

121

ZES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCESOS DE DEMOLICION EN  
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

DANIEL PALACIOS TELLEZ



MEXICO, D. F.

1995

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.

**A MIS PADRES**

**CON CARIÑO Y GRATITUD**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-080/94

Señor  
**DANIEL PALACIOS TELLEZ**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

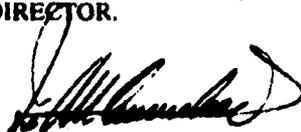
**"PROCESOS DE DEMOLICION EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO"**

- INTRODUCCION**
- I. METODOS DE DEMOLICION**
- II. DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO**
- III. ESPECIFICACIONES Y CONDICIONES DEL CONTRATO Y RESPONSABILIDAD**
- IV. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD**
- V. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**
- BIBLIOGRAFIA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, a 16 de mayo de 1994.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR\*nlj

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
Origen de los temblores	5
Revisión técnica de un inmueble	8
Recopilación de la información existente	9
Verificación topográfica	11
Estudio de mecánica de suelos	12
Revisión estructural	14
Dictamen general	15

## **CAPITULO I**

<b>MÉTODOS DE DEMOLICIÓN</b>	20
Bola y grúa	20
Equipos de presión expansiva	21
Lanza térmica	23
Sierras y taladros de diamante	24
Rompedores hidráulicos y neumáticos montados en máquinas	25
Chorro de agua	26
Herramientas manuales de percusión	26
Otros métodos de demolición	27
Explosivos	28
Maquinaria y equipo	45

## **CAPITULO II**

<b>DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO</b>	47
Estructuras construidas con elementos pretensados	48
Estructuras postensadas con tendones lechadeados	49
Estructuras postensadas con tendones no adheridos	50
Presforzado circunferencial de tanques	51

## **CAPITULO III**

<b>ESPECIFICACIONES Y CONDICIONES DEL CONTRATO Y RESPONSABILIDAD</b>	53
Forma y tipo de contratos	53
Contrato de obras a precio alzado	55
Tipo de contrato propuesto	56
Particularidades de la responsabilidad correspondiente	57
Responsabilidad del cliente	58
Responsabilidad del contratista	59
Obligaciones del contratista	60
Obligaciones del dueño de la obra	61
Contratos de prestación de servicios profesionales	62

Especificaciones propuestas para trabajos de demolición	63
Reciclado de materiales	69

## **CAPITULO IV**

<b>MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>73</b>
Condiciones de trabajo	73
Condiciones deseables de trabajo	75
Personal y medios de protección	79
Riesgos de caídas	80
Medios de protección general	81
Normas de seguridad en el transporte, manejo y almacenamiento de explosivos	82
Transporte de explosivos	82
Manejo de explosivos	83
Almacenamiento de explosivos	85
Seguridad e higiene en la obras	86
Medidas preventivas en demoliciones	88

## **CAPITULO V**

<b>CONCLUSIONES Y COMENTARIOS</b>	<b>90</b>
Bibliografía	93

# INTRODUCCIÓN

A través de los años, el hombre ha tratado de perfeccionar total o parcialmente lo que construye, así como las técnicas y métodos utilizados.

Es interesante notar que la principal preocupación de la humanidad, ha sido y sigue siendo, la de procurarse protección contra los elementos de la naturaleza y obtener una mayor comodidad en los lugares donde habita.

La concentración de la gente, así como la obligación del profesionista de la construcción, requiere que éstas sean eficientes y confiables, y que aseguren una continuidad en su servicio y en su operación, debido a que en el transcurso de su vida útil o en un desastre natural - por ejemplo un sismo- éstas se deterioran a tal grado que ya no cumplen con las medidas de seguridad suficientes para habitarlas, lo cual representa un serio peligro de derrumbe de las mismas y posibles afectaciones en las circunvecinas. En este momento es cuando las demoliciones (totales o parciales) hacen su aparición constituyendo, según sea el caso, el último recurso de solución con que cuenta el Ingeniero Civil.

La demolición es importante bajo condiciones justificadas en la Ingeniería Civil, que posteriormente permitan el desarrollo de la infraestructura en un país, en otras palabras que contribuyan a su mejoramiento integral, por que una demolición no representa solamente la destrucción de una estructura, sino la culminación de una obra por que representa un peligro para la sociedad y se requieren de acciones para prevenir algún daño mayor, o por que va a sustituirse con otra mejorando la existente.

Uno de los propósitos de esta tesis es servir como guía en la demolición de estructuras de concreto reforzado y presforzado, para lo cual este trabajo trata de incluir los métodos más usuales de demolición, sus principales ventajas y desventajas, asimismo, abarca la demolición parcial para realizar modificaciones estructurales. Además se incluyen especificaciones de seguridad, salud y aspectos legales que se deben cumplir, se destaca también el hecho de que como el diseño y la construcción de estructuras se vuelven más complejos, la experiencia del contratista de demoliciones debe marcar la pauta a seguir. Por ejemplo, en la demolición de un edificio de concreto reforzado de varios pisos, si el contratista quiere hacer su trabajo segura y eficazmente debe familiarizarse con los siguientes puntos:

**a) Propiedades de los materiales utilizados.** Estas pueden variar desde la más generales, como la resistencia del concreto, hasta las más particulares, como el esfuerzo presente en un tendón presforzado.

**b) Método de diseño.** El Ingeniero encargado de la demolición debe estar consciente del método de diseño de los elementos estructurales individuales, así como del edificio completo.

**c) Secuencia de erección.** Esta será de considerable importancia al decidir la secuencia de demolición.

**d) Método de demolición.** El Ingeniero debe estar consciente de las ventajas y desventajas de cada método de demolición, con el objeto de escoger el más adecuado para cada sección de trabajo y el más compatible con las condiciones existentes.

**e) Instalación de servicios.** Se debe averiguar la posición de los suministros de gas, agua, electricidad y otros servicios como el teléfono en el área y se deben asegurar contra desconexión o desviación.

**f) Estructuras adyacentes.** Se debe investigar la resistencia y proximidad de otras estructuras, incluyendo los edificios adyacentes, así como los sótanos y túneles cercanos.

**g) Normas legales.** El Ingeniero encargado de la demolición debe tener conocimiento de las normas legales actuales para la demolición y seguridad, y actuar de conformidad con ellas.

**h) Ruido y contaminación.** Se debe reducir al mínimo o evitar el ruido, la vibración y la contaminación ( en forma de polvo o humo).

Para estar familiarizado con muchos de estos aspectos se requiere de un estudio apropiado del lugar. Probablemente existan los cálculos del diseño original, los planos y documentos del contrato, aunque a menudo estos se pierden o se destruyen, y la responsabilidad total pasa al contratista de la demolición quien tendrá que emplear a un Ingeniero calificado para que emprenda los cálculos antes de la demolición y esta pueda llevarse a cabo con seguridad. Es de esperarse que en el futuro se cuente con una legislación apropiada que exija planos de construcción que incluyan las alteraciones subsecuentes y que formen parte de las escrituras de cualquier edificio importante.

Las construcciones en el mundo están en constante peligro de sufrir daños, tanto por acciones provocadas por la naturaleza como por las contribuidas por el hombre.

Los motivos por los que se requiere una demolición son diversos, los que se

pueden clasificar en dos grandes grupos que son:

- a) Por inseguridad de la estructura.
- b) Por remoción.

Al referirnos a inseguridad de la estructura mencionaremos las diferentes causas que provocan el debilitamiento estructural. Los daños más graves corresponden a un colapso total o parcial de las construcciones, que incluyen derrumbes debidos a fallas estructurales, fallas de cimentación o fallas inducidas por construcciones vecinas.

Otro de los motivos para realizar una demolición es por remodelación parcial o total, la que puede ser debida tanto a aspectos técnicos como estéticos, que tienen como finalidad mejorar la obra.

Los efectos nocivos sobre las estructura son atribuibles a varias causas o a combinaciones de ellas, en ocasiones debidas a algunas deficiencias de diseño o de construcción, en otras al hacer un cambio de uso de inmueble con respecto al de su diseño original, así como de modificaciones que afectan a la estructura en las que no se retribuya al sistema su capacidad de carga, o una supervisión deficiente entre otras.

También suelen afectar a las edificaciones las fallas del subsuelo de cimentación debidas a un movimiento sísmico extremadamente fuerte y en otros casos como consecuencia de las características de un temblor en cuanto a intensidad, duración, período y forma del movimiento sísmico, características que son en extremo imprevisibles.

Se mencionan a continuación posibles siniestros que generan el debilitamiento o falla de la estructura, y que son:

#### **I. Naturales.**

- a.- Sismo
- b.- Inundación
- c.- Huracán
- d.- Rayo
- e.- Tormenta
- f.- Volcán

## **II. Artificiales.**

- a.- Explosión
- b.- Incendio
- c.- Sabotaje

Por la incidencia del problema se puede catalogar como:

- a.- Local
- b.- Puntual
- c.- Focal
- d.- Estatal
- e.- Regional
- f.- Nacional

Dados los elementos anteriores, se resumen las causas del debilitamiento estructural en edificios a los siguientes factores:

- Falla estructural.
- Errores de diseño.
- Cambio de uso (destino) de los edificios.
- Alteraciones del subsuelo.
- Mala calidad de los materiales.
- Deficiente supervisión.

Como los movimientos telúricos son una de las causas más importantes del deterioro de una estructura, con consecuencias que pueden llegar hasta provocar el colapso total de una edificación, y en otras ocasiones su debilitamiento a tal grado que sea necesaria su remoción por motivos de seguridad, es necesario conocer y entender el fenómeno para adecuar las construcciones para soportar los efectos que sobre ella provoquen los sismos, a continuación se hará una breve descripción acerca de sus características.

## **ORIGEN DE LOS TEMBLORES**

La tierra está formada por regiones concéntricas, cuya región más extensa llamada litosfera tiene un espesor de 100 kilómetros aproximadamente y la rodea como una cáscara. La litosfera no es continua, sino que se divide en varias subregiones llamadas placas tectónicas que se mueven en forma independiente una de otra. Esto es posible porque en los bordes de algunas placas se está creando nueva litosfera y en otros la placa penetra en el interior de la tierra.

El movimiento de las placas es de unos centímetros por año. Si el movimiento de una placa se efectúa tratando de incrustarse en otra placa, se generan grandes presiones, al chocar una con otra, en ocasiones la placa más débil tiende a doblarse por debajo de la otra, en estas condiciones nos encontramos ante un fenómeno de subducción.

El movimiento de una placa bajo o sobre la otra no es continuo, esto se debe a la fricción existente entre ambas, que impide el deslizamiento, posteriormente se van acumulando fuerzas hasta exceder a la fricción que hay en las placas, produciendo un deslizamiento súbito provocando las ondas sísmicas o vibraciones de la masa terrestre dando como consecuencia un temblor o terremoto. Este mecanismo se presenta entre placas cuando tienen entre sí un movimiento relativo.

Las causas de los movimientos entre las placas son desconocidos, pero se cree que se deben a corrientes lentas de convección que se generan en el interior de la tierra afectando a la corteza terrestre.

Se tiene que los temblores se generan por fenómenos de la naturaleza tales como:

- Tectonismo
- Vulcanismo
- Explosiones
- Cambio de fase de los materiales que yacen bajo la corteza terrestre.

El 19 de septiembre de 1985 se presentó en la Ciudad de México, un sismo de origen tectónico provocado por el fenómeno de subducción, debido a la incrustación de la placa de Cocos por debajo de la placa Continental, ya que la primera no se desplaza uniformemente con respecto a la placa continental, sino que lo hace intermitentemente con desplazamientos bruscos, liberando una gran cantidad de energía acumulada por la

deformación elástica.

Al presentarse el vencimiento de la fricción producida por estos desplazamientos, se dio origen al terremoto y adicionalmente a las replicas, que son una serie de sismos de magnitud bastante menor a la del movimiento original, cuya intensidad y frecuencia tienden a disminuir pronunciadamente con el tiempo. Por lo que la probabilidad es menor de que se presente este fenómeno de igual magnitud en un lapso corto de tiempo.

En este caso la ruptura de las placas tectónicas se inicio entre los 16 y los 18 kilómetros de profundidad, con una extensión de 200 kilómetros, iniciándose en la frontera de Colima y Michoacan, hacia Petatlan en el Estado de Guerrero. El área de influencia de este terreno partiendo de su epicentro fue de 800 kilómetros de radio, resultando afectadas total o parcialmente las superficies de los Estados de Jalisco, Michoacan, Guerrero, Oaxaca, Colima, Chiapas, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, México y en especial el Distrito Federal.

El fenómeno se inicio el 19 de septiembre de 1985 a las 07:17 horas, alcanzando una magnitud de 8.1 grados en la escala de Richter, teniendo su epicentro fijado a los 17 grados 58 minutos de latitud norte y a los 120 grados 47 minutos de longitud oeste, a unos treinta kilómetros de las poblaciones de Lázaro Cárdenas y Melchor Ocampo. A las 07:19 horas, después de haber viajado 360 kilómetros las ondas sísmicas arribaron a la Ciudad de México.

La inusitada duración del terremoto de aproximadamente dos minutos, causó perdida de vidas y daños materiales, especialmente en la denominada zona lacustre, ya que el terreno en esa área tiene un período natural de vibración semejante al periodo del sismo, lo que provoco que con la llegada de cada nueva onda se incrementase la aceleración en un 20 por ciento de la gravedad asociada de un período largo de aproximadamente 2 segundos produciendo reverberaciones, debido a la conformación geológica de la zona.

En este caso desde el punto de vista geológico cierto número de edificios fallaron al sufrir una reducción de capacidad estructural a causa de hundimientos diferenciales excesivos previos al sismo, y también se cita a los edificios dañados y que siendo de mediana altura fallaron por el efecto de resonancia, hecho que no sucedido por ejemplo con edificios de 6 a 15 niveles ubicados ya sea en la zona de lomas o en la de transición, siendo característicos los perjuicios ocasionados en edificaciones semejantes situadas en la región de suelo comprensible.

Los efectos producidos por el sismo de 1985 se expresaron en la forma siguiente:

Como se encuentra desecado el lecho del lago de Texcoco, donde queda asentada la Ciudad, se produjo una caja de resonancia la cual amplificó de 5 a 20 la aceleración provocada por las ondas sísmicas, lo que originó que el subsuelo de la zona

centro oscilara en lapsos que van de uno a tres segundos y que el desplazamiento horizontal de la Ciudad alcanzara el nivel de 10 a 40 centímetros hacia cada lado, con una frecuencia de dos a cuatro segundos.

De los movimientos del terreno se derivaron oscilaciones propias de las edificaciones. Esto afectó la mayor parte de las construcciones de 6 a 15 pisos, debido a que el período de resonancia de estos inmuebles corresponde más o menos a una octava parte del número de niveles.

Este desastre afecto especialmente a estructuras que se ubicaban en la zona del lago, ya sea centros hospitalarios, escuelas, oficinas gubernamentales o de empresas particulares, centros comerciales y edificios de viviendas que sufrieron daños o fueron desplomados, acaparando la atención de medios de comunicación y público en general, dejando una gran huella tanto por el daño físico como psicológico especialmente sobre los barrios populares de la Ciudad.

Gran cantidad de viviendas en las colonias Doctores, Centro, Morelos, 20 de noviembre, entre otras, fueron afectadas considerablemente. En cuanto a colonias de clase media, como la Roma, sufrieron daños de importancia, sin embargo resulta baja la cifra de edificaciones afectadas en comparación con las de colonias populares.

La cantidad de moradas afectadas en la Ciudad de México en el año de 1985 se estimó en alrededor de 35000 viviendas. no están considerados datos de viviendas que sufrieron daños estructurales cuyos dueños por negligencia, ignorancia o por el temor de ser desalojados, no reportaron daños en sus viviendas, así como de errores y faltantes en los reportes de las autoridades que debido a la gran cantidad de viviendas por revisarse, no pudieron reclutar al personal técnicamente capacitado en seguridad estructural y en ocasiones tuvieron personal inadecuado sin la preparación requerida para realizar estas revisiones.

En cuanto a características geológicas se menciona que las causas principales de la catástrofe sísmica acaecida en la Ciudad de México son los tres siguientes factores:

- 1.- La presencia de las arcillas blandas en una zona bien delimitada del Valle de México.
- 2.- El desconocimiento de efectos que puedan tener sobre las estructuras las ondas no lineales de longitud corta.
- 3.- La situación extraordinariamente peligrosa, y vulnerable a la de los sismos distantes del Valle de México.

## **REVISIÓN TÉCNICA DE UN INMUEBLE AFECTADO POR UN SINIESTRO**

### **1.- Recopilación de la información existente.**

#### **2.- Verificación topográfica.**

- 2.1.- Reconocimiento de la zona
- 2.2.- Verificación de la nivelación del inmueble
- 2.3.- Verticalidad de elementos
- 2.4.- torsión en columnas
- 2.5.- Levantamiento de muros

#### **3.- Estudio de mecánica de suelos.**

- 3.1.- Exploración del subsuelo
  - 3.1.1.- Sondeos exploratorios
  - 3.1.2.- Sondeos definitivos
  - 3.1.3.- Tabla de localización
- 3.2.- Ensayes de laboratorio
  - 3.2.1.-Estratigrafía y propiedades del subsuelo
  - 3.2.2.- Condiciones hidráulicas
  - 3.2.3.- Análisis de cimentación
    - Capacidad de carga
    - Asentamiento de la estructura

#### **4.- Revisión estructural.**

- 4.1.- Pruebas físicas del acero y del concreto
  - 4.1.1.- Pruebas del concreto
  - 4.1.2.- Pruebas del acero
  - 4.1.3.- Verificación del esclerómetro
- 4.2.- Análisis estructural

#### **5.- Dictamen general.**

Los resultados obtenidos permiten determinar el estado físico del inmueble afectado, que posteriormente servirá para precisar el destino final del edificio, como puede ser su reacondicionamiento, lo que sería más favorable en aspectos tales como los psicológicos y sociales, o en el caso más grave para una estructura optar por su demolición.

De la circunstancia y el hecho de tener que recurrir a la demolición, consecutivamente se procede a elegir el método de demolición más apropiado, posteriormente se realizan todos los trámites legales para poder efectuar los trabajos.

## **1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.**

Es preciso una revisión total de la obra, la cual abarca desde el conocimiento del proyecto, ya que el proceso de demolición no solo implica aspectos técnicos relacionados con la Ingeniería Civil, para el caso de que se presente algún siniestro, surge la necesidad de delimitar responsabilidades y determinar quienes pueden ser los responsables directos o indirectos del percance si es que existen.

En el sitio donde se efectuara la demolición se hará un estudio, obteniendo cuanto más sea posible sus características para estar debidamente familiarizados con el proyecto y así optar por el camino y las soluciones más adecuadas.

Para efectuar la revisión del inmueble se debe iniciar recabando toda la información que sea posible, para que sea de utilidad para una resolución posterior. En primera instancia se deberán obtener los expedientes del D.D.F. o de la autoridad correspondiente, la licencia de construcción, el número oficial y el alineamiento del inmueble cuando fue construido.

Para hacer un control adecuado de la información obtenida se sugiere efectuar una relación como se muestra en la forma 1, que nos permite ahorrar tiempo para el caso de remitirnos a dicha información.

El conseguir la recopilación de todos los documentos mencionados anteriormente resulta prácticamente imposible, debido a esto es recomendable realizar una serie de visitas de reconocimiento al inmueble con el fin de complementar la información con los siguientes datos:

- Clasificación de la estructura de acuerdo a su uso.
- Identificación de la estructura tomando en cuenta sus características geométricas y propiedades estructurales.
- Determinación de daños estructurales.
- Determinación de daños no estructurales.

Asimismo se debe solicitar la memoria de cálculo, así como los planos generales de la obra en especial los planos topográficos, de cimentación, planos estructurales y de instalaciones, con la finalidad de conocer el criterio empleado para la construcción del inmueble.

## FORMA PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN INMUEBLES

### IDENTIFICACIÓN DEL INMUEBLE

DIRECCIÓN:

NOMBRE:

FUNCIÓN (oficinas, deptos, etc.):

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE

NUMERO DE PISOS:

DIMENSIONES EN PLANTA:

CROQUIS EN PLANTA:

CROQUIS EN PLANTA(S): Utilizar hoja anexa

PARTICULARIDADES(cambios de forma en planta o elevación, volados, parapetos, apéndices):

SISTEMA ESTRUCTURAL

CIMENTACIÓN(zapatatas, losas corridas, pilotes, etc.):

SISTEMA DE SOPORTE DE CARGAS VERTICALES(columnas de concreto o acero, muros de carga de mampostería o concreto):

SISTEMAS DE PISO(losa de concreto, losa reticular, prefabricado):

SISTEMA RESISTENTE A CARGA LATERAL(marcos, muros de concreto o mampostería, contraventeos, combinaciones, otros):

CLASIFICACIÓN DEL DAÑO

NO ESTRUCTURAL: NULO \_\_\_\_, LIGERO \_\_\_\_, SUSTANCIAL \_\_\_\_, ELEVADO \_\_\_\_,

ESTRUCTURAL: NULO \_\_\_\_, LIGERO \_\_\_\_, INTERMEDIO \_\_\_\_, GRAVE \_\_\_\_,

COLAPSO \_\_\_\_,

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DAÑO:

usar hojas adicionales para describir:

a) Tipo de daño no estructural ( p.e. grietas en muros divisorios, desprendimiento o dislocaciones de plafones, recubrimientos, vidrios, instalaciones)

b) Tipo de daño estructural ( grietas en vigas y columnas por flexión, cortante o carga axial, hacer croquis de elementos dañados, pandeo o rotura de refuerzo o de elementos de acero)

c) Identificar posibles efectos o causas del daño ( sistema estructural inadecuado por rigidez o resistencia, excentricidades o irregularidades en planta, columnas cortas, huecos en elementos estructurales etc.)

OTRAS OBSERVACIONES

Posibles daños anteriores al siniestro y reparaciones efectuadas, mala calidad de los materiales o de la ejecución, modificaciones de la estructura con el tiempo, uso inadecuado por cargas verticales excesivas, etc. toda información que pueda justificar el daño.

COMPLEMENTO FOTOGRÁFICO

Tema y ubicación

FORMA I EVALUACIÓN DE DAÑOS EN INMUEBLES

Se necesitan los estudios previos de mecánica de suelos, los cuales contengan sondeos, ensayos de laboratorio, perfiles estatigráficos, cálculo de hundimientos, cálculo de cimentación, para así comparar las condiciones de cimentación que la estructura requiera.

Además es importante obtener la bitacora de la obra y los respectivos reportes de los supervisores de obra, a fin de detectar posibles cambios que se presenten en la ejecución de la obra durante el proceso constructivo.

En algunos casos debido a que la construcción se encuentre casi o totalmente destruida, o por razones de salvar vidas, en los que existe la premura, no es posible determinar la causa o los elementos que hicieron fallar la estructura.

Para la correcta evaluación de daños se requiere aparte de lo anterior, de la identificación del sistema de cimentación utilizado: zapatas aisladas o corridas, sistemas reticulares parcial o totalmente compensados, pilotes de fricción, pilotes de punta, pilotes de control o alguna combinación de estos sistemas. También es importante identificar el sistema estructural empleado, pudiéndose tratar de marcos rígidos con o sin contravientos, con sistemas de pisos y losas con vigas o de losas reticulares.

## **2. VERIFICACIÓN TOPOGRÁFICA.**

### **Reconocimiento de la zona.**

Se efectuara el reconocimiento del área de trabajo con la intención de recabar toda la información de campo que pueda ser de utilidad, siendo de particular interés la localización de un banco de nivel maestro o de apoyo (mojonera), como referencia de apoyo en la nivelación topográfica. Es importante el tratar de localizar y utilizar el mismo banco maestro que se uso para el trazo de la nivelación original del terreno, ya que los resultados que se obtengan serán más fidedignos. Igualmente se deberá localizar las mariposas o marcas previas que nos indiquen elevaciones en distintos niveles del inmueble, esto será un poco complicado de encontrar, sobretodo si el inmueble fue construido en su totalidad, sin embargo en caso de existir elevador, el cubo conserva por lo general esas marcas.

### **Verificación de la nivelación del Inmueble.**

Una vez localizado el banco maestro, se correrá una nivelación diferencial de preferencia con un nivel fijo, siendo el objeto de dicha nivelación encontrar asentamientos, hundimientos, o deformaciones en los elementos estructurales o en los elementos de apoyo.

### **Verticalidad de elementos.**

Para esta revisión se requiere del empleo de un tránsito, colocado a cierta distancia del inmueble para permitir divisar en toda su extensión la columna a verificar.

Deberá efectuarse este procedimiento en todas las columnas para permitir decidir entorno a la existencia de desplomes en dichos elementos.

### **Torsión de columnas.**

Para poder realizar esta prueba es necesario haber resuelto la comprobación de la verticalidad del elemento mismo visto en el punto anterior, lo que nos permite certificar la existencia de perpendicularidad entre los vértices del elemento mencionado en donde es necesario utilizar plomadas. Se debe considerar que si no existe tal perpendicularidad, puede deberse a una mala colocación de la cimbra durante el proceso constructivo, por lo que se deberán tomar las reservas debidas.

### **Levantamiento de muros.**

Con una inspección visual del inmueble y la experiencia requerida se podrá percatar de desviaciones verticales importantes en los muros, las que se pueden deber a errores del proceso constructivo o a asentamientos de la construcción, por lo que es necesario también no dejarse llevar por la primera impresión.

## **3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.**

### **Exploración del subsuelo.**

Las particularidades estratigráficas y físicas del subsuelo donde se halla el edificio son requeridas para su evaluación, para llevarlo a cabo se hacen sondeos en donde la cantidad, tipo y profundidad dependen del tipo del subsuelo y de la importancia del inmueble, también sirve la información preliminar recopilada que nos permita tener una idea aproximada.

Se requiere de atención especial a la determinación de la profundidad en la que se hace la exploración del subsuelo, para el estudio y resistencia, cuyos factores son determinantes para conocer el estado de la cimentación.

### **Sondeos exploratorios.**

El método de penetración estándar (SPE) es el más apropiado ya que nos proporciona los mejores resultados en la práctica así como información útil del subsuelo. Con esta prueba de penetración estándar se establecen dos factores de importancia que

son: a) la obtención de muestras inalteradas representativas de los materiales del subsuelo y, b) la obtención de muestras inalteradas para realizar un análisis completo.

Es común usar un sondeo mixto, o sea, utilizando primero el equipo de penetración estándar hasta una profundidad que sea conveniente para poder usar el barril Denison y así obtener las muestras inalteradas.

También se pueden sacar muestras inalteradas con los tubos Shelby de pared delgada, perímetro de corte afilado, 10 cm de diámetro y uno de longitud.

#### **Tabla de localización de sondeos.**

Los sondeos deben consignarse a una tabla, especificándose las características de cada uno, así como el croquis respectivo de localización de los mismos.

#### **Ensayes de laboratorio.**

Las muestras obtenidas, se clasifican previamente en el campo y ya empaquetadas e identificadas debidamente se conducirán al laboratorio de mecánica de suelos, para su clasificación definitiva y ensaye.

Las pruebas que darán a conocer las propiedades índice y mecánicas necesarias para comprender el comportamiento del subsuelo en función de la resistencia y deformabilidad del mismo son:

Para las propiedades índice:

- Clasificación
- Granulometría
- Peso volumetrico
- Densidad de sólidos

Para las propiedades mecánicas:

- Resistencia al esfuerzo cortante
- Resistencia a la penetración estándar
- Compresión triaxial
- Consolidación unidimensional

Es recomendable que las pruebas realizadas se basen en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), tomando muestras para cada depósito del subsuelo.

En base a esto se calculará la relación de vacíos ( $e$ ), peso volumétrico ( $m$ ), y el esfuerzo efectivo actuante por peso propio ( $V_o$ ).

#### **Estratigrafía y propiedades del subsuelo.**

En función de los resultados de los sondeos efectuados y de las pruebas de laboratorio, se dará a conocer una descripción estratigráfica detallada, determinando las características de los depósitos que puedan originar asentamientos en caso de que los haya.

#### **Condiciones hidráulicas.**

Con la ejecución de los sondeos se podrá determinar el nivel de las aguas freáticas, como se muestra en la tabla siguiente, posteriormente se situarán piezómetros para conocer la distribución de presiones hidráulicas.

#### **Análisis de cimentación.**

Se analizarán dos aspectos fundamentales, primero la capacidad de carga, que es la máxima presión que se puede aplicar al suelo sin producir la falla, que puede ser por ruptura o por deformación excesiva.

Al someter al suelo a cargas se comprime y se deforma pudiendo ocurrir asentamientos importantes, los que se deberán determinar y analizar.

**Capacidad de carga.** Se deben tomar en cuenta las características básicas que a continuación se mencionan:

- a) Estratigrafía y propiedades del subsuelo hasta las profundidades afectadas por la cimentación.
- b) Parámetros de resistencia al esfuerzo cortante del suelo.
- c) Peso volumétrico natural.
- d) Posición del nivel de aguas freáticas.

#### **4. REVISIÓN ESTRUCTURAL.**

Es esencial para el buen funcionamiento de una estructura la calidad de los

materiales usados en la construcción, es por esto que se deben obtener muestras del acero y del concreto del edificio para probarlas y verificar de esta forma que cumplan con los requisitos establecidos.

#### **Pruebas físicas del acero y del concreto.**

Se extraerán cantidades representativas del núcleo de concreto de 10 a 12 cm de longitud y diámetro de 3 pulgadas usando un extractor con broca de punta de diamante. Estos núcleos o corazones se extraerán de forma aleatoria en todos los niveles del edificio obteniendo muestras de todos los elementos estructurales como: columnas, trabes, escaleras, entre otros.

Los núcleos serán ensayados, clasificándose, enumerándose y catalogando las muestras, enseguida se cortarán para lograr superficies planas y evitar esfuerzos extras que den resultados erróneos.

Con la conformación de sus extremos se cabeceará utilizando azufre fundido a una temperatura de 120 grados centígrados aproximadamente, con el propósito de dejar un paralelismo y perpendicularidad entre las caras de los núcleos. Posteriormente se harán los ensayos en una prensa universal hasta llevarlos a la falla, calculando posteriormente la resistencia de las muestras.

#### **5. DICTAMEN GENERAL.**

Al terminarse los trabajos vistos con anterioridad se efectuarán los informes que serán preparados para cada una de las partes revisadas, esto es: uno para la verificación topográfica, otro para el estudio de mecánica de suelos, y el correspondiente al informe de la revisión estructural.

I. El informe topográfico contendrá los datos referentes a asentamientos, hundimientos o si solo existe consolidación regional si es que hubo. En caso de existir deformaciones en los elementos estructurales se deben asentar en el informe las características de dichas deformaciones y sus posibles consecuencias. Se conocerá además si hay desplomes en el inmueble en algún sentido, así como desviaciones verticales en los muros, los que en caso de existir, se deberán considerar para el análisis estructural, y por último se estudiarán los efectos de torsión posibles.

II. Respecto al informe de mecánica de suelos se explicarán las características del subsuelo para determinar las condiciones en que trabaja la cimentación, en caso de figurar asentamientos en el inmueble se podrá determinar si son la causa de daños en

algún elemento estructural o muro divisorio. Si el estudio nos indica que hay asentamientos se realizara la corrección de dicho problema, en algunos casos será suficiente llevar a cabo un relleno adicional para llegar al nivel de piso terminado, sin embargo el problema puede llegar a requerir de serios ajustes en la cimentación.

III. Por lo que toca a la revisión estructural, se mencionarán las características de los materiales utilizados, como la resistencia nominal a la compresión del concreto ( $f'c$ ), el tipo de acero, así como sus respectivos módulos de elasticidad. Los resultados obtenidos se resumirán en base a las pruebas físicas practicadas en el acero y el concreto, notificando el comportamiento de los materiales mencionados, y si reúnen las especificaciones del diseño original. En caso de haber deficiencia en los armados es conveniente dar razón de ello, ya que esto puede afectar el funcionamiento de la estructura.

Habléndose llegado aun acuerdo en donde la reconstrucción no sea posible, o a alguna de las otras causas o motivos mencionados anteriormente se tendrá que recurrir a la demolición.

Enseguida se tienen las especificaciones basadas en la National Federation of Demolition Contractors (NFDC) de la Gran Bretaña, citando las referencias más útiles para nuestro país, que sirven como guía útil para efectuar un trabajo de demolición.

### **1. Descripción de los trabajos.**

Los trabajos incluidos en estas especificaciones comprenden la remoción y demolición de las estructuras, los que se detallan más claramente más adelante.

### **2. Objetivo de los trabajos.**

Las estructuras se deben derribar con respecto al nivel de la parte superior del nivel de piso existente, siendo los materiales resultantes de la demolición retirados de las obras, sino se especifica otra orden.

### **3. Supervisión de la obra.**

La supervisión de la obra debe ser llevada por el contratista, quien además tiene la responsabilidad de examinar los planos y hacer un reconocimiento de los alrededores hasta donde sea razonable y práctico, para tener un conocimiento amplio de las condiciones en las que se va a trabajar, así como de la naturaleza de la constitución de la estructura, de las condiciones existentes y locales, de los medios de acceso, de las reglas existentes para el estacionamiento y descarga, del espacio de trabajo y de almacenamiento, de las instalaciones generales y los demás aspectos en que se pudieran afectar las soluciones para llevar a cabo el proceso evitándose reclamaciones y posteriormente pagos adicionales por multas debidas a falta de conocimiento.

#### **4. Dibujos.**

Es recomendable hacer dibujos por separado que acompañen a las especificaciones y que estos se realicen con el fin de que el contratista prepare su propuesta.

#### **5. Variación de honorarios.**

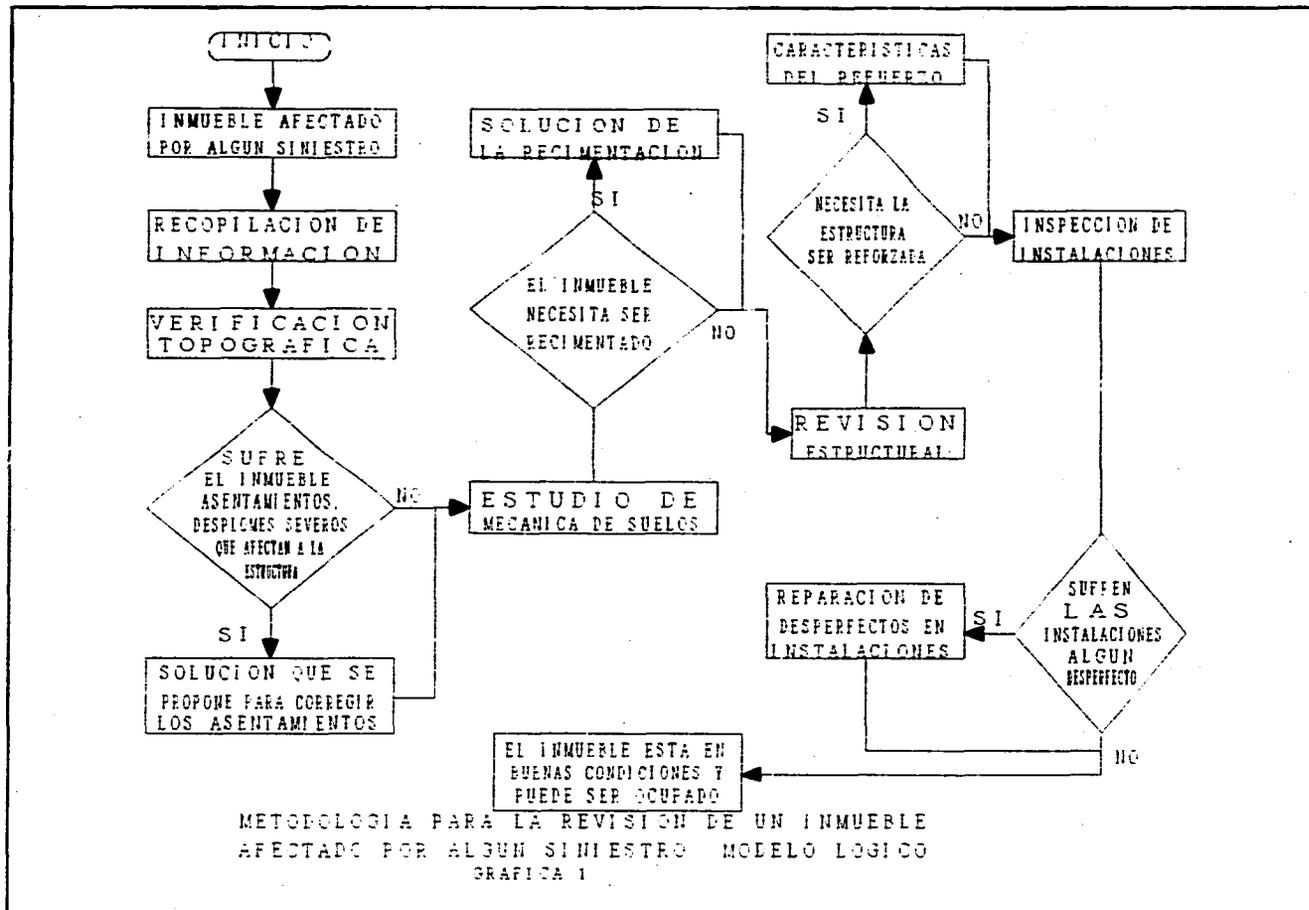
En el caso de que el dueño o patrón gire instrucciones que exijan una variación que no sea de carácter similar al trabajo acordado, o se permita la ejecución de un trabajo adicional o si este no se puede medir o valorar apropiadamente se debe de permitir un pago al contratista basándose en las condiciones de trabajo y a las proporciones adecuadas.

#### **6. Mano de obra.**

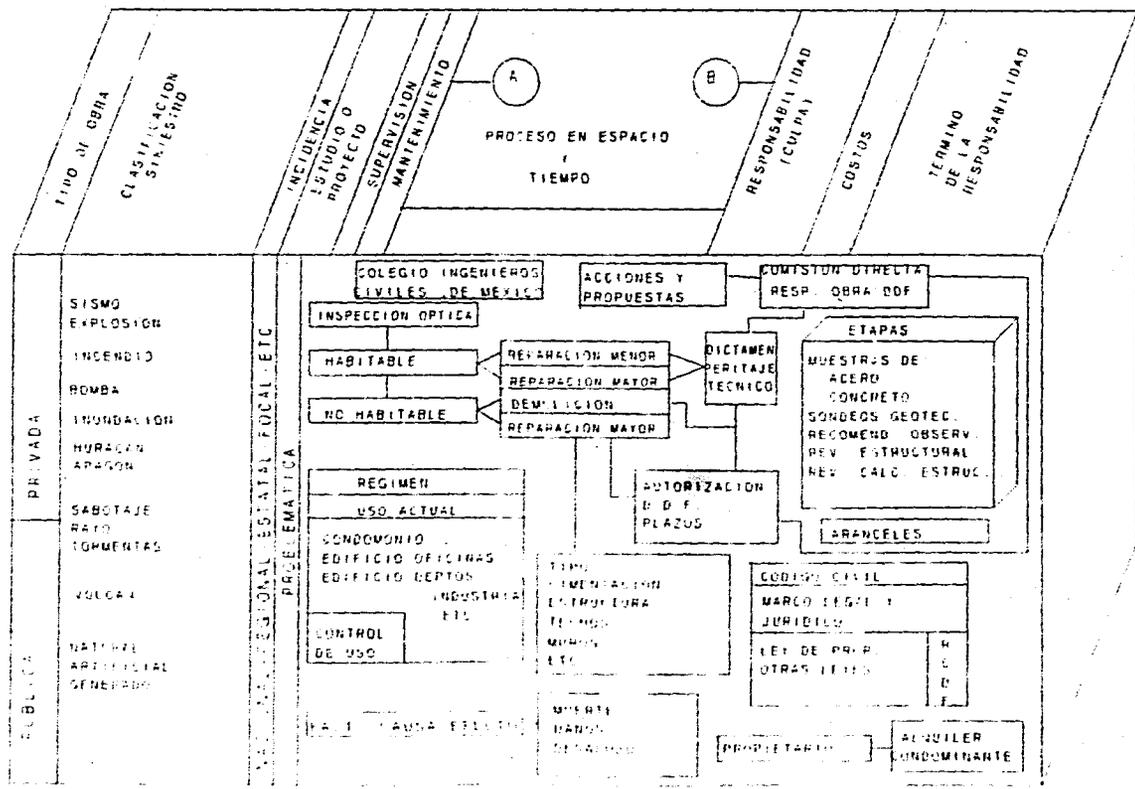
El proceso de demolición se debe realizar en un periodo breve para evitar las posibles molestias a los propietarios vecinos, ocupantes, peatones, al mismo dueño o patrón. Se recomienda que los escombros se rocíen con agua para evitar que el polvo se levante y se tomen las medidas adecuadas de protección cuando sea necesario. Para cuando existan vibraciones y ruidos innecesarios se deben tomar las precauciones razonables.

Debido a los motivos anteriormente expuestos la selección del sistema para llevar a cabo la revisión del inmueble se puede reducir a la metodología que se presenta en la gráfica 1, donde se presenta un problema de índole interdisciplinario, en el cual juega un papel muy importante la Ingeniería Civil.

Teniéndose presente que existen reglamentos y leyes a los que deben apegarse todas las construcciones y obras, es de vital importancia la interacción que debe haber entre la Ingeniería Civil y la legislación al respecto, como se muestra en la gráfica 2. señalándose que es una idea del procedimiento a seguir sin entrar en detalle.



# FALLA DE ORIGEN



**METODOLOGÍA GENERAL PARA LA REVISIÓN DE UN INMUEBLE AFECTADO POR ALGÚN SINIESTRO  
GRÁFICA 2**

# CAPITULO 1

## MÉTODOS DE DEMOLICIÓN

Generalmente todas las demoliciones comienzan rescatando artículos útiles con el mayor cuidado posible, como pueden ser: tuberías de cobre, de plomo, acero, muebles domésticos, muebles de baño, ventanas, armazones de puertas, etc. . Esto es comúnmente llamado "desmantelamiento", proceso que continúa con la remoción de cubiertas de techos y maderas estructurales, generalmente en conformidad con la vieja regla que dice: "el procedimiento de demolición es el orden inverso de construcción".

Cuando la estructura tiene que ser reducida a básicamente un ladrillo, mampostería o concreto, varios métodos de demolición podrán ser usados para reducir el edificio a cascajo o partículas que puedan ser cargadas en camiones para acarrear enseguida.

Si un ingeniero quiere efectuar su trabajo de demolición con éxito y sin riesgo debe, por supuesto, conocer las diferentes técnicas de demolición, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas, asimismo, debe tomar en consideración el ambiente en que el trabajo se va a desarrollar, para evitar en todo lo posible las molestias que ocasionan el ruido, el polvo y la vibración. La siguiente sección, por lo tanto, cubre brevemente estos aspectos y se enfoca a la investigación actual y al desarrollo de los más eficaces y complejos métodos de demolición

### 1.- BOLA Y GRÚA.

Es uno de los métodos más populares y de los primeros equipos que fueron creados para la demolición, que en la actualidad aún son usados, éste método consiste en una grúa y una bola de acero que usualmente pesa una tonelada y media, la cual es lanzada sobre la estructura que se desea derribar con un movimiento lateral que es impartido a la esfera por oscilación o viraje del brazo de la grúa de tal forma, que dicha esfera golpea un lado de la estructura. Este método requiere una norma superior de supervisión de sitio que la realizada en los demás métodos de demolición con

maquinaria, puesto que, el operador de grúa tiene que trabajar a cierta distancia de la estructura que esta siendo demolida y su visión de ésta es limitada. Considerables esfuerzos son impartidos al pescante, brazo y cables de la grúa. Estos deben de ser revisados antes de cada inicio de labor. La estructura que se desea demoler será separada de algún otro edificio -si es necesario- por demolición parcial a mano antes de que este método sea usado.

**Ventajas:**

En este método tanto el operador como la maquinaria se encuentran fuera del edificio durante el trabajo, y el material se rompe en fragmentos pequeños, siendo fácil el acarreo de los productos de desecho.

**Desventajas:**

En obras de concreto reforzado no siempre se rompen las varillas teniéndose que hacer un corte secundario, además el rendimiento del trabajo queda un poco limitado por el tamaño de la grúa y el área disponible de trabajo. este método también provoca mucho polvo y vibración, que no es muy aceptable en zonas de población concentrada.

## **2.- EQUIPOS DE PRESIÓN EXPANSIVA.**

Este método de demolición se clasifica en tres tipos principales. expansores hidráulicos, expansores de gas, y gatos hidráulicos. Los tres funcionan con el objeto de crear una fuerza expansiva dentro del concreto y romperlo por tensión (en la que el concreto es débil).

**2.a Expansores hidráulicos.** Comúnmente se utilizan dos formas de expansor en este equipo: el expansor de émbolo y el expansor de cuña.

El expansor de émbolo se compone de un cilindro central vertical, en cuyo lado se fuerzan una serie de pistones o émbolos hacia afuera y en dirección horizontal debido a una presión hidráulica. El dispositivo es insertado con una camisa de acero dentro de un agujero previamente taladrado en el concreto a demolerse, y se somete a una presión hasta de  $1275 \text{ kg/cm}^2$ , esto provoca que los émbolos se expandan y rompan el concreto. Como el dispositivo es expandido en una sola dirección, tiene que orientarse cuidadosamente tanto con respecto a la camisa de acero como en la dirección en que se desea que ocurra la ruptura.

El expansor de cuña consiste en una cuña de acero que se retrae bajo la presión hidráulica entre dos camisas de acero ahusadas. El dispositivo se inserta dentro de un orificio previamente taladrado en el concreto que se va a demoler y la cuña se retrae; estableciéndose una fuerza de las camisas hacia afuera rompiendo el concreto. En este dispositivo las camisas son parte integral del aparato.

En ambos casos los expansores se utilizan a menudo o en múltiples posiciones alimentados por una fuente común de presión hidráulica.

**2.b. Expansores de gas.(casquillos cardox).** El cardox se basa en un casquillo indestructible de acero de aleación de alto grado, que está sellado en un extremo con una cabeza de descarga atornillada y seguros de retención. En el otro extremo tiene una cabeza de encendido atornillada. El casquillo es llenado con dióxido de carbono líquido y un tubo de papel que contiene una mezcla química no explosiva, después se inserta dentro de un agujero previamente barrenado en el concreto (aproximadamente 3 mm mayor en diámetro que el casquillo ) con un dispositivo detonador para iniciar la reacción química; ésta se excita, a su vez, por medio de un condensador de dinamo o fulminante tipo magneto que descarga una corriente eléctrica a través de un cable desde una posición alejada. Cuando el circuito se cierra, el tubo de mezcla química no explosiva actúa como un excitador para el dióxido de carbono que ha estado sujeto a una presión alrededor de  $214 \text{ kg/cm}^2$ ; en este punto un disco de acero se rompe en el extremo de descarga. La fuerte presión expansiva (de entre  $1224$  y  $2754 \text{ kg/cm}^2$ ) ejercida por este gas frío rompe el concreto con una violencia, mínima, ya que la fuerza es de empuje potente y no explosiva.

Como medida preventiva para que el casquillo no sea lanzado fuera del agujero debido a la falla de los seguros de retención, es importante cubrir el agujero con el cucharón reforzado de una excavadora o alguna pieza de acero laminada sobrecargada con bolsas de arena. Después de que el casquillo se ha descargado, se recupera y se recarga para utilizarlo de nuevo.

**2.c. Gatos hidráulicos.** Estos aparatos mecánicos son de constitución mucho más fuerte que los gatos industriales para que tengan la capacidad de soportar las condiciones de la obra y de ejercer cargas muy altas concentradas dentro de la masa del concreto que va a ser demolido. Al igual que otro tipo de expansores, es necesario barrenar previamente en el concreto un agujero o abertura para colocar el gato. El número, espaciamiento y configuración de los gatos depende naturalmente de la forma y dimensión del elemento que se va a demoler.

**Ventajas:**

Estos métodos de presión expansiva son silenciosos y no producen vibración y relativamente son baratos.

**Desventajas:**

La precisión es baja y se crean algunos movimientos en la masa que se va a demoler. Para grandes cantidades de refuerzo no es posible romper y se necesitan de perforaciones para aberturas y agujeros previos a la demolición.

### **3. LANZA TÉRMICA.**

Este aparato consiste en un tubo de acero dulce no soldado, de aproximadamente 3 m de longitud y 9.5 o 19 mm de diámetro, en el cual se introducen varillas de acero de bajo carbono (también se pueden usar varillas de acero de alto contenido de carbono o de aluminio). El extremo roscado se atornilla en un mango que incluye una válvula de control de oxígeno. El oxígeno, a una presión de alrededor de  $7.14 \text{ kg/cm}^2$ , pasa a través de la lanza y en el extremo abierto se calienta con el mecanismo tradicional de encendido, utilizando oxígeno-propano u oxígeno-acetileno para iniciar el proceso. Una vez encendido, ocurre una reacción o fusión entre el oxígeno y el acero, para desarrollar una temperatura de  $2200^\circ\text{C}$  aproximadamente, aunque pueden también originarse temperaturas hasta de  $4000^\circ\text{C}$  según el tipo de varillas que se utilicen.

Cuando la boquilla encendida de la lanza se aplica al concreto, la sílice se funde, se combina con el acero y forma una escoria de silicato de acero que debe dejarse drenar libremente lejos del área de trabajo. Al enfriarse y solidificarse la escoria forma una masa frágil, que después puede removerse con facilidad.

Durante el proceso de combustión, la propia lanza se consume a una velocidad de aproximadamente 2 m por cada 300 mm perforado, aunque ésta, por supuesto, varía de acuerdo con el tipo de material utilizado. Una velocidad típica de perforación para un agujero horizontal de 50 mm de diámetro en el concreto (con una lanza de 10 mm de diámetro) es de aproximadamente 150mm por minuto.

El procedimiento de demolición consiste en cortar con la lanza una serie de agujeros adyacentes para formar una línea de ruptura en la masa del concreto. El espaciamiento de los agujeros depende de la técnica secundaria de ruptura que se vaya a utilizar, por ejemplo, presión expansiva, de cuña o herramientas neumáticas manuales. El método es muy efectivo para efectuar cortes horizontales, en los que la escoria fundida tiene que conducirse incrementando la presión del oxígeno, lo cual limita la profundidad máxima de corte a 700 mm. La lanza térmica es aún mas eficaz cuando se requiere un simple agujero a través de un elemento de concreto, digamos para un conducto eléctrico o tubo de agua.

A consecuencia de las temperaturas tan altas y con el peligro de la escoria fundida que se produce en el proceso de corte, los operadores deben usar todo el tiempo ropa de protección. Esta consiste normalmente en batas, pantalones, polainas y guantes aluminizados, y zapatos para la protección de los pies. Es una ventaja considerable que el operador vaya provisto de un casco contra el polvo para mejorar las condiciones de trabajo. También puede ser de ayuda una malla metálica colocada entre el operador y el área de trabajo.

#### **Ventajas:**

Este método no causa vibraciones, es relativamente rápido e ideal en donde el

ruido producido por las herramientas de aire u otros procedimientos de corte o ruptura pueden causar problemas. También se puede usar en áreas limitadas sujetas a ventilación adecuada; no presenta dificultad en elementos muy reforzados.

**Desventajas:**

Durante el proceso se emiten humo y vapores, así como chispas y escoria fundida, los cuales pueden presentar un serio peligro de incendio. Además, este método es costoso, especialmente cuando se trata de cortes verticales.

#### **4. SIERRAS Y TALADROS DE DIAMANTE.**

La característica principal de este tipo de herramienta es el diamante que tiene en los bordes que nos permite obtener cortes o agujeros taladrados más limpios en el concreto endurecido. Estas herramientas son rotatorias de alta velocidad y movimiento alternativo que funcionan mediante la acción cortante de una matriz superficial en la que están incrustadas pequeñas piezas de diamantes industriales. Tienen formas diversas como discos delgados o cuchillas de varios diámetros y longitudes que pueden formar cortes rectos, limpios y precisos en muros y losas de concreto. También hay de forma de tubo rotatorio, que extraen corazones cilíndricos; cuando se cortan en línea continua se conoce como taladro "de costura".

Esta herramienta de corte necesita ser impulsada por medio de poderosos cojinetes de succión al vacío, usando energía neumática o hidráulica. La superficie de la herramienta que se encuentra en contacto con el concreto requiere de un suministro de agua para lubricar el corte y controlar la temperatura. La velocidad y fuerza variables en el borde cortante rara vez se pueden controlar. Como la superficie del concreto cortado es suave y relativamente uniforme, este método es ideal cuando el objetivo es la demolición parcial, por ejemplo al hacer aberturas en muros y losas, así como en la demolición de estructuras altas, cuando se requiere reducir al mínimo los escombros que caen al suelo y las secciones cortadas tienen que retirarse con grúa de manera controlada.

**Ventajas:**

Los trabajos de corte con agujeros taladrados que se realizan usando herramienta con borde de diamante, son los más limpios además la vibración o choque creados sobre el elemento cortado son despreciables, y los agujeros y superficies se pueden ubicar con considerable precisión en áreas limitadas. Este tipo de herramientas también cortan fácilmente el acero de refuerzo.

**Desventajas:**

El costo de estos instrumentos es elevado, su avance es relativamente lento y necesita de grandes cantidades de agua para suministro y drenado. En ciertos casos el ruido que se produce también puede ser un problema.

## **6.- ROMPEDORES HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS MONTADOS EN MÁQUINAS**

Las máquinas usadas en los trabajos de demolición han sufrido considerables progresos en los últimos años. Desde los conocidos excavadores operados hidráulicamente y los cargadores que se encuentran en muchas obras en construcción; se han fabricado numerosas máquinas con diversos accesorios para trabajos de demolición.

**6.a. Rompedores hidráulicos.** En Gran Bretaña se diseñó inicialmente esta máquina conocida como el Nibbler ("mordisqueador"), la cual rompe el concreto reforzado y losas de piso de hasta 400 mm de espesor. En particular esta máquina tiene la ventaja de ser silenciosa y no causa vibración ni polvo excesivo.

**6.b. Rompedores neumáticos.** Los rompedores neumáticos de percusión montados en plumas cuentan con mucho mayor poder que el que es posible desarrollar con rompedores manuales. Estos rompedores neumáticos pueden implicar grandes avances en la demolición de pisos y muros de concreto de hasta 500 mm de espesor en, o arriba del nivel de apoyo de la máquina.

**6.c. Pluma telescópica de demolición.** Recientemente fue diseñada por la compañía británica Liebherr, consiste en una pluma hidráulica montada sobre una excavadora, realizando un empuje o tirón horizontal con una fuerza de aproximadamente 8 toneladas para romper muros y pisos. Particularmente esta máquina tiene un largo alcance y presenta la facilidad de derribar muros de mampostería.

**6.d. Bulldozer con cucharón de demolición.** El cucharón de demolición o "derribador" es un accesorio que se puede adaptar a bulldozers de gran tamaño, que además de realizar ciertos trabajos de demolición es capaz de romper y comprimir el material por medio de sus mandíbulas hidráulicas, cargando directamente los escombros de la demolición en los camiones de volteo limpiando rápida y fácilmente la obra de demolición.

### **Ventajas:**

Tienen un alto rendimiento y por lo tanto, un bajo costo unitario, además son capaces de trabajar en zonas verticales y en pisos por arriba del nivel de apoyo de la máquina. Otra ventaja es que son extremadamente maniobrables.

### **Desventajas:**

Requieren de un acceso adecuado, base firme y casi horizontal para así operar; además su radio de acción se ve limitada por el alcance de sus plumas. En la mayoría de los casos tienen que funcionar sobre un bordo libre, a menos que utilice un equipo pesado particularmente. Algunas de ellas producen polvo y ruido excesivos. Pueden surgir problemas en caso de que el acero de refuerzo se llegue a enredar entre el cucharón de la máquina.

## **6. CHORRO DE AGUA.**

Con este método se pretende realizar cortes en el concreto con chorro de agua lanzado con una presión muy alta, este método no es de práctica muy común debido a su poca eficiencia. Sin embargo, existen bombas y equipos que pueden generar presiones de agua de 357 a 1224 kg/cm<sup>2</sup> y velocidades de flujo de 35 a 60 l/min, los cuales son capaces de erosionar la matriz de cemento y desprender por lavado el agregado; dichas presiones no son suficientemente altas para cortar realmente el agregado dentro de la masa de concreto. No obstante, el sistema continúa evolucionando y se está intentando la introducción de materiales abrasivos en el chorro de agua.

### **Ventajas:**

La ventaja del chorro de agua estriba en que es silencioso y no produce vibración

### **Desventajas:**

Necesita de grandes cantidades de agua, que actualmente resulta demasiado costosa y en ocasiones escasa, aún en el caso de haber demasiada puede generar problemas de orden social y hasta político. Precisa además de un drenaje adecuado para desechar el agua lejos de la obra. Por la gran cantidad de energía requerida y baja velocidad de corte es relativamente ineficaz y, por consiguiente costoso. El operador debe estar adecuadamente protegido del agua y de los escombros desprendidos en el aire. El chorro de agua no corta el acero de refuerzo, mostrando una desventaja en la demolición a menos que sea una reparación en la que se requiera dejar limpio el acero, lo que pasaría a ser una ventaja.

## **7. HERRAMIENTAS MANUALES DE PERCUSIÓN.**

Para este método se requiere de mayor mano de obra. Son los rompedores manuales de percusión quizás la herramienta de demolición más usual en nuestro país. Esta herramienta está disponible en gran variedad de tamaños y capacidades, funcionan generalmente por medio de compresores de aire portátiles estándar, aunque algunas veces se utilizan otras fuentes de energía, como la hidráulica y los motores eléctricos autónomos. La herramienta se compone de unos elementos punzocortantes en sus extremos llamados puntas, existen también gran variedad de puntas de herramientas para diversos propósitos. Con una punta apropiada y un dispositivo para rotación tigrera en cada golpe de martillo, los rompedores son capaces de taladrar agujeros o profundidades considerables. En la demolición, los agujeros pueden ser necesarios para alojar explosivos, dispositivos de presión expansiva o para proporcionar acceso a varillas o tendones para cortarlos posteriormente con soplete de oxígeno.

En particular son útiles en la demolición de concreto reforzado o presforzado, tomando en cuenta la facilidad con que puede romperse la superficie del concreto detrás del refuerzo expuesto o de los tendones del presfuerzo. En la demolición de concreto masivo es esencial la correcta selección de la punta, y el método de trabajo debe ser tal

que la parte que se va a romper sea adyacente a un bordo libre.

**Ventajas:**

Los rompedores manuales se pueden conseguir con relativa facilidad, y los puede manejar personal relativamente calificado en obras limitadas o abiertas. Su costo básico es relativamente bajo en comparación con otros equipos.

**Desventajas:**

Estos rompedores se pueden utilizar sólo hacia abajo y sobre un bordo libre; son en extremo ruidosos ocasionando molestias de origen contaminante y también vibran demasiado durante su operación. Se pueden adaptar dispositivos silenciadores al rompedor y compresor, de ser posible el operador debe usar guantes gruesos y orejeras, así como anteojos protectores obteniendo un apoyo firme todo el tiempo, con el objeto de contrarrestar las dos últimas desventajas.

## **8. OTROS MÉTODOS DE DEMOLICIÓN.**

**8.a. Ruptura por presión de agua.** Originalmente este método se utilizaba para romper grandes masas de rocas en minas y canteras, pero también puede usarse para fragmentación de concreto masivo después de la demolición inicial. Este método consiste en taladrar un agujero en la masa del concreto y encender un proyectil de agua dentro de él, la alta presión de agua que se forma en el agujero divide el concreto en pequeños fragmentos.

**8.b. Corte con cable de acero.** Consiste en un cable de acero continuo alimentado con un abrasivo suspendido en agua, es una herramienta muy efectiva. Fue diseñada originalmente para aplicarse en canteras de mármol, actualmente puede utilizarse para cortar concreto con espesores de hasta un metro. Una variante de este método es utilizada para demoler estructuras de mamposterías y ladrillo que forma el volumen de proyectos de demolición en la actualidad, una banda de cable de acero es colocada alrededor de una porción de la estructura de ladrillo y es, posteriormente, jalada por un vehículo de arrastre. Como resultado, la banda de cable de acero corta dentro de la estructura, causando con esto el colapso de la misma. Normalmente, el mismo vehículo de arrastre regresa para cargar el cascajo y acarrearlo fuera de sitio.

**8.c. Corte con microondas.** Este método estriba en dirigir en tubos de metal, conocidos como guías de ondas, las microondas, hacia adentro del concreto previamente saturado de agua, en donde las partículas de agua que existen en él son evaporadas, consecuentemente las fuerzas que se producen en el interior del concreto por la expansión y presión del vapor pueden sobrepasar en mucho la resistencia a la tensión del material.

**8.d. Corte con láser.** El concreto tiene baja conductibilidad térmica, posibilitando el corte con láser. Se han realizado unos trabajos de corte en el concreto y en distintas

muestras de roca, pero no se han obtenido los resultados suficientemente cuantitativos para permitir una extrapolación razonable. No obstante, se pueden considerar dos formas viables de corte: el material puede fundirse y lanzarse lejos por medio de chorro de aire, o forzarse hasta la falla mediante choque térmico.

**8.e. Corte con arco térmico de plasma.** El plasma se compone de núcleos de gas, de los cuales se han desprendido los electrónicos teniendo temperaturas que varían entre los 10000 y 40000 grados centígrados. Con base en este principio se ha ideado una pistola prototipo, en la que el plasma se obtiene al pasar a través de arco eléctrico una mezcla de argón y nitrógeno bajo presión. La pistola ha fundido satisfactoriamente el concreto, pero se ha observado dificultad para remover el material fundido.

**8.f. Polvos expansivos.** El polvo debe tener un molido fino, se mezcla con agua y la lechada resultante se vacía en agujeros previamente barrenados en el elemento por demoler, cuando la mezcla fragua, la masa se dilata causando fracturas por tensión en el elemento. Como ventaja importante en este método es que no está sujeto a normas de manejo de explosivos.

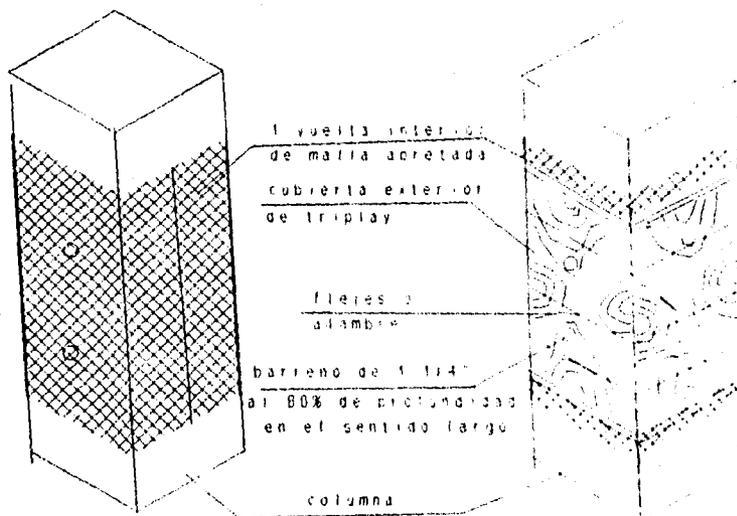
**8.g. Lanzas de polvo.** Es una forma más de presentación de la lanza térmica, donde se utilizan varillas metálicas (véase el punto 3), se compone de una mezcla de polvo de hierro y aluminio mezclándose por medio de una flama con oxiacetileno u oxígeno.

## **9. EXPLOSIVOS.**

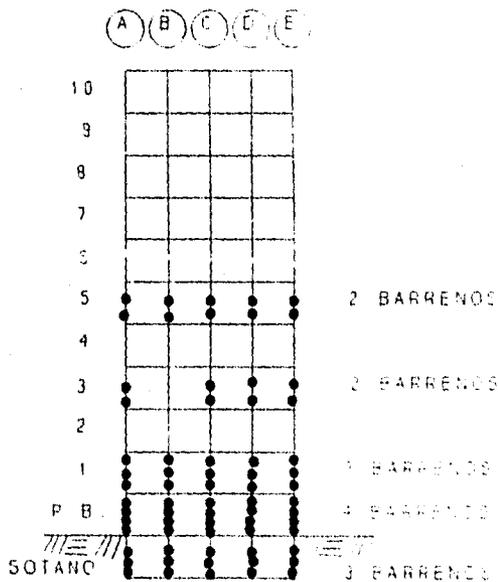
El uso de explosivos es considerado por muchos expertos, el de mayor economía y mas rápido método de demolición, y debe considerarse mas como la aplicación de una fuerza controlada de alta energía que como una explosión sin control, ya que la operación tiene que ser efectuada por personal muy experimentado que este facultado o tenga permiso para llevar a cabo tales trabajos, ya que se requiere de permisos especiales por parte de la Secretaria de la Defensa Nacional, Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, entre otras.

Se ha observado que en los edificios pequeños, menores de 6 niveles, en general, resulta antieconómico. Generalmente un método tradicional a mano o utilizando una grúa con esfera, pera o casco de almeja, resulta mas ventajoso. El método de demolición con explosivos es aplicado básicamente a edificios altos. Este, es relativamente raro de utilizar en muchas ciudades puesto que las autoridades locales y grandes intereses excluyen el uso de explosivos en dichos sitios.

Un factor muy importante que no debemos olvidar al estudiar la posibilidad de aplicar explosivos, es el problema de colindancias. Cuando los edificios colindantes están muy próximos al edificio que se va a demoler, existe el riesgo de dañarlos. Este riesgo proviene, por un lado, de la imposibilidad de precisar la dirección de caída del edificio, y por el otro, se debe a que el volumen de material del edificio se conserva al demolerlo.



**FIG.1.- BARRENADO Y PROTECCIÓN EN COLUMNAS DE CONCRETO**



**FIG 2. NUMERO DE NIVELES A PREPARAR Y CANTIDAD DE BARRENOS EN CADA COLUMNA.**

FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto, si inicialmente el material está distribuido en la altura propia del edificio, al caer el material tenderá a derramar con el consiguiente empuje sobre las estructuras vecinas. Es ideal, por lo tanto, que un edificio se encuentre lo suficientemente aislado para no enfrentar estos problemas. En la práctica, sin embargo, los edificios se presentan con límites de colindancia que deberán considerarse cuidadosamente en el proceso de demolición.

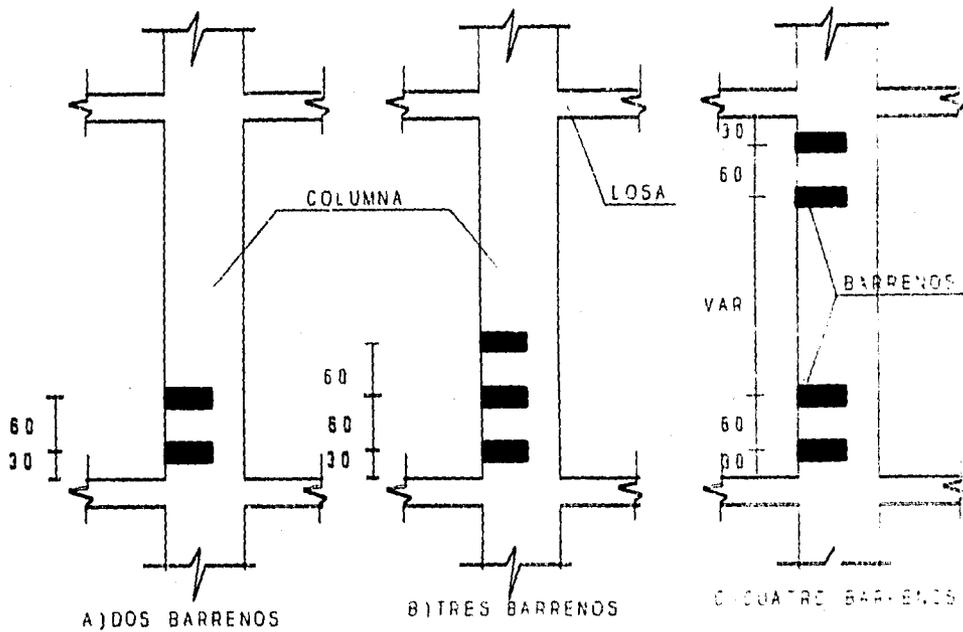
Dependiendo del caso, será necesario en algunas ocasiones demoler a mano previamente la parte del edificio que se requiera para asegurar que no se causen daños con la caída, a los edificios colindantes. En otras ocasiones, será más conveniente hacerle preparaciones a las estructuras vecinas para minimizar los daños. Incluso puede contemplarse la posibilidad de correr el riesgo de dañarlas, cuando el costo de reparación sea menor al de las preparaciones. Esto está condicionado a que se pueda llegar a un arreglo previo, de tipo legal, con los dueños del inmueble.

El concepto general de demoler un edificio con explosivos, consiste en colocar cargas en lugares estratégicos de tal manera, que al detonar, se elimine el número suficiente de apoyos de la estructura, y en una secuencia tal que provoquen, por un lado, que la estructura se desplome en la dirección deseada; y por otro, que la fragmentación del mismo sea la adecuada. Mientras más alto sea un edificio, menos explosivos se requieren colocar, debido a que se puede aprovechar el peso propio del edificio, para que trabaje en nuestro favor. En edificios de poca altura, y por lo tanto de poco peso, será necesario colocar explosivos en un mayor número de niveles.

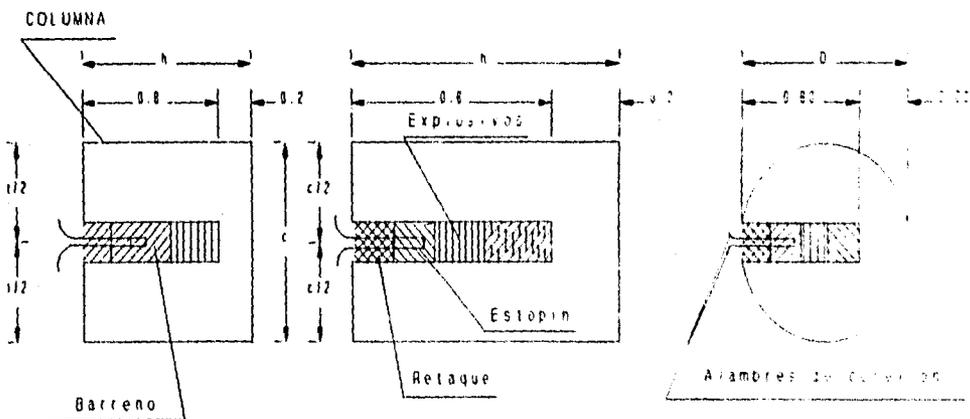
Las preparaciones necesarias para este método consisten, en el caso de estructuras de concreto, en perforar barrenos en las columnas. Para esto se hacen barrenos de aproximadamente 1 1/4" en el sentido largo de la columna y en una profundidad del 80% de la dimensión en ese sentido. Cuando se trata de columnas cuadradas o circulares, es indistinto el sentido en el que se perfora. Una vez barrenadas, se cubre con una malla ciclón y triplay, tal como se indica en la figura 1.

Para decidir, en un edificio de concreto, el número de niveles en los que se deba barrenar para colocar explosivos, se analizarán las características propias del mismo. En general se trata de lograr que el edificio, durante la caída, adquiera buena velocidad para que se logre una buena fragmentación. Una preparación podría ser como la que se indica en la figura 2. En ésta se observa que es necesario realizar un mayor número de barrenos en los pisos inferiores, dado que es donde se podrá lograr que el edificio adquiera velocidad de caída. Para que la velocidad de caída no se pierda, es conveniente hacer preparaciones adicionales en algunos pisos superiores. La distribución de los barrenos en cada columna puede realizarse como se indica en la figura 3.

En cuanto a los edificios con estructuras de acero, las preparaciones que se deben hacer consisten en realizar cortes previos con soplete, como se indica en la figura 5, para lograr debilitar suficientemente la estructura. Con esto se logra que por ejemplo

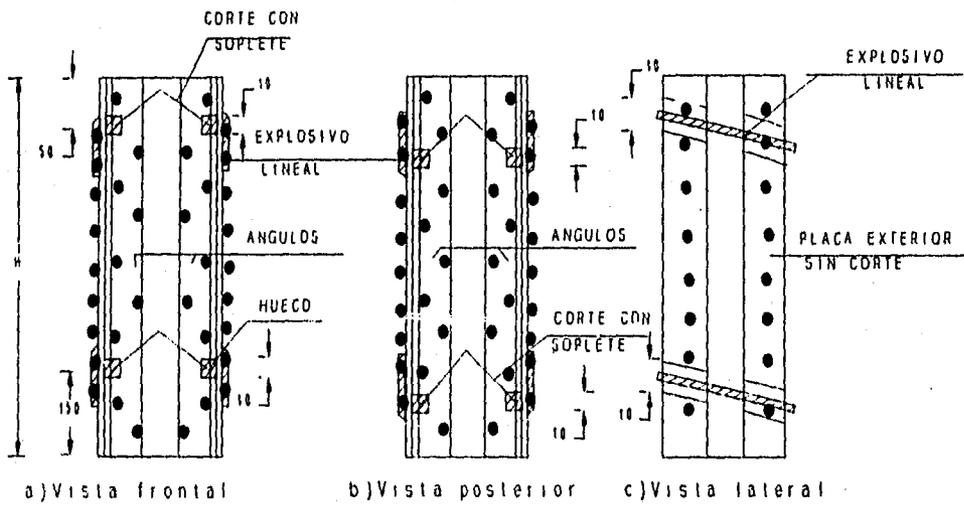


**FIG.3.- DISTRIBUCIÓN CON LA ALTURA DE LOS BARRENOS**

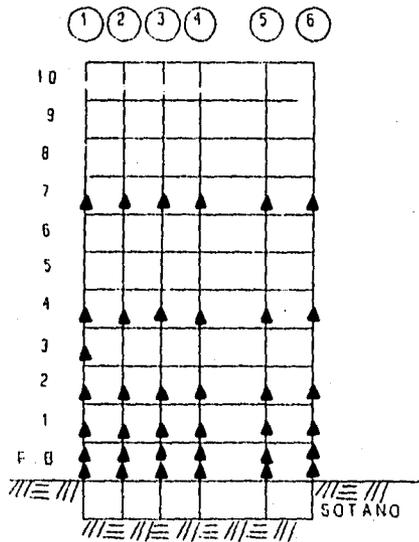


**FIG.4.- EXPLOSIVOS Y RETAQUES EN UNA COLUMNA**

FALLA DE ORIGEN



**FIG.5.- CORTES PREVIOS CON SOPLETE Y COLOCACIÓN DE EXPLOSIVOS LINEALES.**



**FIG.6.- UBICACIÓN DE LOS CORTES PREVIOS Y DE LA POSICIÓN DE LOS EXPLOSIVOS.**

en una sección de tipo cajón sólo queden por cortar dos placas. El corte de estas se hará con explosivos de tipo lineal, los cuales hacen las veces de un potente soplete que las corta instantáneamente. Los cortes previos con soplete deberán hacerse en forma de "v" invertida para asegurar que, en caso de que las placas restantes fallen prematuramente, no se tengan desplazamientos laterales de la columna. Asimismo, los cortes correspondientes que se hagan en las caras opuestas, deberán hacerse a diferente altura. Con esto se logra que se cree un plano de falla inclinado, que facilitará lograr la dirección de caída hacia donde nos convenga. Consecuentemente, las cargas lineales se colocaran en forma inclinada, tal como se indica en la figura 5.

La cantidad de pisos en que se hagan preparaciones dependerá, al igual que en los edificios de concreto, de las características propias del edificio. Por ejemplo, para un edificio metálico de 10 niveles, planta baja y sótano, una preparación razonable podría ser como la que se indica en la figura 6

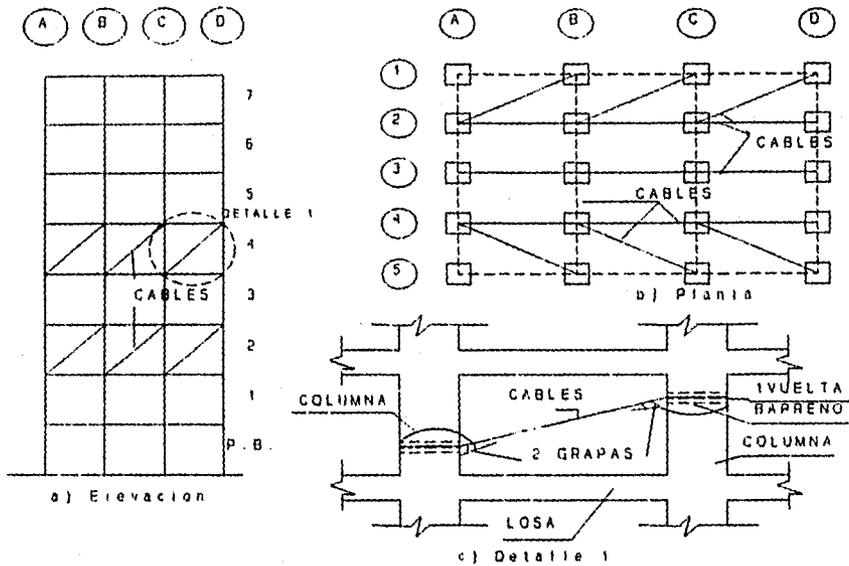
En ocasiones, debido a restricciones de colindancia, es necesario asegurar que el edificio, al caer, despegue suficientemente del edificio colindante. En estos casos es necesario recurrir a la utilización de cables para lograr dicho propósito. Los cables se colocaran en dirección inclinada de tal forma que, al desplomarse primero una de las columnas, esta jale a la columna siguiente. En un edificio en que se tuvieran problemas de este tipo, un esquema de ubicación de cables, como el que se indica en la figura 7 podría ser el adecuado.

Para que se logre un buen resultado de fragmentación en los edificios de concreto, y un adecuado rompimiento en los miembros estructurales de un edificio metálico, es indispensable que se eliminen todos los muros de cortante y divisorios en los niveles en donde se coloquen explosivos. Esto con el fin de que no actúen como puntales y resten velocidad de caída al edificio.

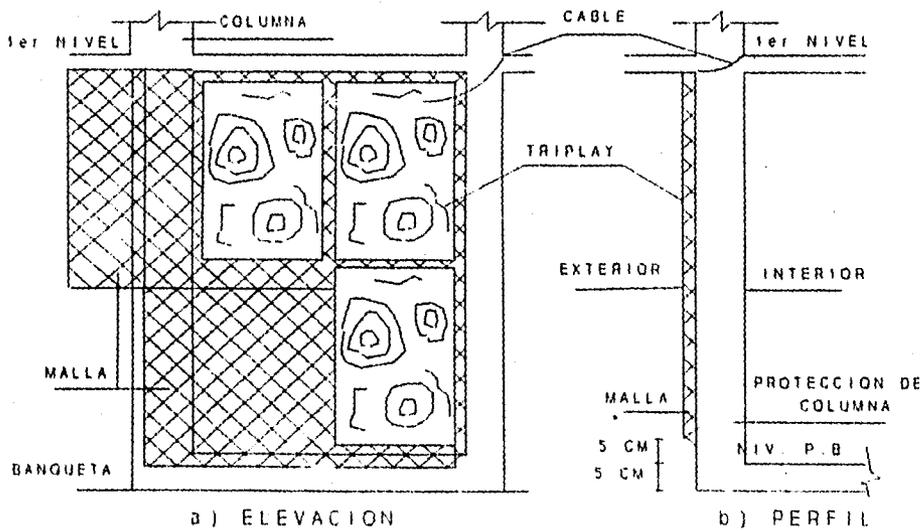
Normalmente es suficiente con la colocación de explosivos solamente en columnas. Sin embargo, habrá que considerar el colocar explosivos en las trabes, en aquellos edificios en que se tengan trabes muy peraltadas.

Es muy importante que las protecciones con mallas y madera se hagan en todas las columnas en donde se coloquen explosivos, tal como se indica en la figura 1, además será necesario que se coloque un recubrimiento perimetral al edificio, utilizando malla y madera, ver figura 8. Este recubrimiento se utiliza en la planta baja y en ocasiones en el primer nivel, debido a que es donde se coloca mayor cantidad de explosivos. No hay que subestimar el hecho de que estas demoliciones se hacen en zonas urbanas, por lo que las protecciones habrá que ejecutarlas con todo cuidado.

En el uso de explosivos en demoliciones es de vital importancia considerar los siguientes factores:



**FIG.7.- UBICACIÓN DE CABLES PARA AUXILIAR EN EL DIRECCIONAMIENTO DE LA CAÍDA.**



**FIG.8.- PROTECCIÓN EXTERIOR EN LA PLANTA BAJA**

TABLA A. PROPIEDADES DE LOS EXPLOSIVOS UTILES EN DEMOLICIONES

EXPLOSIVO	FUERZA	USO	VELOCIDAD DE DETONACION	FACTOR DE FUERZA RELATIVA (n)(TNT=1)	RESISTENCIA AL AGUA
DINAMITAS	DINAMITA NITROGLICERINA 40% 50% 60%	GENERAL, DEMOLICION Y ROCAS AISLADAS	4.600	0.65	BUENA <24 Hs
	DINAMITA AMONIACAL (GRANULADA O EXTRA) 40% 50% 60%	DESMONTES, CRATERES, BANJAS Y DEMOLICIONES	2.700 3.400 3.700	0.41 0.46 0.53	POBRE
	DINAMITA GELATINA 40% 50% 60%		2.400 2.700 4.900	0.42 0.47 0.76	BUENA
CROCELES	TOVEY 100 40%	DEMOLICION	4.050	0.44	EXCELENTE
	TOVEY 700 60%		4.800	0.59	
	TOVEY P	ROCAS AISLADAS	4.800	0.59	
	TOVEY EXTRA		5.500	0.60	
	TOVEY 1000		3.900	0.70	
NITRATO DE AMONIO		CANTAS	4.400	0.50	MALA

- Selección del explosivo.
- Confinamiento.
- Dosificación del explosivo.
- Colocación inteligente del explosivo.

#### Selección del explosivo.

Cualquier explosivo disponible es adecuado si se toma en cuenta su eficiencia (tabla A). Entre mas violento mejor.

Los explosivos generalmente usados en la construcción se enlistan en la tabla A y se muestran algunas de sus propiedades:

- Fuerza y velocidad de detonación para dar idea de su violencia
- Y principalmente la eficiencia relativa (n) como carga (TNT=1.00).

#### Confinamiento

La detonación de un explosivo produce presión en todas direcciones, si la carga no esta completamente confinada la resistencia no es igual en todos los lados, la presión rompe el punto más débil y se pierde parte del efecto destructivo.

El mayor confinamiento es cuando la carga está dentro del objeto a demoler (generalmente un barreno) y este barreno se sella empacando por lo menos 30 cm. del barreno con material arcillo-arenoso ó arcillo-limoso: no se deben usar materiales ligeros que serán arrojados por la presión antes de la explosión completa, ni materiales inflamables como papel, aserrín o sacos.

A veces se colocan las cargas externamente para evitar la barrenación (o cuando esta es difícil ó inconveniente) y entonces, si es posible, se logra un confinamiento parcial atando los explosivos al objeto y cubriéndolos con arena ó arcilla, ó algún otro material denso, que puede estar en sacos ó suelto (en sacos es más eficiente)

Para máxima eficiencia el espesor de este material de confinamiento, debe ser igual al radio de rotura, pero no menor de 30 cm. siendo el radio de rotura(R) la distancia del explosivo al punto más próximo del objeto a demoler.

#### Dosificación

Formulas empíricas para calcular la cantidad de explosivos P (en Kg de TNT)

1. Cargas para cortar árboles y madera

D=menor diámetro del árbol o menor dimensión de la madera

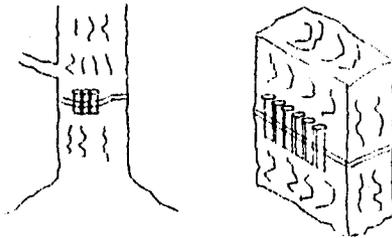
Cargas externas no confinadas:

$$P=D^2/550 \quad (D \text{ en cm.})$$

Ejemplo:

Si hay un árbol de 50 cm. de diámetro, la carga P será.  
 $P=50^2/550=4.5$  kg de TNT

Si usamos dinamita gelatina, 40%, la carga será:  
 $\eta=0.42$ , de tabla A  
 $4.5/\eta=4.5/0.42=10.7$  kg



CARGA EXTERNA NO CONFINADA

### Cargas internas

nomenclatura:

Z=Profundidad disponible para explosivos

T= Taco=Longitud del tapón del barreno

$\emptyset$ = Diámetro del barreno

L=Grueso del árbol medido sobre el eje del barreno

formula para cargas internas confinadas:

$$P=D^2/3300 \quad (D \text{ en cm.})$$

Ejemplo:

Para un árbol de 100 cm. de diámetro, con dinamita gelatina 60%

$$P=100^2/330=3.03 \text{ kg de TNT}=3.03/0.76=3.99 \text{ kg de gelatina 60\%}$$

Si se hace un solo barreno. y tomando en cuenta que el tapón debe tener  $10\emptyset$  pero no menor de 30 cm. y que el fondo del barreno al exterior del árbol debe haber 15 cm. mínimo, las dimensiones resultan como en la siguiente figura.

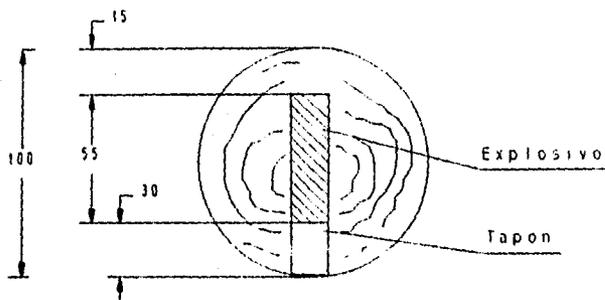


Fig. 9

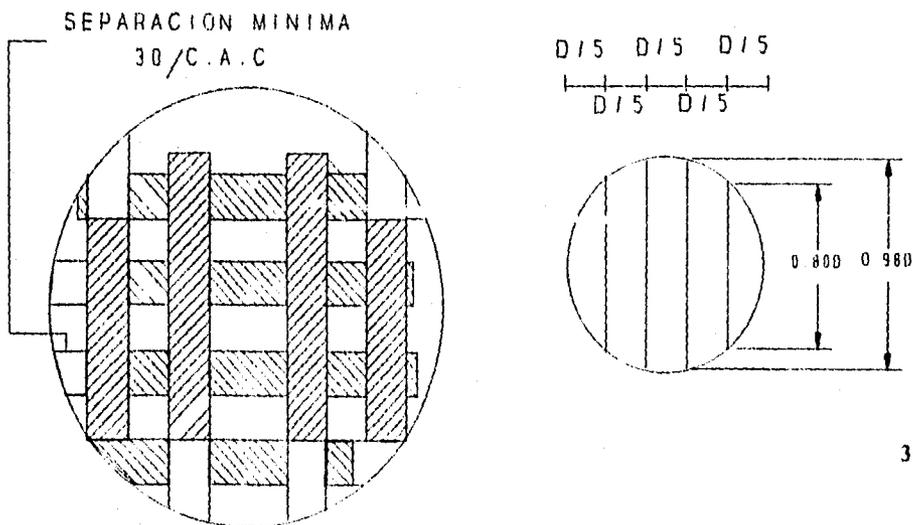
Esto hace que para árboles menores de 50 ó 60 cm. sean preferibles las cargas exteriores, ya que en la figura 9 la profundidad del barreno disponible para explosivo es de 55 cm., por lo que, suponiendo una densidad de 1.3.

$$(\pi \varnothing^2/4) \times 55 \times 1.3 = 3990 \text{ gr}$$

$$\varnothing = (3990 \times 4 / \pi \times 55 \times 1.3)^{1/2} = 8.4 \text{ cm.}$$

Es un barreno muy grueso, difícil de hacer en el árbol y con probables problemas en el tapón, ya que  $T=30 \text{ cm.} < 10\varnothing$

Si usamos esta disposición:



$$\Sigma L = 2 \times 2(0.80D + 0.98D)$$

$$\Sigma L = 7.12D$$

La profundidad disponible es:  
 $Z = 7.12D - 8(10\phi + 15)$   
 $Z = 7.12 \times 100 - 8(30 + 15) = 352$

$$\phi = (3990 \times 4 / \pi \times 352 \times 1.3)^{1/2} = 3.3$$

$$10\phi = 33 \text{ CM} > 30$$

Aumentemos  $\phi$  a 3.5 cm y probemos:

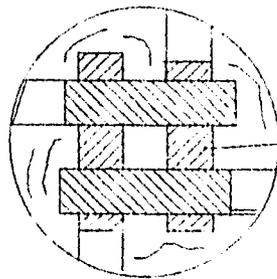
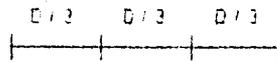
$$Z = 7.12 \times 100 - 8(35 + 15) = 312 \text{ cm}$$

$$\phi = (3990 \times 4 / \pi \times 312 \times 1.3)^{1/2} = 3.5 \text{ cm}$$

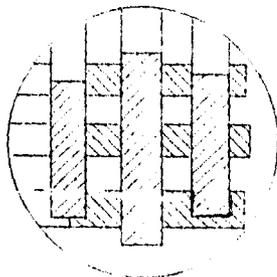
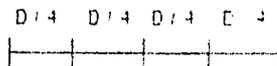
$$10\phi = 35 \text{ cm} = T$$

Se acepta la disposición.

Se usan también las siguientes disposiciones en una o varias capas:



SEPARACIÓN  
 MÍN. MA. DE LA  
 DE BARRAS...



**FALLA DE ORIGEN**

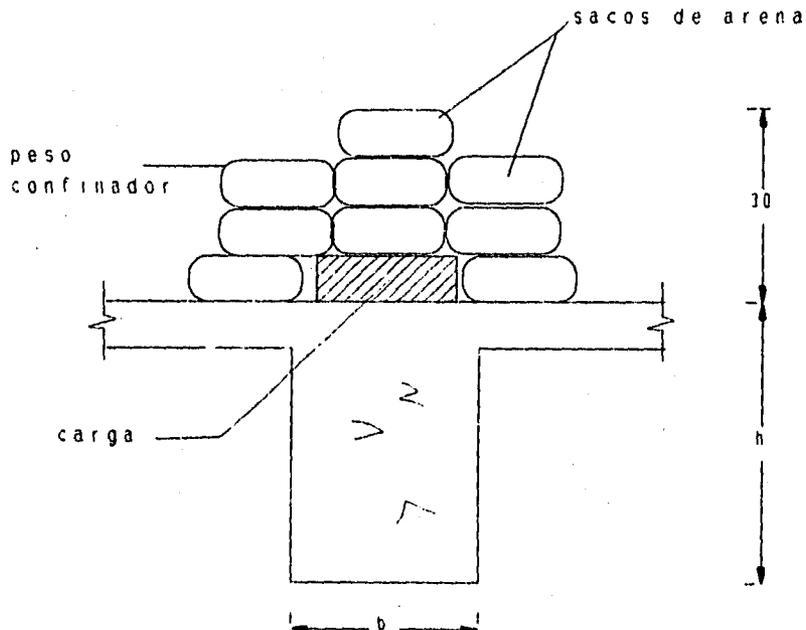
En cualquier disposición que se use, la perforación de los barrenos es muy laboriosa, por eso generalmente se prefieren las cargas exteriores. Cuando se usen los barrenos es conveniente inclinar el plano de barrenación para controlar la dirección de la caída.

### CARGAS PARA TRABES DE CONCRETO.

La carga se calcula con la fórmula:

$$P = bh^2 / 21000$$

P en kilogramos de TNT  
b y h en cm



**Ejemplo:**

Si tenemos una trabe de 40x90 cm la carga será:

$$p = 40 \times 90^2 / 21000 = 15.4 \text{ kg de TNT}$$

Si usamos: dinamita gelatina 40%:  $\eta = 0.42$  (de tabla A)

$$P = 15.45 / \eta = 15.45 / 0.42 = 36.7 \text{ kg.}$$

El peso confinador debe ser por lo menos 1 ó 1.5 veces el peso de la trabe en una longitud igual a la del explosivo, por ejemplo si el explosivo lo repartimos en una longitud de 50 cm. (la longitud paralela al eje debe ser minima para concentrar el efecto del explosivo en una zona pequeña de la trabe). Entonces el peso de esa longitud de trabe es:

$$0.50 \times 0.40 \times 0.90 \times 2400 = 432 \text{ kg.}$$

El peso confinador debe ser entre 400 y 600 kg. sobre la trabe, si no es posible colocar el peso confinador entonces la carga explosiva debe aumentar alrededor de 1.5 veces.

### ROTURA DE MUROS DE CONCRETO, MAMPOSTERÍA Y CRÁTERES DE ROCA

Se usa la fórmula:

$$P = R^3 K C / 60000$$

P= kilogramos de TNT

R= radio de rotura en cm (ver fig. 10)

K= factor de material. (ver tabla B)

C= factor de amortiguamiento (ver fig. 10)

Tabla B

Material	K
Mampostería pobre	0.23
Mampostería buena	0.35
Concreto simple	0.45
Concreto reforzado (sin romper el acero)	0.70

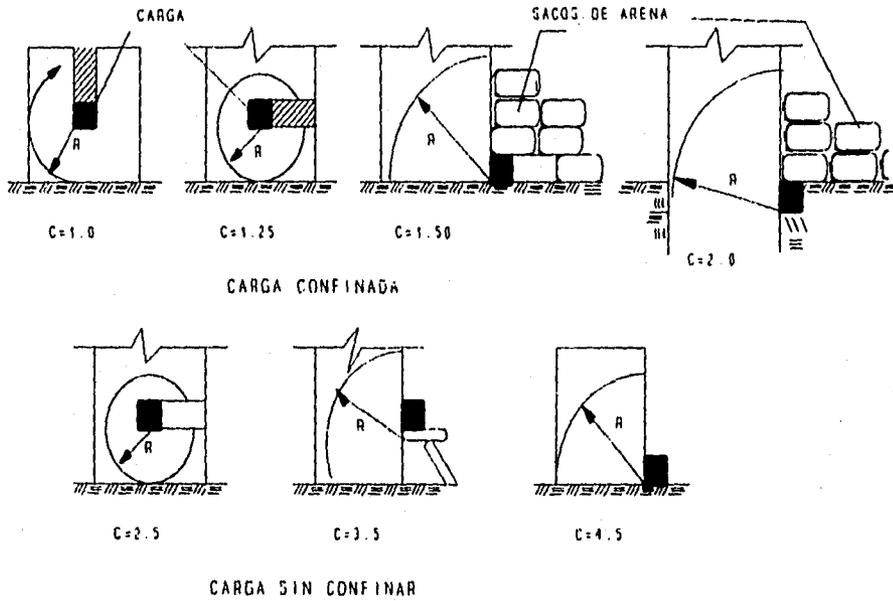
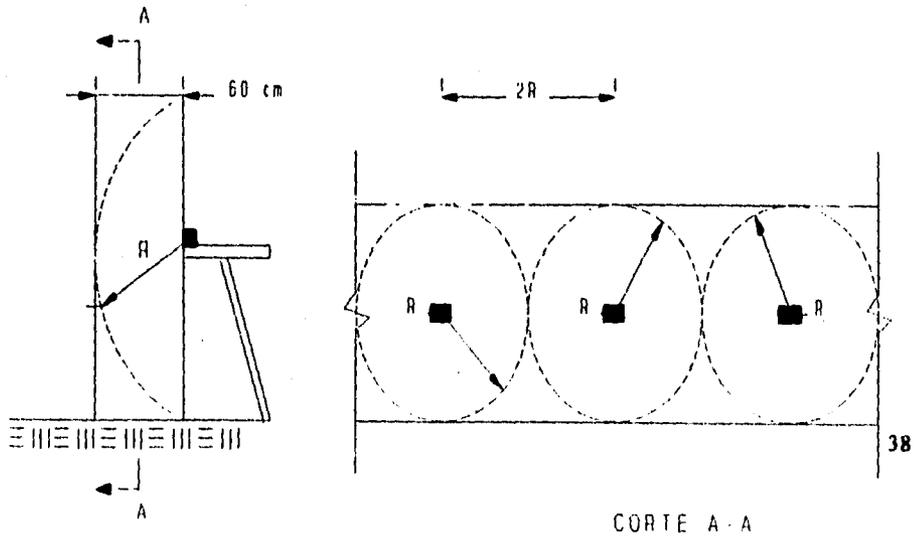


FIG. 10 VALORES DE C

**Ejemplo.** En un muro de 60 cm de espesor de concreto sin reforzar: ¿Cual es la carga necesaria de dinamita nitroglicerina 40%, sin confinar?



CORTE A - A

R=60 cm  
K= 0.45 (de tabla B)  
C=3.5 (de fig. 10)

$P=60^3 \times 0.45 \times 3.5 / 60000 = 5.67$  kg de TNT  
 $\eta=0.65$   
 $P=5.67 / 0.65 = 8.7$  kg/carga

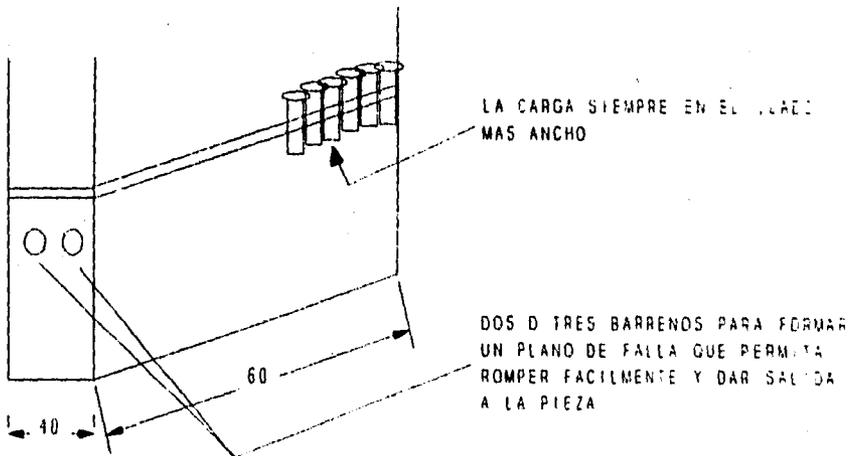
Si el muro, tiene una longitud (L) de 5.30 m. el número de cargas requeridas (N) es:

$N=L/2R=5.30/1.2=4+=5$  cargas de 8.7 kg.

**Ejemplo:**  
Demoler una columna de 0.40x0.60 de concreto reforzado con una carga a 40 cm. sobre el suelo, con dinamita gelatina 60%, sin confinar.

R=40 cm  
K=0.70  
C=3.5

$P=40^3 \times 0.70 \times 3.5 / 60000 = 2.61$  kg de TNT  
 $\eta=0.76$   
 $P=2.61 / 0.76 = 3.4$  kg de dinamita gelatina 60%



FALLA DE ORIGEN

En este caso:

$$N=L/2R=60/2 \times 40=0.75$$

Por lo que se requiere una carga de 3.4 kg.

**Cargas para cortar varillas para refuerzo de concreto, cadenas y cables para diámetros de 2" o menos.**

La carga se calcula con la fórmula:

$$P=D^2/2.2$$

Donde:

P= Carga en kg. de TNT

D= Diámetro en pulgadas

ó también:

$$P=D^2/13.8$$

Donde el diámetro esta en cm.

Ejemplo:

Romper una barra de acero de refuerzo de 1" (2.5cm) con dinamita amoniacal 60%.

$$P=2.5^2/13.8=0.45 \text{ kg de TNT}$$

Para dinamita amoniacal 60%

$$\eta=0.53$$

$$P=0.45/0.53=0.85 \text{ kg de dinamita amoniacal 60\%}$$

Esta dinamita se fija con alambre, y procurando colocarla de un solo lado de la barra, en un solo punto.

**Cargas para cortar acero.**

Las fórmulas que siguen consideran que las cargas son sin confinar, por la dificultad de hacerlo en estructuras metálicas.

Las cargas para acero estructural perfiles y placas, se calculan con la siguiente fórmula:

$$P=A/36$$

Donde:

P=Carga en kg de TNT

A= Área transversal de la sección de acero en cm<sup>2</sup>

Ejemplo: Si queremos cortar una vigueta de 8": del manual: A= 40.71 cm<sup>2</sup>

$$P=40.71/36=1.13 \text{ kg de TNT}$$

Si usamos dinamita nitroglicerina al 50%:

$$\eta=0.65$$

$$P=1.13/0.65=1.74 \text{ kg}$$

En cualquier caso se debe evitar poner cargas en lados opuestos de una placa porque tienden a neutralizarse mutuamente. Cuando es posible, se deben colocar las cargas en lados opuestos pero desplazadas, dejando una separación de 2 ó 3 cm. entre ellas para producir esfuerzo cortante.

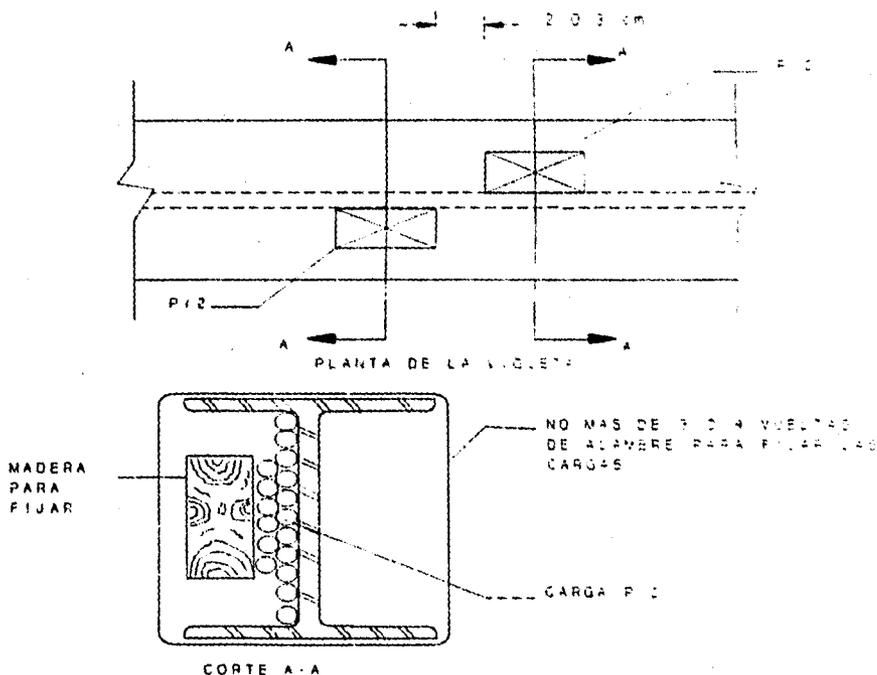


FIGURA 11

En la demolición de edificios el objetivo no es convertir el edificio en escombros usando la energía del explosivo, sino romper con explosivos las partes vulnerables del edificio, para que, al caer, se fracturen sus elementos y estos queden de tal manera dispuestos que sea fácil separarlos del resto y cargarlos a los vehículos de acarreo. Para esto es usual tronar las columnas de la planta baja.

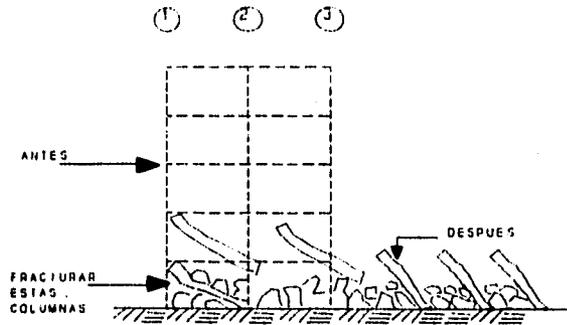


FIGURA 12

Para que el edificio caiga hacia el lado derecho los ejes de columna se tienen que tronar en el orden 3,2,1 con estopines de tiempo.

Para que las losas se fracturen se necesita quitarles primero el apoyo de un extremo (a lo largo) para que al deformarse se fracturen.

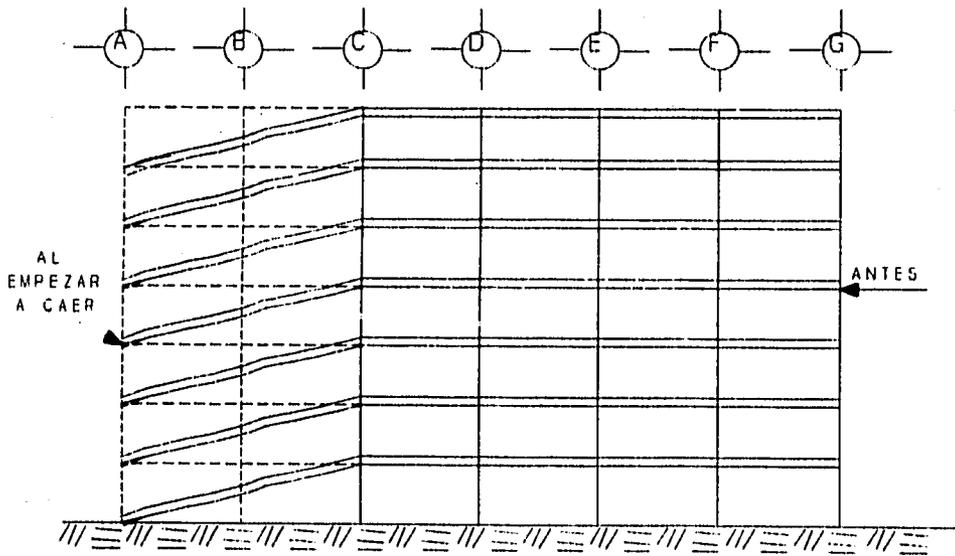


FIG 13 Para lograr el efecto mostrado se requiere tronar los ejes de columnas en el orden A,B,C,D,E,F,G. (también las columnas de planta baja)

Con esto se asegura que toda la losa resultará fracturada y con el acero expuesto.

Si a este efecto sumamos el efecto mostrado en la fig.12, tendremos losas fracturadas y arregladas para cargar, entonces hay que cortar el acero de refuerzo con sopletes y dividir las losas en secciones lo más grande posible solamente limitadas por el tamaño de la grúa y el equipo de transporte, una vez cortadas se cargan y se acarrean.

Se usará un cargador frontal para juntar y cargar el cascajo suelto. También se proveerá un sistema de riego del escombro para confinar lo más rápidamente posible la gran cantidad de polvo producida; este riego se hace con agua pulverizada, inmediatamente después de la caída del edificio.

Para sumar los efectos mostrados en las figuras 12 y 13, los estopines de tiempo deben distribuirse conforme a las figuras 14 y 15.

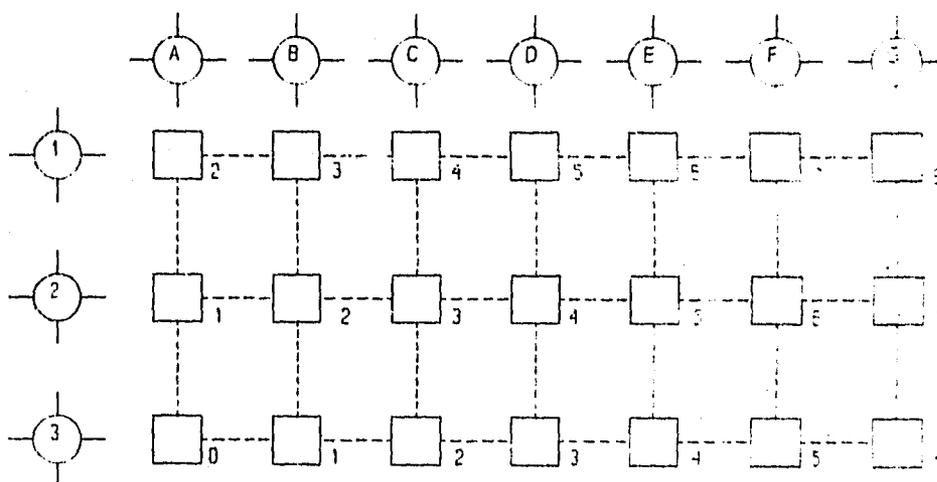


FIGURA 14 PLANTA DEL EDIFICIO

FALLA DE ORIGEN

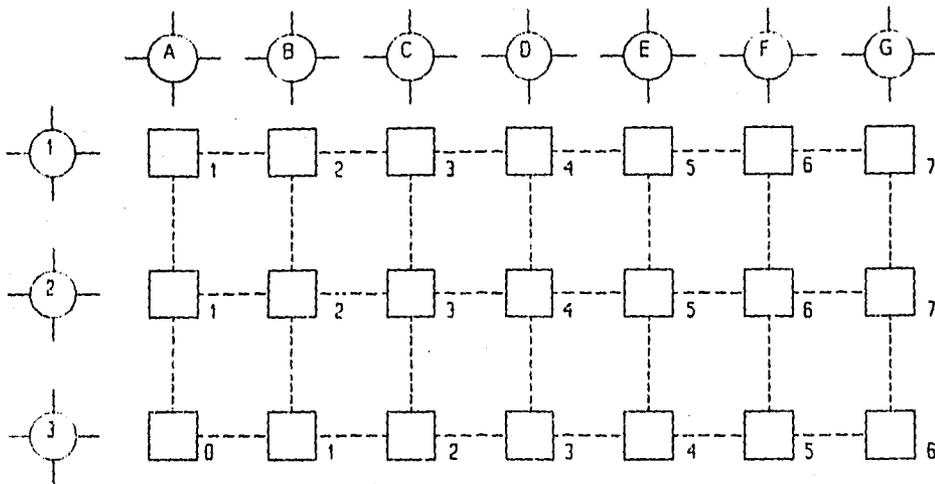


FIGURA 15 PLANTA DEL EDIFICIO

Con esta última disposición se ahorra un tiempo de los estopines pero el desplazamiento lateral es menor.

La disposición de los explosivos en cada elemento en particular, columnas o muros debe hacerse conforme a lo dicho en párrafos anteriores. El taco puede hacerse con mortero de fraguado rápido, con estabilizador de volumen, evitando mojar los explosivos de los niveles.

Cuando las trabes inferiores representen una gran resistencia estructural deben volarse de acuerdo al orden de las columnas.

Es conveniente usar estopines de largo intervalo como los de la serie MARK V. Cuando los tiempos no son suficientes se puede usar el explosor secuencial.

Será necesario también rodear la planta baja con una protección para evitar la proyección de fragmentos de la voladura de las columnas.

Se debe advertir y retirar a la gente de los alrededores para evitar el pánico.

También se revisarán los edificios próximos pues pueden resultar afectados, especialmente si ya están dañados.

## **MAQUINARIA Y EQUIPO**

Existen muchos métodos, maquinaria y equipo para demoler un edificio. En ocasiones varios métodos son usados, y en algunas veces solo uno, utilizando maquinaria y equipos diversos.

Existen gran variedad de herramientas manuales, algunas de éstas son comunes para diferentes edificios, tales como: las palancas de hierro (barretas), mazos de trineo; cuñas y planchas de goma, además de los sopletes de oxiacetileno y los taladros de aire comprimido. Los sopletes son usados para cortar a través de tubos de metal, láminas y vigas. Estos tienen una llama caliente que se desliza a través del metal deseado; son necesarios en el derribo de largas estructuras con vigas de acero como: hoteles, escaleras de departamentos y puentes.

El taladro de aire comprimido, es esencial para romper asfalto hasta el nivel, concreto, muros de ladrillo y otros tipos de mampostería dura, un tipo de ellos que se utiliza frecuentemente para demoliciones es el "llamador de repisa" ó "martillo de cola de gato".

La mayor parte de las demoliciones de edificios, ahora es hecha con maquinaria y, la maquinaria de mayor importancia es la grúa.

Las grúas son de muchos tamaños y deben ser montadas en: Camiones, trenes, remolcadores o barcos.

La grúa más usada en las demoliciones se mueve lentamente y a lo largo en su superficie de rodamiento con orugas, o es transportada al sitio de la demolición en un gran camión camaplana.

En general, las grúas cuentan con cuatro partes importantes:

a) La superficie de rodamiento, llamada "el gato", es esencial para que ellas puedan subir sobre la tierra áspera, a través de zanjas, y bajar o subir colinas. La grúas que tienen neumáticos son prácticas para ser utilizadas en calles o áreas planas cerca de carreteras.

b) La "casa", que incluye el motor y la cabina donde se ubica el operador. La "casa" es montada en un molinete que puede oscilar una circunferencia completa. Esto permite al operador atacar con su trabajo al edificio, desde el ángulo que el considere más apropiado.

c) El brazo de grúa o "el cuello largo". Este varía en longitud de 9.0 a 12.00 metros, y consta de una a tres secciones. La altura y dimensiones del edificio por demolerse, regulan la longitud del brazo de grúa a usar.

d) "El pescante", también fabricado de acero maquinado para carga, es el pequeño tipo de brazo de grúa. De los pescantes son colgados los cascacos de almeja o cubos, los cuales varían en dimensiones y figura, dependiendo de la labor. Ellos tienen de dos toneladas en adelante y son también clasificados por el número de decímetros cúbicos que retienen.

Para edificios altos o muy bien contruidos, sin embargo, un arma de diferente destrucción es colocada y sujeta en el brazo de la grúa. Este equipo es llamado, por su figura, esfera, tienen un peso de 1/4 de tonelada hasta aproximadamente 2 1/4 toneladas, mientras que algunas en forma de pera varían de 3/4 de tonelada hasta 5 1/2 toneladas.

Uno de los nuevos métodos de demolición, hace uso de los bulldozer modernos y de los cargadores frontales. Algunos dozer son tan poderosos que pueden ser dirigidos con rapidez a través de los lados de una casa. Los cargadores frontales pueden romper los lados de un edificio, cucharón arriba, y después levantar y tirar su carga dentro de un camión esperando. Su largo brazo armado, permite nivelar el cucharón arriba de un montón de fragmentos enfrente de ellos, y después pasar justo encima de la cabeza de los conductores para descargar en un camión, o en el reverso de ellos. Un cucharón de dozer puede también demoler y descargar.

Pequeñas labores de empujones y cucharonazos pueden ser hechas por pequeños "bobcats" o "supercompact kittens" (gatitos supercompactos), que son en realidad dozer enanos. Varios tipos de accesorios pueden ser adaptados en ellos para realizar diferentes tareas. Por sus pequeñas extensiones, ellos son habilitados para ir a través de portales o muros intermedios, son fáciles de maniobrar.

Mucho del trabajo a mano de traspaleo y nivelación que se acostumbra hacer y en el cual se desperdicia mucho tiempo, ahora se puede realizar con maquinaria adecuada para ese fin. Estas son muy caras, pero requieren sólo un operador y hace el trabajo de una docena de hombres laborando a mano. Estos y otros ejemplos de mecanización y automatización en las demoliciones de edificios, seguramente contribuyen para el crecimiento del desempleo; pero ellos son también, una de las razones de que las demoliciones de hoy en día sean dos veces más rápidas que anteriormente.

## CAPITULO II

# DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO

El presfuerzo del concreto comienza a utilizarse a escala comercial durante la década de los cincuenta, por lo que la experiencia adquirida en la demolición de estructuras de concreto presforzado es limitada.

Para poder efectuar una demolición económica, segura y libre de problemas es necesario tener conocimiento de las características estructurales de la edificación y en especial de los diferentes tipos de concreto presforzado. El concreto presforzado presenta grandes diferencias con respecto al concreto reforzado normal, y es de vital importancia comprender dichas diferencias. En términos generales el presfuerzo se logra normalmente por el sometimiento a esfuerzo de los tendones internos, y en ocasiones externos, de acero de alta tensión, por medio de gatos especiales o mediante el empleo, menos común, de métodos externos de presfuerzo, tales como gatos planos, mortero expansivo, gravedad, etc.

El presfuerzo introduce y almacena en la estructura, una gran cantidad de energía potencial que se suma a la energía inherente debida a la carga y a la configuración del sistema estructural. La diferencia característica entre las construcciones de concreto presforzado y las de concreto normal es el exceso de energía almacenado en las estructuras presforzadas, la que puede liberarse durante la demolición de diversas maneras.

Al efectuar la demolición de estructuras reforzadas ó presforzadas se debe asegurar la suficiente capacidad de soporte y estabilidad de todos los sistemas estructurales subsecuentes que tomen parte en el proceso total de demolición, y, garantizar que la liberación de energía almacenada en la estructura se lleve a cabo de forma gradual y controlada.

Durante la revisión estructural de la capacidad de carga y de la estabilidad de los diferentes sistemas, además de los cálculos realizados para condiciones estáticas

durante el diseño original de la estructura, deben tomarse en cuenta los efectos dinámicos que pueden aparecer en el proceso de demolición. Asimismo, se debe considerar cualquier daño sufrido por la estructura durante su vida de servicio, especialmente si ha ocurrido un incendio que pudiera haber debilitado tendones preesforzados en áreas locales.

La liberación controlada de la energía potencial almacenada en los cables es una tarea que se debe contemplar durante el proceso de diseño, ejecución y demolición de una estructura.

### **ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON ELEMENTOS PRETENSADOS**

Estos elementos por lo general se elaboran en fábricas permanentes, colando directamente el concreto alrededor de torones o alambres previamente sometidos a esfuerzos de tensión, con lo cual se logra la adherencia entre el acero y el concreto cuando este se endurece. Los elementos normalmente fabricados bajo este sistema son las trabes, losas, columnas, etc. de dimensiones estándar. La longitud máxima de las trabes es por lo general de 30 metros, en tanto que la de las losas es de 12 metros aproximadamente. El peso de las trabes más largas puede ser de 30 a 40 toneladas, mientras que el peso de las losas fluctúa entre 0.3 y 0.5 ton./m<sup>2</sup>.

Durante el proceso de construcción los elementos son transportados a la obra, donde se arman siguiendo una secuencia, uniéndose para dar forma a la estructura completa. Las juntas se pueden hacer con pernos de acero, tornillos, ménsulas, conectores soldados etc.

La demolición de este tipo de estructuras debe realizarse liberando con cuidado un elemento de otro en cada junta y proceder al desmantelamiento de la construcción en orden inverso al que se erigió originalmente. La demolición por métodos convencionales utilizando martillos neumáticos, bolas de acero, etc. es inadecuada ya que su efecto sobre los elementos individuales es limitado, y por otra parte podría ocurrir un colapso progresivo e incontrolado de la estructura ó de una parte de ella.

El proceso de desmantelamiento de la estructura requiere de planeación, dirección e instalaciones de grúa en la misma medida que para el proceso original de construcción.

Un aspecto muy importante es el de conservar la estabilidad durante todo el proceso, esto es tanto para la estructura completa, como para una parte o elementos individuales, la armadura debe estar sujeta a elevadores, escaleras de torre o a otro corazón, las trabes se deben proteger contra alabeos o torsiones, y las columnas se deben apuntalar. Cuando se manejen trabes o losas, los ganchos para las grúas se deben colocar firmemente y de tal manera que no provoquen esfuerzos que pudiesen

hacer fallar el elemento.

Una ventaja de este tipo de estructuras es que los elementos desmantelados pueden almacenarse para posteriormente revisarlos. En el caso que se requiera la demolición total de un elemento, ésta se debe efectuar sobre el suelo con cualquiera de los métodos convencionales.

### **ESTRUCTURAS POSTENSADAS CON TENDONES LECHADEADOS**

Las estructuras postensadas con tendones lechadeados se fabrican colocando los tendones en ductos premoldeados en el concreto, y una vez que éste ha endurecido se colocan los tendones aplicando el esfuerzo preestablecido y se anclan en sus extremos. Posteriormente se llenan los ductos con un mortero de cemento (lechada) y se logra la adherencia. Dicha lechada también evita la corrosión del acero.

Antes de realizar los trabajos de demolición es útil recabar información acerca de la composición del tendón, y la función, el tipo y la marca de los anclajes. Los tendones pueden ser hechos de varilla de 10 a 50 mm de diámetro, alambre redondo de 5 a 16 mm de diámetro o acero plano con áreas de sección transversal de 40 a 200 mm<sup>2</sup>, o de torones de 12 a 32 mm de diámetro, generalmente hay una sola varilla en cada ducto, mientras que para cada tendón hay 7, 12 o 19 alambres o torones, aunque pueden existir otros agrupamientos de varillas, alambres y torones. Los anclajes pueden ser activos o pasivos, de extremos muertos o acopladores. Los tipos más comunes están basados en el sistema de rosca y tuerca, o de cuña o cabeza de botón, o una combinación de ambos, también pueden ser usados anclajes en enlace.

Antes de llevar a cabo la demolición, se deben examinar los planos de construcción para definir el procedimiento de demolición considerando los aspectos de diseño y construcción. Muchos edificios son bastante sencillos, pero debido a las variaciones de presfuerzo habrá muchas estructuras en las que se requiera del conocimiento de un especialista en estructuras presforzadas para la planeación y ejecución de la demolición, como en el caso de trabes continuas o en voladizo, soportes y largueros, estructuras suspendidas, estructuras sometidas progresivamente a esfuerzo durante la construcción, estructuras monolíticas (es decir, construidas con elementos prefabricados conectados mediante presfuerzo, o construidas en obra), cascarones, trabes circulares, tirantes, en construcciones apuntaladas etc. .

Una vez analizada la estructura se procede a establecer el proyecto de demolición de tal manera que contenga todos los conceptos necesarios, tales como la secuencia de demolición, la remoción opcional de diferentes partes de la estructura, una descripción detallada de todos los apoyos, apuntalamientos, apeos, etc.; la colocación y remoción de los contrapesos temporales, soportes, largueros, puntales etc..

Para la demolición apropiada de elementos individuales se pueden aplicar cualquiera de los métodos convencionales analizados anteriormente, debido a que los elementos individuales de una estructura de concreto presforzado pueden considerarse como un material homogéneo sujeto a la condición de que la lechada de los tendones sea efectiva. Es muy importante verificar durante las etapas iniciales de cualquier demolición que la lechada sea efectiva.

## **ESTRUCTURAS POSTENSADAS CON TENDONES NO ADHERIDOS**

Existen dos maneras de aplicar los tendones no adheridos a los elementos postensados, una es por medio de camisas plásticas, la otra es utilizando ductos premoldeados.

En el caso de las camisas plásticas el tendón se cubre en la etapa de fabricación con un compuesto anticorrosivo aplicado directamente al acero y forrado con una camisa de plástico u otra envoltura, el tendón, junto con su camisa, se coloca primero en su perfil correcto, se cuele la pieza con el adentro y posteriormente se somete a un esfuerzo prescrito cuando el concreto se ha endurecido; el objetivo de la camisa es asegurar que no haya adherencia entre concreto y tendones, este tipo de tendón se utiliza normalmente en losas planas, pero también puede encontrarse en otros elementos.

En el caso de ductos premoldeados se colocan tendones engrasados en ductos premoldeados en el concreto, se les somete a un esfuerzo preestablecido y se anclan en sus extremos, esto cuando el concreto ha endurecido, en este caso los ductos no son llenados con lechada, esto con el fin de que no exista adherencia entre el concreto y el tendón sometido a esfuerzo. Este procedimiento es aplicado para estructuras tales como cámaras de presión, en las cuales es necesario remover el tendón posteriormente para efectos de inspección y posible reemplazo.

Con éste tipo de estructuras postensadas, la energía que se ha introducido en los tendones durante la operación de presforzado solamente está garantizada por los anclajes. Si éstos se sueltan o si el tendón es cortado en algún punto, toda la energía almacenada será liberada en toda la longitud del tendón con la consecuente pérdida de la fuerza total de presfuerzo. La secuencia a seguir para soltar los anclajes o cortar los tendones debe ser planeada con detalle y considerando la capacidad de la estructura para soportar cargas muertas sin presfuerzo y de ser necesario colocar apoyos temporales y soportes cuando esta capacidad sea insuficiente. La separación de la estructura en partes más pequeñas que impliquen el corte de tendones sólo es posible si éstos están provistos de anclajes intermedios o si se lleva a cabo una liberación controlada de la tensión.

Es muy importante tomar precauciones especiales en la cercanía de los anclajes del tendón, ya que una liberación repentina de energía puede provocar que el material

del tendón salga bruscamente de la estructura. Aunque generalmente la mayor parte de la energía del tendón se disipa por fricción, al descargar las cuñas y el recubrimiento del concreto, se recomienda el uso de bolsas de arena u otra protección similar detrás de los anclajes para garantizar una disipación segura de la energía de los tendones.

Las precauciones especiales en el caso de los tendones no adheridos, son necesarias y deberán seguirse en el caso de estructuras con tendones lechadeados cuando en ellos la lechada no sea efectiva.

Es importante hacer notar que la demolición de estructuras en las que se usan tendones no adheridos requiere de la asistencia de un especialista en presfuerzo con experiencia.

### **PRESFORZADO CIRCUNFERENCIAL DE TANQUES**

Debido a que el presfuerzo es un método eficaz para soportar fuerzas de tensión, a menudo se están construyendo los tanques circunferenciales con alambres o torones presforzados, colocados alrededor de su circunferencia. Dichos tanques pueden construirse con tendones de presfuerzo colocados en ductos normales con lechada y tendones internos no adheridos.

La secuencia de construcción de estos tanques es normalmente como se indica a continuación:

- El muro del tanque podrá colocarse por medio de cimbras ascendentes o deslizantes o por cualquiera de los métodos tradicionales. El muro también puede construirse con tableros prefabricados montados sobre cimientos de trabe circular.

- Una vez que se han erigido los tableros prefabricados, o el concreto ha endurecido, se aplica el presfuerzo mediante uno de los dos métodos siguientes:

- a) Se coloca un torón o alambre en forma continua alrededor de la circunferencia del tanque y se procede a anclar en cada extremo, como medida de seguridad y conveniencia se podrán formar anclajes intermedios, atornillando en una posición predeterminada el torón o alambre. El presfuerzo se aplica a medida que el alambre o torón se va colocando alrededor del tanque.

- b) En este método se utiliza un tendón formado por uno o varios alambres o torones con dispositivos de anclaje apropiados, estos anclajes contienen un dispositivo por medio del cual se traban los extremos traslapados de los tendones, un tendón completo cubre los  $360^\circ$ , pero por razones estructurales a menudo se utilizan anclajes intermedios a  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  o  $180^\circ$ , el anclaje entre los extremos de los tendones generalmente se hace por medio de cuñas. El presfuerzo se aplica por

medio de gatos para reforzar.

- Una vez que se aplico el presfuerzo a los alambres o torones, estos se protegen contra la corrosión mediante la aplicación de gunita.

Para la demolición de este tipo de estructuras, la energía almacenada en los tendones tendrá que someterse a un estricto control durante la operación de corte o desconexión, debido a que no es posible una eliminación de la tensión en los anclajes, deberán usarse frenos de fricción, o bien cubrir la estructura con una malta de cadenas o placas para detener el chicoteo incontrolado de los cables. Es importante tomar precauciones especiales para controlar el movimiento de los dispositivos de anclaje, debido a que éstos suelen colocarse sobre la superficie de la pared del tanque.

Durante cada etapa del proceso de demolición se puede determinar la cantidad de energía liberada mediante el cálculo, y también es posible averiguar el volumen requerido y la posición de los dispositivos protectores para asegurarse de que la energía liberada sea absorbida debidamente.

## **CAPITULO III**

# **ESPECIFICACIONES Y CONDICIONES DEL CONTRATO Y RESPONSABILIDAD**

Como la mayoría de los trabajos relacionados con la construcción, las demoliciones también requieren de documentos y contratos que implican diversas responsabilidades, tanto del patrón como de la persona física o moral que se encarga de la planeación y ejecución de los trabajos, dichos trabajos están reglamentados y apoyados en leyes, códigos y reglamentos que se encuentren vigentes en el momento de la celebración.

El ingeniero civil debe estar consciente de los alcances, obligaciones y responsabilidades a los que queda ligado al prestar sus servicios, para esto es necesario que tenga una mayor comprensión hacia todas las normas que rigen los contratos, dejando aun lado la actitud de indiferencia hacia las leyes. La gran mayoría de las demoliciones deben ser efectuadas y supervisadas por un Director Responsable de Obra. Las facultades, obligaciones y requisitos que debe cumplir están especificadas en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Las obligaciones y derechos que se generan en una obra de demolición deben estar especificadas mediante un contrato, en el que se detallen con precisión las expectativas que se desprenden de la elaboración del proyecto y los tiempos y actividades complementarias que van aparejadas con motivo de la realización de los trabajos. Al respecto es necesario reflexionar que una contratación debe de resultar en el mutuo beneficio de las partes acordantes, para lo que las cláusulas deben ser claras, y la retribución asignada al contratista tendrá que corresponder a la magnitud de las actividades realizadas y de la responsabilidad correspondiente.

### **FORMA Y TIPO DE CONTRATOS.**

Un contrato es un instrumento legal que reglamenta las relaciones entre dos elementos que intervienen en la consecución de un fin.

Es costumbre en la República Mexicana dividirlo en dos partes que son:

**declaraciones y cláusulas.** En las declaraciones se enuncian las intenciones, personalidades y capacidades de las partes. En las cláusulas se establecen los derechos, obligaciones y responsabilidades de las partes.

Es recomendable que en las cláusulas se tengan como mínimo aclarados los siguientes conceptos:

- a) Objeto del contrato
- b) Importe del contrato
- c) Forma de pago
- d) Tiempo empleado para la demolición
- e) Reducción de trabajo
- f) Aumento de trabajo
- g) Contingencias imprevistas de fuerza mayor
- h) Contingencias previstas en el contrato
- i) Relaciones con terceros
- j) Garantías
- k) Responsabilidades
- l) Obligaciones
- m) Sanciones
- n) Arbitraje

La elección de la contratista de demolición puede ser hecha por varias formas o métodos bien comprobados, como pueden ser los siguientes:

- a) Las propuestas pueden ser anunciadas en diarios locales.
- b) Una lista de propuestas cuya ejecución y referencia son conocidas y satisfactorias, pueden ser conservadas por el ingeniero y un número selecto de éstas invitadas a cotizar en concurso.
- c) Un cálculo de ofertas y especificaciones puede ser negociada con una firma cuyas habilidades son conocidas por el ingeniero.

La forma o método que sea elegido dependerá del volumen de trabajo controlado por el ingeniero y de la complejidad y urgencia del proyecto propuesto.

La principal desventaja del método a), podría ser que las propuestas recibidas, provengan de muchas contratistas, que son totalmente inadecuadas al proyecto y, puede perderse tiempo y esfuerzo en la selección

En el método c) la principal desventaja, es que el costo cotizado bien puede depender más a la carga de trabajo de la contratista al tiempo de cotizar, que al costo

verdadero del trabajo.

Generalmente el método b) es el más usado, y esto capacita al dueño para restringir la producción de documentos del contrato a un número razonable, existe alguna ventaja en tener por lo menos la amenaza de quitar las listas aprobadas si el trabajo cae bajo un estándar requerido. No obstante cualquier método usado para la selección de propuestas, un contrato formal escrito se preparará y deberá firmarse por el dueño del edificio, y el contratista de demolición.

## **ASPECTOS LEGALES**

**Restricciones.-** En el presente cualquier edificio puede ser demolido, a menos que esté clasificado como arquitectura especial o mérito histórico. En cualquier caso, antes de comenzar cualquier trabajo en el sitio, el propietario deberá avisar a la autoridad local y ésta, a su vez, puede solicitar ciertas acciones específicas para que sean tomadas en cuenta.

**Fianza.-** El contratista depositará (como en la forma de oferta se estipule) con el ingeniero, la cantidad determinada, para el debido funcionamiento y cumplimiento del contrato; y ninguna desviación de la especificación de trabajos ordenada por el ingeniero o retraso o extensión de tiempo para la terminación de los trabajos o alguna otra causa, operará como un descargo o en algún caso releve la fianza en ley u otro caso.

**Recuperación de materiales.-** En casos donde la propiedad que va a ser demolida contiene una cantidad razonable de materiales recuperables, puede esperarse un crédito para ser pagado por el contratista al propietario. Este pago se hará antes de que se permita el comienzo del trabajo en el sitio.

Si como es lo más común en la actualidad, existe una cantidad considerable de material recuperable, pero no el suficiente para producir saldo acreedor, el ingeniero estimará lo que podría ser razonablemente esperado para que sea desmantelado el edificio, y requerirá que una obligación por ese valor sea asentada o depositada con él en una tarifa convenida de interés, hasta la terminación satisfactoria del trabajo de demolición.

## **CONTRATO DE OBRAS A PRECIO ALZADO.**

El contrato de obras a precio alzado es aquel en el que una persona llamada empresario se obliga a ejecutar una obra mueble o inmueble, sin que exista una relación laboral, a otra denominada dueño de la obra, quien se obliga a pagar el precio convenido entre las partes, o en su caso, el que fije el arancel respectivo o el que tase los peritos.

Normalmente la contratación de una empresa con fines de demolición entra dentro de esta definición, por lo que es importante conocer en detalle las características de este

tipo de contratos y las responsabilidades que traen consigo, a este contrato se le conoce también como contrato de empresa, por ajuste cerrado y contrato a destajo.

El empresario deberá actuar con independencia de criterio en relación al dueño de la obra, por lo que deberá responder por los vicios y defectos que esta pudiera presentar, de la calidad de los materiales o vicios del suelo en que se construyó, a no ser que por disposición expresa del dueño se hayan empleado materiales defectuosos, si este accede a emplear malos materiales, será responsable solidario junto con el dueño de los daños y perjuicios que se causen a terceros.

La fijación del precio se hará de común acuerdo entre el empresario y el dueño de la obra, una vez que este se haya fijado, ninguna de las partes tendrá derecho de exigir disminución o aumento en lo convenido, aun cuando los materiales o salarios hayan tenido variación, esta cláusula puede resultar seriamente lesiva para alguna de las partes, por lo que se sugiere la conveniencia de revisarla y en su caso modificarla.

El Código Civil establece que el contrato deberá otorgarse por escrito cuando el valor de la obra sea superior a cien pesos, lo que nos da una idea de la obsolescencia de esta norma y de las muy diferentes condiciones que imperan actualmente.

Los documentos deberán incluir además de las cláusulas pactadas una descripción pormenorizada de la obra y en cualquier caso, los planos, diseños, presupuestos y programas de ejecución.

## TIPO DE CONTRATO PROPUESTO

### CONTRATO DE DEMOLICIÓN

Contrato de demolición que celebran: por una parte el Sr. \_\_\_\_\_ a quien en se denominará "el Propietario" y por la otra, \_\_\_\_\_, a quienes se les denominara "los demoledores", de acuerdo con las siguientes cláusulas:

1a. El Sr. \_\_\_\_\_ "propietario" de la construcción marcada con el No. \_\_\_\_\_ de las calles de \_\_\_\_\_ en la colonia \_\_\_\_\_ de esta ciudad, contrata con la firma \_\_\_\_\_ la demolición \_\_\_\_\_ de la propiedad antes citada.

2a. El importe de los trabajos de demolición tendrá un monto total de \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) suma que será liquidada por: \_\_\_\_\_

a \_\_\_\_\_ de la siguiente

manera: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3a. "Los demoledores", se comprometen a concluir la demolición y entregar el terreno a nivel de \_\_\_\_\_ sacando el escombro excedente, en un plazo que no excederá de \_\_\_\_\_ días hábiles, a partir de la fecha en que se expida la licencia de demolición respectiva.

4a. "Los demoledores, se harán cargo de tramitar la licencia de demolición exigida por el D.D.F. y corren con todos los gastos y riesgos que ocasione la obra, tales como: salarios, acarreo de cascajo, accidentes de trabajo, daños en propiedad ajena, daños a terceros. etc.

5a. "Los demoledores" depositarán con \_\_\_\_\_ la cantidad de \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_), para el debido funcionamiento y cumplimiento de este contrato, y ninguna desviación de la especificación de los trabajos ordenados por \_\_\_\_\_ o retraso o extensión de tiempo para la terminación de los trabajos o alguna otra causa, operará como un descargo o en algún caso releve la fianza antes mencionada.

6a. \_\_\_\_\_, adquiere(n) en propiedad y para su provecho, todos los materiales recuperables de la demolición y demás objetos existentes dentro de la propiedad y que no se mencionan excluidos en el presente contrato, pudiendo, desde luego, disponer libremente de ellos con excepción de \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7a. Las partes están conformes en que, de no haber reclamación de alguna de ellas, después de entregada por "los demoledores" la propiedad, se extinguirán todas las acciones que cualquiera de los contratantes pudiera tener contra el otro, con motivo del propio contrato de demolición.

8a. Para interpretación y cumplimiento de cada una de las cláusulas del presente contrato, ambas partes se someten a la jurisdicción de los Tribunales Civiles de la Ciudad de México.

### **PARTICULARIDADES DE LA RESPONSABILIDAD CORRESPONDIENTE**

Resulta obvio que, así como para la erección de un edificio se requieren documentos de contrato de todas clases, también para su demolición son necesarios, dichos contratos implican diversas responsabilidades, tanto del patrón como de los encargados de realizar el trabajo de demolición, que varían de un país a otro. A

continuación se mencionan el contenido de los alcances y compromisos que se deben pactar en una obra de demolición.

## **RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE**

**1. Memoria descriptiva de la estructura.** El patrón debe entregar una descripción que incluya planos de construcción actualizados de las estructuras por demoler, así como detalles de la obra que incluyan los siguientes aspectos:

- a) Naturaleza de la estructura (uso o destino).
- b) Ubicación y croquis de localización.
- c) Descripción de las estructuras circundantes.
- d) Localización de árboles y arbustos en el área de trabajo.
- e) Colindancias, pavimentos y derechos públicos de vías.
- f) Descripción detallada de la estructura a demolerse, incluyendo cimentación.
- g) Propiedades de los materiales que componen la estructura (concreto, acero, mampostería, etc.).
- h) En caso de existir, mencionar las especificaciones de los siguientes tipos de estructuras:
  - Concreto reforzado
  - Concreto pretensado -pretensado o postansado, tipo de tendones y anclajes, fuerza de tensión
  - Pilotes de cimentación - de concreto, acero, madera-
  - Muros de contención
  - Cisternas y tanques de almacenamiento subterráneos
- i) Materiales peligrosos
  - Productos químicos
  - Petróleo y aceite
  - Asbesto
  - Explosivos (incluyendo gases inflamables y partículas de polvo)
  - Material radioactivo
- j) Descripción del estado deseado de la obra una vez concluidos los trabajos

**2. Condiciones ambientales.** El patrón debe de informar acerca de las condiciones ambientales que deben tomarse en cuenta durante el período de demolición tales como

- limitación del ruido, la contaminación del aire y vibraciones
- horas en las que no se permite trabajar
- precauciones para el tránsito
- cercado de la obra

**3. Obtención de permisos para el proyecto.** El patrón está obligado a obtener todos los permisos necesarios para el proyecto de demolición de la estructura y de informar a las autoridades correspondientes antes de comenzar el trabajo, y del cierre de accesos y construcción de andadores peatonales.

**4. Representantes.** El patrón debe indicar al contratista los nombres de las personas que representarán sus intereses durante la ejecución del trabajo.

**5. Propiedades colindantes.** El patrón tiene que notificar de la demolición, antes de comenzar los trabajos, a los propietarios de construcciones aledañas, y llegar a un acuerdo con respecto a los soportes temporales, a la protección, al ruido, etc. Es conveniente efectuar un reporte de las condiciones en las que se encuentran las propiedades adyacentes a fin evaluar al final de la obra los posibles daños que estas pudieran haber sufrido, a causa de los trabajos de demolición, con el objeto de reparar los desperfectos ocasionados imputables al contratista.

**6. Duración del contrato.** El patrón debe especificar la fecha de iniciación y de término en la que se llevarán a cabo los trabajos.

**7. Servicios públicos y conductos de drenaje.** El patrón debe informar a todos los responsables legales de los servicios de agua, gas, electricidad y teléfono a fin de llevar a cabo los arreglos para la interrupción, desviación o corte de cualquier servicio público que pudiera ser afectado por la demolición. Además, el patrón debe indicar al contratista la localización, hasta donde le sea posible, de todos los servicios públicos, conductos y alcantarillas de drenaje en la obra, y si están en uso.

**8. Seguros.** El cliente tiene la obligación de obtener los seguros contra las posibles pérdidas o daños causados a otras propiedades y verificar que el contratista se encuentre asegurado en los mismos términos.

**9. Localización del tiradero.** El patrón tiene la obligación de determinar el lugar de depósito de los desechos de la demolición, teniendo especial cuidado de no infringir las normas ecológicas, obteniendo los permisos necesarios y pagando las cuotas correspondientes.

## **RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA**

**1. Análisis estructural.** El contratista debe realizar un análisis estructural del edificio o, estructura a demolerse en el que se debe de tomar en cuenta el estado de los materiales que lo componen. Además, para asegurar una secuencia precisa de trabajo, se deben analizar estructuralmente las condiciones de carga temporal sobre las diferentes partes de la estructura o elementos individuales. Dicho análisis debe incluir los siguientes elementos:

- Empujes irregulares sobre techumbres y estructuras ensambladas.
- Cargas y fuerzas de cortante sobre muros internos.
- Elementos en voladizo, tales como balcones y sus apoyos.
- Losas de piso continuas.
- Fuerzas de tensión en elementos de concreto presforzado.
- Fuerzas verticales y horizontales a niveles de piso y de sótano.

- Presiones irregulares del suelo sobre muros de contención.

**2. Método de trabajo.** El contratista debe proporcionar al cliente y a las autoridades correspondientes toda la información acerca del método de trabajo que se adoptará, indicando los aspectos de seguridad y equipo de trabajo que se utilizarán.

**3. Reglamentos de seguridad y salud.** El contratista debe tener un dominio de las normas y reglamentos que regulan los aspectos de seguridad y salud teniéndose la obligación de aplicarlos rigurosamente.

**4. Capacidad del contratista.** El contratista debe demostrar que tiene la capacidad suficiente para llevar a cabo los trabajos, cumpliendo todos los reglamentos de seguridad y salud, y designar un sobrestante competente para supervisar y controlar el trabajo en la obra.

**5. Servicios públicos.** El contratista debe asegurarse que los servicios públicos no sean dañados con motivo de los trabajos de demolición, para lo cual debe localizar los ductos de drenaje, instalaciones telefónicas y cableado subterráneo, con el fin de contemplar esto en sus actividades sin provocar perjuicio en las instalaciones. En caso de que un servicio resulte afectado, el contratista deberá repararlo de inmediato y a su cargo, sin reflejarlo en los costos del proyecto.

**6. Licencias.** El contratista debe obtener todos los permisos y licencias necesarios para la utilización del equipo que propone. Esto se aplica sobretodo en el caso de los explosivos. También se pueden requerir licencias para la erección de bardas, ventiladores, alambrado, iluminación, rampas etc.

**7. Seguros.** El contratista debe asegurarse contra todas las quejas con respecto a cualquier daño o accidente a cualquiera de sus hombres o terceros, y contra cualquier daño a otra propiedad debido a las actividades de demolición y a la técnica de demolición empleada. También debe asegurarse contra cualquier responsabilidad contractual.

**8. Disposición de materiales de desecho.** El contratista debe transportar los desechos al lugar indicado por el cliente. No permitiendo que ningún desecho penetre en el sistema de alcantarillado ni en los ductos de agua. La madera contaminada o deteriorada se debe quemar en la obra siempre que sea posible y en condiciones controladas. La disposición de desechos dañinos como productos químicos y asbesto debe ser de acuerdo con el patrón y con las autoridades de salud locales.

## **OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

El empresario está obligado a ejecutar la obra de forma personal. Cuando la magnitud de la obra requiere de la intervención de más personas, éstas quedaran bajo

la dirección y responsabilidad del empresario.

Ejecutar la obra de acuerdo al plano, diseño o especificaciones pactadas. El empresario deberá ejecutar la obra de acuerdo a los planos y especificaciones que sirvieron para celebrar el contrato. Si el plano o diseño fue hecho por un tercero y el propietario tiene los conocimientos técnicos o científicos para valorarlo y se encuentra en desacuerdo con alguna especificación, deberá notificar al dueño de la obra y abstenerse de ejecutarla so pena de ser responsable solidario con quien elaboró el proyecto.

Garantizar la utilidad de la obra de acuerdo de acuerdo a las especificaciones del contrato o a la naturaleza de la obra.

Realizar la obra en el modo y tiempo pactado.

Entregar la obra a su conclusión. Concluida la obra el empresario deberá entregarla al dueño y éste deberá recibirla y aprobarla. El empresario será responsable de los vicios ocultos o defectos que después aparezcan. Esta responsabilidad no tiene un termino específico, por lo que el empresario deberá responder de esto en cualquier momento prácticamente esta responsabilidad solo se extingue mediante la muerte del empresario.

Responder de los daños causados por el personal que labore en la obra.

Responder frente a los trabajadores que haya contratado en la obra derivadas de la relación laboral de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo.

Responder frente a los terceros que suministren material, en el caso que este sea suministrado por empresario, por lo que en caso de cobros u otras acciones, los proveedores deberán tratar estos problemas con el empresario y no con el dueño de la obra.

Responder de los daños que se causen a los inmuebles cercanos.

Observar las disposiciones municipales y de policía.

#### **OBLIGACIONES DEL DUEÑO DE LA OBRA**

Pagar al contratista el precio fijado para la ejecución de la obra.

Pagar al autor del plano o diseño de la obra. Esto deberá hacerlo aún cuando no se lleve a cabo el proyecto o si este se ejecuta por otra persona aún cuando se modifiquen algunos detalles del plano o diseño original.

Cuando se haya concursado la obra, ninguno de los concursantes excepto el triunfador tendrá derecho de cobrar honorarios, salvo convenio en contrario.

Como podemos observar, las responsabilidades adquiridas en una obra de ingeniería civil en general y en una demolición en particular, son múltiples, variadas y de gran magnitud, recargando en la gran mayoría de los casos la mayor parte de esta en el Director Responsable de Obra, es necesario pues, deslindar adecuadamente la participación de cada elemento y que cada cual responda por ella, con objeto de obtener una repartición más justa tanto de beneficios como de obligaciones y responsabilidades.

### **CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES**

**Definición:** El contrato de prestación de servicios profesionales es aquel en el que una persona denominada profesionalista, se obliga a otra denominada cliente o beneficiario, a prestarle un servicio de carácter intelectual o material o de ambos géneros, derivados de una profesión técnica o científica reconocida por la ley, mediante una retribución económica.

En cuanto a la fijación de honorarios, las partes pueden decidir el monto de los mismos o cuando exista un arancel obligatorio, se estará a lo dispuesto por el arancel, los aranceles a menudo no son respetados por los profesionalistas provocando con esto una disminución global en las percepciones económicas de los profesionalistas, en muchos casos por motivos de subsistencia.

El profesionalista deberá contar con un título oficial reconocido por la dirección General de Profesiones para tener derecho a prestar el servicio profesional, ya que la falta de este impide el cobro de los honorarios, aún cuando el servicio haya resultado un éxito, además de que se incurre en sanciones de tipo penal, con penas tanto corporales como económicas.

Los contratos de prestación de servicios profesionales obligan al profesionalista a los siguientes puntos:

a) Ejecutar el servicio profesional en forma personal salvo convenio en contrario. En caso de que exista un acuerdo con el cliente con el fin de delegar responsabilidades, el profesionalista sustituto deberá reunir los mismos requisitos que se establecen para el profesionalista original. En caso de que el profesionalista no pueda continuar con la prestación del servicio, deberá avisarle a su cliente, bajo pena de ser responsable de los daños y perjuicios que provoque su sustituto.

b) Prestar el servicio profesional con la diligencia debida.

c) Prestar el servicio profesional con la debida pericia. El profesionalista está obligado a conducirse con pericia, el desconocimiento técnico o teórico de su profesión

lo hace responsable de los daños y perjuicios que ocasione, sin que la pericia se acredite con el hecho de tener un título debidamente autorizado. El Código Penal castiga el incumplimiento de esta obligación con la suspensión del servicio profesional además de multas y presión a causa de los delitos generados como pueden ser daños en propiedad ajena y hasta homicidio imprudencial.

Los contratos de prestación de servicios profesionales obligan al cliente a lo siguiente:

a) Adelantar los gastos, expensas y honorarios.

b) Pagar los honorarios. El cliente está obligado a pagar al profesionalista el total de sus honorarios, expensas o gastos una vez que se preste el servicio, cuando el servicio profesional finalice por ejecución total o cuando renuncie el profesionalista. El pago será obligatorio independientemente del buen o mal éxito que haya tenido el trabajo encomendado, salvo convenio en contrario.

c) Restituir los gastos y expensas al profesionalista que haya realizado para la ejecución del servicio profesional.

### **ESPECIFICACIONES PROPUESTAS PARA TRABAJOS DE DEMOLICIÓN**

En los puntos siguientes se proponen una serie de especificaciones para la demolición, así como para los trabajos relacionados con el desmantelamiento de edificios existentes.

#### **1. Esquema de los trabajos.**

Estimaciones y especificaciones de trabajos requeridos para la demolición y remoción de estructuras y detalles del esquema que acompaña el plan de la obra, presentar una breve descripción de las propiedades a ser demolidas, con dimensiones aproximadas y referencias de planos y/o dibujos.

#### **2. Objetivo de los trabajos.**

Las estructuras a demolerse deben ser derribadas al nivel de la parte superior del respectivo nivel de piso existente, a menos que se especifique otra cosa, y todos los materiales resultantes del trabajo de demolición deben ser retirados de la obra.

#### **3. Inspección de la obra.**

El contratista debe examinar los planos y realizar una inspección de la obra y sus alrededores hasta donde sea razonable y práctico, para estar bien enterado de las condiciones en que se trabajará, de la naturaleza de la construcción de la estructura, de

las reglas de estacionamiento y descarga, del espacio de trabajo y almacenamiento, de las instalaciones generales; y de todos los demás aspectos que pudieran afectar sus propuestas, ya que no se tomarán en cuenta reclamaciones para pagos adicionales por falta de conocimiento.

#### **4. Planos y dibujos.**

Se realizarán algunos planos y dibujos por separado que acompañen las especificaciones, esto se hace con el fin de ayudar al contratista a preparar su propuesta.

#### **5. Mano de obra.**

El proceso de demolición debe llevarse a cabo en un período tal y de cierta manera que se causen las menores molestias posibles a los propietarios vecinos, ocupantes, público o al mismo patrón. Los escombros deben rociarse con agua para evitar que se levante el polvo, y tomar las medidas adecuadas de protección, así como precauciones para evitar vibraciones y ruidos innecesarios.

##### **a) Reglamentos y requisitos legales.**

El contratista debe cumplir con todas las actas, estatutos, reglas, instrumentos y reglamentos relacionados con la demolición y trabajos adyacentes, así como llenar todos los demás requisitos.

##### **b) Daños y rehabilitación de propiedades colindantes.**

Es importante efectuar todos los trabajos de demolición sin dañar las propiedades adyacentes, en caso de ocurrir algún daño durante los trabajos por negligencia del contratista, éste debe arreglarlo a expensas propias.

##### **c) Protección de la obra y personas.**

El orden de los trabajos será decisión del contratista, sin embargo éste debe asegurarse de que sean tomadas, antes de comenzar cualquier demolición importante, todas las medidas de protección para el público, propietarios y ocupantes vecinos, por medio de ventiladores, vallas provisionales, barreras, senderos, etc.; asimismo, debe obtener los permisos necesarios y pagar todos los derechos y cargos correspondientes.

##### **d) Trabajos provisionales.**

Será responsabilidad del contratista proporcionar, erigir y mantener durante el avance de los trabajos todos los puntales, contraventeos, etc., necesarios para la obra.

##### **e) Drenajes.**

Es responsabilidad del contratista el localizar y desconectar todas las conexiones de drenaje en desuso, las cuales deberán ser selladas de manera apropiada.

**f) Caminos provisionales.**

El contratista debe proporcionar, transformar y conservar, en la medida en que se requiera, todos los caminos, pasos, plataformas provisionales, etc. necesarios para el acceso a la obra y para efectuar los trabajos, y debe retirarlos cuando no sean necesarios, arreglar todas las alteraciones y pagar todos los cargos.

**g) Caminos y andadores adyacentes.**

Es importante para el contratista incluir en su propuesta el mantenimiento de los caminos y andadores adyacentes incluyendo sus tuberías y derivaciones de los cuales será responsable inmediatamente después de tomar posesión de la obra y hasta la terminación del contrato, y debe liberar al patrón de cualquier queja que pueda surgir contra él por alguna pérdida o daño causado en los caminos y andadores adyacentes y sus tuberías y derivaciones debido a negligencia del contratista.

**h) Retiro de desechos.**

Una vez concluidos los trabajos de demolición el contratista debe retirar todos los escombros y materiales producidos por la demolición y los trabajos relacionados, dejando los sótanos existentes, pozos de inspección, registros, cimentaciones, etc. libres y completamente limpios; asimismo, toda la zona de la obra tiene que quedar limpia y ordenada para su terminación a entera satisfacción del patrón.

**6. Vigilante.**

Es indispensable que el contratista designe personal de vigilancia para estar presente los fines de semana, por las noches y de ser necesario en horas laborales.

**7. Fuegos en el sitio.**

La disposición de materiales y desechos para quemarlos en el sitio, no estará permitida bajo ninguna circunstancia y ningún fuego de ninguna índole podrá permitirse en el sitio. En el caso de que sea indispensable provocar algún fuego se deberán tomar todas las medidas de seguridad necesarias.

**8. Presupuesto.**

El contratista debe considerar en su presupuesto la suma que crea necesaria para cumplir con las diversas cláusulas del contrato. El presupuesto debe contener lo siguiente:

a) Todos los costos de la mano de obra, incluyendo seguros, pensiones, días festivos, intereses de salarios y otras prestaciones y compensaciones pagadas por el contratista.

b) Todas las medidas de bienestar, salud y seguridad, como lo indican las normas

vigentes cuando se aplican a su contrato, y debe conservar todas las medidas de seguridad y proporcionar adecuadas raciones de comidas provisionales, resguardo e instalaciones sanitarias apropiadas, así como equipo de primeros auxilios, según lo requiera el avance de los trabajos, también se exige limpieza y arreglo de todas las obras deterioradas.

c) Todos los accesos necesarios y andamios protectores, ventiladores, plataformas elevadas, alambrados etc. para la adecuada protección y seguridad de las obras y del público, los propietarios vecinos y el patrón. El contratista será el responsable del diseño, la erección y seguridad de esos elementos.

d) Toda la iluminación y energía provisionales necesarias para los trabajos, agua para tomar y para reducir la diseminación de polvo; instalaciones, herramientas, vehículos y transporte necesarios para la apropiada ejecución de los trabajos.

e) Todos los pasos necesarios para garantizar la seguridad en la obra, incluyendo el lavado, la iluminación y la protección de los trabajos, la propiedad y las personas.

#### **9. Daños a personas o a la propiedad.**

En caso de ocurrir algún accidente o contratiempo el contratista debe comprometerse con los siguientes aspectos:

a) El contratista debe estar dispuesto a indemnizar al patrón por cualquier gasto, deuda, pérdida o reclamación que surja dentro de algún estatuto o norma común con respecto a daños al personal o muerte de alguna persona, surgida en el curso de o causada por los trabajos realizados y debido a un acto o a negligencia del contratista, o de cualquier persona de la que el contratista sea responsable.

b) El contratista debe estar dispuesto a indemnizar al patrón por cualquier gasto, deuda, pérdida o reclamación con respecto a algún daño sobre una propiedad o personal, ya sea que el daño surja, se deba a, o suceda en el curso de realización de los trabajos, y siempre que sea por negligencia, omisión o falla del contratista o sus auxiliares, o de algún subcontratista o de sus auxiliares.

c) Sin perjuicio de su responsabilidad de indemnizar al patrón de acuerdo con los incisos anteriores, el contratista debe asegurar que los subcontratistas adquieran tantos seguros sean necesarios para cubrir la responsabilidad del contratista o, como puede ser el caso, de los mismos subcontratistas con respecto a daños o muerte de alguna persona que surja en el curso de, o sea causada por la realización de los trabajos, y no se deba a algún acto o negligencia del patrón o cualquier persona de la que el patrón sea responsable, y con respecto a daños a bienes reales o personales surgidos en el curso de o debido a los trabajos llevados a cabo causados por alguna negligencia, omisión o falla del contratista o sus auxiliares. Para todas las otras quejas a las que se aplique esta

subcláusula la cobertura del seguro debe ser de una cantidad mínima (o tan elevada como el contratista quiera elegirla) para cualquier circunstancia o serie de circunstancias que surja alrededor de un suceso.

d) Cuando se requiera realmente, el contratista debe causar y procurar que el subcontratista presente, para su revisión por parte del patrón, los documentos que certifiquen que los seguros exigidos por esta subcláusula se observan debidamente, pero en cualquier ocasión el patrón puede, aunque no con ventaja o sin razón, exigir para revisar la póliza o pólizas y recibos mencionados.

#### **10. Daños a propiedades colindantes.**

Es necesario que el contratista cite en conjunto al patrón y a la aseguradora para especificar las cantidades de indemnización por medio de una suma provisional con respecto a algún gasto, responsabilidad, pérdida o queja en la que pueda incurrir el patrón, o con respecto a daños a alguna propiedad ajena a la obra causados por el colapso, asentamiento, vibración, debilitamiento o movimiento del apoyo o abatimiento del nivel de aguas freáticas, surgidos en el curso o a causa de la realización de los trabajos, con excepción de los daños siguientes:

a) Causados por negligencia, omisión o falla del contratista o sus auxiliares, o bien de algún subcontratista o sus auxiliares.

b) Atribuibles a errores u omisiones en el diseño de los trabajos.

c) Que puedan ser relativamente previstos por ser imposible evitarlos debido a la naturaleza del trabajo o modo de ejecución.

d) Que son a riesgo del patrón según el punto 11.

e) Que surgen por un peligro nuclear o de guerra.

Un seguro como el descrito anteriormente se debe depositar con los aseguradores aprobados por el patrón, el contratista debe depositar con él la póliza y los recibos correspondientes al pago de primas.

#### **11. Pérdidas y daños a obra y materiales.**

Los trabajos, incluyendo los materiales y bienes del contratista que se pretenden incorporar a los trabajos, así como todas las estructuras y cosas pertenecientes al patrón que pudieran estar cerca, incluyendo materiales y conceptos que deban ser recuperados por el patrón o el contratista deben, con respecto a cualquier pérdida o daño por incendio, caer bajo el único riesgo del patrón. Y con respecto a cualquier daño o pérdida que no sea por incendio, caer bajo el único riesgo del patrón.

El patrón debe indemnizar al contratista por cualquier pérdida o daño que caiga bajo el riesgo del patrón como se menciona anteriormente, y debe pagar al contratista el costo de los materiales sustituidos que se pretenda utilizar en los trabajos, y de la obra reinstalada completa o incompleta que se pretenda incorporar a los trabajos.

Sin perjuicio de su responsabilidad de indemnizar al contratista, el patrón debe presentar los seguros necesarios para cubrir su responsabilidad bajo la cláusula anterior, contra los riesgos de pérdida o daño por incendio, rayos, explosión, tormenta, tempestad, inundación, estallido o desbordamiento de tanques de agua, aparatos o tubos, terremotos, caída de aeronaves y otros aparatos aéreos, disturbios y conmoción civil (excluyendo cualquier pérdida o daño causado por radiaciones o contaminación por radioactividad de algún combustible o desecho nuclear o por combustión de algún producto nuclear, explosivos radioactivos tóxicos u otras propiedades peligrosas de algún sistema nuclear explosivo, componente nuclear u ondas de presión provocadas por aeronaves u otros aparatos aéreos que viajan a velocidades sónicas o supersónicas).

#### **12. Obreros y encargados.**

El contratista debe limitar sus obreros de acuerdo al sitio de trabajo. Si el contrato demanda que los obreros entren a alguna propiedad adyacente, es necesario que el contratista obtenga primero el permiso necesario. El contratista podrá autorizar e incluir el costo en su presupuesto, la contratación de un encargado de obra competente en mando y asistencia, hasta la terminación del trabajo.

#### **13. Tiempo extraordinario de pago.**

No se pagará ningún tiempo extraordinario a menos que sea específicamente ordenado por escrito por el patrón o su representante autorizado. Cuando así suceda, la diferencia neta entre el tiempo normal y el extraordinario será reembolsada al contratista, únicamente sobre el tiempo trabajado en exceso de la semana normal de trabajo considerada en la propuesta. Se pedirá al contratista que proporcione, para su aprobación, hojas de tiempo o registros similares para verificar el pago adicional.

#### **14. Publicidad.**

Los derechos de publicidad en carteleras serán reservados al patrón, pero se permitirá al contratista colocar tableros con su nombre en lugares relativamente visibles.

#### **15. Acceso de personas autorizadas.**

El patrón y sus representantes autorizados deben tener libre acceso a la obra en cualquier hora durante el avance de los trabajos.

#### **16. Agua, vigilancia e iluminación.**

El contratista deberá pagar todos los cargos por el agua requerida por los trabajos y abastecimiento de todos los tanques, servicio temporal de tuberías, grifos, conexiones temporales etc.. También el contratista deberá proporcionar toda la vigilancia e iluminación requerida durante toda la duración del contrato.

#### **17. Recuperación de materiales.**

El ingeniero decidirá que partes del edificio a demoler son de interés histórico o de uso particular para el contratista; éstas serán desmanteladas con cuidado y almacenadas en una área adecuada, y cuyo responsable será el propio contratista, en casos como este se deberá realizar previamente una valuación de dichas partes.

#### **18. Terminación del trabajo.**

En la terminación de la demolición, se deberá señalar con un color los límites completos del lugar, y se deberá también limpiar de toda la madera, ladrillos, concreto y materiales similares, para dejar limpio y ordenado dicho lugar a satisfacción del ingeniero.

### **RECICLADO DE MATERIALES**

Es probable que la actividad de la demolición se incremente en un futuro y, en respuesta a los problemas ecológicos y de materia prima antes mencionados, se ha empezado a investigar en diferentes lugares sobre la posibilidad de reciclar el concreto de demolición, para utilizarlo como agregado para el concreto nuevo y sobre las dificultades que esto traería.

**Plantas de trituración.-** El primer problema que surge es la separación del concreto del acero de refuerzo, tanto en elementos de concreto reforzado como de concreto presforzado. Después de que el concreto ha sido separado del acero de refuerzo, debe fragmentarse para producir un agregado con tamaño adecuado. Para este trabajo hay varios métodos disponibles. Existen las tradicionales plantas de trituración, de mandíbulas o martillo, basadas en fuerzas de tensión y cortante utilizadas cuando se tiene concreto de baja resistencia a la tensión, estas son trituradoras de martillo, en las que los martillos giran en dirección opuesta a la utilizada convencionalmente, con el resultado de que el elemento que va a romperse no se prensa entre los martillos, sino que se proyecta continuamente hacia arriba hasta que los pedazos son lo suficientemente pequeños para pasar a través de la parrilla. El acero de refuerzo, que se comporta de manera diferente al concreto durante el proceso de trituración, sube y baja por encima de los martillos y luego es expulsado a través de una escotilla diseñada especialmente.

**Agregado de concreto de demolición.** Es un agregado que consiste en el agregado

natural original utilizado en la producción del concreto original , y la matriz de arenamiento endurecida del concreto original. La porosidad del agregado reciclado depende de la porosidad del concreto original y es por lo tanto mayor que la porosidad del agregado natural. Esto puede influir en la trabajabilidad del concreto reciclado. Se debe tomar en cuenta la relación agua/cemento efectiva. La misma cantidad de agua de mezclado puede producir un grado menor de trabajabilidad en un concreto reciclado que en un concreto similar con agregado natural.

**Propiedades del concreto reciclado.** La resistencia a la compresión del concreto reciclado, es del 10 a 20% menor que la de un tipo idéntico de concreto normal con agregado natural; éste puede ser el caso cuando sólo se sustituye el agregado grueso por agregado de concreto de demolición. Si además se sustituye el agregado fino por agregado fino de demolición, la reducción de la resistencia es todavía mayor. Se considera que el módulo de elasticidad del concreto reciclado es del 20 al 30% menor que el de un concreto similar con agregado natural.

Un serio problema en el concreto reciclado es la aparición de impurezas como metales, tabique vidrios, madera, yeso y pintura pues estos influyen determinantemente en la resistencia y elasticidad del concreto reciclado.

En el aspecto económico aún prevalece la duda acerca de la factibilidad económica del concreto reciclado, ya que se deben equilibrar los costos de demolición, los costos de transporte a los tiraderos y los gastos de descarga de escombros comparándolos con el costo de explotación de canteras y de transporte de agregados naturales. Además, se deben considerar el capital respectivo y los gastos de funcionamiento de las plantas de trituración y de cribado tanto para escombros de concreto como para agregados naturales.

El concreto reciclado es técnicamente factible. Aunque todavía existen dudas en cuanto a su empleo como concreto estructural de alta calidad, puede, desde un punto de vista técnico, utilizarse cuando los requisitos son menos rigurosos.

**Estructuras prefabricadas.** Estos elementos pueden desmontarse casi en orden inverso al que fueron erigidos. Después los elementos pueden examinarse y probarse, si es necesario, para reutilizarlos casi en su forma original tal es caso de vigas y dinteles prefabricados, viguetas de piso prefabricadas, muros y tableros divisorios prefabricados, edificios de marcos portificados prefabricados y de marcos prefabricados con juntas atornilladas o soldadas. En la mayoría de los casos se trata sólo de eliminar uniones atornilladas o de cortar pequeñas cantidades de acero o concreto colado en obra para liberar las piezas recuperables.

**Estructuras monolíticas.** Una proporción muy grande de todas las estructuras se ubica parcial o totalmente dentro de esta categoría que resulta desfavorable, ya que sus componentes son menos manejables que los elementos prefabricados.

**a) Cimentaciones.** Si están rotas, las cimentaciones difícilmente son reutilizables, pero si están estructuralmente sanas pueden volver a usarse, prolongarse, apuntalarse o apoyarse sobre pilotes. En fin, para propósitos prácticos solamente son reutilizables en obra.

**b) Losas.** Teóricamente las losas de piso y azotea pueden volver a usarse en otras estructuras. En el diseño de la nueva estructura tiene que considerarse el espesor y la calidad del concreto, así como la cantidad de refuerzo presente. La forma obvia de colocación de tales losas sería como elementos simplemente apoyados sobre vigas o muros. Sin embargo, es muy posible agregar un remache estructural de acción compuesta a dichas losas, y colocar una placa de acero sobre los apoyos para proporcionar continuidad.

**c) Vigas.** Suponiendo que no sean vigas presforzadas, se pueden cortar en elementos simplemente apoyados para formar elementos rectangulares o de sección "T". Después las vigas pueden usarse simplemente apoyadas o ser unidas rompiendo una pequeña cantidad de concreto en los extremos y prolongando el acero de refuerzo dentro de las conexiones extremas del nuevo concreto colado en obra. Si es necesario puede agregarse concreto de acción compuesta adicional y acero de refuerzo.

**d) Columnas.** Estas pueden cortarse y transportarse a otra parte para usarse como nuevas columnas, pilotes cortos o como vigas. También pueden prolongarse fácilmente si se requiere.

**e) Muros.** Éstos pueden cortarse en tableros y volverse a usar como muros o, sujetos a revisión del diseño, como losas de piso de planta baja y como firmes para vehículos o bases para maquinaria.

Antes de considerar la reutilización de elementos estructurales es necesario investigar su capacidad de carga a partir de los planos de construcción actualizados cuando éstos están disponibles, o mediante la prueba o certificación hecha por ingenieros capacitados.

Además los elementos destinados a un nuevo uso deben ser:

a) Removidos con cuidado, manejados, soportados y transportados de tal modo que no sufran un sobreesfuerzo o se dañen.

b) Examinados visualmente.

c) Sometidos a pruebas no destructivas cuando sea necesario.

d) Modificados cuando sea necesario para su reutilización.

e) Reparados superficialmente también cuando se requiera.

En ciertas circunstancias, cuando se remueve una gran cantidad de elementos similares, puede resultar conveniente probar muestras bajo carga, hasta la falla si es necesario.

De lo anterior se desprende que el ahorro que representa volver a usar elementos estructurales depende de los siguientes aspectos:

- Planos detallados actualizados de construcción de los elementos del edificio que va a demolerse.
- Costo de remoción, la prueba, el manejo, el transporte y el almacenamiento de dichos elementos.
- Costo del corte con sierra u otro tipo de corte del concreto reforzado y problemas de ruido asociados con el corte del concreto y el refuerzo.

Sin embargo gran cantidad de estructuras se demuelen con muy poca atención a la reutilización de sus elementos, normalmente se cuenta con muy poco tiempo para encontrar un nuevo uso o una área adecuada de almacenamiento para los elementos, hasta que pueda encontrarseles un nuevo uso. Asimismo, el período permitido para la demolición casi nunca es suficiente para la cuidadosa remoción de los elementos individuales.

# CAPITULO IV

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Un aspecto que merece especial atención al llevar a cabo la planeación y trabajos de demolición es el de asegurar que las condiciones laborales tengan un margen adecuado de seguridad, así como asegurar que las personas o bienes no sufran peligro o daño alguno con motivo de las actividades que se realicen.

Las actividades relacionadas con la demolición de estructuras son generalmente las que tienen condiciones de trabajo más severas, esto debido a la naturaleza del trabajo y por el hecho de que resulta muy difícil demoler un material duro y pesado como lo son el concreto reforzado y el acero estructural.

El proceso de demolición es un campo en el que se han realizado muy pocas investigaciones, en comparación con otras ramas de la construcción. Este problema tiende a reducirse, debido a que cada vez se incrementa el número de edificios destinados a la demolición parcial o total, por lo que surge la necesidad de técnicas más eficaces para las demoliciones. Es importante hacer notar que la demolición parcial probablemente cause mayores problemas de salud y seguridad que la demolición total, y que los trabajos de demolición no sólo afectan al operador sino también a terceras partes, es decir gente cercana a la obra de demolición.

### CONDICIONES DE TRABAJO

Los problemas ocasionados por las condiciones de trabajo se pueden clasificar en tres grupos principales:

- a) Seguridad: Pertenecen a este grupo problemas o daños debidos a caídas, accidentes provocados por herramientas manuales etc..
- b) Higiene: En este rubro se encuentran ruido, polvo (incluyendo fibras), vibraciones, compuestos químicos, humedad, temperatura.

c) Ergonomía: Problemas causados por cargas pesadas, posturas incorrectas de trabajo, etc..

La exposición a estos factores puede ser la causa ya sea de accidentes laborales o bien enfermedades causadas por el trabajo. En el caso de las demoliciones la probabilidad de que un accidente sea fatal es mayor que en el resto de la industria de la construcción en conjunto, y el riesgo de tener un accidente es más elevado, por lo que es necesario llevar a cabo una cuidadosa supervisión tendiente a proporcionar los elementos de seguridad que nos den la confiabilidad adecuada en la realización de los trabajos, arriesgando al mínimo la integridad física y la vida.

Los principales peligros durante la ejecución de los trabajos se derivan de derrumbes de algunas partes del edificio y de la caída de algún hombre desde cualquier altura. El tipo de obra en las que se presentan con mayor frecuencia accidentes es en la demolición de edificios comerciales o industriales.

Cuando se realice la demolición de estructuras de concreto presforzado se debe tener especial cuidado con la presencia de tendones presforzados en el área de trabajo, cuya ruptura libera de una manera instantánea una gran cantidad de energía, provocando que el cable tenga un movimiento errático y peligroso, lo cual puede provocar serios accidentes, ya sea provocando un colapso no deseado de la estructura o posibles lesiones al golpear a los trabajadores. Es importante que los trabajadores sepan identificar un elemento de presfuerzo en la obra, para evitar que lo rompan sin querer y provoquen un serio accidente.

Uno de los problemas mas graves en la vida laboral es el provocado por el ruido, ya que además de tensión nerviosa, dificultad de comunicación, incomodidad y otros desordenes, el ruido produce la pérdida de la audición. Todo lo anterior es debido a que el nivel de ruido es excesivamente alto en muchas máquinas y herramientas manuales y que el tiempo de exposición sin daño cada día para niveles altos de ruido de este tipo es extremadamente corto, además de que con frecuencia no se utiliza o no se tiene el equipo preventivo adecuado.

Otro de los graves problemas ocasionados por los trabajos de demolición es el producido por el exceso de polvo, para esto se define como valor limite de umbral (VLU) al nivel permitido de concentraciones dañinas en muestras de aire de un gran número de compuestos, este nivel debe permitir la exposición para una vida entera de trabajo sin que haya daños o desordenes, exceptuando alergias y cáncer generalmente. El valor limite de umbral para el polvo que genera silicosis es de  $0.1 \text{ mg/m}^3$ , mientras que el umbral limite para el polvo total es de  $10 \text{ mg/m}^3$ , se ha comprobado que el trabajo típico de demolición de estructuras de concreto, el cincelado, la ruptura del concreto y la demolición de muros, tiene una muy alta concentración de polvo rebasando en varios casos el umbral limite.

**Vibraciones.** Los trabajos de barrenación, la ruptura del concreto, el despedazado y el cincelado en general suelen tener un efecto nocivo para la salud por producir excesivas vibraciones. Dichas vibraciones son capaces de producir problemas como dedos blancos (desórdenes vasculares periféricos), entumecimiento y punzadas (desórdenes nerviosos periféricos), efectos que tienden a incrementarse con la edad y con el hábito de fumar. Otro daño que producen las vibraciones es el que suelen producir malestares en la espalda sobre todo para los operadores de las máquinas, quienes se encuentran expuestos a vibraciones muy elevadas. El creciente uso de las nuevas máquinas, especialmente herramientas manuales, tiene numerosas ventajas, pero se teme que los daños causados por las vibraciones se incrementen en el futuro.

**Ergonomía.** Las posturas incómodas que frecuentemente se presentan en los trabajos de demolición dan lugar a un problema muy serio, ya que provoca daños en músculos, articulaciones y huesos, originando desde leves dolores musculares hasta serias deformaciones en la columna vertebral. Los problemas causados por el transporte de cargas pesadas aunados a posturas incómodas son habituales, el transporte de equipo pesado a través de áreas estrechas con dificultad de circulación, como es el caso del traslado de máquinas por el área de escaleras son maniobras frecuentes en este tipo de trabajos.

### **CONDICIONES DESEABLES DE TRABAJO**

La especialización de la demolición debe contar con un plan de capacitación orientado a la adecuada preparación de los trabajadores que intervienen en el proceso, el que necesariamente tiene que contemplar la ejecución del trabajo no solo desde el punto de vista técnico, sino que además debe estar orientado a evitar o por lo menos atenuar los riesgos de accidentes mediante la supervisión y coordinación de personal capacitado, sobretodo en aquel que tiene a su cargo el control de los trabajos. El programa de capacitación debe ser estandarizado y debe llevarse un registro del mismo.

La planeación del trabajo de demolición debe efectuarse con minuciosa atención, la selección del método de trabajo tendrá como puntos principales la seguridad del personal que se encuentra laborando en la obra, además de minimizar los efectos nocivos sobre terceros en sus personas o propiedades.

El equipo de seguridad empleado en obra deberá usarse con carácter de obligatorio y deberá ser el suficiente y se capacitará a los trabajadores acerca de su uso correcto y su funcionamiento, se vigilará que todos los trabajadores usen cascos y zapatos de seguridad y demás equipo.

La identificación de las características estructurales del edificio a remover se determinarán con precisión, se debe establecer un procedimiento para poder identificar fácilmente si los nuevos edificios son estructuras postensadas, estructuras esforzadas no adheridas o estructuras progresivamente sometidas a esfuerzo a medida que avanza

la construcción y con cargas muertas adicionales. Este es un aspecto muy importante ya que define la secuencia de las actividades, asegurando que la eliminación de algún elemento no provoque desplomes imprevistos que originen accidentes, ya que por la magnitud de las cargas, sobretodo en construcciones de concreto, se suelen tener efectos importantes.

Los riesgos de salud de este tipo de trabajo deben ser cuantificados adecuadamente, teniéndose publicaciones relacionadas con la información en este campo y en base a estudios médico-laborales, y se deben establecer las medidas pertinentes para erradicarlos o cuando menos aminorarlos.

Para evitar daños o problemas relacionados con la higiene y ergonomía, es deseable que el trabajador labore alejado de la vecindad del área de demolición, esto es posible mediante máquinas automáticas de control remoto, lo que permite mejorar el ambiente de trabajo y la seguridad de los trabajadores, es recomendable que el cuerpo humano no se use como caballete, ni debe permitirse que se encuentre continuamente sentado o adentro de una maquina vibradora. Todo lo anterior merece una atención especial sobretodo cuando en la zona de demolición existen productos químicos venenosos, asbesto etc. cuya presencia torna aún más peligroso el trabajo. A este respecto los expansores hidráulicos poseen las ventajas de no causar ruido, polvo, vibraciones y la de no representar una carga pesada, sin embargo la barrenación de los agujeros puede representar problemas en cuanto a su elaboración y acceso. Para los trabajadores es importante que la demolición se efectúe con rapidez y más o menos automáticamente, lo que implicaría de ser necesario el uso de explosivos.

Para reducir los problemas de las concentraciones excesivas de polvo es frecuente efectuar rociados de agua, sin embargo no siempre esto es posible debido al riesgo de causar daños, ya que un rociado inadecuado, puede representar un riesgo por el hecho de que las superficies rociadas se tornen resbalosas. Debido a esto la manera más eficaz de combatir el problema es mediante el uso de extractores de aire, los cuales han sido principalmente ideados para usarse en el taladro de roca o en obras en que interviene el asbesto, actualmente se están diseñando extractores que se adecuan específicamente a la expulsión de aire para la construcción.

Como se había mencionado anteriormente las herramientas de percusión generan vibraciones y ruido excesivo. En cuanto a este tipo de equipo, se han hecho mejoras para reducir las vibraciones. El ruido provocado debe a su vez ser aminorado mediante la inclusión de silenciadores externos, tratando por otra parte de reducir su peso utilizando materiales más resistentes y ligeros en su fabricación.

Para reducir las cargas ergómicas, se debe evitar el levantar cargas pesadas y no adoptar posiciones incorrectas de trabajo. Esto se puede lograr mediante la elección adecuada del método de demolición, reducción del peso del equipo, con los dispositivos para transportar maquinaria etc. con la ventaja de que si se reducen las cargas que un

trabajador tiene que levantar, disminuye su necesidad de descansar con el consiguiente incremento en la productividad.

Para evitar las caídas durante la circulación de las personas en la zona de los trabajos, es imprescindible cerrar todos los huecos peligrosos, desde el momento que se quitan los parapetos; esto implica cerrar huecos de ventanas, escaleras, balcones, etc.. Para pasar de un piso a otro podemos encontrarnos con varios casos: que las escaleras de paso sean estables; entonces nos cercioraremos de su estabilidad y las haremos servir como siempre; si dicha estabilidad se encuentra comprometida, las apuntalaremos y reforzaremos para que ofrezcan garantías de seguridad; cuando no sea fácil apuntalarlas, será más conveniente instalar otras escaleras provisionales bien seguras y cerrar las primeras. Los materiales nunca deben impedir la circulación, tampoco se pueden amontonar grandes cantidades en los techos y se deben cuidar no sobresalgan partes peligrosas, de madera o hierro, sobretodo clavos, que a veces al circular con rapidez las personas, pueden producir cortes desgarres etc.

En estos trabajos pueden surgir peligros eminentes y de difícil solución al instante, como por ejemplo algún desplome que se avecina y no se puede impedir, por ello debe existir siempre una salida rápida para cuando se presenten estas contingencias que pueden poner en peligro a los obreros. Elementos de protección y circulación a la vez, los constituyen los andamios, ya sean de madera o tubulares. En dichos andamios y a la altura que se han de situar los obreros para realizar la demolición, se colocan unos travesaños que sirven para el apoyo y circulación de los mismos

También la evacuación de los materiales constituye una técnica y nos puede simplificar extraordinariamente el trabajo, evitando amontonamiento de materiales derribados que son causa de accidentes, y las sobrecargas que se producen con ellos en estructuras horizontales y verticales que pueden producir hundimientos en la estructura. En muchas demoliciones estos materiales, son echados al suelo desde lo alto con las consiguientes polvaredas, ruidos y el peligro de producir daños a obreros que estén en la parte baja, aunque esté prohibido trabajar a diferentes alturas.

A veces el material hay que conducirlo por canales adecuados, teniendo en cuenta que la embocadura superior esté situada de manera que sea imposible la caída accidental del personal. Cuando se usen carretillas es importante y útil fijar un tope para las ruedas evitando así que puedan volcarse; en los canales que van enlazados unos con otros deben reforzarse convenientemente los empalmes de las piezas y la última parte del canal hay que inclinarla para que la velocidad de salida del material en el extremo inferior se reduzca, quedando el material a unos metros de distancia, en la horizontal de la obra de demolición o del andamio de servicio, protegiendo así a las personas que trabajen allí y facilitando a su vez las maniobras. Esta última parte del canal debe colocarse a una altura no superior de 2 metros de la superficie recogida, pero siempre en una altura suficiente en la que se pueda colocar un camión, donde generalmente se cargan los materiales, con lo que se reduce la formación de polvo y

**rebote de escombros.**

Los accesos a la zona de descarga, para cargar el material acumulado sobre los medios de transporte, están permitidos solamente cuando no se descarga desde arriba, debiéndose colocar carteles o señales visibles recordando esta disposición. Aunque se empleen camiones, bulldozers, etc. con ruedas de goma, conviene que dichas máquinas estén montadas sobre orugas, a fin de evitar los posibles pinchazos. Hay elementos de gran peso y volumen para los que no se puede utilizar el canal, los cuales se bajaran al suelo, con medios idóneos, generalmente grúas, cuidando atentamente la resistencia de los cables, cuerdas, grúas, embragaduras, etc.. No se pueden cerrar todas las paredes y techos que sirvan para la evacuación directa de los materiales de derribo. Si se trata de residuos procedentes de alcantarillas, hospitales, cementerios, etc. los escombros deberán desinfectarse antes del transporte.

Antes de proceder una demolición, deberán neutralizarse las instalaciones de agua, gas y electricidad, existentes en la zona de realización de los trabajos. Se tomarán los acuerdos necesarios con las sociedades suministradoras para interrumpir los suministros a las distintas redes de utilización; si embargo, en la demolición, algunos de estos suministros nos pueden hacer falta, para lo cual se deben identificar y proteger adecuadamente. Es necesario vaciar depósitos, tuberías y demás conducciones y contadores, aunque en algunas obras no se realiza, es conveniente cerrar la acometida a la alcantarilla. Medidas mucho más severas han de tomarse en los ambientes industriales, en los que debe existir una estrecha relación entre los técnicos de la industria y los de la demolición, para tomar medidas prácticas referentes a todos aquellos suministros que puedan interesar a la zona de trabajo. Los conductores eléctricos, empotrados en muros o demás, pueden producir numerosos accidentes si entran en contacto con las herramientas, sobretudo en los ambientes húmedos.

Antes de iniciar la demolición deben hacerse los apeos necesarios de todos aquellos elementos de la construcción, que puedan ocasionar derrumbamientos en parte de la misma, lo que exige un estudio previo y una vigilancia constante durante la obra. También deben tomarse las debidas precauciones para evitar accidentes a los obreros, aún en los casos de imprudencia por parte de los mismos. Las medidas de precaución que es necesario tomar en los derribos, consisten generalmente en el apeo de toda o una parte de la construcción. Por apeo se entiende el sostenimiento de un edificio o de una parte de él con diversos fines, bien sea para repararlo, para sustituirlo o para demolerlo con las condiciones necesarias para la seguridad de los obreros que han de ejecutar el trabajo.

Se prohibirá el uso de mazos de tres, cuatro, cinco o seis kilos, y martillos, cuando las vibraciones producidas por los golpes dados con ellos sean peligrosas para la estabilidad de la obra.

Cuando la demolición se realice por empuje, ya sea con palas mecánicas, palas

**tractores y bulldozers es necesario tomar las siguientes medidas de seguridad**

- La altura de edificación debe ser limitada, de tal forma que el conductor no sea alcanzado por los materiales en su caída.
- La altura de la construcción debe ser inferior a la longitud del brazo del bulldozer o de la pala mecánica.
- La cabina del conductor debe estar bien protegida por un techo resistente.
- Hay que evitar de minar las construcciones y de desgarnecer prematuramente los cimientos.
- La utilización de estos métodos provoca una debilitación de la estructura, por lo que es conveniente evitarlos cuando se trata de construcciones antiguas o de muros poco atados, con peligro de hundimientos prematuros.

Si el método de demolición que se va a utilizar es el de demolición a bola o con esfera y grúas se deben de tomar las siguientes medidas de seguridad.

- Se utilizarán estos métodos sólo en casos en que se tenga que derribar con mucha rapidez.
- Solo se utilizarán grúas torre en casos extremos, ya que puede comprometerse su estabilidad y provocar un accidente.
- En caso de utilizar las grúas torre, sólo se usarán en su función propia, es decir, levantando cargas y dentro de los límites normales. Tampoco deben utilizarse para el derribo por tiro oblicuo, pues hay peligro del vuelco de la grúa.

#### **PERSONAL Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Los trabajos de demolición exigen una preparación profesional y unas aptitudes físicas particulares; por lo tanto se evitará adscribir a los mismos, a las personas que carezcan de unas o de otras. Estarán siempre inscritos a los servicios médicos del trabajo. Para cada diez obreros deberá haber un jefe de equipo. Queda estrictamente prohibido el empleo de menores en esta clase de trabajos. Debemos destinar a cada trabajo el número de personas justas y necesarias, pero nunca poner hombres en demasía, evitando aglomeraciones que crean desorden y peligros.

La actividad de las personas ocupadas en los trabajos de demolición, debe estar coordinada y sometida a la autoridad de un dirigente competente y responsable.

Los jefes de equipo recibirán instrucciones precisas sobre los trabajos, peligros que presenten, las medidas que hay que tomar y las transmitirán a los obreros. Deben efectuarse los trabajos a un mismo nivel, pudiéndose autorizar la presencia de personas sobre la misma vertical, solamente cuando la seguridad sea absoluta, pero al ser esto de difícil solución nos atenderemos al caso general. Cuando se suspenda el trabajo al final del día, no deben quedar partes que peligren, en el caso que resulte verdaderamente imposible eliminarlas a causa de su complejidad, se harán notar mediante señales visibles; se aislará la zona de posible caída, pues ésta puede venir por circunstancias ajenas a los trabajos, como los agentes atmosféricos (viento, lluvia, etc.)

Las condiciones de estabilidad de la construcción deben vigilarse continuamente, para poder intervenir rápidamente, si es necesario y detener el trabajo para aplicar refuerzos suplementarios. Para estos casos en cada obra de demolición es útil tener una cierta provisión de palancas, gatos hidráulicos, cremalleras, etc., provisión que servirá para solucionar las eventualidades señaladas, como sostén o apuntalamiento de las masas inestables o para las personas que hayan quedado atrapadas por los escombros, si sobreviene el despiome.

## **RIESGOS DE CAÍDAS**

Los forjados suelen estar entre 2 y 5 metros como máximo, si se adopta un método lógico de demolición, como es demoier primero los muros y luego los forjados de cada piso, estos constituyen una protección suficiente, ya que la altura posible de caída de un obrero hacia el interior, es solamente la de un piso, sin que sea posible, en general, montar andamios en cada piso interior, cuyo montaje y desmontaje, acarrear riesgos y pérdida de tiempo. Además habría que modificar constantemente la altura de estos andamios, para que el obrero trabaje correctamente.

Hay que evitar la caída al exterior, para lo cual se monta en la parte exterior en demolición un andamio de garantías, un alero o algún dispositivo equivalente que se oponga eficazmente a la caída de los obreros al suelo.

En general se pasan a través de los vanos, piezas de madera en voladizo sostenidas en el interior con la ayuda de puntales situados entre los forjados, con la ayuda de los cuales se constituyen aleros de protección ligeramente inclinados. Dada la técnica de demolición, estos aleros están colocados a una distancia de 6 metros.

En las calles no resulta difícil establecer protecciones. En los patios la cosa es más compleja, ya que éstos son utilizados en general para la evacuación por gravedad de los materiales de derribo y la multiplicación de andamios y aleros de protección en los patios dificultaría sensiblemente esta evacuación.

A falta de estas protecciones, cuando la altura rebasa los 6 metros, hay que

establecer un andamio, o tablero de trabajo provisto de antepecho y rodapié en el lado del vacío. Estas normas no resultan obligatorias cuando trabajan obreros calificados a menos de seis metros de altura y sobre paredes a rebajar de 35 cm. de espesor.

En los casos en que se no pueda lograrse una adecuada estabilidad al momento de trabajar, el obrero se colocará un cinturón de seguridad, que deberá engancharse en aquellos puntos en los cuales existan las mayores garantías de resistencia y de aguante.

### **MEDIOS DE PROTECCIÓN GENERAL.**

Hay que tener sumo cuidado en las medidas a tomar en la delimitación de la zona afectada en la demolición, con relación al exterior, transeúntes, coches, y público en general. Estas medidas resueltas con toda clase de andamios, tienen a la vez funciones de servicio, pues en las cimas de estos andamios se colocan tablonos y lo obreros pueden desde esa posición demoler los muros exteriores.

Se debe prohibir el estacionamiento y tránsito por la zona bajo el derribo. Por regla general estas disposiciones no son suficientes, ni serían en la mayoría de los casos observadas por el público, para ello se construyen protecciones materiales suficientemente robustas, a veces se ensamblan en dichas protecciones tornapuntas para sostener un parapeto realizado con tablonos, para impedir que los materiales que por alguna causa sobrepasaron la lona pudieran llegar al suelo.

Estas protecciones serán tomadas también con las propiedades colindantes cuando estas resulten más bajas que el edificio a demoler, se solucionarán también mediante entablonados, lonas y cañizos.

Dentro de la obra es oportuno bloquear todos los accesos al edificio en el piso inferior, protegiéndose con fuertes entablonados los que no se bloquean.

Muchas veces resulta prácticamente imposible la construcción de andamios de servicio para demoler partes exteriores, especialmente en aquellas construcciones que están afectadas por diversos accidentes o son muy viejas, en estos casos se recurre a otra clase de sistemas para la seguridad de los trabajadores. Generalmente se emplean jaulas llevadas por aparatos de elevación, pero entonces hay que tener en cuenta que dichas jaulas y los medios de suspensión sean seguros, por lo que respecta a estabilidad, resistencia y demás. Debido a esta complejidad, a pesar de su mayor costo debemos realizar andamios que rodeen todo el muro o paramento a demoler. De todas formas con reflexión e ingenio se pueden encontrar soluciones particulares valideras en cada caso y a la vez ampliamente satisfactorias.

Quizá la demolición de techos, pisos y cubiertas es la que más cuidados requiere y por ello se deben cumplir las siguientes normas:

Para evitar derrumbamiento o desequilibrios, las tejas se deben quitar por secciones, simétricamente de una parte y de la otra, para igualar siempre los pesos, la dirección a seguir es desde la cumbrera hacia los canalones.

Los obreros circularán sobre las vigas importantes, nunca sobre la pequeñas; además, para repartir cargas se colocarán tablas de repartición. Por lo general la altura de posible caída al piso de abajo no suele ser mucho más de 2 metros, debiéndose colocar un entablado, en caso de que sea superior. A veces las cubiertas no son resistentes y entonces usaremos cinturones de seguridad con tirantes, con el repetido problema de su enganche.

Los conductores de ventilación y chimeneas, cuando los haya, hay que demolerlos antes que el resto del tejado.

Hay que procurar que no se tiren materiales derribados sobre los pisos, ya que existe el peligro de que se hundan debido a esta sobrecarga. También hay que tener cuidado al quitar la pavimentación.

Hay que tener en cuenta, cuando sobre un techo no nos quedé ningún muro, que entonces el techo se comba en su parte central con muy poco peso que se le coloque encima; entonces lo mejor es apuntalarlo en su parte central o totalmente.

## **NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS**

### **TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.**

El transporte y recepción de explosivos habría de ser realizado por personas autorizadas y especialmente instruidas para este menester por la dirección responsable de los trabajos en que hayan de ser empleados. Si este transporte ha de ser por carretera, los vehículos deberían ser accionados por motores de aceite pesado, por estar provistos de la señalización adecuada y una puesta a tierra eficaz, en dichos vehículos no se debe permitir llevar pasajeros ni personas no autorizadas para viajar con ellos. No debe permitirse fumar ni llevar cerillos.

Cualquier vehículo que esté transportando explosivos deberá estar marcado o tener un letrero en la parte delantera, trasera y en ambos lados con la palabra "explosivos" en letras no menores de 4 pulgadas de altura con colores que hagan contraste con los del fondo; o llevar una bandera roja con la palabra "explosivos" de 24 pulgadas con letras no menores de 3 pulgadas de altura.

Dichos vehículos no deberán estar sobrecargados y en ningún caso se apilarán las cajas o latas de explosivos a una altura mayor que la carrocería. Los vehículos de

caja abierta deberán llevar una lona para cubrir las cajas o latas de explosivos.

Todo vehículo que transporte explosivos deberá inspeccionarse para determinar si los frenos y el mecanismo de la dirección están en buenas condiciones, al igual que los alambres eléctricos, si la carrocería y el chasis están limpios y libres de acumulaciones de aceite y grasas, si el tanque de combustible y la línea de alimentación están seguros, y sin fugas, si se han proporcionado dos extinguidores de incendio, localizados cerca del asiento de chofer; y, en general, si el vehículo está en condiciones adecuadas para el transporte de explosivos. Es importante revisar que el piso de los vehículos esté perfectamente empalmado. Cualquier pieza metálica que esté expuesta en el interior del vehículo y que pueda entrar en contacto con algún paquete de explosivos deberá ser cubierta o protegida con madera o algún material no metálico. Los explosivos no deben transportarse en remolques. Asimismo, a los vehículos que transporten explosivos no deberá engancharseles ningún tipo de remolque.

Los paquetes o cajas de explosivos no deben aventarse o dejarse caer al estarlos cargando, descargando o acarreado, sino que deben depositarse cuidadosamente y almacenarse o colocarse de tal manera que no se deslicen, caigan o muevan. Los envases han de ser los originales de fábrica, que no podrán ser transportados nunca conjuntamente con otras sustancias explosivas.

En el transporte de explosivos por vías públicas, se ha de evitar en lo posible la circulación y estacionamiento en los lugares poblados.

Los motores de los vehículos que transportan explosivos deberán estar parados antes de cargar o descargar los explosivos.

### **MANEJO DE EXPLOSIVOS.**

En el manejo de explosivos se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

Las cajas, latas o paquetes de explosivos no deberán abrirse dentro de un almacén de explosivos o arsenal, ni siquiera en un radio de 50 pies del almacén o arsenal, para abrir las cajas o paquetes deben emplearse herramientas fabricadas con madera o con algún otro material no metálico.

Los explosivos y detonadores que se les den a los obreros deberán colocarse en receptáculos aislados independientes, equipados con tapas construidas y sujetas de tal manera que no se puedan abrir accidentalmente durante el transporte. La circulación de sustancias explosivas por la obra, jamás debe realizarse durante las entradas y salidas del personal. Los agentes distribuidores, no podrán entregar explosivos a los encargados de su transporte, más que mediante recibo, en todo depósito es obligatorio el uso de libro de registro llevado al día, con entradas, salidas y existencias.

El transporte de la dinamita y de los detonadores desde los depósitos a los lugares de trabajo habrá que hacerlo por separado y por el personal autorizado únicamente. Los detonadores irán en cartucheras de cuero con cierre eficaz y de tal forma que no pueda producirse choque entre ellos.

No se puede disparar ningún explosivo si no está contenido en un barreno convenientemente perforado.

Una vez el barreno cargado, está prohibido dejarlo sin vigilancia. No puede descargarse ningún barreno. Antes de colocar la línea de tiro al sistema explosor, si se utiliza pega eléctrica, o antes de encender las mechas, el artillero debe comprobar que estén vigilados todos los accesos al lugar en que se va a proceder la pega. Si no hubiera obreros suficientes para guardar todos los accesos deben ponerse barreras, banderines u otras señales apropiadas de prohibición de paso en los no vigilados. Cuando se hayan colocado guardias o instalado barreras, no serán retirados ni unos ni otros hasta que el artillero autorice de nuevo el acceso al frente.

No se pueden usar mecha cuando sea preciso dispara más de 10 barrenos en cada pega. No se puede realizar la carga de los barrenos preparados si hay tormenta o motores eléctricos en las proximidades de la pega. Después de la pega el artillero debe prohibir el retorno al frente hasta que, después de disipados los humos haya reconocido y esté seguro de que se puede reanudar el trabajo. Cuando haya fallado algún barreno, no debe reanudarse el trabajo en el frente o sus proximidades hasta que hayan transcurrido, por lo menos, cinco minutos en caso de pega eléctrica o media hora si la pega ha sido con mechas.

Las industrias, empresas o particulares que necesiten usar explosivos deberán solicitar la autorización para tal empleo acompañando una memoria explicativa de la justificación del uso, la forma de utilización y de las medidas que para la seguridad de personas y cosas se proyectan.

El artillero no debe nunca abandonar un explosor sin llevarse la llave de la maniobra.

Al distribuir los vigilantes de los accesos, el artillero debe señalarles un emplazamiento al abrigo de las protecciones de tiro y él mismo habrá de protegerse convenientemente.

Después del tiro, la vuelta al frente no debe hacerse más que después de una dilución de los humos resultantes de la explosión, ya que contienen gases tóxicos, principalmente óxido de carbono y óxidos nitrosos.

Antes de introducir en los barrenos los cartuchos con las cápsulas, todas las líneas eléctricas que se encuentran en el subterráneo deben ser interrumpidas desde el

exterior y los trechos de línea entrantes deben ser colocados en corto circuito y conectados eléctricamente a tierra. Los cables desnudos de los hilos de los detonadores no deben tocar nunca el concreto, las varillas u otros objetos metálicos.

### **ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS.**

Los explosivos y los detonadores deben depositarse separadamente en almacenes independientes, secos, ventilados, a prueba de balas, y resistentes al fuego, alejados de otros edificios, vías de ferrocarril, y carreteras.

Una bodega para el almacenamiento de explosivos debe estar construida de tal manera que se evite el congelamiento del explosivo durante largos periodos de tiempo en climas fríos. Si el explosivo se congela, deberá descongelarse antes de utilizarlo, ya que el peligro de que explote prematuramente es mucho mayor cuando esta congelado.

### **SELECCIÓN DEL MÉTODO PREFERENTE DE DEMOLICIÓN**

La principal causa de los accidentes en los trabajos de demolición es debido a las caídas, por lo tanto los trabajos en lugares elevados deben limitarse en todo lo posible y cuando sean inevitables se debe procurar un lugar y sistema de trabajo seguros. Debido a esto es recomendable al planear la demolición seleccionar un trabajo que tome en cuenta los siguientes puntos:

Se debe adoptar un método de trabajo en el que no sea necesario que los obreros trabajen en las alturas, por ejemplo, mediante el uso de una bola de demolición o un gancho especialmente diseñado, ambos suspendidos por un aparato de elevación adecuado; o por medio de una retroexcavadora adaptada con un brazo de empuje en lugar del cucharón; o preparando un colapso con el uso controlado de explosivos, por medio de un cable tirado por un malacate o vehículo de orugas, o bien por otros medios cuidadosamente controlados que podrían requerir un previo debilitamiento de la estructura.

Si no se encuentra un método práctico, se puede adoptar otro que permita efectuar el trabajo con seguridad utilizando el mismo edificio o estructura como lugar de trabajo.

Cuando el trabajo no se pueda efectuar con seguridad desde una parte del edificio o estructura, se debe utilizar una plataforma de trabajo adecuada, hecha con andamios normales o especiales, también se pueden emplear otros medios de apoyo adecuados, que pueden estar formados por plataformas de trabajo especialmente diseñadas, o una canastilla suspendida por una grúa o, en algunos casos por escaleras.

Si ninguno de los anteriores métodos resulta práctico, será necesario colocar redes de seguridad adecuadas en lugares estratégicos, cinturones de seguridad o aparejos atados en puntos convenientes de anclaje, y tomar las medidas necesarias para garantizar que estos equipos realmente se utilicen.

A continuación se presentan algunos artículos pertenecientes al reglamento de construcciones para el Distrito Federal relacionados con la seguridad en las obras y sobre medidas preventivas en demoliciones.

## **SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS OBRAS.**

**Artículo 250.** Durante la ejecución de cualquier construcción, el Director Responsable de Obra o el propietario de la misma, si esta no requiere Director Responsable de Obra, tomarán las precauciones, adoptarán las medidas técnicas y realizarán los trabajos necesarios para proteger la vida y la integridad física de los trabajadores y la de terceros, para la cual deberán cumplir con lo establecido en este capítulo y con los Reglamentos Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo.

**Artículo 251.** Durante las diferentes etapas de construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado. Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí, como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas. El equipo de extinción de fuego deberá ubicarse en lugares de fácil acceso y en las zonas donde se ejecuten soldaduras u otras operaciones que puedan ocasionar el origen de incendios y se identificarán mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Los extintores de fuego deberán cumplir con lo indicado en este Reglamento y en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para la prevención de incendios.

Los aparatos y equipos que se utilicen en la construcción, que produzcan humo o gas proveniente de la combustión, deberán ser colocados de manera que se evite el peligro de incendio o de intoxicación.

**Artículo 252.** Deberán usarse redes de seguridad donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores de las obras, cuando no puedan usarse cinturones de seguridad, líneas de amarre y andamios.

**Artículo 253.** Los trabajadores deberán usar los equipos de protección personal en los casos que se requiera, de conformidad con el Reglamento General de Salud e Higiene.

**Artículo 264.** En las obras de construcción, deberán proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada 25 trabajadores o fracción excedente de 15; y mantenerse permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentos de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

En lo que se refiere a maniobras y dispositivos para transporte vertical en obras el reglamento dice lo siguiente:

**Artículo 268.** Los dispositivos empleados para transporte vertical de personas o materiales durante la ejecución de las obras, deberán ofrecer adecuadas condiciones de seguridad.

Solo se permitirá transportar personal en las obras por medio de elevadores cuando éstos hayan sido diseñados, contruidos, y montados con barandales, freno automático que evite la caída libre y guías en toda su altura que eviten el volteamiento, así como con todas las medidas de seguridad adecuadas, sujetándose a lo que indican las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

**Artículo 269.** Las máquinas elevadoras empleadas en la ejecución de las obras, incluidos sus elementos de sujeción, anclaje y sustentación, deberán:

I. Ser de buena construcción mecánica, resistencia adecuada y estar exentas de defectos manifiestos.

II. Mantenerse en buen estado de conservación y de funcionamiento.

II. Revisarse y examinarse periódicamente durante la operación en la obra y antes de ser utilizadas, particularmente en sus elementos mecánicos tales como: anillos, cadena, garfios, manguitos, poleas y eslabones giratorios, usados para izar y/o descender materiales o como medio de suspensión.

IV. Indicar claramente la carga útil máxima de la máquina de acuerdo con sus características, incluyendo la carga admisible para cada caso, si ésta es variable.

V. Estar provistos de los medios necesarios para evitar descensos accidentales.

Los cables que se utilicen para izar, descender o como medio de suspensión, deberán ser de buena calidad, suficientemente resistentes y estar exentos de defectos manifiestos.

**Artículo 270.** Antes de instalar grúas torre en una obra, se deberá despejar el sitio para permitir el libre movimiento de la carga y del brazo giratorio y vigilar que dicho

movimiento no dañe edificaciones vecinas, instalaciones o líneas eléctricas en vía pública.

Se deberá hacer una prueba completa de todas las funciones de la grúa torre después de su erección o extensión y antes de que entre en operación.

Semanalmente deberán revisarse y corregirse, en su caso cables de alambre, contraventeos, malacates, brazo giratorio, frenos, sistemas de control de sobrecarga y todos los elementos de seguridad.

El Título Décimo nos dice lo siguiente en lo relacionado con las demoliciones:

### **MEDIDAS PREVENTIVAS EN DEMOLICIONES**

**Artículo 290.** Con la solicitud de licencia de demolición considerada en el título cuarto de este reglamento, se deberá presentar un programa de demolición, en el que se indicará el orden y las fechas aproximadas en que se demolerán los elementos de la construcción. En caso de prever el uso de explosivos, el programa de demolición señalará con toda precisión el o los días y la hora o las horas en que se realizarán las explosiones, que estarán sujetas a la aprobación del Departamento.

**Artículo 291.** Las demoliciones de locales construidos o edificaciones con un área mayor de 60 m<sup>2</sup>, o de 3 o más niveles de altura, deberán contar con un Director Responsable de Obra, según lo dispuesto en el Título Tercero de este Reglamento

**Artículo 292.** Cualquier demolición en zonas del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal requerirá, previamente a la licencia de demolición, de la autorización correspondiente por parte de la autoridades Federales que correspondan y requerirá, en todos los casos, de Director Responsable de Obra.

**Artículo 293.** Previo al inicio de la demolición y durante su ejecución, se deberán proveer todos los acordonamientos, tapias, puntales o elementos de protección de colindancias y vía pública que determine en su caso el Departamento.

**Artículo 294.** En los casos autorizados de demolición con explosivos, la autoridad competente del Departamento deberá avisar, a los vecinos colindantes la fecha y hora exacta de las explosiones, cuando menos con 24 horas de anticipación.

**Artículo 295.** Los procedimientos de demolición deberán sujetarse a lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.

**Artículo 296.** El uso de explosivos para demoliciones quedará condicionado a que las autoridades federales que correspondan otorguen el permiso para la adquisición y

uso de explosivos con el fin indicado.

**Artículo 297.** Los materiales, desechos y escombros provenientes de una demolición, deberán ser retirados en su totalidad en un plazo no mayor de 28 días hábiles contados a partir del término de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades correspondientes en materia de vialidad y transporte.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El sismo del 19 de septiembre de 1985 tuvo características poco usuales en comparación con otros de gran intensidad ocurridos en la Ciudad de México. La inusitada duración del sismo de aproximadamente dos minutos, el período medio del sismo de dos segundos aproximadamente y las condiciones del subsueño de la zona comprendida en el ex-lago del Valle de México cuyo período natural de vibración fue semejante al del sismo, lo que provocó un incremento de la aceleración con la llegada de cada onda; nos dan la explicación de los daños sufridos en diversas construcciones en la Ciudad de México.

El papel que desempeñó el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal vigente fue fundamental para lograr limitar los daños que eventualmente podrían haber producido una catástrofe de mayores dimensiones a la que se abatió sobre la Ciudad de México.

Sin embargo la experiencia de los sismos de septiembre de 1985 evidenció la necesidad de modificar las condiciones de seguridad de las nuevas construcciones y que las ya existentes cumplan con las normas contenidas en el nuevo reglamento. Asimismo dicho reglamento será revisado periódicamente con el objeto de actualizarlo y hacerlo acorde a los nuevos métodos y técnicas de diseño y construcción para otorgar mayor seguridad a las construcciones de la Ciudad de México.

Es obvio que al modificar el reglamento un gran número de edificios no cumplen con las condiciones de seguridad estructural que especifica el reglamento, lo que aunado a los grandes daños que los sismos produjeron, llevaron a la impetuosa necesidad de realizar un gran número de demoliciones en un corto lapso de tiempo como consecuencia del peligro que representaban dichas construcciones para la comunidad.

En ese momento es cuando nos damos cuenta de que la industria de la construcción en México no estaba debidamente preparada para llevar a cabo este tipo de trabajos en zonas urbanas, en gran parte por falta de Ingenieros Civiles especializados y, también debido al poco desarrollo que se ha dado al campo de la demolición en México.

Se observo entonces que las demoliciones que en un principio se realizaron, se efectuaron de una manera muy rudimentaria que implicaba un gran riesgo para los trabajadores, una gran lentitud y por lo tanto grandes pérdidas económicas.

Actualmente la Ingeniería Mexicana ha tenido grandes logros e importantes avances en diversos campos, sin embargo, en lo referente a demolición de estructuras de concreto no se ha logrado un gran avance y en algunos casos se sigue demoliendo utilizando métodos rudimentarios como lo es la demolición a base de pico y marro.

Es importante mencionar que en México no existen dentro de los métodos tradicionales y usuales de trabajos de demolición, normas básicas que puedan seguirse para dirigir y optimizar el trabajo, lo que lleva a realizarlos de una manera anárquica.

Cuando una edificación se encuentra dañada y no cumple con las condiciones mínimas de seguridad que especifica el reglamento, la alternativa más favorable es la de mejorar las condiciones de seguridad estructural, pues implica que el edificio podrá seguir funcionando en condiciones adecuadas, sin embargo suele implicar fuertes gastos para sus dueños u ocupantes. Otra alternativa sería la demolición de la estructura lo que implica que la rehabilitación del edificio resulta más costosa que su remoción y la construcción de una nueva edificación, lo que ocasiona una gran pérdida.

Lamentablemente el dejar la construcción en las condiciones en que se encuentra es el caso que se presenta con mayor frecuencia, agravado por la situación económica del país y la de la gente que ocupa los inmuebles afectados, que al carecer de los medios para residir en otros lugares no le importa absorber un fuerte riesgo para su vida, la de los transeúntes y la de los habitantes de edificios contiguos.

El conocimiento de los diferentes métodos de demolición que se han desarrollado en diversas partes del mundo, nos puede servir de parámetro para la elección de un sistema que se adapte a las necesidades del país.

Es importante conocer las ventajas y desventajas de cada una de estas técnicas, y tomar en consideración el ambiente en el que el trabajo se va a desarrollar, para evitar en lo posible problemas de ruido, polvo y vibración en una zona tan conflictiva como es la Ciudad de México, todo esto con el fin de llevar a cabo demoliciones con éxito y sin riesgos.

Del análisis realizado a los diferentes métodos de demolición se pudo observar que el método propuesto mediante el uso de explosivos, suele ser el más conveniente para estructuras de más de seis pisos, ya que el tiempo de demolición se reduce considerablemente, lo que implica un bajo costo, y tomando las medidas de seguridad adecuadas, suele ser un método confiable.

En el caso de edificaciones menores de seis pisos suele ser más económico utilizar un método de demolición diferente al de explosivos, este método puede ser cualquiera que se adecuó a las condiciones de trabajo, o bien, una combinación de dos o más métodos.

La experiencia que se tiene en México en cuestión de seguridad en los trabajos de demolición es poca, por lo que se considera de mucha importancia, que antes de cualquier trabajo se realice una adecuada planeación.

El reciclado del concreto y la reutilización de los elementos estructurales producto de una demolición puede llegar a ser un factor económico importante que ayude a la amortización del costo de la demolición, sin embargo, gran cantidad de estructuras se demuelen con poca atención a su reutilización y normalmente se cuenta con poco tiempo para encontrarles un nuevo uso o una área de almacenamiento adecuada hasta su uso.

La gran cantidad de demoliciones efectuadas después del gran sismo de 1985 y el gran número de edificaciones que requieren ser demolidas por representar un serio peligro para la sociedad, hacen necesaria una adecuada capacitación de personal y una formación académica orientada hacia la industria de la demolición, lo anterior debe incluirse en los planes de estudio a nivel técnico y profesional y de ser posible investigar nuevas técnicas de demolición así como mejorar las ya existentes todo esto con el fin de reducir los costos, mejorar las condiciones de seguridad y no alterar las condiciones del medio ambiente.

Es importante que el contratista de la demolición conozca los diferentes reglamentos, las formas de contratación, las responsabilidades y obligaciones que se adquieren durante una demolición, y, sobretodo que no se escatime recursos en lo referente a la seguridad de trabajadores, transeúntes y vecinos.

Es muy probable que la actividad de la demolición se incremente en un futuro en la Ciudad de México, esto en respuesta a los problemas ecológicos y a la necesidad de un rápido desarrollo en el concepto de vivienda y comunicaciones que hagan necesaria la opción de modificar y sustituir las estructuras existentes. Este problema debe plantearse en la Ingeniería Nacional, a su vez debemos cambiar el concepto de demolición como un trabajo sucio, rudo e intenso y en su lugar imponer la pericia de un Ingeniero calificado en demoliciones. Es pues, necesario remarcar el papel social que cumplen las demoliciones y apreciar y alentar los esfuerzos que tiendan hacia su estudio y desarrollo, ya que de esta manera se beneficiara a la sociedad en su conjunto.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Demolición de estructuras de concreto reforzado y presforzado.  
Federico Falconi  
IMCYC
2. Manual de explosivos y demoliciones.  
Leopoldo Barqueta T.  
Ediciones Ateneo S.A.  
México D.F.
3. Revista Ciencia y Desarrollo.  
Las causas probables de la catástrofe sísmica del 19 de septiembre de 1985. Vol. 14  
No 82
4. Reglamento de construcciones del D.F.
5. Los explosivos en la construcción.  
Federico Alcaraz Lozano  
Fundec A.C.
6. Demolition  
Piedger, David M.
7. Demolición de estructuras.  
Salinas U.R.  
Memorias del simposio de Ingeniería sísmica
8. Prevención de accidentes en la construcción.  
Gerardo González Zavaleta  
C.E.A.C. España 1989
9. Revista Ingeniería  
vol. 2 y vol. 3 1986  
Fac. Ing. UNAM
10. Revista Ciencia y Desarrollo.  
Conacyt. Julio 1986

11. Seguridad en el trabajo de construcciones de edificios.  
Pérez
12. Sismos y construcciones en la Ciudad de México.  
Revista Información Científica y Tecnológica Conacyt  
vol. 1 No 2 México 1979
13. Métodos planeamiento y equipos de construcción.  
Pueriroy, R.L.  
Editorial Diana México 1979
14. Maquinaria para la construcción.  
Rafael Aburto Váldez
15. Información obtenida en demolidores técnicos Mexicanos S.A.  
I.S.T.M. S.A. Grupo ICA  
Ing. Rolando salinas v.