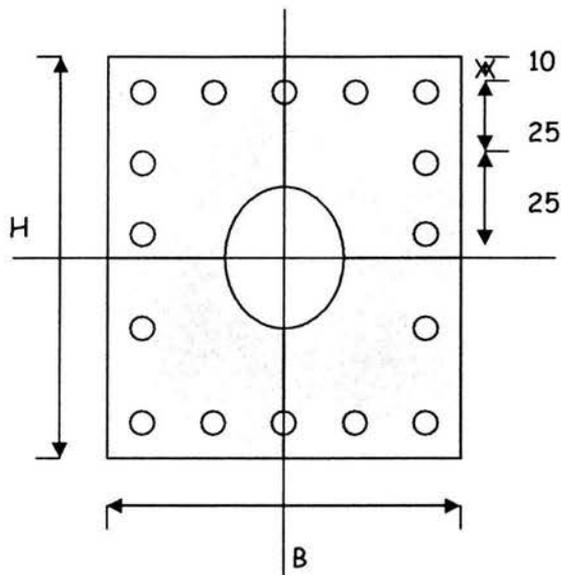
Diseño de placa base, esquemático en la figura 36.

$$M=74.783 \text{ ton-m} \quad e=14.957 \text{ m} \quad A_s=7 \times 8.35=58.45 \text{ cm}^2$$

$$P=5.00 \text{ ton} \quad n=18$$

$$W=14.357 \text{ m} \quad W=80,983$$

$$B=H=120 \text{ cm} \quad a=1.0375 \text{ m}$$



$$X^3 + 4307X^2 + 80,983X = 8,401,986$$

$$X = 35.60 \text{ cm}$$

Tensión en anclas

$$T = 78,772.00 \text{ kg}$$

Esfuerzo en anclas

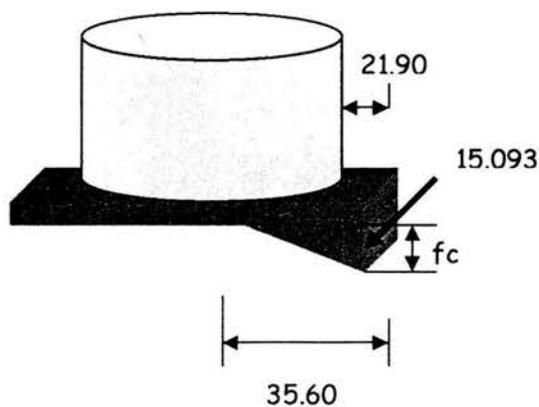
$$f_s = 1,348.00 \text{ kg/cm}^2 < F_s$$

Esfuerzo de aplastamiento

$$f_c = 39.22 \text{ kg/cm}^2 < F_c = 112 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 36. Diseño de placa base

Espesor de placa base, esquematizado en la figura 37.



$$M = 7,477 \text{ kg-cm}$$

$$t = 1 \frac{3}{4} \text{''}$$

$$w = 27.156 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 37. Espesor de placa base

Revisión con cartabones, esquematizado en la figura 38.

$$T = C = \frac{74.783}{0.981} = 76.231 \text{ ton}, \quad M = 8.347 \text{ ton-m}$$

Si colocamos R 20x20  $e=1/2"$   $S_x=85 \text{ cm}^3$

$$N_o = \frac{834,700}{85(1518)(1.33)} = 5 \text{ piezas}$$

Se colocaron 10 cartabones perimetrales.

Espesor de placa base.

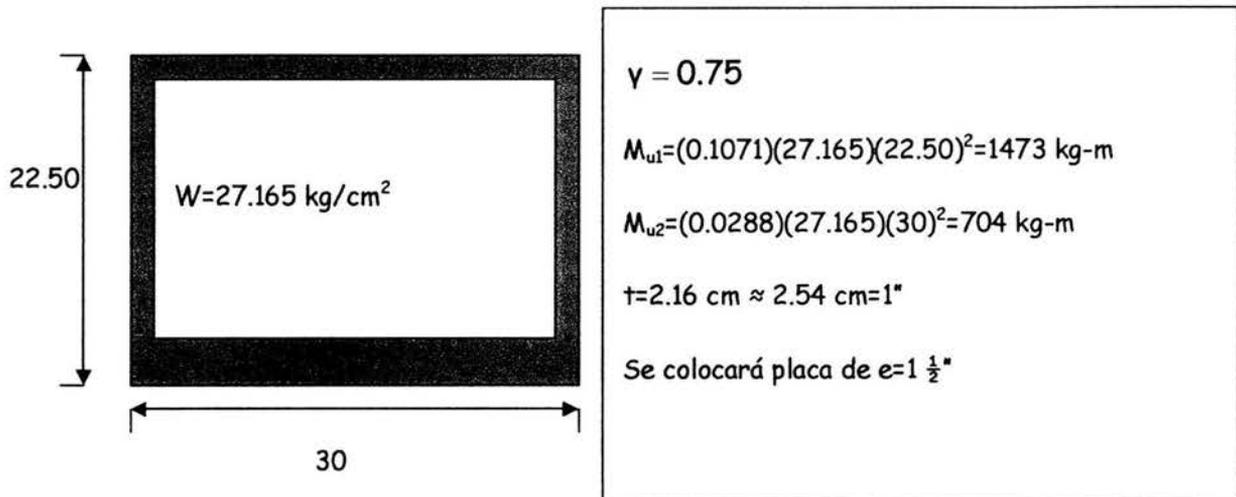


Figura 38. Dimensiones de placa base

Diseño de dado.

$$B=H=150 \text{ cm}$$

$$A_s = \rho_{\min} B H = 107.14 \text{ cm}^2$$

22#8

E#3@25 cm (4 capas)

ó 12 L°s 2"x3/16"

E L° 1 1/2"x3/16"

Diseño de cimentación

Propuesta:  $q_d=40 \text{ ton/m}^2$   $D_f=2.50 \text{ m}$   
 $B=2.50 \text{ m}$   $h=40 \text{ cm}$   $\gamma=1.80 \text{ ton/m}^3$   
 $L=3.50 \text{ m}$   $\phi=30''$

### Análisis de carga

Peso zapata	8.400 ton
Terreno	24.570
Dado	11.340
Descarga	9.67
$\Sigma$	53.98 ton

Momento resistente	$E_p=13.50 \text{ ton/m}^2$	$F=25.312 \text{ ton}$
		$Z=0.833 \text{ m}$
		$M_R=21.094 \text{ ton-m}$

### Elementos mecánicos en la base de la cimentación

$$M=64.867 \text{ ton-m}$$

$$P=53.98 \text{ ton}$$

$$e=1.239 \text{ m} > L/6=0.58 \text{ m}$$

$$q_u = \frac{2(53.165)}{3(2.5)\left(\frac{3.50}{2} - 1.239\right)} = 28 \text{ ton/m}^2 < q_d \quad L'=1.533 \text{ m} < L/2$$

Diseño de zapata, esquematizado en la figura 39.

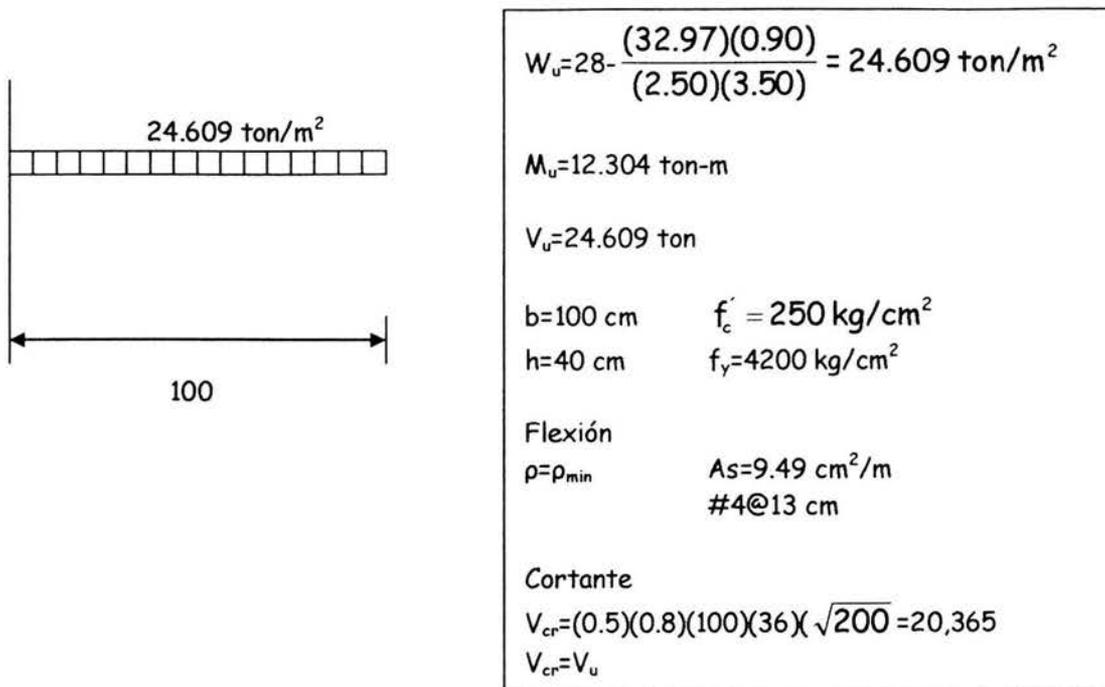


Figura 39. Análisis de carga

Se deberá incrementar el peralte de la zapata por cortante.

Si  $h = 50 \text{ cm}$ ,  $V_{cr} = (0.5)(0.8)(100)(46)(\sqrt{200}) = 26,022 \text{ kg}$

Y  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2 \quad V_{cr} \approx V_u$

$A_s = 12.12 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{var } \#6 @ 24 \text{ cm}$

$A_{sT} = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{var } \#4 @ 24 \text{ cm}$

Revisión por volteo

$$F_s = \frac{(53.980)(1.75)}{64.867} = 1.456 \approx 1.50$$

La estructura no es suficiente, debe aplicarse mayor carga; se propone concreto ciclópeo.

#### Análisis de cargas

Zapata	8.400 ton	M=65.984 ton-m
Dado	11.340	P=54.770 ton
Relleno	30.030	
Descarga	5.000	e=1.20 m > L/6=0.58 m
$\Sigma$	54.770 ton	$q_u=26.80 \text{ ton/m}^2 > q_d$
		$L'=1.65 \text{ m} < L/2$

#### Revisión por volteo

$$F_s = \frac{(54.77)(1.75)}{65.984} = 1.453 \approx 1.453 \approx 1.50$$

#### 5.2.4.- Tabla comparativa

La tabla 38 presenta una comparación de los principales conceptos generados por los dos diferentes análisis de cálculo expuestos en el presente trabajo.

Concepto	Tesis profesional	Memoria de cálculo
Clasificación de la estructura	Grupo: B Tipo: 2	Grupo: B Tipo: 2
Categoría del terreno y clase de estructura	Categoría: 4 Clase A	Categoría: 2 Clase A
Velocidad regional	$V_R=164$ km/h	$V_R= 120$ Km/h
Periodo de retorno	50 años	50 años
Velocidad de diseño	$V_D= 156.128$ km/h	$V_D= 124.482$ km/h
Cargas gravitacionales	$W_T= 16,000$ kg	$W_T= 9670$ kg
Diseño de tubo columna	$\varnothing= 36"$ $e= 11/16"$	$\varnothing= 30"$ $e= 3/8"$
Tubo larguero	$\varnothing= 16"$ $e= 3/8"$	$\varnothing= 12"$ $e= 3/8"$
Placa base	$N=B=120$ cm $E= 2 \frac{3}{26}"$ 20 anclas $\varnothing=1 \frac{1}{4}"$	$N=B=120$ cm $E= 1 \frac{1}{2}"$ 16 anclas $\varnothing=1 \frac{1}{2}"$
Dado de cimentación	150x150 cm	150x150 cm
Zapata de cimentación	Dimensiones: 630x630 cm Prof: 200 cm Espesor: 40 cm Lecho inferior var # 5 @ 20 cm Lecho superior var # 3 @ 16 cm	Dimensiones: 250x350 cm Prof: 250 cm Espesor: 50 cm Lecho inferior var # 6 @ 25 cm Lecho superior var # 3 @ 25 cm

Tabla 38. Tabla comparativa

### 5.3.- Anuncio de azotea

Entre los anuncios que se desplantan sobre el plano horizontal de la azotea de un edificio, estructurados a partir de marcos contraventeados o formados a base de perfiles angulares y secciones tipo canal, con cortavientos de redondo liso o ángulo de sección más delgada. Debe cumplirse que toda la armadura que conforma la cartelera y el anuncio en sí, deben estar totalmente cubiertos y no ser visibles desde la vía pública. No se recurre a la utilización de tubo flauta para soportar la estructura de la cartelera.

### 5.3.1.- Análisis y diseño estructural

**Ubicación:** Calle Homero No. 1933, Esquina Blvd. Manuel Avila Camacho

La estructura de soporte del anuncio que nos ocupa, consta de cuatro armaduras verticales constituidas de ángulo de  $3 \times \frac{1}{4}$ ". Estas armaduras soportan a una cartelera-anuncio de 12.00 m de largo y 16.00 m de altura, siendo caja de luz, conformada con lámina calibre 18. estas armaduras, a su vez se apoyan sobre la losa de azotea directamente buscando soportes como trabes y/o columnas del inmueble mismo, de otra manera el apoyo será directamente sobre una IR de 12".

Las armaduras principales se conforman con doble ángulo de  $3 \times \frac{1}{4}$ ", en las cuerdas superiores e inferiores de  $2 \times \frac{3}{16}$ ", en montantes y doble ángulo de  $2 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ ", en las diagonales.

La altura de la edificación es 32.40 m desde el nivel de banquetta y consta de un sótano y doce niveles, la viga IPR se colocará separada del nivel azotea a 0.20 m.

En planta las vigas IPR se ubica en forma paralela, con una separación entre ellas de 3.00 m, la separación entre armaduras principales es de 3.00 m.

Las conexiones son a base de tornillos de  $\varnothing = \frac{1}{2}$ " de diámetro de alta resistencia, y en otros casos soldadura de chaflán.

Se analizó la armadura central, dado que recibe las mayores descargas verticales y laterales que se presentan, de la misma manera, se reviso la viga que soporta a dichas armaduras principales, en condiciones criticas de trabajo.

Se analizó la estructura en condiciones de trabajo, bajo la combinación de cargas muertas más cargas vivas más cargas accidentales y se diseño con el RCDF y sus NTCDEM, ver tabla 39.

Se revisaron los desplazamientos de la estructura bajo condiciones de servicio y se encontró que la estructura trabaja de forma aceptable.

De preferencia se deberá buscar ubicar la colocación de las patas de las armaduras sobre la losa de azotea, coincidiendo con una trabe y/o columna del inmueble, en la parte inferior.

Concepto	Largo (m)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Subtotal (kg/m)
Cartelera	3.00	50.00	150.00
Armadura		50.00	50.00
Instalaciones	3.00	20.00	60.00
Suma (CM)			260
CV	3.00	70.00	210.00
<b>Total (CM+CV)</b>			<b>470.00</b>

Tabla 39. Análisis de Carga

## Análisis por viento

Estructura Grupo B, Tipo II, Zona A

$$P = P_0 C_p C_z K F_r = 86.169 \text{ kg/m}^2$$

$$P_0 = 30 \text{ kg/m}^2 \quad C_z = 2.4560612 \quad F_r = 1.30$$

$$C_p = 1.384 \quad K = 0.65 \quad \alpha = 3.60$$

$$\text{Por lo tanto } F = 258.507 \text{ kg/m}$$

La celosía constituirá un sistema triangulado completo. Puede estar formada por soleras, varillas o perfiles. La separación de los puntos en los que los elementos de la celosía se conectan con los componentes principales será tal que la relación de esbeltez de cada elemento principal, determinada entre esos puntos de conexión, no sea mayor que la relación de esbeltez que gobierna el diseño del miembro completo. La celosía debe diseñarse para resistir una fuerza cortante normal al eje longitudinal del miembro completo, no menor de 2.5% de la fuerza de compresión total en el miembro, más la fuerza cortante producida por fuerzas transversales cuando las haya.

El ángulo que formen los elementos de la celosía con el eje longitudinal del miembro completo será, de preferencia, no menor de  $45^\circ$ .

a) Cuerdas principales

Barra 71; compresión:  $P=32.89887$  ton máxima, propuesta L 3"x1/4"

Datos:  $F_y=2530$  kg/cm<sup>2</sup>;  $L=200$  cm;  $A=10.9$  cm;  $r=2.28$  cm;  $E=64520$  cm<sup>4</sup>

$f_a=P/A=3018.2$  kg/cm<sup>2</sup>;  $kL/r=200/2.28=87.72$  Por tanto  $F_a=915.38$

Véase anexo 11

como  $f_a > F_a$ , se desecha la propuesta

se propone doble ángulo, por lo que  $A=21.8$ ;

$f_a=32898/21.8=1509.1$  kg/cm<sup>2</sup>;  $F_a=1830.75$  kg/cm<sup>2</sup>

como  $f_a < F_a$  se acepta la sección

b) Montantes

En las caras abiertas de miembros que no soportan flexión primaria, además de la carga axial, pueden utilizarse montantes perpendiculares al eje longitudinal de la columna, constituidos por placas o perfiles, en vez de la celosía. Deben colocarse montantes en los extremos del miembro, en los puntos intermedios donde la columna este soportada lateralmente, y en todas las posiciones adicionales que sean necesarias para que satisfagan los requisitos siguientes:

- c) Cuando la relación de esbeltez de la columna armada completa, con respecto al eje perpendicular de los montantes es igual o menor que el 80% de la relación de esbeltez con respecto al eje paralelo a ellos, la separación entre montantes será tal que la relación de esbeltez de cada elemento componente principal, calculada entre extremos de montantes adyacentes, no exceda de 50 ni de 70% de la relación de esbeltez de la columna completa respecto al eje paralelo a los montantes.
- d) Cuando la relación de esbeltez de la columna armada completa, con respecto al eje perpendicular de los montantes es igual o menor que el 80% de la relación de esbeltez con respecto al eje paralelo a ellos, la separación entre montantes será tal que la relación de esbeltez de cada elemento componente principal, calculada entre extremos de montantes adyacentes, no exceda de 40 ni de 60% de la relación de esbeltez de la columna completa respecto al eje perpendicular a los montantes.

Cuando los montantes están formados por placas planas, su longitud, medida a lo largo del eje de la columna, no debe ser menor que la distancia entre las líneas de tornillos, remaches o soldaduras, que los conectan a los componentes principales del miembro, ni su grueso menor que  $1/60$  de esa distancia. Los montantes y sus conexiones deben dimensionarse de manera que resistan, simultáneamente, una fuerza cortante  $V$  y un momento  $M$  dados por:  $V = 0.025 \text{ Pud}/n_a$ ,  $M = 0.025 \text{ Pud}/2n$

$d$  es la distancia entre centros de montantes, medida a lo largo del eje de la columna, a la separación entre líneas de remaches, tornillos o soldaduras que conectan los

montantes con los componentes principales del miembro,  $n$  el número de planos paralelos en los que están colocados los montantes y  $P_u$  la fuerza axial de diseño que actúa en el miembro.

Cuando los miembros en tensión están formados por dos componentes principales separados, éstos deben unirse entre sí, por medio de montantes colocados en las caras abiertas de la sección completa. Los montantes, incluyendo los colocados en los extremos del miembro, deben tener una longitud no menor que dos tercios de la distancia transversal entre los remaches, tornillos o soldaduras que los unen a los componentes principales del miembro, y la separación entre ellos será tal que la relación de esbeltez de los componentes principales, calculada entre montantes, no exceda de 300. El grueso de los montantes, cuando éstos sean placas, no será menor que  $1/60$  de la distancia transversal entre remaches, tornillos o soldaduras, y la separación longitudinal entre los elementos de unión no excederá de 15 cm.

Barra 157 tensión:  $P = 3.11687$  ton máxima, propuesta ángulo de  $2\frac{1}{2} \times 3/16$ "

Datos:  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ ;  $L = 300 \text{ cm}$ ;  $A = 4.61$ ;  $r = 1.57 \text{ cm}$ ;  $E = 24190 \text{ cm}^4$

Véase anexo 11

$f_a = 3116/4.61 = 675.92 \text{ kg/cm}^2$ ;  $F_a = 1518 \text{ kg/cm}^2$

como  $f_a < F_a$  se acepta la sección

e) Diagonales

Barra 252 tensión:  $P = 11.39521$  ton máxima, propuesta ángulo de  $2 \times 3/16$ "

Datos:  $F_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ ;  $L= 360 \text{ cm}$ ;  $A= 5.82$ ;  $r= 1.98 \text{ cm}$ ;  $E= 30240 \text{ cm}^4$

Véase anexo 11

$f_a= 11395/5.82=1957.9 \text{ kg/cm}^2$  ;  $F_a= 489 \text{ kg/cm}^2$

Como  $f_a > F_a$  no se acepta la sección.

Nueva propuesta doble ángulo de 2"x3/16".

Datos:  $F_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ ;  $L= 30 \text{ cm}$ ;  $A= 11.64$ ;  $r= 1.98 \text{ cm}$ ;  $E= 30240 \text{ cm}^4$

$f_a= 11395/17.46=652.63 \text{ kg/cm}^2$  y  $F_a= 854.7 \text{ kg/cm}^2$

como  $f_a < F_a$  se acepta la sección.

f) Revisión por desplazamiento

Desplazamiento máximo: 8.53 cm, véase anexo 11.

Desplazamiento permisible:  $(1800/240+0.50)(2)=16.00 \text{ cm} > 8.53 \text{ cm}$  se acepta desplazamiento.

g) Diseño de vigas de soporte

Se propone una sección I (IPR) de 12"x26 lb/ft

Datos:  $A= 49.40 \text{ cm}^2$   $I= 8491$ ,  $S= 547 \text{ cm}^3$

Cortante máximo: 39.6781 ton, Momento máximo: 0.0985 ton-m

Véase anexo 11

Flexión:  $f_b= 9850/((547) \times 1.33)= 13.53 \text{ kg/cm}^2 < F_b= 1518 \text{ kg/cm}^2$

Cortante:  $f_v= 39678/((31) \times 0.58)= 2206.78 \text{ kg/cm}^2 < F_v= 1012 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto se acepta la sección.

## h) Diseño de cartabones o atiesadores

Se colocaran atiesadores en pares, en los dos lados del alma de las traveses armadas en todos los puntos en que hayan fuerzas concentradas, ya sean cargas o reacciones, excepto en los extremos de las traveses que estén conectados a otros elementos de la estructura de manera que se evite la deformación de su sección transversal, y bajo cargas concentradas o reacciones si la fuerza de compresión en el alma no excede la resistencia de diseño.

Se diseñan como columnas de sección transversal formada por el par de atiesadores y una faja de alma de ancho no mayor que 25 veces su grueso, simétricamente colocada respecto al atiesador, cuando este es intermedio, y de ancho no mayor que 12 veces su grueso cuando el atiesador esta colocado en el extremo del alma.

Relación ancho-espesor

$$\text{Alma } 28.56/0.58=49 > \frac{1060}{\sqrt{f_y}} = 21$$

$$\text{Patín } 160.50/0.97= 17 > \frac{800}{\sqrt{f_y}} = 16$$

$$P = 39.678 \text{ ton}$$

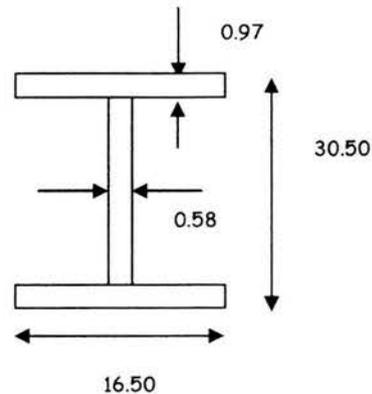


Figura 40. Atiesadores en pares

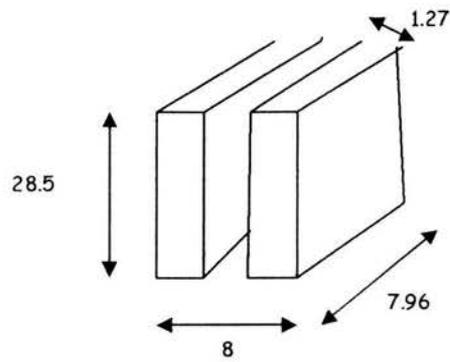


Figura 41. Detalle de colocación de atiesadores

$$I = 214 \text{ cm}^4$$

$$A = 40 \text{ cm}^2 \quad r = 2.30 \text{ cm}$$

$$kL/r = 26 \text{ entonces } F_a = 1424 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = 39678 / 40.44 * 1.33 = 737.71 \text{ kg/cm}^2$$

$f_a < F_a$  correcto se acepta colocar estos atiesadores en cada apoyo.

**CAPITULO 6**

---

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

## CAPITULO 6.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, de abrigo, de supervivencia o para obtener un beneficio económico derivado de la comercialización de ésta y para lograr su realización se han establecido dos grandes etapas:

- a) La elaboración del proyecto ejecutivo y
- b) La construcción o ejecución de la obra.

En la elaboración del proyecto ejecutivo, se establecen las características de dimensiones, niveles, análisis estructural, diseño estructural y de apariencia que debe tener una obra, apoyándonos en las normas, reglamentos y en la experiencia de los proyectistas que existen para cada caso particular.

La construcción de una obra se realiza en apego a todas esas características establecidas en el proyecto y a todas las actividades que integran el programa de ejecución, estas últimas tienen una secuencia organizada y lógica, haciendo uso de las técnicas existentes para lograr la conclusión satisfactoria de los trabajos en un tiempo predeterminado.

A ésta secuencia organizada y lógica de actividades para lograr la realización de una obra en un tiempo determinado, la definiremos como procedimiento de construcción o proceso constructivo, que para nuestro caso particular se refiere a la fabricación e instalación de los anuncios espectaculares.

Como hemos venido desarrollando desde los capítulos 3, 4 y 5, por ser los anuncios más comunes y que requieren de más atención por sus características, en este capítulo también hablaremos de los procesos constructivos para los anuncios espectaculares autosoportados, de azotea y adosados.

Para efecto de desarrollo del presente capítulo, lo hemos dividido en tres etapas constructivas básicas:

- 1) Proceso constructivo de la cimentación
- 2) Proceso constructivo de la estructura y
- 3) Proceso constructivo de las instalaciones

Cabe aclarar que antes de la iniciación de los trabajos se debe concluir con el trámite de permisos o licencias correspondientes así como la memoria de cálculo y planos estructurales del anuncio a construir.

### **6.1.- Proceso constructivo de los anuncios autosoportados**

Este tipo de anuncio, a diferencia de los de azotea y los adosados, deben tener una cimentación desplantada desde el terreno natural a una profundidad predeterminada por el proyectista y de dimensiones dadas como resultado de un análisis y un diseño estructural.

Comúnmente la fabricación e instalación de éste tipo de trabajo se desarrolla en taller y en campo; por una parte los trabajos de excavación, plantilla, acero de refuerzo, cimbra, colado y rellenos, los cuales formarán en su conjunto la cimentación del

anuncio, se realizan en campo y todo lo referente a la prefabricación de elementos metálicos que formaran parte del tubo soporte y la cartelera se realizan en taller.



Foto 15. Trabajos de armado de anuncio realizados en taller

#### 6.1.1.- Proceso constructivo de la cimentación

Las actividades que se desempeñan para dar forma a la cimentación del anuncio son evidentemente 100% en campo y son las que a continuación se enumeran:

1.- Trazo y nivelación de terreno para desplante de estructura: se realiza con aparatos topográficos estableciendo niveles de referencia para medir e indicar la profundidad de excavación indicada en el proyecto.

2.- Ruptura de piso de concreto, asfalto o despalme del terreno: según sea el caso, una vez realizado el trazo se realiza la demolición del piso o asfalto con rompedora eléctrica con apoyo de un generador eléctrico ya que comúnmente no hay corriente

eléctrica disponible, el producto de la demolición se acumula a un lado del área a excavar para su posterior retiro al tiradero.

Cuando en el sitio donde se va a desplantar la estructura no existen elementos de concreto hidráulico o asfáltico, se realiza el despalme y limpieza del área de forma manual con pico y pala en un espesor de hasta 20 cm, depositando el producto también a un lado para su retiro posterior. Este despalme se realiza principalmente con la intención de poder ocupar el material sano producto de la excavación para el relleno posterior.

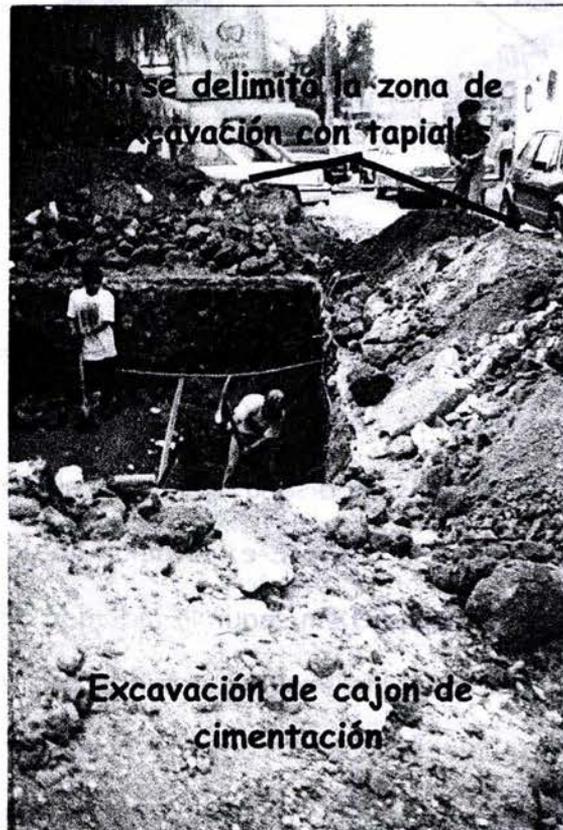


Foto 16. Excavación a mano en caja para la cimentación

3.- Excavación a mano o máquina en terreno tipo II ó III: la excavación se lleva a cabo con equipo mecánico, pudiendo ser una retroexcavadora comúnmente denominada "mano de chango" o alguna otra que sea capaz de excavar hasta entre 3 a 4 m de profundidad, depositando el producto de la excavación a un costado para su retiro posterior.



Foto 17. Excavación del terreno por medios mecánicos para desplante de la cimentación

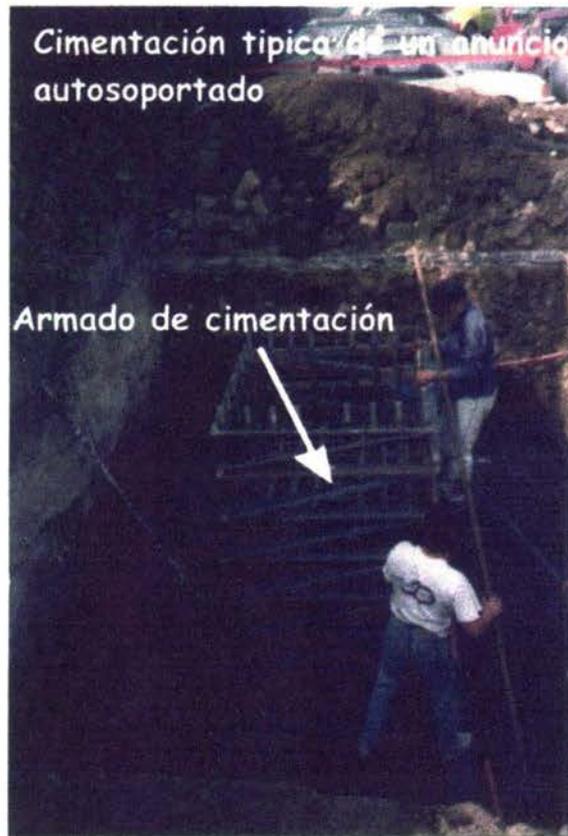
4.- Mejoramiento de terreno: en ocasiones el terreno donde se desplantará nuestra estructura no es lo suficientemente resistente para soportar la cargas del anuncio, determinándose esto en el análisis y diseño estructural, entonces se realiza un mejoramiento de terreno, es decir una sobre-excavación abajo del nivel de desplante de espesor variable entre 20 y hasta 60 cm según lo indicado en el cálculo, esta sobre-excavación se sustituye por material mejorado que puede ser tepetate, tezontle y en algunos casos tepetate mezclado con cal o cemento para darle una mayor cohesión entre las partículas del material que está sirviendo como mejoramiento, obviamente para proporcionarle mayor resistencia.

5.- Carga y acarreo del material producto de la excavación fuera de la obra: una vez que se a terminado de acumular todo el material para retiro fuera del sitio de los trabajos, se solicita un camión para aprovechar que la carga se realice con la misma máquina antes que se retire.

6.- Plantilla de concreto simple: la plantilla que comúnmente es de 5 cm de espesor y con  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ , se fabrica a mano en el sitio de su tendido y el terminado que se le da es acabado con plana de madera y cumple la función de separar al acero de refuerzo del terreno natural o mejorado con la intención de evitar que tanto el acero como el concreto se mezclen o contaminen con el terreno natural.

7.- Acero de refuerzo en cimentación: el habilitado y colocación de acero de refuerzo en la cimentación en una de las actividades más importantes ya que junto con el concreto serán los encargados de darle estabilidad a la estructura y por lo tanto el acero de refuerzo debe ser corrugado con  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , las varillas de refuerzo que vayan a soldarse deben cumplir con lo solicitado por la Sociedad Americana de Soldadura, el tipo y ubicación de los traslapes soldados y otras soldaduras requeridas de las varillas de refuerzo deben indicarse en los planos del proyecto, así como su posición y la separación entre ellas. En todos los cruces de varillas deben amarrarse con alambre recocado calibre 18.

Los empalmes tendrán una longitud de 40 veces el diámetro para varilla corrugada circular y se colocan en los puntos de menor esfuerzo de tensión. Nunca se pondrán en lugares donde la sección no permita una separación mínima libre de 1 1/2 veces el tamaño máximo de agregado grueso entre el empalme y la varilla más próxima.



**Foto 18. Armado de la zapata y dado para la cimentación de anuncio autosoportado**

Se deben colocar los separadores que se necesiten para asegurar que después de colocado el acero de refuerzo, se cumpla con los espesores de recubrimiento de las varillas que se indican en los planos estructurales.

El acero debe llegar a la obra libre de oxidación, exento de aceite o grasa, sin quiebres, escamas hojeaduras y deformaciones de la sección, una revisión visual es suficiente para corroborar estos aspectos, en caso de no cumplirse con esto no se debe aceptar el material.

En esta etapa del proceso es cuando se deben dejar colocadas las anclas que recibirán la placa base del tubo de la estructura, en la práctica se fabrica una plantilla con madera con la ubicación de cada ancla para dar la posición adecuada además de soldar las anclas al acero de la cimentación para evitar que durante el colado estas puedan moverse de su posición de proyecto.

8.- Cimbra en cimentación: Las cimbras son moldes o dispositivos fabricados con el propósito de confinar y dar forma al concreto en estado fluido al ser colado, manteniendo así las líneas y niveles correspondientes de acuerdo con lo señalado en los planos de proyecto. Debe de protegerse al concreto de las contaminaciones de los materiales adyacentes al sitio del colado, como los deslizamientos de tierra, además, debe evitarse la segregación del concreto y especialmente el escurrimiento de la lechada.

Las cimbras se integran fundamentalmente por dos estructuras:

- a.- Cimbra de contacto.
- b.- Obra falsa.

Cimbra de contacto es la que se encuentra directamente en contacto con el concreto y cuya función primordial es contener y confinar el concreto de acuerdo con el diseño de la estructura; se compone en general de paneles, tarimas, moldes prefabricados, etc. Obra falsa o apuntalamiento es la constituida por elementos que trabajan estructuralmente soportando a la cimbra de contacto, los elementos más comúnmente usados en la obra falsa son: vigas madrinas, pies derechos, contravientos, rastras, etc.

Desde el punto de vista estructural, las cimbras deberán cubrir los siguientes requisitos:

- a.- Ser lo suficientemente fuertes para resistir las presiones derivadas tanto del colado y vibración mecánica del concreto, como las de las cargas vivas y accidentales que puedan presentarse durante e inmediatamente después del colado.
- b.- Tener la adecuada rigidez y quedar firmemente sujetas en su posición correcta.
- c.- Ser lo suficientemente impermeables para evitar el escurrimiento de la lechada de cemento.

Las cimbras deberán ser calculadas analizando todos y cada uno de sus elementos estructurales a fin de lograr un diseño que garantice un buen trabajo.

Ha sido la madera el material más usado para su fabricación, y la mayoría de ellas se construyen basándose en la experiencia, para obras ordinarias, más no así para otro tipo de diseños en que no es posible hacerlo empíricamente, sino proyectarlas y calcularlas en todos los miembros que las constituyen, tomando en cuenta las fatigas ordinarias de trabajo y de seguridad.

Las cimbras o moldes se ejecutan comúnmente de madera por ser un material que adopta con relativa facilidad diferentes formas y cuyo costo fue relativamente bajo. Una cimbra de madera en contacto directo con el concreto y en la cual se ha empleado una buena mano de obra, puede ser usada de 4 a 6 veces. En general no existen estrictas especificaciones limitativas de la clase de madera empleada en la fabricación de cimbras, las cuales comúnmente son de madera de pino.

Para obtener un perfecto acabado empleando cimbras de madera, pueden seguirse varios procedimientos, según el efecto final que se desee obtener, por ejemplo el de concreto aparente. Es imprescindible desde luego, el uso de vibradores para poder obtener un buen trabajo en la apariencia.

Cuando se emplean tablas de madera o triplay, normalmente se cimbran en tableros del mayor tamaño que sea posible manejar en la obra, o de la medida conveniente para su manejo manual; sobre todo si se trata de áreas grandes y uniformes, especialmente cuando se desea utilizarlos muchas veces.

Para nuestro caso, en su mayoría, no es necesario calcular la cimbra; sin embargo existirán excepciones que ameritaran este cálculo, como son los grandes anuncios autosoportados que requieren de grandes dimensiones de la cimentación.

Una vez que se ha concluido con la colocación del acero de refuerzo se procede a la colocación de la cimbra de contacto, es importante aclarar que el habilitado de los tableros se debe iniciar antes de concluir con el acero para estar en posibilidades de su colocación inmediata o antes de ser posible en algunas zonas.

Los tableros que se habilitan generalmente son a base de triplay de 19 mm y barrote de pino de 2"x4"x8' para cimbra de contacto y polines de 4"x4"x8' para la obra falsa la cual se apoya sobre las paredes de la excavación.

9.- Concreto en cimentación: El concreto hidráulico es un material compuesto por un aglutinante que es una combinación de cemento Portland y agua en el que están embebidos fragmentos de agregados (arena y grava).



Foto 19. Suministro y colocación de concreto premezclado

En el proporcionamiento de las mezclas se busca lograr que:

- 1.- El concreto fresco sea fácil de trabajar y colocar.
- 2.- El concreto endurecido cuente con la suficiente resistencia y durabilidad.
- 3.- El producto tenga una calidad aceptable, a un costo mínimo.

Los principales componentes del concreto son:

**Cemento.-** es una sustancia en polvo muy fino, compuesto de minerales de los cuales los más importantes son silicatos de calcio y de aluminio. La reacción del cemento con el agua se conoce como hidratación, la cual requiere tiempo, temperaturas favorables y la presencia de humedad. Las variaciones en el endurecimiento en resistencia y durabilidad, aparte de otras propiedades, son controladas durante la fabricación.

El fraguado inicial es cuando el concreto inicia un estado de rigidez y el fraguado final puede considerarse como el endurecimiento de la pasta.

Agregados: el agregado ocupa aproximadamente tres cuartas partes del volumen del concreto. A las partículas menores de 3/16" (4.76 mm), en diámetro, se consideran como agregado fino o arena, y las partículas de mayor tamaño, como agregado grueso o grava.

El agregado tiene dos funciones principales:

- 1.- Proporcionar un relleno económico para el material cementante.
- 2.- Reducir los cambios volumétricos, que resultan del fraguado y endurecido en la pasta de cemento producido por los cambios de humedad.

El agua que se emplee en la elaboración del concreto, será libre de sustancias perjudiciales tales como aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas en la elaboración del concreto, o para el acero de refuerzo.

Para la cimentación de un anuncio y entendiéndose que estará en contacto permanente con el suelo y por lo tanto con la humedad, el tipo de cemento a utilizar para la fabricación de concreto es el cemento Pórtland resistente a los sulfatos es el apropiado para este caso, cuya nomenclatura actual es:

CPO 30 R RS, Cemento Pórtland Ordinario de clase resistente 30, resistencia inicial alta y resistente a los sulfatos, para uso en zonas de contacto permanente con el suelo tomando en cuenta el contenido de sales en el terreno.

El concreto a utilizar para la cimentación del anuncio espectacular debe cumplir con las características específicas del proyecto mismas que variarán de acuerdo a la zona geográfica donde se pretenda construir, una vez conocidas las características y por el volumen a utilizar es recomendable la utilización de concreto premezclado con lo cual garantizamos una proporción adecuada y un mejor control de calidad comparado con el concreto que se fabrica en obra.

Antes de vaciar el concreto las formas se limpiarán, mojarán y se mantendrán húmedas hasta el momento de depositar el concreto.

El colado se hará en forma continua sin interrupciones, hasta terminar totalmente lo programado del elemento estructural. Cuando el camión revolvedora puede acercarse al sitio de colocación, esta se realiza por medio de canalón y cuando el acceso sea con dificultad el colado se realizará con bomba estacionaria o bomba pluma según sea el caso.

La colocación se efectuará con una rapidez tal que el concreto fluya fácilmente y penetre en los espacios entre las varillas de refuerzo y entre estas y la cimbra y debe ser depositado en capas horizontales que fluctúen entre 30 y 50 cm de espesor, su descarga dentro de las cimbras debe hacerse a velocidad moderada para evitar segregación de la mezcla y esfuerzos adicionales en la cimbra, simultáneamente se debe compactar el concreto.

El método de compactación más empleado en la actualidad es el vibrado, la compactación y acomodo del concreto se hace de tal manera que se llenen totalmente

los moldes sin dejar huecos dentro de la masa del concreto y cubriendo de una manera efectiva el acero de refuerzo, la vibración debe ser transmitida directamente al concreto y no a través del refuerzo, cimbra u otro medio.

El curado del concreto es el control de la humedad y temperatura, durante un lapso determinado para que el concreto adquiera la resistencia proyectada.

Para garantizar que el agua necesaria para el fraguado del concreto se mantenga en la masa del mismo de una manera continua durante el tiempo de fraguado, se recomiendan los siguientes procedimientos, tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar y las características particulares del concreto de que se trate.

Humedecimiento continuo de las superficies coladas, con agua limpia y exenta de ácido y de cualquier otra clase de sustancias nocivas, por un lapso de 7 días para concreto normal y 14 días para concreto masivo.

Mediante la aplicación de membranas impermeables, cuya calidad, clase y forma de aplicación deben ser aprobadas por el proyectista.

Se deben remojar costales en agua y posteriormente se cubrirán los elementos estructurales 45 minutos después de haber sido colados con el fin de evitar la evaporación, manteniendo con esto las condiciones de humedad requeridas por el concreto, esta condición deben mantenerse por lo menos los 7 primeros días después de su colocación.

Otro factor muy importante es el tiempo que se debe mantener la cimbra para obtener la resistencia durante su durabilidad. En este caso es recomendable mantener la cimbra durante 2 días por lo menos en casos normales.

10.- Relleno en capas: el relleno se puede realizar con material producto de la excavación, seleccionado o con material de banco de acuerdo a lo indicado en el proyecto, y el procedimiento para su colocación es el mismo en ambos casos, se coloca el material a volteo en capas de espesor compactado máximo de 20 cm con un grado de compactación indicado en el proyecto, se requiere de un laboratorio para obtener las muestras necesarias para garantizar que el nivel de compactación solicitado se ha alcanzado, la compactación debe ser mecánica con rodillo o compactador de placa, también llamada "bailarina". En caso de no cumplir con el nivel de compactación requerido se debe compactar más hasta lograr el objetivo.

11.- Reposición de pavimento: en caso que inicialmente haya existido pavimento hidráulico o asfáltico se debe reponer para dejar el área en las condiciones que inicialmente se encontraba y en algunas otras ocasiones es necesario realizar un colado de firme de dimensiones tales que por lo menos cubra el área excavada para evitar las filtraciones de agua hacia el interior.

12.- Limpieza final: esta actividad es la que cierra el ciclo en la construcción de la cimentación ya que incluye el retiro de todo tipo de elementos sobrantes o que se generaron durante este proceso y que no forman parte de la estructura para su retiro fuera de la obra.

El trabajo en taller para la fabricación de la estructura se inicia de forma simultánea con los trabajos de cimentación en campo mismos que describimos a continuación.



Foto 20. Dado de la cimentación y preparación de las anclas para recibir placa base

### 6.1.2.- Proceso constructivo de la estructura

En lo concerniente a las actividades que se desarrollan en taller para el habilitado y fabricación de los anuncios espectaculares y que marcan el inicio para la fabricación de la estructura, debemos aclarar que dichas actividades son prácticamente las mismas para los tres tipos de anuncios más comunes que estamos describiendo (autosoportado, adosado y de azotea ) ya que el trabajo en taller sólo variará en los volúmenes a ejecutar dependiendo del tamaño del anuncio espectacular, siendo estas actividades las siguientes:

- 1.- Compra de materiales (tubería, placas de acero, perfiles estructurales, varillas, arena, cemento, lámina, tornillería, lona, alambre galvanizado, pintura, soldadura, oxígeno, acetileno, tiner, etc.)
- 2.- Enviar lona para su impresión
- 3.- Fabricación de paneles con lámina galvanizada
- 4.- Aplicación del primario anticorrosivo "primer" a toda la estructura metálica
- 5.- Habilitado y corte de placas de acero
- 6.- Habilitado y corte de tubería (tubo poste y larguero)
- 7.- Unión de tubería con las placas y soldadura de cartabones
- 8.- Fabricación de estructuras para las carteleras
- 9.- Armado de la estructura sobre el tubo larguero en el taller
- 10.- Revisar, marcar y desarmar estructura
- 11.- Pintura de esmalte anticorrosivo aplicada con pistola de aire a toda la estructura metálica
- 12.- Carga de la estructura con grúa a plataforma de trailer, para su traslado al sitio de su montaje.

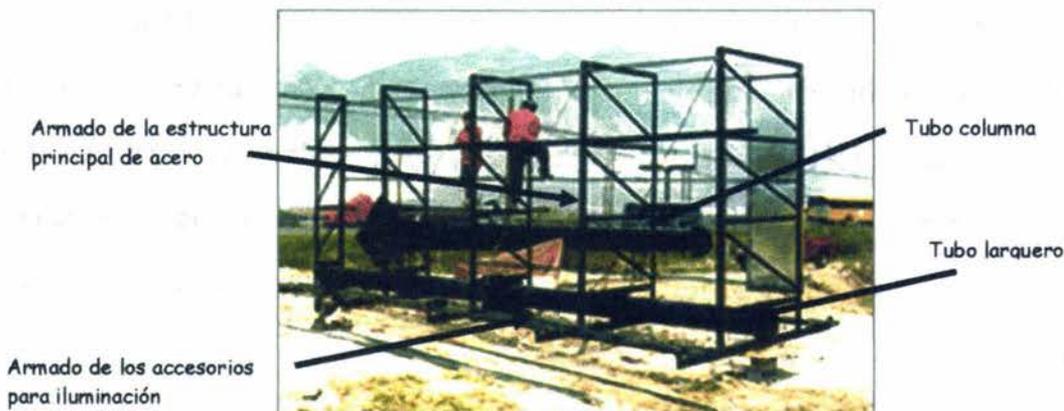


Foto 21. Armado de la estructura del anuncio en campo



Foto 22. Transporte de anuncio autosoportado

### 6.1.3.- Izado y montaje de un anuncio autosoportado

Para el izado y montaje de un anuncio espectacular autosoportado, es importante prever la realización de las siguientes actividades:

- 1.- Delimitar y acordonar el área de trabajo
- 2.- Bajar las estructuras de la plataforma del trailer con el equipo adecuado (grúas hidráulicas)
- 3.- Armar la estructura de la cartelera sobre el tubo larguero con tornillería de alta resistencia, apoyándonos con la grúa incluyendo paneles y lona
- 4.- Preparar el dado de la zapata, dejándola bien nivelada
- 5.- Preparar y colocar estrobo en el tubo poste para el montaje
- 6.- Izar el tubo poste con la grúa telescópica guiándolo con precaución hacia la base
- 7.- Insertar en las anclas de la zapata la placa base del tubo columna
- 8.- Colocar rondanas y tuercas
- 9.- Nivelar el tubo poste y retirar estrobo

- 10.- Colocar estrobos y cables para ventear el anuncio al momento del montaje
- 11.- Izar tubo larguero y unir con placa superior del tubo poste
- 12.- Colocar tornillos de alta resistencia para la unión de placas
- 13.- Nivelar el tubo larguero y retirar estrobos



Foto 23. Instalación y montaje del anuncio, con grúas de diversas capacidades, según las necesidades del trabajo

#### 6.1.4.- Proceso constructivo de las instalaciones

Una vez que se ha concluido con el montaje del anuncio espectacular, se está en el momento para proceder con la instalación de todos los componentes eléctricos que forman parte del anuncio.

Comúnmente está previsto un medidor y un interruptor general ubicado en la parte baja del anuncio, desde donde se controla el consumo y el flujo de energía eléctrica que alimenta a las lámparas colocadas y distribuidas adecuadamente para poder visualizar el anuncio en horario nocturno.

El servicio de suministro de energía eléctrica es a 110 volts cuando se trata de luminarias fluorescentes y a 220 volts cuando se trata de luminarias con aditivos metálicos. El tipo de luminarias depende únicamente del proyectista en común acuerdo con el propietario del anuncio.

Desde ese sitio en la parte baja del anuncio, se lleva la corriente hasta la parte alta del anuncio por medio de cable de uso rudo en el interior del tubo, adosado y en el mejor de los casos cable común canalizado con tubería conduit galvanizada pared gruesa de los diámetros y calibres especificados en el proyecto.

En la parte alta las luminarias están dispuestas de acuerdo al arreglo establecido por el proyectista, mismas que están provistas de una fotocelda para su encendido y apagado automático.



Foto 24. Anuncio autosoportado terminado

La iluminación de un anuncio espectacular ya sea autosoportado, adosado o de azotea es el mismo con la variante de que la alimentación en estos dos últimos casos es a través de los muros de la edificación donde van a ser instalados.

## **6.2.- ANUNCIOS DE AZOTEA**

Del mismo modo que el anuncio autosoportado, para la instalación de este anuncio se tienen actividades previas en taller y en campo sólo que en este caso las actividades de campo son mínimas ya que en lo referente a la cimentación las actividades son más sencillas. Para el resto de las actividades existe mucha semejanza con los anuncios autosoportados.

### **6.2.1.- Proceso constructivo de la cimentación**

Este tipo de estructuras es donde mas variación hay a la hora de desplantar una cartelera, ya que esta va en función del tipo de armado que tiene la azotea.

Lo correcto al momento de cimentar un anuncio en una azotea es desplantarse de los elementos estructurales que soportan el peso de la losa tales como columnas, trabes y en ocasiones castillos, tratando de evitar perforar directamente sobre la losa, ya que esto traería problemas de filtraciones, otro problema es la carga concentrada de la cartelera la cual nos ocasiona problemas de agrietamientos en la vivienda.

Las actividades que se realizan para lograr este objetivo son las siguientes:

- 1.- Delimitar y acordonar el área de trabajo
- 2.- Colocación de tapial (horizontal) con hoja de triplay para evitar daños por caída de herramienta, pintura y materiales

- 3.- Localizar traveses, castillos y columnas en la azotea
  - 4.- Orientar el anuncio para obtener una buena vista
  - 5.- "Descabezar" columnas o castillos hasta encontrar las puntas de las varillas
  - 6.- Hacer "calas" en traveses hasta ver las varillas del armado
  - 7.- Trazar sobre las columnas, castillos o traveses donde se desplantará la cama de vigueta o celosías
  - 8.- Colocar la cama de vigueta o celosías sobre los puntos de apoyo y soldar a las varillas, si estas son largas, envolver a la vigueta
  - 9.- Aplicar retoque de pintura
  - 10.- Cimbrar y colar las partes demolidas con aditivo estabilizador de volumen (Grout).
- Con estos trabajos concluimos la parte correspondiente al desplante de la estructura y por lo tanto podemos decir que se ha dejado cimentado el anuncio de azotea.



Foto 25. Fijación de la celosía a traveses del inmueble



Foto 26. Fijación de la celosía que conforman la cama de viguetas para el desplante del anuncio

### 6.2.2.- Proceso constructivo de la estructura

El proceso de fabricación de la estructura se inicia en taller, con el habilitado y armado de las partes que componen el anuncio, hay una segunda etapa para la fabricación de la estructura y esta se lleva a cabo en campo y tiene por objeto, la integración de estos conjuntos parciales en el espacio hasta integrar un todo de dimensiones y peso predeterminado, cuyas condiciones de ensamble y soldadura son mucho más complicadas. Esta segunda etapa concluye con la fabricación y ensamble de las partes principales del anuncio, todo ello se resume en las siguientes actividades tanto de taller como de campo.

Inicio de actividades para la fabricación de la estructura en taller:

- 1.- Compra de materiales (aceros y perfiles estructurales, lámina, tornillería, lona, alambre galvanizado, pintura, soldadura, tiner, etc.)
- 2.- Enviar lona para su impresión

- 3.- Fabricación de paneles con lámina galvanizada
- 4.- Fabricar cama de vigueta o celosías
- 5.- Construir formas, largueros, escuadras, tensores, crucetas y relleno de la estructura para la cartelera
- 6.- Revisar, marcar y desarmar estructura
- 7.- Pintura con pistola a la estructura metálica
- 8.- Flete y acarreo al sitio de instalación

Las actividades continúan en campo una vez que los elementos armados en taller se encuentran en el sitio de su colocación de acuerdo a lo siguiente:

- 1.- Desplantar armaduras o formas sobre la cama de vigueta, colocando largueros y partes de la misma uniéndolos con tornillos de alta resistencia para estructurarla por partes y mantenerla estable
- 2.- Colocación de soportes para lámparas de iluminación exterior
- 3.- Instalación eléctrica completa (tubos, cableado, lámparas, gabinetes, fotoceldas e interruptores)
- 4.- Retoque de pintura en la estructura
- 5.- Colocación de paneles para cubrir el área de exhibición
- 6.- Instalación y tensado de lona

### **6.2.3.- Izado y montaje de un anuncio de azotea**

El izado y montaje de un anuncio de azotea al igual que el autosoportado debe realizarse con una grúa, la cual se asegurará perfectamente con cables de acero y seguros para evitar que se pueda resbalar y mantenerlo sostenido en su posición hasta

que se haya nivelado y colocado en su posición de proyecto, soldándolo a las bases metálicas que para este fin se anclaron a las estructuras de concreto.



Foto 27. Maniobras de montaje para la colocación de la cartelera

#### 6.2.4.- Proceso constructivo de las instalaciones

Del mismo modo que para un anuncio autosoportado, se lleva a cabo el proceso para la instalación eléctrica y particularmente de iluminación nocturna a base de medidor, interruptor general, canalización, cableado, instalación de lámparas con fotocelda y pruebas finales para su aprobación.

#### 6.3.- ANUNCIOS ADOSADOS

Del mismo modo que para un anuncio de azotea solo que esta va en función del tipo de armado que tiene la estructura del muro donde se pretenda instalar el anuncio espectacular.

### 6.3.1.- Proceso constructivo de la cimentación

Lo correcto al momento de cimentar un anuncio en un muro es desplantarse de los elementos estructurales que confinan a los muros tales como columnas, trabes y en ocasiones castillos, tratando de evitar perforar directamente sobre el muro, ya que esto traería problemas de posibles filtraciones y otro más grave que podría ocasionar el desprendimiento del anuncio aunque se sucediera de forma parcial, es por esto que debemos poner especial atención a este tipo de anclaje (cimentación).

Las actividades a realizar para lograr un correcto anclaje siguiendo desde luego las recomendaciones del proyectista son las siguientes:

- 1.- Delimitar y acordonar la zona de trabajo
- 2.- Instalar andamios o hamacas
- 3.- Colocación de tapial (horizontal), con hoja de triplay para evitar daños por caída de herramienta, pintura y materiales
- 4.- Localizar trabes y columnas del muro donde se instalará el anuncio
- 5.- Realizar "calas" para encontrar las varillas del armado de los elementos estructurales
- 6.- Soldar o fijar con taquete de expansión, la estructura metálica (formas, celosías largueros, etc.) que recibirá las láminas galvanizadas de la cartelera
- 7.- Retoque de pintura sobre la estructura que se halla raspado o soldado
- 8.- Resane de las partes del muro que se hallan dañado
- 9.- Pintura en resanes, igualando el color para disimular la reparación.

### 6.3.2.- Proceso constructivo de la estructura

Del mismo modo que para los anuncios de azotea, iniciando actividades en taller tenemos las siguientes actividades a realizar:

- 1.- Compra de materiales (tornillería, aceros y perfiles estructurales, lámina, lona, alambre galvanizado, pintura, tiner, soldadura, etc.)
- 2.- Enviar lona para su impresión
- 3.- Fabricación de paneles con lámina galvanizada
- 4.- Fabricación de estructura, (largueros, celosías, formas, escuadras, etc.)
- 5.- Revisar, marcar y desarmar estructura
- 6.- Pintura de estructura con pistola, previa capa de "primer"
- 7.- Traslado de estructura a su lugar de instalación

Finalmente las actividades en campo para la conclusión de la instalación del anuncio se desarrollan de acuerdo al siguiente listado:

- 1.- Instalación de soportes para las lámparas
- 2.- Instalación eléctrica completa
- 3.- Colocación de láminas galvanizadas para formar la cartelera
- 4.- Colocación y tensado de lona
- 5.- Limpieza general

Prácticamente este tipo de anuncio es el más sencillo, pero no deja de tener su grado de dificultad para su instalación ya que las personas que los montan se descuelgan desde la azotea del inmueble, en una hamaca con barandal como medida de seguridad para poder operar las herramientas de trabajo sin ningún riesgo.

### **6.3.3.- Izado y montaje de un anuncio adosado**

El izado y montaje de un anuncio adosado al igual que el autosoportado debe realizarse con una grúa a la cual se asegurará perfectamente con cables de acero y seguros para evitar que se pueda resbalar y mantenerlo sostenido en su posición hasta que se halla nivelado y colocado en su posición de proyecto, soldándolo a las bases metálicas que para este fin se anclaron a las estructuras de concreto.

### **6.3.4.- Proceso constructivo de las instalaciones**

Del mismo modo que para un anuncio autosoportado, se lleva a cabo el proceso para la instalación eléctrica y particularmente de iluminación nocturna a base de medidor, interruptor general, canalización, cableado, instalación de lámparas con fotocelda y pruebas finales para su aprobación, siendo en este caso un tanto más difícil y riesgoso debido a que no tienen una área de apoyo fija sino que trabajan sobre hamacas en el mejor de los casos.

## **CAPITULO 7**

---

# **MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

## **CAPITULO 7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

El mantenimiento a los anuncios espectaculares lo podemos describir como la revisión periódica de todos sus componentes para determinar las condiciones de estabilidad y seguridad en que se encuentra, para poder tomar acciones para corregir alguna desviación que pueda poner en riesgo el bienestar de los habitantes que circulen o que habiten en la proximidades a la estructura. Lo clasificaremos en dos tipos básicos el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

### **7.1.- Mantenimiento preventivo**

Podemos clasificar dos tipos fundamentales de mantenimiento, el preventivo y el correctivo, el primero se refiere a las medidas que se toman para evitar en un futuro inmediato o a largo plazo alguna situación de riesgo.

#### **7.1.1.- De la cimentación**

El mantenimiento que se debe dar a la cimentación de un anuncio y particularmente a la de un anuncio autosoportado lo podemos resumir en los casos siguientes:

a) Durante su proceso de instalación dejar indicado en algún sitio fijo un nivel y una distancia referenciado a algún punto de nuestro anuncio que sea factible de no desaparecer o de ser borrado, esto con la finalidad de verificar periódicamente que nuestra cimentación no ha sufrido asentamientos o desplazamientos con relación a su posición original.

b) En muchas de las ocasiones los anuncios son desplantados en camellones, jardines y en zonas habitacionales, esto ocasiona que principalmente los escurrimientos de agua pluvial, riego o del producto de los quehaceres del hogar fluyan hacia la cimentación provocando socavaciones, que a la larga se traducen en reacomodo de la cimentación reflejándose en desplomes y desplazamientos de la estructura, esto puede prevenirse si se construye un firme en toda el área de la excavación con alguna trabe perimetral y puede reforzarse si dentro del proyecto se plantea la inclusión de alguna membrana impermeable como puede ser alguna membrana geotextil o membrana a base de polietileno.

c) Otra situación que se da es la construcción de estructuras en zonas aledañas al anuncio, mismas que no estuvieron contempladas en un inicio y que crean reacciones en el suelo que pueden ocasionar desde un desplome hasta la clausura y retiro del anuncio. Para prevenir esto es necesario que los sitios que se seleccionen para este fin no sean en una zona donde es factible la construcción de edificaciones, para evitar dicho riesgo, debiendo en este caso realizar visitas periódicas para evitar la construcción en estas zonas.

#### **7.1.2.- De la estructura**

El mantenimiento correctivo de toda la estructura metálica podemos entenderlo básicamente como la aplicación inicial de protección anticorrosiva, para evitar la presencia de óxido y por consecuencia la disminución del espesor de los elementos que la conforman, logrando mantener los espesores de perfiles utilizados para el cálculo y de esta manera, continuando en forma periódica con la aplicación de la protección, logrando en este rubro la estabilidad de la estructura.



Foto 28. Modificación de sobrecarga en el suelo

El correcto apriete de los tornillos y remaches en cada uno de los nodos que componen la estructura, es una manera de mantenimiento preventivo y si se realiza periódicamente podemos tener entre otros beneficios, evitar el cambio de tornillos, remaches y en muchas de las veces perfiles estructurales.

Exigir al propietario pruebas radiográficas de las soldaduras hechas en la estructura, es un modo de prevenir posibles problemas a corto y a largo plazo.

### 7.1.3.- De las instalaciones

Las instalaciones eléctricas son un punto muy importante dentro de la concepción de un anuncio espectacular, ya que son lo que le da vida en horario nocturno, pero lo que más preocupa es el hecho de que pudiera presentarse un corto de magnitudes tales que pudiera provocar un incendio que consuma la lona que contiene el mensaje del anuncio y

con esto obviamente el calentamiento de los elementos metálicos y su falla estructural.

Aplicación de pintura anticorrosiva



Foto 29. Mantenimiento de estructura

Esta quizá es una situación extrema pero que no es imposible que suceda, por este motivo debemos prevenir este tipo de situaciones y una forma es el hecho de exigir al propietario del anuncio que al construir utilice materiales de calidad y exigirle la presentación de los certificados de calidad correspondientes, es decir, cables, interruptores, luminarias, accesorios, etc., verificando desde luego que la información contenida en los certificados corresponda con lo instalado en obra.

La canalización de cables es básica y por supuesto indispensable, revisar que así se lleve a cabo en toda su longitud para evitar el deterioro del recubrimiento del cable.

Este tipo de estructuras por sus dimensiones deben de contar con escalera tipo marina y andadores de acceso en el interior y exterior del anuncio, para con esto facilitar el cambio de paneles, reemplazar o apretar la tornillería, remover diagonales, crucetas atiesadores, tensores y demás partes fatigadas, así como cambio de lonas, pintura y lámparas de iluminación exterior e interior.



Foto 30. Andadores para el mantenimiento de anuncio de azotea

## 7.2.- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se presenta cuando no se ha dado a los componentes del anuncio un mantenimiento adecuado, de forma tal que se requiere realizar correcciones de mayor magnitud ocasionando, además de riesgos para la estabilidad de la estructura, gastos mayores para su corrección.

### 7.2.1.- De la cimentación

Cuando existe la falta de mantenimiento preventivo que se debe dar a la cimentación de un anuncio, y particularmente a la de un anuncio autosoportado, se pueden presentar los casos siguientes:

- a) Si durante su proceso de instalación no se deja indicado en algún sitio fijo un nivel y una distancia referenciado a algún punto de nuestro anuncio, que sea factible de no desaparecer o de ser borrado, no tendremos ningún elemento para verificar las condiciones en que se encuentra la cimentación y por lo tanto desconocemos si existe o no riesgo de inestabilidad.
- b) Si no contemplamos el evitar el flujo de agua pluvial, de riego o del producto de los quehaceres del hogar hacia la cimentación, estaremos en un riesgo potencial de falla en nuestra estructura.
- c) Si permitimos que la construcción de estructuras se lleve a cabo en zonas aledañas al anuncio, tendremos problemas graves de asentamientos y desplomes consecuentemente riesgo e inseguridad para la ciudadanía y para las edificaciones aledañas al anuncio.

Podemos hablar en este caso que una corrección a esta situación, en el mejor de los casos, se podría lograr a un alto costo y en el peor de los casos que no tuviera solución y estar en la situación de tener que retirar el anuncio por no ser seguro estructuralmente.

En este sentido desde el punto de vista que se quiera ver es primordial por convenir a los intereses de todos los involucrados, poner especial atención al mantenimiento preventivo de acciones desde la concepción del proyecto.

### **7.2.2.- De la estructura**

El no prevenir adecuadamente un mantenimiento a la estructura nos acarrea problemas tan serios como el cambio de algunos elementos estructurales, motivado por la falta de protección anticorrosiva por una parte y por otra, la desatención al apriete correcto de tornillos y colocación incorrecta de remaches, ocasionaría un alto costo de reparación, pero lo más grave es el riesgo en que se incurre hacia los habitantes de la zona y a los que circulan por ese sitio donde se localiza el anuncio.

### **7.2.3.- De las instalaciones**

Las consecuencias de no dar mantenimiento preventivo a las instalaciones, ya se mencionó en el inciso 7.1.3, por lo cual es de vital importancia realizar mantenimiento preventivo, ya que hacer correcciones a lo ya instalado son riesgoso y costoso, es por esto que se ratifica concentrar toda nuestra atención en el ejercicio del mantenimiento preventivo a los anuncios espectaculares.

En estas estructuras, aparentemente su acceso es mas directo, pero también deben de contar con escalera tipo marina y andadores de acceso con el fin de facilitar el cambio de paneles, reemplazar o apretar la tornillería, remover diagonales, crucetas, atiesadores, tensores y partes fatigadas además del cambio de lonas, pintura y lámparas de iluminación exterior e interior.

Si bien algunas, por no decir que en casi todas las estructuras, no se les instalan todos estos accesorios para que las autoridades no tengan un fácil acceso a ellas y colocar los sellos de clausura.

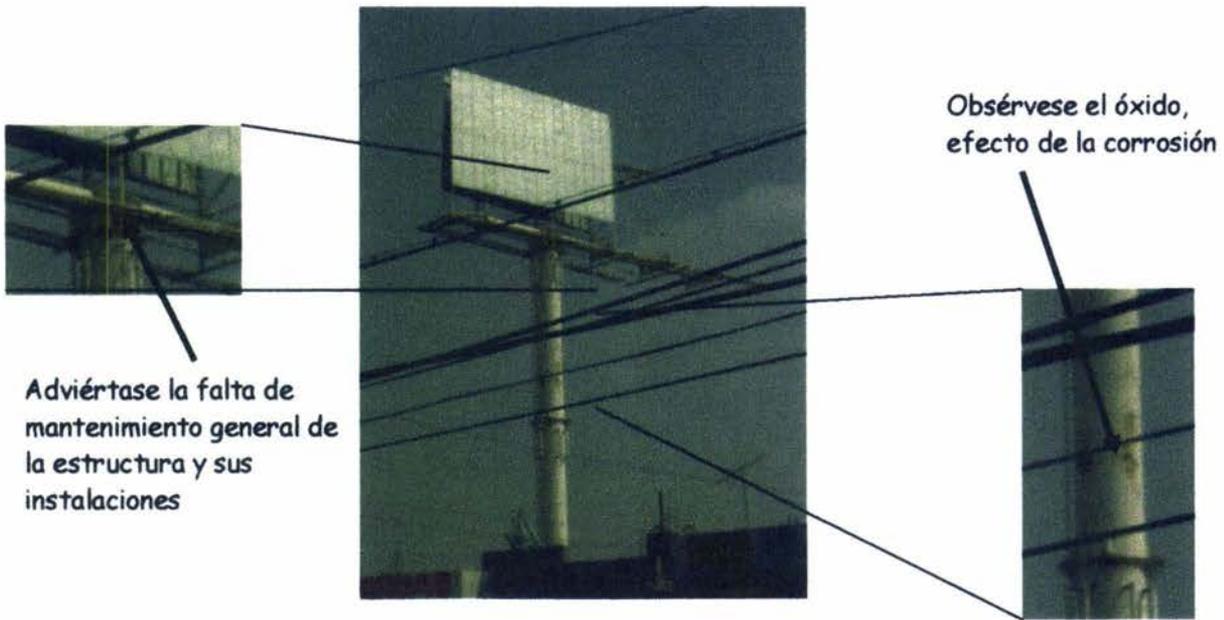
Los anuncios espectaculares por el riesgo que representan, deben someterse a un riguroso programa de mantenimiento, el cual debe contemplar desde su cimentación, la estructura y sus instalaciones adicionales.

En la zona metropolitana de la ciudad de México, es común observar anuncios espectaculares en condiciones de abandono, producto del descuido y la negligencia por la falta de mantenimiento de sus instalaciones en general.

Desgraciada o afortunadamente, a pesar de las condiciones en que se encuentran estas carteleras siguen en pie, y esto da pauta a los propietarios a hacer caso omiso del mantenimiento y a las autoridades de procurar una revisión detallada, que verifique que se están tomando las medidas de seguridad necesarias al seguir instalando cada vez más anuncios.

Se ve tan normal y sencillo el hecho de dar mantenimiento a estos anuncios, que es inexplicable porque no se da el mantenimiento preventivo a sus estructuras.

En el capítulo 8 de este trabajo, realizaremos una propuesta de metodología para dar seguimiento al proceso de instalación de un anuncio espectacular, considerando las propuestas de mantenimiento mínimas, incluyendo períodos de tiempo.



**Foto 31. Anuncio autosoportado sin mantenimiento**

## **CAPITULO 8**

---

**PROPUESTAS PARA EL CONTROL Y  
VERIFICACION DE LA INSTALACION Y  
MANTENIMIENTO DE ANUNCIOS  
ESPECTACULARES**

## **CAPITULO 8.- PROPUESTAS PARA EL CONTROL Y VERIFICACION DE LA INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE ANUNCIOS ESPECTACULARES**

Con base en la información que se analizó en los capítulos anteriores, incluyendo reglamentos para anuncios existentes para la instalación de estos en las carreteras estatales, en los municipios de los estados y el RADF, plantearemos los aspectos fundamentales que deben cumplirse para tener un control adecuado y que se lleven a cabo para verificar que la instalación y el mantenimiento de dichas estructuras se realice apegándose a la reglamentación existente así como a lo establecido en las normas técnicas en los incisos correspondientes al diseño y cálculo para garantizar la estabilidad de la estructura y el bienestar de los ciudadanos en la República Mexicana.

### **8.1.- Personas que intervienen en el proceso**

Durante el procedimiento para la instalación de un anuncio espectacular intervienen personas en diferentes momentos y con diferentes actividades o propósitos, haremos mención de ellos para una mejor comprensión en los incisos siguientes.

**Prospector.** Persona encargada de localizar la ubicación para la instalación del anuncio, él no tiene conocimientos técnicos de ningún tipo, desconoce lo que es una zapata y obviamente todo lo técnico en lo relacionado al diseño, cálculo e instalación del anuncio.

**Propietario del lugar donde se instalará el anuncio.** Esta persona o personas son las propietarias del suelo de un predio, azotea o fachada donde se pretenda instalar el anuncio.

**Propietario de la estructura.** Persona a la cual pertenece la estructura de soporte, anclado en una azotea o suelo de un predio, o fachada, con la finalidad de rentarlo a otras persona para mostrar un anuncio.

**Propietario del anuncio.** Es la persona o grupo de personas las cuales tienen la intención de mostrar o difundir al público cualquier mensaje relacionado con la producción y venta de bienes, con la prestación de servicios y con el ejercicio lícito de actividades profesionales, industriales, mercantiles, técnicas, políticas, cívicas, culturales, artesanales, teatrales o del folklore nacional, de este propietario solo se hace mención como parte del procedimiento pero realmente en todo lo que respecta al tipo de mensaje a mostrar no nos ocuparemos ya que nuestra intención es más bien enfocada a la parte de seguridad en la parte técnica particularmente de estabilidad de las estructuras donde se muestran estos mensajes.

**Director Responsable de Obra.** La persona física que se hace responsable de la observancia del RADF, en los términos previstos en el RCDF.

**Perito.** Es la persona física que cuenta con el registro de perito vigente, emitido por la autoridad competente del gobierno.

**Corresponsable de Obra.** La persona física con los conocimientos técnicos adecuados para responder en forma solidaria con el Director Responsable de Obra, en los términos de lo previsto en el RCDF.

**Autoridades.** Organismos gubernamentales ante los cuales deberán realizarse los trámites para la obtención de una licencia o permiso para la instalación del anuncio, de la misma manera ante quienes se deberán reportar o informar sobre todo lo solicitado durante el proceso y hasta la instalación del anuncio, incluyendo posteriormente reportes de mantenimiento.

## **8.2- Reglas y normas vigentes**

Con fundamento en las reglas y normas vigentes, en el presente subcapítulo resumiremos el proceso para la instalación de un anuncio espectacular, desde que se inicia la búsqueda del sitio para ubicarlo, hasta su mantenimiento, pasando por los trámites que se solicitan realizar para obtener el permiso de instalación así como toda la parte técnica de proyecto, diseño y fabricación, es decir, "como debería de hacerse".

- 1.- El propietario del anuncio requiere de un espacio para mostrarlo y lo solicita al propietario de la estructura.
- 2.- El prospector se encarga de localizar el sitio más adecuado de acuerdo a los requerimientos del propietario del anuncio.
- 3.- Una vez localizado el sitio, se somete a consideración de las autoridades.
- 4.- En el plano de zonificación se verifica la factibilidad de ubicación del anuncio donde sea solicitado.
- 5.- Llenado de los formatos correspondientes para solicitar la licencia.
- 6.- Presentar proyecto detallado indicando dimensiones, ubicación y materiales a emplear.

- 7.- Presentar memoria descriptiva y de cálculo de la cimentación en su caso y del resto de la estructura debidamente avalada por el Director Responsable de Obra y/o Perito según corresponda, de acuerdo a los reglamentos y normas vigentes.
- 8.- Aplicación de las medidas de seguridad vigentes de acuerdo a cada demarcación política.
- 9.- Durante los trabajos debe haber una bitácora donde se anotarán todos los pormenores que se presenten en este periodo.
- 10.- Se realizarán visitas de verificación durante el proceso de fabricación e instalación del anuncio.
- 11.- Programa de mantenimiento y bitácora.

### **8.3.- La instalación de los anuncios en la práctica**

En el inciso anterior ya se analizó la forma que de acuerdo a las reglas y normas existentes debería de llevarse a cabo la instalación de un anuncio espectacular, en el presente subcapítulo describiremos la forma como en realidad se realizan los pasos para concluir con la instalación de un anuncio espectacular.

No se presenta ni proyecto, ni diseño y por lo tanto no se presenta cálculo estructural ó ingenieril del anuncio en cuestión, lo que se hace es presentar un proyecto de un anuncio similar, para cumplir con los trámites o en otro caso se presenta un diseño con el cálculo correcto para efecto de trámite pero en la realidad se fabrican de acuerdo a la experiencia obtenida en campo.

Durante la ejecución de la obra no existen visitas para verificar que las actividades se estén realizando de acuerdo a lo autorizado por las autoridades correspondientes y por lo tanto tampoco existe un programa de mantenimiento para dichas estructuras.

En conclusión, la instalación de un anuncio espectacular, no cumple con las medidas de seguridad que se requieren de acuerdo a lo solicitado en los reglamentos de construcción y normas técnicas, es por esto que se vuelve urgente no el reglamentar este tipo de situaciones, sino complementar lo ya establecido y hacerlo cumplir para garantizar con toda certeza y con cálculos de ingeniería que tal estructura mantendrá su estabilidad para un largo periodo de tiempo, resguardando la seguridad de la ciudadanía.

#### **8.4.- Modificaciones, adiciones a las reglas y normas existentes**

Una vez que conocemos lo establecido en las reglas y normas existentes para la instalación de anuncios en México, así como conocer la manera como en la práctica se lleva a cabo la instalación de anuncios espectaculares, en el presente inciso propondremos algunas mejoras para que se garantice la estabilidad de la estructura, así como establecer métodos de control durante todo el proceso, debiendo quedar documentado todo lo establecido para una perfecta verificación de que toda actividad relacionada se esté realizando de acuerdo a lo solicitado por la autoridad correspondiente.

Es importante resaltar que de entre los reglamentos existentes prácticamente se cubren todos los requisitos para llevar a cabo la fabricación, instalación y mantenimiento de un anuncio espectacular ya que en ellos se solicita desde un proyecto, memorias de cálculo, requerimientos de protección civil, procedimientos de construcción y programas de mantenimiento entre otros, desafortunadamente estos requisitos no se cumplen cabalmente ya que la revisión que las autoridades realizan es muy somera o en ocasiones ni siquiera se lleva a cabo esta revisión, es por todo esto

que resulta sobresaliente el hecho de establecer con mucha más claridad todos estos requisitos así como establecer las medidas a seguir y la forma de hacer cumplir con todo lo relativo a la instalación de estos anuncios, a continuación retomando toda la información existente estableceremos una propuesta práctica para dar cumplimiento a todos estos requisitos, con la finalidad como ya se dijo en repetidas ocasiones, de garantizar la estabilidad de la estructura y el bienestar de la ciudadanía.

Es importante que el prospector tenga conocimientos técnicos en base a las actividades de fabricación e instalación del anuncio por diversos motivos siendo entre otros:

Seleccionar un sitio adecuado, visualizando tipo de terreno en el caso de los anuncios autosoportados y para el caso de los anuncios de azotea y adosados que de forma preliminar observe y puede tener un juicio en el sentido de que el anclaje del anuncio pueda hacerse sin que pudiera tener consecuencias por fallas en la estructura.

Que se presente el diseño del anuncio con dimensiones y memoria de cálculo debidamente avalada por el Director Responsable de Obra o Perito según corresponda y que a partir de este momento todo lo que se deje de cumplir se establezca que al DRO o Perito se le sancione por incumplir con lo que él ya había avalado en las memorias descriptivas y de cálculo.

Presentación de autorización escrita del o los propietarios del o los inmuebles, donde se pretenda instalar el anuncio.

El dictamen técnico favorable en materia de protección civil, emitido por autoridad competente deberá ser parte de los requisitos para dar continuidad a los trabajos de instalación.

Presentar dictamen estructural favorable por parte de la Secretaría de Obras y Servicios o el Organo Político-Administrativo correspondiente debidamente avalado por el Perito o Director Responsable de Obra.

Establecer la entrega de álbum fotográfico de cada una de las etapas de fabricación e instalación del anuncio.

Implementar una supervisión externa para verificar que los trabajos se llevan a cabo de acuerdo a lo descrito en el proyecto y cálculo, para lo cual en el costo de la licencia se deberá incluir los gastos correspondientes a este supervisor.

Dar cumplimiento al programa de mantenimiento de las estructuras de acuerdo a lo establecido en el mismo y en caso contrario llevar a cabo la clausura del mismo, realizando los cargos por concepto de maquinaria (grúa) al propietario de la estructura.

A las autoridades les corresponde:

- Creación de Normas Técnicas Complementarias en materia de anuncios
- Planos de zonificación en materia de anuncios
- Dar cumplimiento a las visitas de verificación
- Dar cumplimiento a la supervisión durante la ejecución de los trabajos

Con las reglas y normas existentes y las propuestas adicionales mencionadas en los párrafos anteriores se podrá lograr el mecanismo adecuado para dar cumplimiento a cada requisito para lograr la implementación de una metodología que en materia de anuncios rija sobre la fabricación, instalación y mantenimiento de anuncios espectaculares para lograr el bienestar social a consecuencia de una forma profesional de dar estabilidad a las estructuras desde su cimentación y hasta los elementos metálicos que componen la cartelera.

A continuación presentamos dos diagramas de flujo que representan primero lo que se debería hacer en el proceso de instalación de anuncios espectacular. Para luego comparar con el segundo diagrama de flujo que representa lo que hoy en día se realiza para instalar un anuncio espectacular.

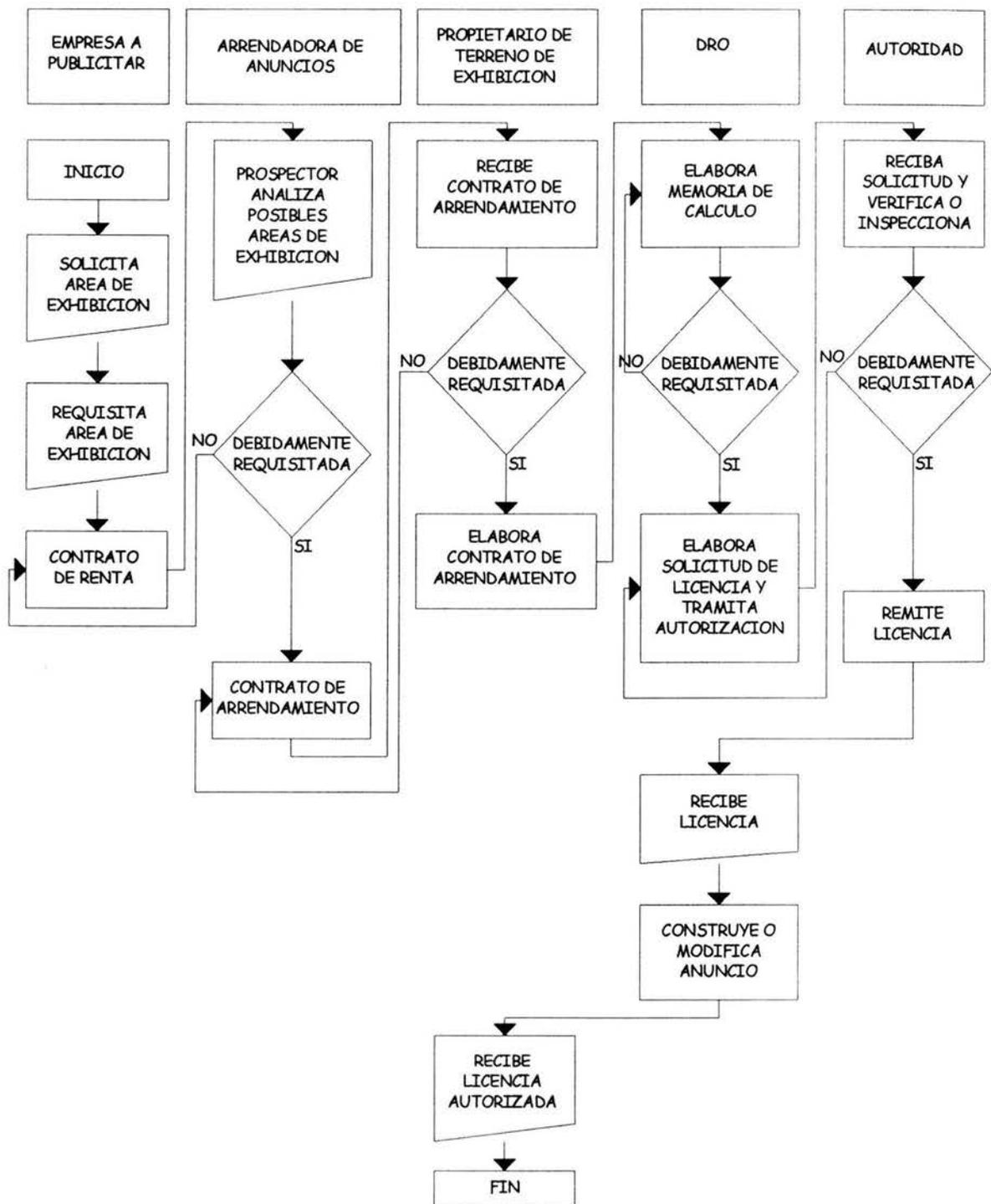


Figura 42. Lo que se debería de hacer en el proceso de instalación de anuncios espectaculares

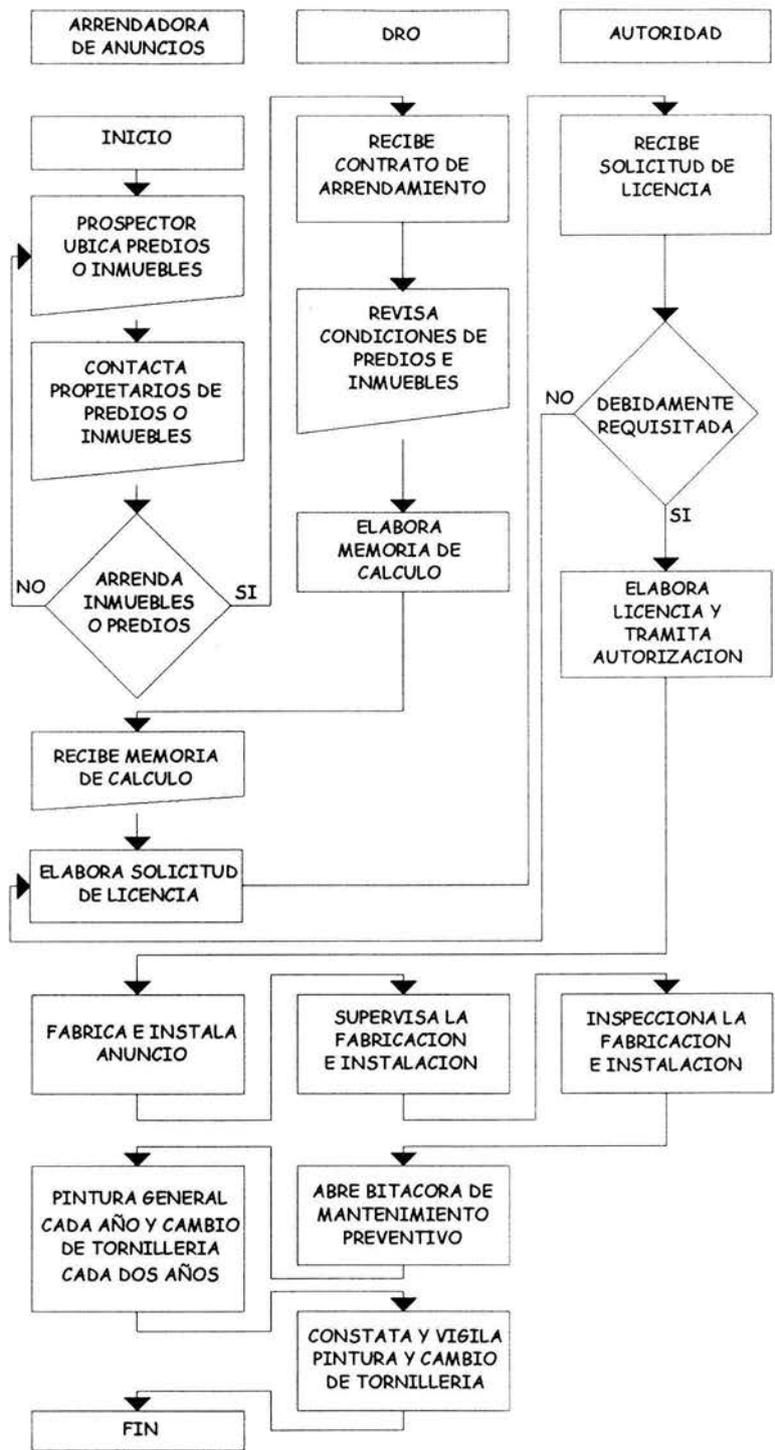


Figura 43. Lo que se hace en el proceso de instalación de anuncios espectaculares

**CAPITULO 9**

---

**PRESENTACION MULTIMEDIA**

## CAPITULO 9. - PRESENTACION MULTIMEDIA

Con el propósito de facilitar la consulta del presente trabajo, se ha concentrado toda la información en un CD, la cual quedó estructurada en cuatro carpetas que se detallan a continuación, además de un archivo denominando "Léeme" con información general del contenido del CD, software y los requerimientos mínimos para acceder a ellos.

Carpetas:

1. **"Reglamentación, diseño, construcción y mantenimiento de anuncios espectaculares en México"**, la cual contiene los archivos de todos y cada uno de los capítulos y los cuales están conformados de la siguiente manera:

Capitulo 1.- Generalidades

Capitulo 2.- Tipos de anuncios

Capitulo 3.- Reglamentación

Capitulo 4.- Criterios de diseño para asegurar la estabilidad de los anuncios espectaculares

Capitulo 5.- Análisis y diseño estructural

Capitulo 6.- Procesos constructivos

Capitulo 7.- Mantenimiento preventivo y correctivo

Capitulo 8.- Propuestas para el control y verificación de la instalación y mantenimiento de anuncios espectaculares

Capitulo 9.- Presentación multimedia

Capitulo 10.- Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

- 
2. **"Anexos"**, contiene los anexos utilizados en la elaboración del presente trabajo y que se encuentran desglosados a continuación:
- Anexo 1 Reglamento de Anuncios del Distrito Federal (RADF)
  - Anexo 2 Reglamento de Anuncios de la Ciudad de Monterrey (RACM)
  - Anexo 3 Formatos para el trámite de solicitud de instalación de anuncios ante la SCT
  - Anexo 4 Reglamento para el Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas emitido por la SCT (RADVCFZASCT)
  - Anexo 5 Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Derecho de Vía de Carreteras Estatales y Zonas Laterales del Estado de México (RUADVCEZL)
  - Anexo 6 Reglamento de Anuncios del Municipio de Xalapa, Veracruz (RAX)
  - Anexo 7 Reglamento de Anuncios del Municipio de Saltillo, Coahuila (RAS)
  - Anexo 8 Reglamento de Anuncios del Municipio de Mérida, Yucatán (RAMM)
  - Anexo 9 Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF)
  - Anexo 10 Corrida programa de cálculo STAAD-III
  - Anexo 11 Corrida programa de cálculo SAP-2000
3. **"Presentación multimedia de la tesis"**, contiene la presentación multimedia de lo más relevante de cada capítulo con el objetivo de mostrar de manera rápida y eficaz el contenido del trabajo.

4. **"Galería de fotos"**, se muestra una extensa galería fotográfica de anuncios, las cuales muestran en términos generales los diferentes tipos de anuncios, así como detalles generales de estructuración, procesos constructivos, además de algunos con problemas de mantenimiento. Todas las fotografías se presentan editadas para su posible aprovechamiento en clase.

Todo lo anterior se elaboró con un software comercial de fácil acceso (Microsoft Office 2000), para mayor información consulte el archivo "Léeme".

## **CAPITULO 10**

---

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base a lo establecido en las normas y reglamentos referentes a los anuncios espectaculares y a la investigación en relación a la bibliografía del tema, así como a la realidad sobre los trámites y la propia ejecución de los trabajos, para la fabricación e instalación de un anuncio espectacular podemos concluir lo siguiente:

Que se pudo comprobar durante el proceso de recopilación de la información concerniente a los anuncios espectaculares, la nula bibliografía sobre el tema, así como un completo desarraigo entre las instituciones educativas de nivel superior y las dependencias gubernamentales encargadas de legislar y controlar la construcción, instalación, colocación, fijación, modificación, ampliación, conservación, mantenimiento, reparación, retiro, desmantelamiento, demolición y distribución de toda clase de anuncios y sus estructuras.

En las dependencias gubernamentales en cada región geográfica de la República Mexicana, se pudo constatar que los formatos que se solicitan para autorizar el montaje de la estructura son muy poco restrictivos, tan solo solicitan fotografías del anuncio y de su entorno y aunque requieren documentos tales como el proyecto estructural, memoria de cálculo, responsiva del director responsable y en su caso de los corresponsables y seguro de responsabilidad civil y daños a terceros, no se toma mucho énfasis en verificar o al menos revisar la memoria de cálculo de los elementos principales que conforman la estructura.

Por lo que respecta a la falta de disposiciones que regulen el uso y aprovechamiento del derecho de vía de jurisdicción federal y estatal, se ha propiciado la construcción

irregular de obras e instalaciones dentro del derecho de vía, que alteran la capacidad, operación y nivel de servicio vial y sobre todo ponen en riesgo la integridad física y patrimonial de los usuarios de las carreteras y zonas laterales y adicionalmente, actividades al margen de las disposiciones administrativas.

Dado que la actividad se realiza sobre propiedades privadas, no existe una normatividad que la regule en el ámbito estatal y cada municipio está facultado para emitir el reglamento correspondiente en su territorio. La instrumentación legal existe y es congruente, solo queda el factor humano que tanto el gobierno, los profesionales y los propietarios, en sus respectivas esferas de actuación y responsabilidad, acaten con calidad y sentido ético las disposiciones señaladas, para no enrarecer más la imagen de nuestro país y su convivencia.

La normatividad que enmarca el establecimiento de anuncios espectaculares es en términos generales adecuada, sin embargo es necesario hacer hincapié en la necesidad de revisar los aspectos técnicos respecto al establecimiento de las estructuras para anuncios publicitarios.

Consecuentemente y derivado de todo este tipo de anomalías se desprenden las siguientes recomendaciones, desde el trámite de licencia y hasta el mantenimiento periódico de las estructuras para garantizar su estabilidad durante su vida útil, así como para su actualización y mejoramiento.

Primeramente se debe dar cumplimiento a los aspectos que se hacen mención en los reglamentos y demás disposiciones legales aplicables, mediante la revisión de la

documentación ingresada para la solicitud de la licencia, por parte de personal técnico competente en cualesquiera de las instituciones gubernamentales correspondientes.

Es importante que el prospector tenga conocimientos técnicos en base a las actividades de fabricación e instalación del anuncio por diversos motivos siendo entre otros:

Seleccionar un sitio adecuado, visualizando el tipo de terreno en el caso de los anuncios autosoportados y para el caso de los anuncios de azotea y adosados que de forma preliminar observe y puede tener un juicio en el sentido de que el anclaje del anuncio pueda hacerse sin que pudiera tener consecuencias por fallas en la estructura.

Que se presente el diseño del anuncio con dimensiones y memoria de cálculo debidamente avalada por el Director Responsable de Obra o Perito según corresponda y que a partir de este momento todo lo que se deje de cumplir se establezca que al DRO o Perito se le sancione por incumplir con lo que él ya había avalado en las memorias descriptivas y de cálculo.

Presentación de autorización escrita del o los propietarios del o los inmuebles, donde se pretenda instalar el anuncio.

El dictamen técnico favorable en materia de protección civil, emitido por autoridad competente deberá ser parte de los requisitos para dar continuidad a los trabajos de instalación.

Presentar dictamen estructural favorable por parte de la Secretaría de Obras y Servicios o el Organo Político-Administrativo correspondiente debidamente avalado por el Perito o Director Responsable de Obra.

Establecer la entrega de álbum fotográfico de cada una de las etapas de fabricación e instalación del anuncio.

Implementar una supervisión externa para verificar que los trabajos se llevan a cabo de acuerdo a lo descrito en el proyecto y cálculo, para lo cual en el costo de la licencia se deberá incluir los gastos correspondientes a este supervisor.

Dar cumplimiento al programa de mantenimiento de las estructuras de acuerdo a lo establecido en el mismo y en caso contrario llevar a cabo la clausura del mismo, realizando los cargos por concepto de maquinaria (grúa) al propietario de la estructura.

Establecer de forma especial el uso de la bitácora durante el periodo mencionado, asentando en ella, todos los actos, visitas, observaciones, instrucciones, recomendaciones, todas estas debidamente fechadas y en particular que todos los hechos asentados deban ser del conocimiento del Director Responsable de Obra, involucrándolo hasta inclusive llegar a la sanción de su registro en caso de incumplir con lo solicitado desde los trámites iniciales.

Comprobar el cumplimiento del reglamento y demás disposiciones legales aplicables, mediante inspecciones, visitas de verificación de los anuncios y sus estructuras, así como ordenar a los titulares de las licencias o permisos los trabajos de conservación, mantenimiento y reparación que fueren necesarios para garantizar su estabilidad,

seguridad, buen estado y en general el cumplimiento y observancia de las disposiciones del reglamento.

Requerir en cualquier momento al titular de la licencia, el programa de mantenimiento y la bitácora.

Que protección civil intervenga constantemente para obligar al uso de medidas de seguridad durante los trabajos de instalación y montaje de las estructuras, para reducir el riesgo de accidentes.

Que el propietario y el poseedor sean responsables solidarios de cualquier acto o hecho que se suscite con motivo del otorgamiento de la licencia y de las obligaciones fiscales y sus accesorios, adquiridos por la explotación del anuncio; por lo que responderán en forma solidaria y directa por los daños y perjuicios derivados del incumplimiento de las obligaciones del titular de la licencia, así como por los créditos fiscales que se generen por el incumplimiento del pago del impuesto respectivo, en términos del código financiero.

Sólo involucrando a estas personas conjuntamente con las autoridades gubernamentales correspondientes, se pondrá más énfasis para dar cumplimiento cabal a lo solicitado en los reglamentos y normas para garantizar la estabilidad de las estructuras y el bienestar de la ciudadanía.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

---

**BIBLIOGRAFIA**

1. MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE LA CFE diseño por: viento y sismo, México, Instituto de Investigaciones Eléctricas, 1993
2. STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN SOFTWARE release 22w, USA, Research Engineers Worldwide. Inc, 1996 versión 21.1
3. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL: reglamento, normas técnicas, Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, normas de ordenación, ilustraciones y comentarios, graficas, planos y lineamientos, 4ª ed. México, Trillas, 1990 (reimp 2002)
4. MANUAL AHMSA PARA CONSTRUCCION EN ACERO, México, Editorial de Monclova SA de CV, 1991
5. REGLAMENTO DE ANUNCIOS PARA EL DISTRITO FEDERAL, México, Gaceta Oficial del Distrito Federal, 1999
6. REGLAMENTO DE ANUNCIOS DEL MUNICIPIO DE SALTILLO COAHUILA, México, Gaceta Municipal, 2000
7. INICIATIVA DE LEY DE ANUNCIOS Y PUBLICIDAD EXTERIOR DEL DISTRITO FEDERAL, México, Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2002

8. REGLAMENTO DE MOBILIARIO URBANO PARA EL DISTRITO FEDERAL, México, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 2000
9. REGLAMENTO MUNICIPAL DE ANUNCIOS, México, *Gaceta Municipal de Xalapa*, 1997
10. REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VIA DE LAS CERRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS, México, *Diario Oficial de la Federación*, 2000
11. REGLAMENTO DE ANUNCIOS DEL MUNICIPIO DE NAUCALPAN DE JUAREZ MEXICO, México, *Gaceta Municipal*, 2001
12. ANALISIS DISEÑO Y CIMENTACION DE ANUNCIOS ESPECTACULARES PARA LA CIUDAD DE URUAPAN MICHOACAN, México, *Universidad Don Vasco AC*, 2001
13. DISEÑO DE ANUNCIOS ESPECTACULARES, México, *Tesis Profesional IPN*, 1998
14. REGLAMENTO DE ANUNCIOS DE LA CIUDAD DE MONTERREY, México, *Periódico Oficial del Estado*, 1998

15. REGLAMENTO PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VIA DE CARRETERAS ESTATALES Y ZONAS LATERALES, *Gaceta del Gobierno del Estado de México*, 1999
16. REGLAMENTO DE ANUNCIOS DEL MUNICIPIO DE MERIDA, México, *Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán*, 1995
17. Sarmiento Armas Filemón Luis, PROYECTO ESTRUCTURAL EJECUTIVO PARA ANUNCIO TIPO UNIPOLAR, memoria de cálculo, plano estructural ejecutivo y responsiva de ingeniero civil estructurista, México, Grupo INAC Proyectos y Construcciones, 1999
18. Sarmiento Armas Filemón Luis, REVISION ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS DE ANCLAJE O FIJACION PARA ANUNCIO ADOSADO A MURO DE FACHADA, México, Grupo INAC Proyectos y Construcciones, 2002
19. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL, Asamblea de Representantes del Gobierno del Distrito Federal en: [www.asambleadf.gob.mx](http://www.asambleadf.gob.mx)
20. PERFILES ESTRUCTURALES, catálogo técnico de productos de perfiles estructurales en: [www.ahmsa.com](http://www.ahmsa.com)
21. MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES, estructuras diseño por sismo y viento en: [www.iie.org.mx](http://www.iie.org.mx)

---

**RELACION DE FIGURAS, TABLAS Y  
FOTOS, UBICADOS POR  
CAPITULOS**

## FIGURAS

### CAPITULO 1

### CAPITULO 2

- Figura 1. Clasificación de anuncios de acuerdo al RADF
- Figura 2. Clasificación de anuncios de acuerdo al RACM
- Figura 3. Secciones tipo APS, CPS
- Figura 4. Uniones entre tubo columna y tubo larguero
- Figura 5. Sección típica de una columna armada
- Figura 6. Uniones entre cartelera y tubo flauta
- Figura 7. Cimentación típica de un anuncio espectacular

### CAPITULO 3

- Figura 8. Regionalización sísmica de la República Mexicana
- Figura 9. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México

### CAPITULO 4

- Figura 10. Factor de exposición
- Figura 11. Factor de corrección por densidad relativa del aire y presiones barométricas
- Figura 12. Dimensiones del letrero
- Figura 13. Fuerzas sísmicas y cortante basal en un anuncio espectacular para hacer congruencia con el método estático
- Figura 14. Estructura tipo péndulo invertido

- Figura 15. Relación de solidez de un anuncio
- Figura 16. Acción del viento sobre área tributaria
- Figura 17. Similitud del esquema de Manual AHMSA, para aplicar a los anuncios
- Figura 18. Fuerza tensionante
- Figura 19. Diseño de anclas
- Figura 20. Presiones de Navier
- Figura 21. Area delimitada por excentricidad de la carga
- Figura 22. Revisión por penetración
- Figura 23. Viga ancha considerando franja unitaria de la zapata
- Figura 24. Diseño de acero por temperatura

## CAPITULO 5

- Figura 25. Anuncio adosado
- Figura 26. Fijación del anuncio adosado
- Figura 27. Distancias centroidales
- Figura 28. Dimensiones preliminares de la placa base
- Figura 29. Fuerza tensionante para diseño de ancla
- Figura 30. Tuercas cuadrada y hexagonal
- Figura 31. Barreno para anclaje
- Figura 32. Dimensiones de placa base
- Figura 33. Condiciones de armado de la zapata
- Figura 34. Anuncio unipolar
- Figura 35. Estructura isostática
- Figura 36. Diseño de placa base
- Figura 37. Espesor de placa base

Figura 38. Dimensiones de placa base

Figura 39. Análisis de carga

Figura 40. Atiesadores en pares

Figura 41. Detalle de colocación de atiesadores

## CAPITULO 6

## CAPITULO 7

## CAPITULO 8

Figura 42. Lo que se debería hacer en el proceso de instalación de anuncios espectaculares

Figura 43. Lo que se hace en el proceso de instalación de anuncios espectaculares

## TABLAS

### CAPITULO 1

### CAPITULO 2

### CAPITULO 3

Tabla 1. Coeficiente sísmico por zonas y grupos

Tabla 2. Factor de carga de acuerdo al tipo de sollicitación ( $F_c$ )

### CAPITULO 4

Tabla 3. Clase de estructura según su tamaño

Tabla 4. Categoría del terreno según su rugosidad

Tabla 5. Velocidad regional con periodos de frecuencia

Tabla 6. Velocidad regional de las ciudades más importantes

Tabla 7. Factor de tamaño ( $f_c$ )

Tabla 8. Coeficiente para la rugosidad del terreno ( $a$  y  $d$ )

Tabla 9. Factor de topografía local ( $F_t$ )

Tabla 10. Relación entre la altitud y la presión barométrica ( $m_{snm}/\Omega$ )

Tabla 11. Ubicación, altitud y temperatura media anual de las ciudades mas importantes

Tabla 12. Viento normal al letrero o muro

Tabla 13. Viento a  $45^\circ$  sobre el letrero o muro ( $\theta = 45^\circ$ )

Tabla 14. Viento paralelo al plano del letrero o muro ( $\theta = 90^\circ$ )

Tabla 15. Factor de comportamiento sísmico

Tabla 16. Espectros de diseño

- Tabla 17. Valores de  $k$  y  $a$
- Tabla 18. Factor de presión
- Tabla 19. Empujes dinámicos paralelos al viento
- Tabla 20. Factor de comportamiento sísmico
- Tabla 21. Presiones de contacto admisible en el concreto
- Tabla 22. Secuencia de cálculo para el diseño de anclas
- Tabla 23. Factor de carga según condición y grupo
- Tabla 24. Factor de reducción para el diseño de zapatas
- Tabla 25. Resumen de elementos mecánicos de zapata de cimentación
- Tabla 26. Transmisión de momentos

## CAPITULO 5

- Tabla 27. Análisis de carga para anuncio adosado
- Tabla 28. Tamaño máximo de agujeros para remaches y tornillos
- Tabla 29. Resistencia de diseño de remaches, tornillos y barras roscadas
- Tabla 30. Cuantificación de elementos de tubo poste
- Tabla 31. Cuantificación de elementos de tubo flauta
- Tabla 32. Cuantificación de elementos de caras de anuncio
- Tabla 33. Cuantificación de elementos de vista lateral
- Tabla 34. Combinación de cargas para el diseño de valores admisibles
- Tabla 35. Dimensiones de la estructura principal
- Tabla 36. Aplicación de las ecuaciones de AHMSA para aplicar en STAAD-III
- Tabla 37. Elementos mecánicos
- Tabla 38. Tabla comparativa
- Tabla 39. Análisis de carga

## FOTOS

### CAPITULO 1

### CAPITULO 2

- Foto 1. Anuncio en cartelera
- Foto 2. Anuncio autosoportado
- Foto 3. Anuncio en vallas
- Foto 4. Anuncio impreso sobre muros
- Foto 5. Anuncio adosado
- Foto 6. Anuncio en modelo gigante
- Foto 7. Anuncio en objeto inflable
- Foto 8. Anuncio en exterior de vehículo
- Foto 9. Anuncio en mobiliario urbano
- Foto 10. Anuncio en terminales de transporte
- Foto 11. Anuncio de dos vistas

### CAPITULO 3

- Foto 12. Partes integrantes de un anuncio de azotea
- Foto 13. Elementos de fijación de un anuncio de azotea
- Foto 14. Elementos e instalaciones accesorias de anuncios de azotea y adosado

### CAPITULO 4

### CAPITULO 5

## CAPITULO 6

- Foto 15. Trabajos de armado de anuncio realizados en taller
- Foto 16. Excavación a mano en caja para la cimentación
- Foto 17. Excavación del terreno por medios mecánicos para desplante de la cimentación
- Foto 18. Armado de la zapata y dado para la cimentación de anuncio autosoportado
- Foto 19. Suministro y colocación de concreto premezclado
- Foto 20. Dado de la cimentación y preparación de las anclas para recibir placa base
- Foto 21. Armado de la estructura del anuncio en campo
- Foto 22. Transporte de anuncio autosoportado
- Foto 23. Instalación y montaje del anuncio, con grúas de diversas capacidades, según las necesidades del trabajo
- Foto 24. Anuncio autosoportado terminado
- Foto 25. Fijación de la celosía a traves del inmueble
- Foto 26. Fijación de la celosía que conforma la cama de viguetas para el desplante del anuncio
- Foto 27. Maniobras de montaje para la colocación de la cartelera

## CAPITULO 7

- Foto 28. Modificación de sobrecarga en el suelo
- Foto 29. Mantenimiento de estructura
- Foto 30. Andadores para el mantenimiento de anuncio de azotea
- Foto 31. Anuncio autosoportado sin mantenimiento

**ANEXOS**

---

---

## ANEXOS

Con la intención de facilitar la consulta de las leyes, reglamentos y programas de cálculo estructural analizados en este trabajo, se presentan de acuerdo al siguiente orden:

- Anexo 1 Reglamento de Anuncios para el Distrito Federal (RADF)
- Anexo 2 Reglamento de Anuncios de la Ciudad de Monterrey (RACM)
- Anexo 3 Formatos para el trámite de solicitud de instalación de anuncios ante la SCT
- Anexo 4 Reglamento para el Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas emitido por la SCT (RADVCFZASCT)
- Anexo 5 Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Derecho de Vía de Carreteras Estatales y Zonas Laterales del Estado de México (RUADVCEZLEM)
- Anexo 6 Reglamento de Anuncios del Municipio de Xalapa, Veracruz (RAMX)
- Anexo 7 Reglamento de Anuncios del Municipio de Saltillo, Coahuila (RAMS)
- Anexo 8 Reglamento de Anuncios del Municipio de Mérida, Yucatán (RAMM)
- Anexo 9 Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF)
- Anexo 10 Corrida programa de cálculo STAAD-III
- Anexo 11 Corrida programa de cálculo SAP-2000