

20 de septiembre de 2018

**H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
Presente**

En cumplimiento al mandato que nos ha conferido el H. Consejo Divisional a la *Comisión encargada del análisis de las solicitudes de periodos o años sabáticos y de la evaluación de los informes de actividades desarrolladas en éstos, así como del análisis y evaluación de las solicitudes e informes de la beca para estudios de posgrado*, se procedió a revisar el documento presentado como informe de sabático del **Mtro. Alejandro Cervantes Abarca**, adscrito al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, en consecuencia se presenta el siguiente:

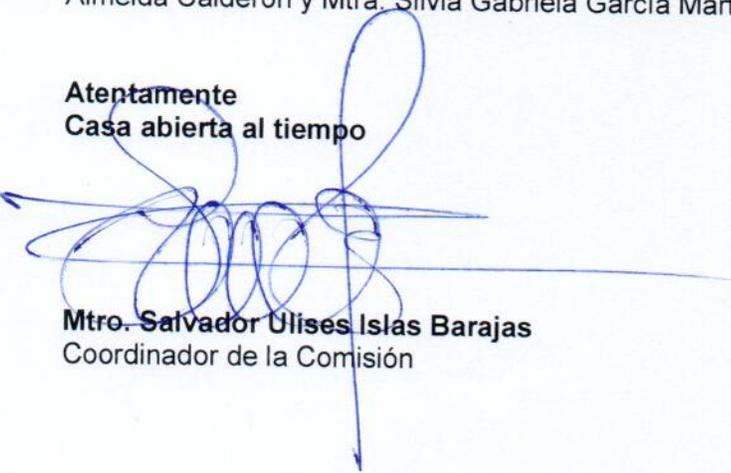
Dictamen

De acuerdo con la evaluación efectuada por esta Comisión, se encontró que se cumplió con el programa planteado para el disfrute del sabático, relativo a la realización de los apuntes de apoyo para la UEA "Construcción II".

Cabe hacer mención que el informe se presentó en tiempo y forma.

Todos los miembros de la Comisión se manifestaron a favor del dictamen: Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón y Mtra. Silvia Gabriela García Martínez.

**Atentamente
Casa abierta al tiempo**



Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Coordinador de la Comisión

22 de Junio de 2018

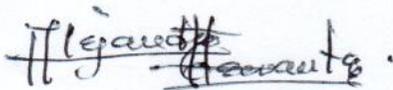
DR. MARCO FERRUSCA NAVARRO
PRESIDENTE DEL H. CONSEJO DIVISIONAL DE
LA DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
P R E S E N T E

Por este conducto me permito presentar a Ud. y al H. Consejo Divisional, mi reporte de actividades del periodo sabático que me fue aprobado en la sesión 522 ordinaria del Trigésimo Quinto Consejo Divisional celebrado el día 11 Y 16 de enero de 2017, que abarco un periodo de 14 meses, comprendidos del 22 de abril de 2017, al 21 de junio de 2018, durante el cual, la actividad a realizar fue apuntes de apoyo para la UEA de "CONSTRUCCIÓN II", el cual pongo a su consideración en cumplimiento al Art. 231 del RIPPPA, esperando sea presentado en su oportunidad ante el H. Consejo Divisional para su aprobación.

Anexo, copia del registro de la solicitud y los temas a investigar, así como los resultados de la misma, es decir los apuntes de apoyo para la UEA de "CONSTRUCCIÓN II".

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente.



Mtro. Alejandro Cervantes Abarca.
Prof. del Depto. de Procesos y
Técnicas de Realización.
Num. Económico 1743
aca@correo.azc.uam.mx

SEP 05 PM12:52

2 de Diciembre de 2016

**DR. ANÍBAL FIGUEROA CASTREJÓN,
PRESIDENTE DEL H. CONSEJO DIVISIONAL DE
LA DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
P R E S E N T E.**

Por medio de la presente pongo a su consideración, mi programa de actividades a desarrollar durante el periodo sabático referente a la solicitud adjunta, dicho periodo tendrá una duración de catorce meses a partir del 22 de Abril del año 2017, y hasta el 21 de JUNIO del 2018, esperando sea presentada en su oportunidad ante el H. Consejo Divisional para su aprobación.

Dado que dentro de los programas prioritarios de la Universidad Autónoma Metropolitana y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en particular, para mejorar el nivel de los egresados dentro de sus recintos, esta la realización de apuntes de apoyo a los cursos, y que dentro de mis cursos asignados esta la UEA de Construcción II del Colectivo de Docencia de Administración y Tecnología al cual pertenezco y dado que muy pocos profesores tienen experiencia en los temas de dicho curso, he decidido realizar los apuntes de apoyo para dicha UEA,

Por lo que la actividad programada a realizar durante el año Sabático solicitado será, realizar la investigación bibliográfica y la recopilación, el análisis, la selección, la organización del material sobre los temas que apoyan la temática de dicha UEA y la realización u obtención de cuadros, tablas fotografías e imágenes necesarios para su ilustración

Los temas a investigar y realizar apuntes de curso de esta UEA, (con cronograma) son los siguientes:

- Principales daños por sismo en las edificaciones y sistemas anti sismo. (22 de Abril a 5 de junio 2017)
- Estudios de mecánica de suelos (6 de Junio a 20 de Julio 2017)
- Maquinaria para excavaciones y calculo de costo horario (21 de Julio 2017 a 5 de Septiembre 2017)
- Sistemas de Contención de terrenos y control de aguas friáticas (6 de Septiembre a 20 de Octubre 2017)
- Cimentaciones a base de pilas (21 de Octubre 2017 a 15 de Diciembre 2017)
- Cimentaciones a base de pilotes. (2 de Enero de 2018 a 15 de Febrero 2018)
- Cajones de cimentación (cimentaciones compensadas) (16 de Febrero 2018 a 31 de Marzo 2018)
- Instalaciones especiales (elevadores, aire acondicionado, oxigeno y oxido nitroso). (1º. De Abril 2018 a 15 de Mayo 2018)
- Nota: Revisión, compaginación e impresión (16 de Mayo a 21 de Junio)

Atentamente
"Casa Abierta al Tiempo"

MTRO. ALEJANDRO CERVANTES ABARCA
PROFESOR DEL DEPTO. DE PROCESOS Y TÉCNICAS DE REALIZACIÓN
Numero económico 1743
aca@correo.azc.uam.mx

REPORTE DE ACTIVIDADES DEL PERIODO SABÁTICO

Descripción de actividades realizadas

Detección de bibliografía adecuada a las temáticas de Construcción II

Lectura de la bibliografía para seleccionar los temas de construcción II

Síntesis de las temáticas para seleccionar lo adecuado para el ejercicio de la Arquitectura

Organizar las temáticas por cada concepto del curso de construcción II

Seleccionar o realizar tablas que ilustren las temáticas del curso de construcción II

Búsqueda de obras que estén en las etapas de construcción de acuerdo a los temas del curso de construcción II, para tomar fotografías que ilustren los contenidos del curso

Visitas de obra para tomar fotografías para ilustrar los apuntes de construcción II

Revisión de fotografías para seleccionar las que mejor ilustren las temáticas de construcción II

Lectura de las síntesis de las temáticas para ordenarlas de acuerdo a cada procedimiento constructivo

Recordar mis experiencias en obras para dar la secuencia de cada proceso de construcción y completar los conceptos con esa experiencia

Comenzar a hacer la descripción de cada procedimiento constructivo asesorado por las síntesis realizada anteriormente por cada concepto del curso de construcción II

Lectura de la descripción de cada procedimiento constructivo para detectar faltantes o duplicación de conceptos

Ilustración de los procedimientos constructivos con las fotografías tomadas en las obras y con las tablas realizadas para dichos procedimientos.

Revisión de la ortografía de los apuntes realizados

Resumen de los problemas abordados

La mayoría de los libros que abordan las temáticas del curso están hechos por y para Ingenieros y no desde el punto de vista del Arquitecto, el cual tiene otro enfoque sobre dichas temáticas, el Arquitecto requiere conocimientos

específicos sobre dichos procedimientos constructivos, diferentes a los que requieren los Ingenieros.

Fue difícil encontrar obras en proceso de construcción que estén en la etapa específica de cada tema del curso para la toma de fotografías para ilustrar cada procedimiento constructivo.

Aspectos metodológicos más importantes

El problema a investigar es la selección y determinación de la bibliografía adecuada a cada uno de los temas del curso de construcción II, así como la localización de obras que estén en la etapa constructiva de dichos temas

El objetivo es la realización de los apuntes del curso de Construcción II

El objetivo secundario es; Hacer la abstracción del conocimiento sobre cada tema para seleccionar los aspectos que realmente atañen a la profesión del Arquitecto, utilizando términos propios de la profesión en México.

Descripción del resultado final alcanzado

APUNTES DE APOYO PARA LA UEA

“CONSTRUCCIÓN II”

VOLUMEN I

ÍNDICE

	PÁGINA
Principales daños por sismo en las edificaciones y sistemas anti sismo.	2
Estudios de mecánica de suelos	39
Maquinaria para excavaciones y calculo de costo horario	77
Sistemas de Contención de terrenos y control de aguas friáticas	113
Cimentaciones a base de pilas	155
Cimentaciones a base de pilotes	187
Cajones de cimentación (cimentaciones compensadas)	221

VOLUMEN II

Instalaciones especiales (aire acondicionado, elevadores, oxigeno y oxido nitroso)	94 pág.
---	----------------

SACD/CYAD/522/18

16 de julio de 2018

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca
Profesor del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización
Presente.

Asunto: Observación respecto a su informe de periodo
sabático.

Por instrucciones de la **Comisión encargada del análisis de las solicitudes de periodos o años sabáticos y de la evaluación de los informes de actividades desarrolladas en éstos, así como del análisis y evaluación de las solicitudes e informes de la beca para estudios de posgrado**, me permito solicitar atienda la siguiente observación respecto a su informe de periodo sabático:

- Entregar informe detallado conforme a los Lineamientos para disfrute del periodo sabático del personal académico de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, numeral 3 incisos "a" al "d", ya que sólo entregó el material producido.

A t e n t a m e n t e
Casa abierta al tiempo



Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Coordinador de la Comisión



DIVISIÓN
CYAD

CARRERA
ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO
PROCESOS

APUNTES DE CONSTRUCCIÓN II

1ª. PARTE

VOLUMEN I

ÍNDICE

	PÁGINA
Principales daños por sismo en las edificaciones y sistemas anti sismo.	3
Estudios de mecánica de suelos	41
Maquinaria para excavaciones y calculo de costo horario	79
Sistemas de Contención de terrenos y control de aguas friáticas	115
Cimentaciones a base de pilas	157
Cimentaciones a base de pilotes	189
Cajones de cimentación (cimentaciones compensadas)	223

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca



Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro
RECTOR GENERAL

Dr. José Antonio De Los Reyes Heredia
SECRETARIO GENERAL

Unidad Azcapotzalco
Dr. Roberto Javier Gutiérrez López.
RECTOR

Dra. Norma Rondero López
SECRETARIO

División de Ciencias y Artes para el Diseño
Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro
DIRECTOR

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Encargado del Departamento de
Procesos y Técnicas de Realización

Mtra. Verónica Huerta Velázquez
Coordinadora de la licenciatura en Arquitectura

Junio 2018



PRINCIPALES DAÑOS POR SISMO EN LAS EDIFICACIONES Y SISTEMAS ANTI SISMO

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

¿Cómo se origina un sismo?

México está situado en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavado dentro del área conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional (SSN) un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno.

¿Y qué los origina? La capa más superficial de la Tierra, denominada litósfera es una capa rígida compuesta por material que puede fracturarse al ejercer una fuerza sobre él y forma un rompecabezas llamado placas tectónicas.

Estas placas viajan como “bloques de corcho en agua” sobre la astenósfera, la cual es una capa viscoelástica donde el material fluye al ejercer una fuerza sobre él.

Estos desplazamientos aleatorios de las placas son debidos a movimientos convectivos en la capa intermedia de la Tierra o manto, esto es, material caliente del interior de la Tierra sube a la superficie liberando calor interno, mientras que el material frío baja al interior.

Este fenómeno provoca el movimiento de las placas y es justo en los límites entre placas, donde hacen contacto unas con otras, se generan fuerzas de fricción que mantienen atoradas dos placas adyacentes, produciendo grandes esfuerzos en los materiales.

Cuando dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o cuando se vence la fuerza de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada, generándose así un temblor que radia dicha energía en forma de ondas que se propagan en todas direcciones a través del medio sólido de la Tierra.



El sismo del 19 de septiembre de 2017 afectó más a una franja ubicada al centro de la Metrópoli, donde se encontraba el extremo poniente del Lago de Texcoco antes de la llegada de los españoles. En esa área se localizan los daños más significativos.

La franja abarca desde la delegación Gustavo A. Madero, pasa por Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán, Iztapalapa y Xochimilco. Sólo uno se registró en Álvaro Obregón, fuera de la mencionada franja.

El sismo del 19 de septiembre de 2017 ocurrió exactamente a las 13:14:40, tuvo su epicentro en la latitud 18.40 norte, longitud 98.72 oeste, a una profundidad de 57 kilómetros, a 12 kilómetros al sureste de Axochiapan, Morelos, en el límite con el estado de Puebla.

La distancia de este epicentro respecto a la Ciudad de México es de 120 kilómetros. Se originó en una falla considerada como "normal" de profundidad intermedia, es decir, un desplazamiento de bloques de tierra en sentido opuesto una de otra.

Este tipo de sismos de falla normal de profundidad intermedia reflejan un mayor contenido de alta frecuencia, es decir, pueden causar no sólo daños a la estructura de los inmuebles, sino también a sus componentes no estructurales. Por ello es posible observar edificios en apariencia severamente dañados, pero que en realidad no están en riesgo de colapso.

El por qué el sismo del pasado 19 de septiembre, de magnitud 7.1 causó más daños que el del pasado 7 de septiembre, se explica por la aceleración de los movimientos que el sismo produce en el suelo la intensidad, es decir, los daños se miden en la escala de Mercalli modificada, que va de 1 a 12.

Magnitud e intensidad no son sinónimos, no son lo mismo. Magnitud se refiere al tamaño, intensidad se refiere a la percepción y efectos, daños, ejemplo, sismo de 1985 tuvo una magnitud de 8.1, magnitud de momento. En la Ciudad de México como puntos donde también se alcanzó intensidades de nueve, a pesar de estar a más de 400 km de distancia del epicentro", explicó Wyoli Pérez Campos, jefa del Servicio Sismológico Nacional.

Actualmente es imposible predecir cuándo, cómo y dónde se desarrollará un sismo.

Hasta el momento, con todas las técnicas de análisis que se tienen, la respuesta es tajante, no, no es posible predecir los sismos, que queremos decir porque decir, predecir un sismo significa dar su magnitud, su tiempo de ocurrencia, su lugar de

localización exacta, eso es predecir un sismo”, dijo Luis Quintanar Robles, investigador del Instituto de Geofísica.

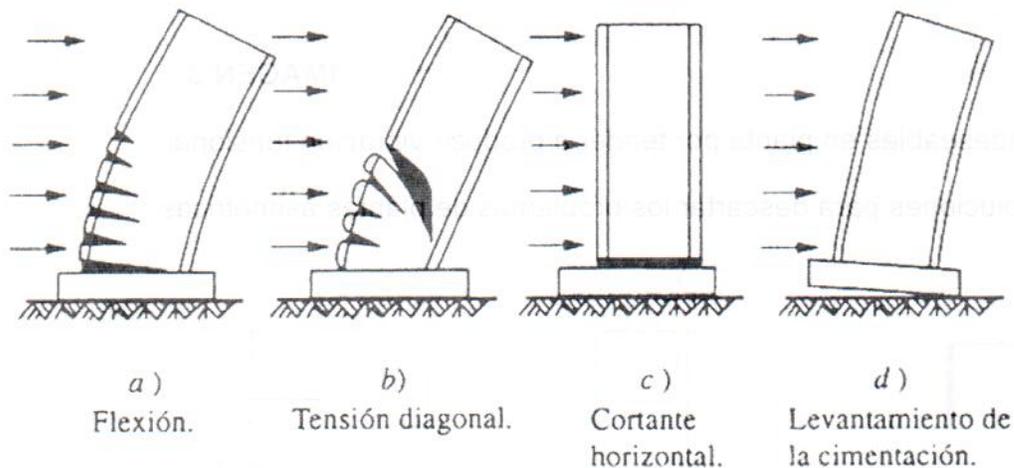
El espectro elástico contemplado en el actual reglamento de construcciones de la Ciudad de México, es decir la resistencia de los edificios a los sismos, es superior a los 300 centímetros por segundo cuadrado.

CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Importancia de la configuración estructural en el comportamiento sísmico

- La configuración estructural queda definida por el proyecto arquitectónico.
- Interacción entre el responsable del proyecto arquitectónico y el del proyecto estructural.

IMAGEN 1

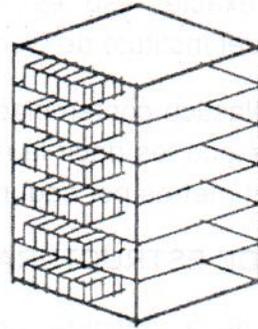
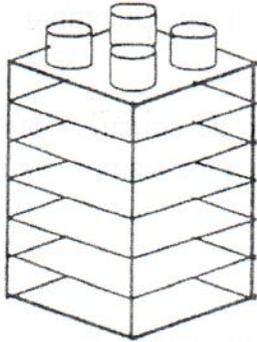


MODOS DE FALLAS DE MUROS ESBELTOS

Características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico

- Peso
- Forma del edificio en planta

- **IMAGEN 2**



a) Concentración en pisos superiores.

b) Distribuciones asimétricas.

Distribución indeseable del peso del edificio

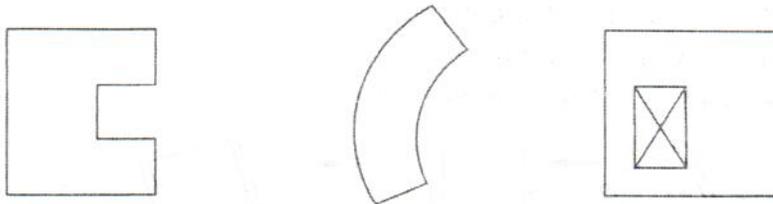


IMAGEN 3

Formas indeseables en planta por tender a producir vibración tensional

Viables soluciones para descartar los problemas de plantas asimétricas

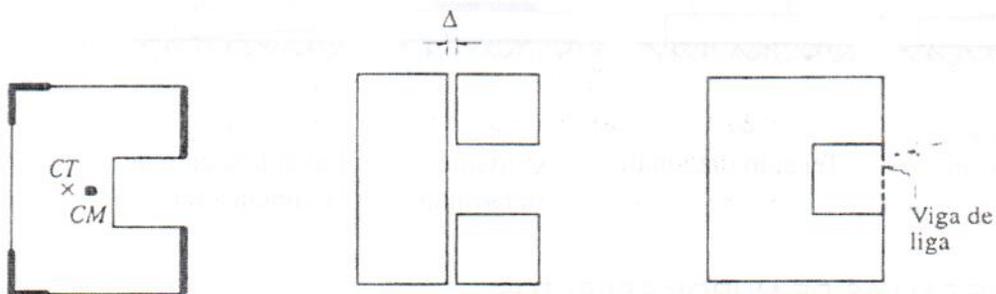
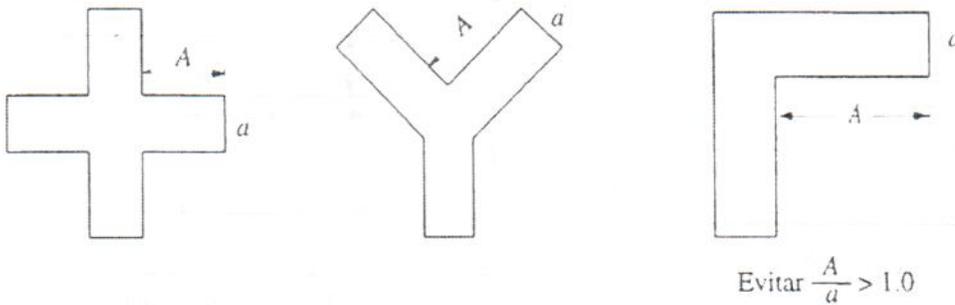


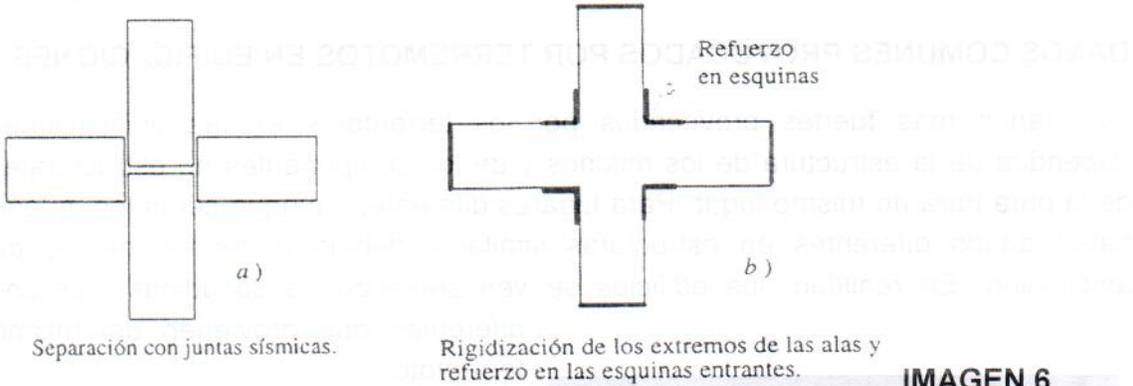
IMAGEN 4

<p>1) Distribución apropiada de elementos rigidizantes para hacer coincidir centro de masa y centro de torsión</p>	<p>2) Separación de cuerpos simétricos mediante juntas sísmicas</p>	<p>3) Vigas de liga entre salientes</p>
--	---	---



Plantas con alas muy largas

IMAGEN 5



Separación con juntas sísmicas.

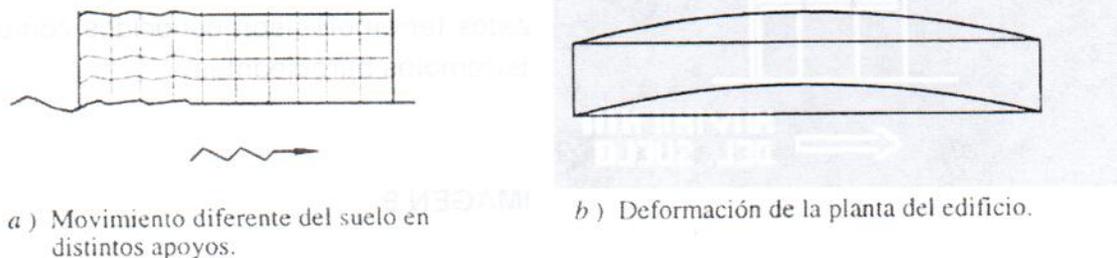
Rigidización de los extremos de las alas y refuerzo en las esquinas entrantes.

IMAGEN 6

Soluciones para edificios con alas muy largas

Es recomendable procurar que las plantas no sean muy alargadas. Mientras mayor es la longitud del edificio, mayor es la probabilidad de que actúen sobre su base movimientos que difieran en un extremo y otro de la planta (figura 5.7a), pero el problema principal de las plantas muy alargadas es que la flexibilidad del sistema de piso puede provocar vibraciones importantes en planta (figura 5.7b),

Como principio debe buscarse siempre que la planta sea lo más compacta posible, para evitar las concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes.

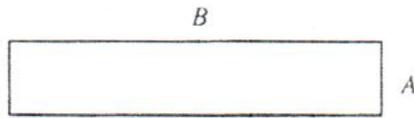


a) Movimiento diferente del suelo en distintos apoyos.

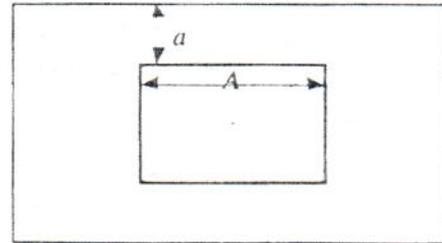
b) Deformación de la planta del edificio.

Problemas en edificios muy alargados en planta

IMAGEN 7



Evitar: $\frac{B}{A} > 4$



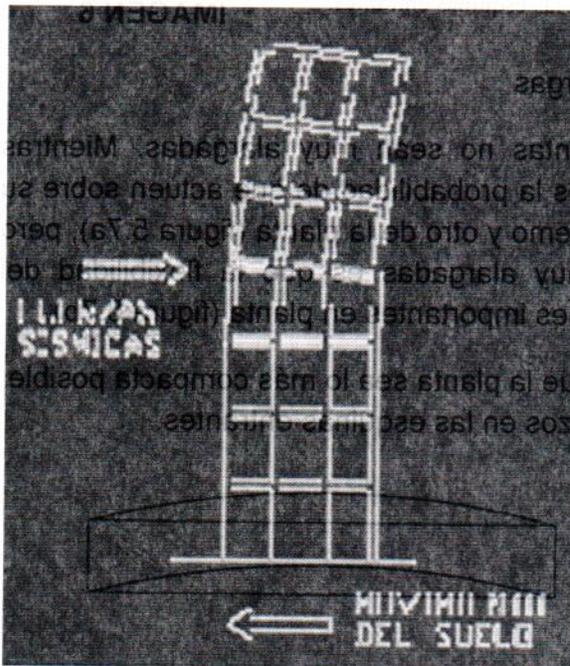
Evitar $\frac{A}{a} > 1$; $\frac{\text{Área vano}}{\text{Área planta}} > 0.25$

Límites recomendados para la planta de un edificio

IMAGEN 8

DAÑOS COMUNES PROVOCADOS POR TERREMOTOS EN EDIFICACIONES

Los daños más fuertes provocados por los terremotos en las edificaciones dependen de la estructura de los mismos y de los componentes no estructurales de la obra para un mismo lugar. Para lugares diferentes, aunque cercanos, puede haber daños diferentes en estructuras similares debido a los fenómenos de ampliación. En realidad, los edificios se ven sometidos a sacudidas sísmicas diferentes que provienen del mismo terremoto.



MANIFESTACIÓN DEL SISMO EN UNA EDIFICACIÓN.

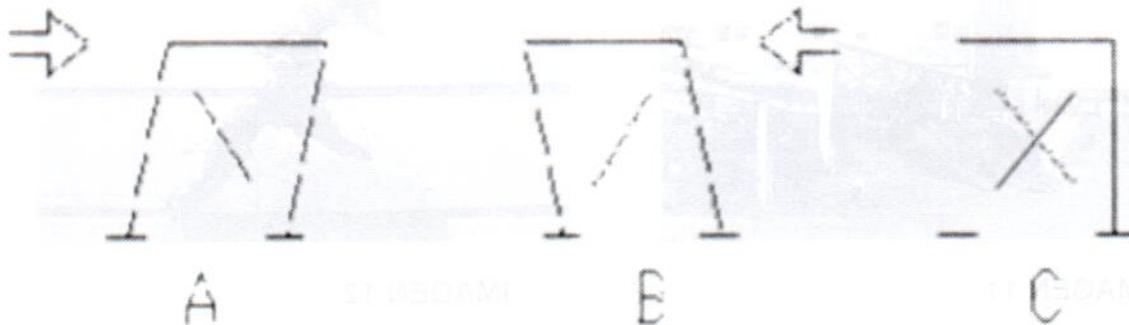
El sismo se manifiesta por vibraciones en cualquier sentido y se traduce a efecto de cálculo en un empuje horizontal por plantas. También pueden existir vibraciones verticales en la estructura que hacen que se produzcan trepidaciones, especialmente cerca del epicentro, estos terremotos son conocidos como terremotos burbujeantes.

IMAGEN 9

DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

- Una grieta causada por un movimiento sísmico es inconfundible, pues se produce en diagonal en forma de aspa.
- Para que se pueda comprender mejor el origen de esta grieta, se representa la figura, donde se ha dibujado el pórtico A, deformado por un empuje desde la izquierda, la diagonal que toma mayor medida rompe el plano vertical (cerramientos, muros, ...), con una fisura de tracción.
- En el pórtico B el empuje es por la derecha, produciéndose también la fisura en la otra diagonal.
- Una vez transcurrido el movimiento sísmico queda el cerramiento con una fisura o grieta en cada diagonal como se indica en la figura C.

IMAGEN10



En un edificio sometido a fuerzas horizontales como las que origina un terremoto, aparecen esfuerzos cortantes de consideración. Como es un fenómeno oscilatorio, el cortante varía de sentido, produciéndose una excesiva inversión de esfuerzos que en los planos verticales se manifiesta como grietas en forma de "X" claramente definidas.

Cuando se recurra, como en este caso, al concreto armado para ejecutar los cerramientos, es necesario disponer una armadura específica para soportar el cortante que puede aparecer como consecuencia de un sismo.

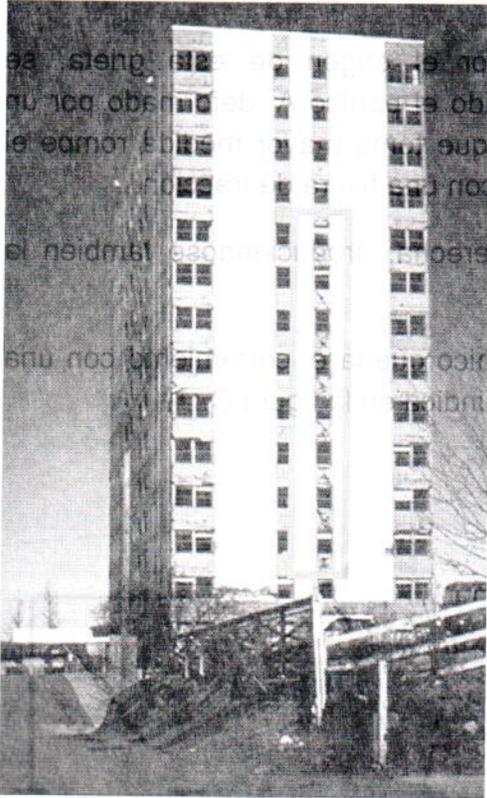


IMAGEN 11



IMAGEN 12

La deformación de los pórticos de las figuras A y B puede parecer exagerada, pero también sucede en la realidad, como se puede apreciar en la fotografía siguiente. Si se observan las puertas se puede ver como una diagonal se acorta, y la otra se alarga.

En esta fotografía, se observa un edificio con estructura de concreto armado y cerramiento de concreto armado, que resulto dañado durante el terremoto de Anchorage, Alaska, U.S.A.; Marzo de 1964

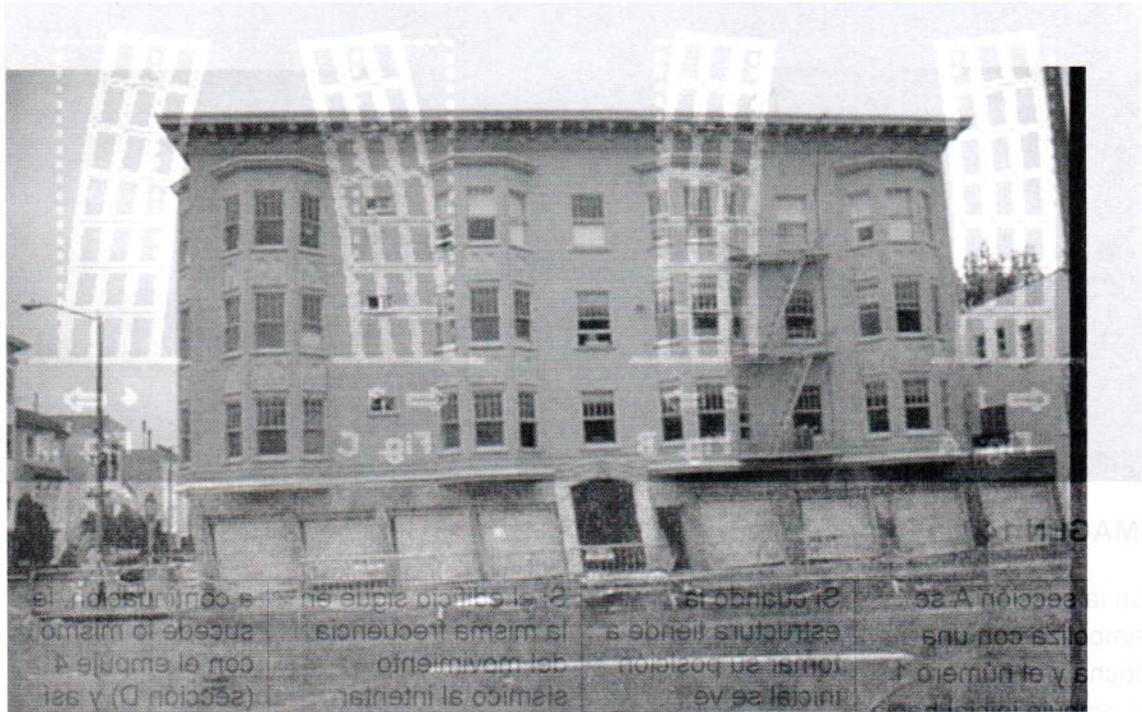


IMAGEN 13

RESONANCIA O SINCRONISMO.

Cuando una estructura tiene la misma frecuencia que la del movimiento sísmico puede entrar en resonancia, siendo en este caso las plantas altas las más afectadas.

En la imagen 14 se expone un ejemplo de cómo afecta un movimiento sísmico a la estructura cuando entra en resonancia.

A este proceso se le llama "resonancia o sincronismo" y por muy resistente que sea la estructura, como el movimiento sea muy prolongado, al ir incrementándose los desplazamientos, la estructura no podrá adsorber las deformaciones y colapsará.

Para "mayor tranquilidad", conviene saber que las características vibratorias pueden cambiar en el transcurso del sismo, al fisurarse e incluso partir elementos del edificio, perdiendo su rigidez y, por lo tanto, la frecuencia de resonancia.

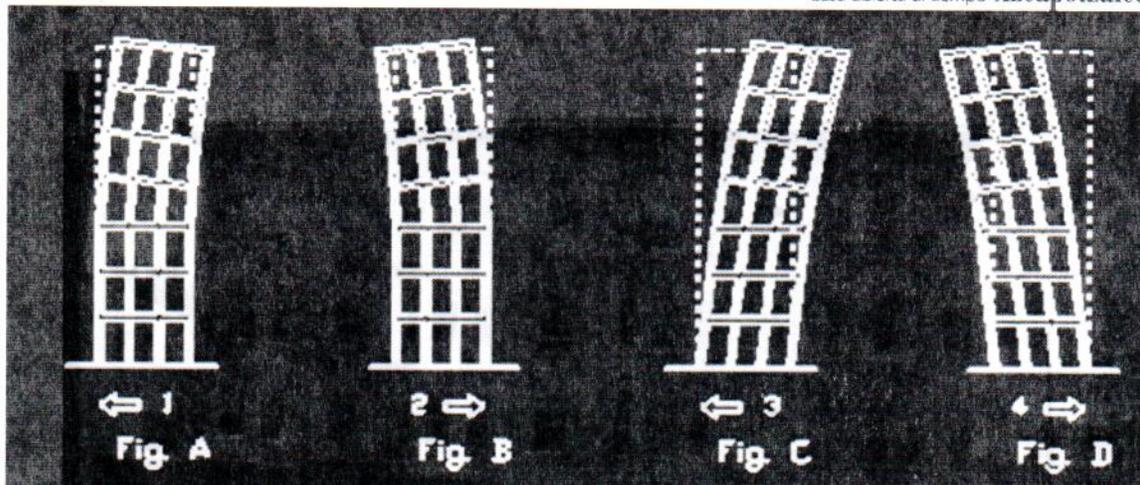


IMAGEN 14

<p>En la sección A se simboliza con una flecha y el número 1 el empuje inicial hacia la izquierda, que hace que la parte superior de la estructura sufra mayor deformación, desplazándose hacia la derecha.</p>	<p>Si cuando la estructura tiende a tomar su posición inicial se ve afectada por el empuje 2 (sección B), la deformación se incrementa.</p>	<p>Si el edificio sigue en la misma frecuencia del movimiento sísmico al intentar tomar la verticalidad, se ve afectado por el empuje 3 (sección C), toma un mayor desplazamiento hacia la derecha.</p>	<p>a continuación, le sucede lo mismo con el empuje 4 (sección D) y así sucesivamente, hasta quedar destruidas las plantas superiores.</p>
---	---	---	--

FENÓMENO APLAUSO.

En la foto se ven tres edificios, el número 3 durante el movimiento sísmico se desplaza hacia la izquierda. Al ser de doce plantas y de estructura metálica experimenta una gran deformación.

El edificio No. 2 se desplaza igualmente hacia la izquierda con gran deformación ya que es empujado por el número 3. En su desplazamiento se encuentra impedido por la reacción del edificio 1 de cuatro plantas, más rígido que coarta su deformación, provocando fuertes cortantes y cizallamiento a las columnas que rebasan la altura del bloque 1, lo que hace que se produzca el aplastamiento de las plantas 6 y 7 como se observa en la fotografía.

Se observa en el edificio afectado cómo el resto de las plantas al caer han quedado de pie y los soportes desplazados de los de las plantas inferiores.

Es conveniente crear amplias juntas en edificios de diferentes alturas para que puedan vibrar de forma distinta durante un movimiento sísmico y evitar así el choque violento entre edificios.



IMAGEN 15

Edificio de concreto armado y fachada formada por un muro cortina, dañado durante el terremoto de Ciudad de México, México; Septiembre de 1985; magnitud Richter 8,1; Graves daños estructurales con

colapso de una planta intermedia.

Para evitar este fenómeno, en la ciudad de San Francisco (U.S.A.) que resultó destruida durante el terremoto y posterior incendio en 1906, el actual ordenamiento urbano de la ciudad impide que edificios de diferentes alturas puedan estar juntos y a partir de cierta altura, los edificios deben estar aislados. También existe una anchura mínima de las calles para que estas puedan servir de cortafuegos en caso de incendio.



IMAGEN 16

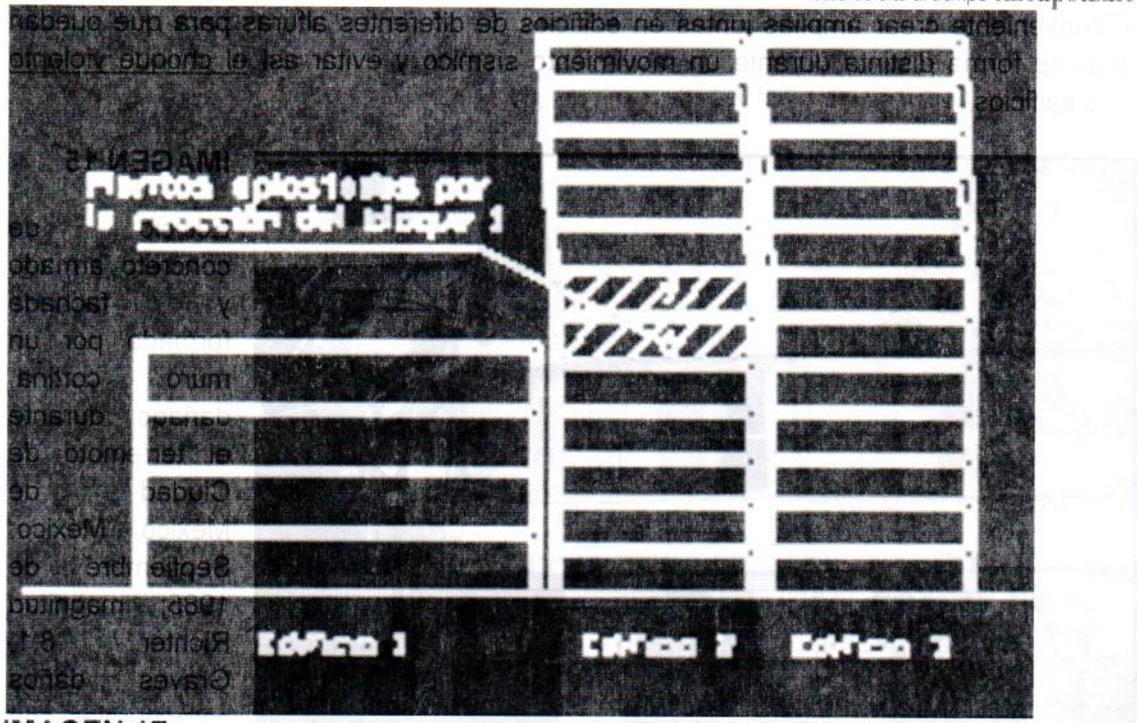


IMAGEN 17

La solución para evitar el fenómeno aplauso es respetar el reglamento de construcciones en lo que respecta a. **Separación de edificios colindantes**

- Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada no será, en ningún nivel, menor de 50 mm, ni menor que la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.007, 0.009 ó 0.012, según que la edificación se halle en las zonas I, II ó III, respectivamente. La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes será cuando menos igual a la suma de las que corresponden a cada uno, de acuerdo con los párrafos precedentes.
- En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberá dejarse en la nueva construcción una distancia tal que la separación entre las dos construcciones no sea menor de la suma de las requeridas para cada una, según esta sección. Sólo será admisible dejar la separación requerida para la construcción nueva, cuando se tomen precauciones que, a satisfacción de la Administración, garanticen evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.
- Podrá dejarse una separación igual a la mitad de dicha suma si los dos cuerpos tienen la misma altura y

- estructuración y, además, las losas coinciden a la misma altura, en todos los niveles.
- En los planos arquitectónicos y en los estructurales se anotarán las separaciones que deben dejarse en los linderos y entre cuerpos de un mismo edificio.
- Los espacios entre edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio deben quedar libres de todo material. Si se usan tapajuntas, éstas deben permitir los movimientos

DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE MUROS DE CARGA CON REFUERZOS.

Los sistemas de forjado de concreto colocado in situ, constituyen diafragmas horizontales suficientemente rígidos para transmitir los efectos sísmicos a los muros resistentes en cada dirección, lo que mejora notablemente el comportamiento, tanto bajo fuerzas laterales debidas al sismo, como bajo el efecto de hundimientos diferenciales en zonas de terreno comprensible; las alturas entre forjados son menores.

En algunos casos, aunque el sistema de forjado sea prefabricado suele colocarse sobre él un firme, en ocasiones reforzado con malla de acero, que ayuda a formar el diafragma. La gran densidad de muros, continuos en toda la altura, suele aportar la rigidez suficiente para movimientos en dirección horizontal y sus periodos son también relativamente cortos.

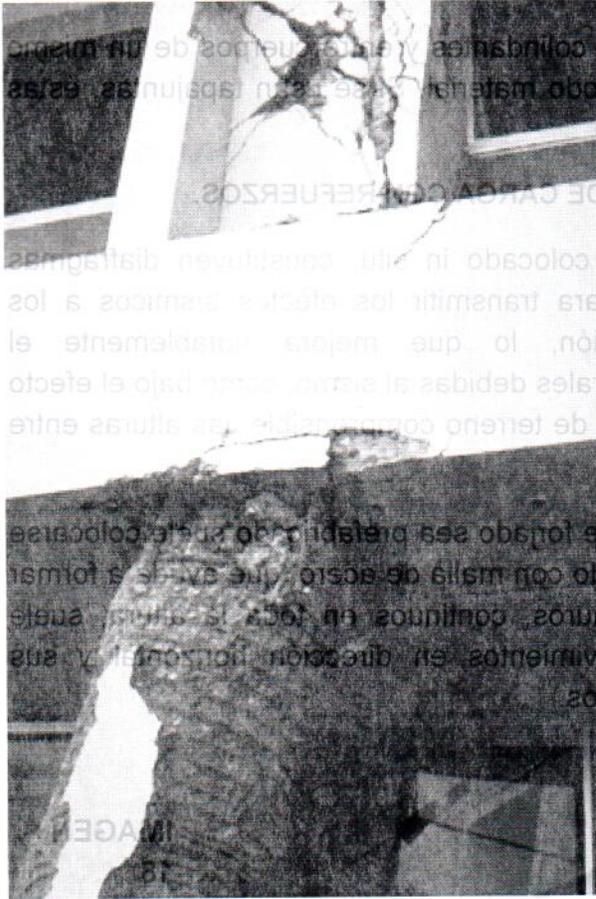


IMAGEN
18

DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO.

Los fallos más comunes son los siguientes:

1. Desmoronamiento inclinado de las vigas en la proximidad de sus extremos debido a la tensión diagonal. En ocasiones aparecen dos grietas formando una cruz, como consecuencia de la inversión de esfuerzos.



formando una cruz, como consecuencia de la inversión de esfuerzos.

2. Desprendimiento y desmoronamiento del concreto en la parte inferior de las vigas cerca de la unión con las columnas, como consecuencia del exceso de compresión por flexión y de pandeo del acero de refuerzo del lecho inferior de las vigas. En algunos casos se puede observar que existe el mismo tipo de daño en las partes superior e inferior de las vigas, causado por inversión de momentos flectores.

3. Deslizamiento o punzonamiento de las columnas en los capiteles de estructuras de colados reticulares provocado por tensión diagonal.

IMAGEN 19

4. Agrietamiento inclinado de las columnas, provocado por tensión diagonal. En la mayoría de los casos estas grietas se orientan en dos direcciones y forman una cruz, por efecto de la inversión de esfuerzos; en otros casos las grietas se orientan en una sola dirección, sobre todo en estructuras que sufren asentamientos diferenciales antes o durante el terremoto.

5. Desprendimiento y desmoronamiento del concreto en las columnas, así como pandeo del acero de refuerzo, como consecuencia de la repetida inversión de esfuerzos y las grandes deformaciones provocadas por el terremoto.

6. Agrietamientos diagonales en cruz en muros de carga o de relleno provocados por tensión diagonal por haber un exceso de carga en ambos sentidos.



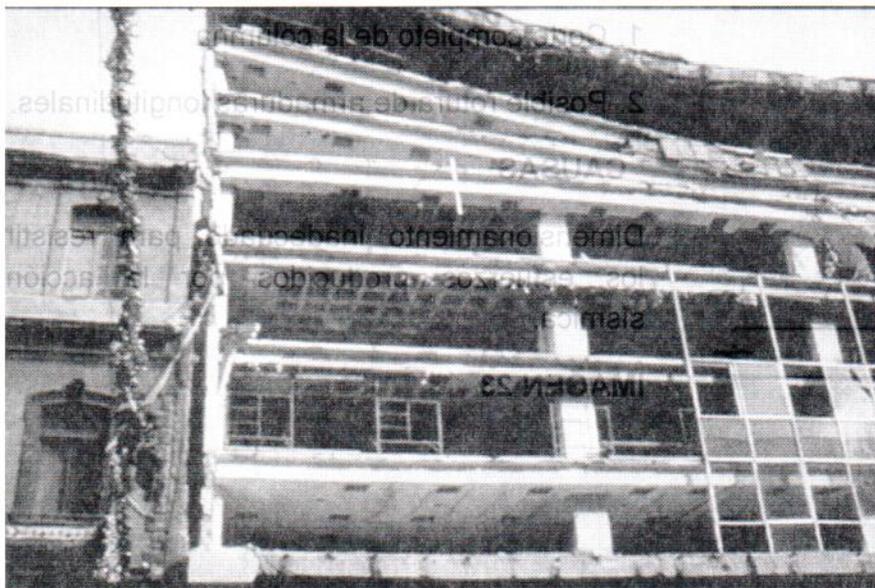
IMAGEN 20

Edificio de estructura de concreto armado. Forjado reticular de casetones recuperables. Fachada formada por un muro cortina, dañado durante el terremoto de Ciudad de México, México; Septiembre de 1985; magnitud Richter 8,1

Las plantas superiores han colapsado; el muro cortina de la fachada ha sufrido graves daños.

En alguna planta falta el plafón falso.

Los forjados reticulares se comportan bien en cuanto a flexibilidad, pudiendo tener grandes desplazamientos horizontales sin sufrir daños, pero presentan problemas de punzonamiento. Las columnas suelen atravesar



limpiamente las losas y éstas se desploman hechos una sola pieza pudiendo producir el colapso de las plantas inmediatas inferiores.

IMAGEN 21

FISURAS EN PILARES.

Las columnas de planta baja son los más afectadas en un terremoto, dado que tienen que soportar todo el peso de la edificación y evitar que se desplace, quedando sometidas a fuertes momentos y cortantes, por lo que se les debe prestar mayor atención durante su cálculo y ejecución.

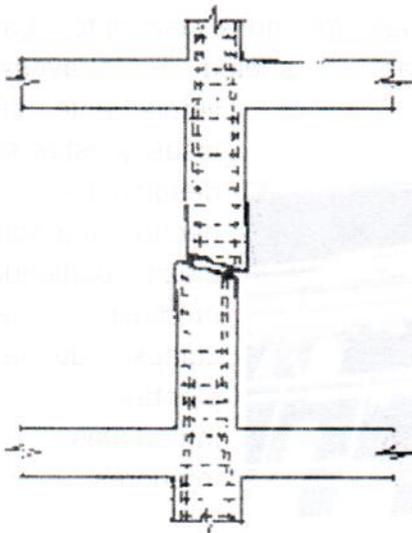


IMAGEN 22

La parte superior de las columnas es la más afectada en un movimiento sísmico, ya que en esa zona el concreto suele tener menor resistencia, debido a que en su ejecución durante el vibrado se acumula en la parte alta el árido fino y agua de amasado, siendo más acusado este efecto en columnas de mayor altura.

Las columnas más vulnerables ante un terremoto son las de esquinas en planta baja, seguidas de las de fachadas.

El tipo de rotura más frecuente es por aplastamiento del concreto en la cabeza de la columna y por cortante con fisuras como la que se indica en las figuras siguientes.



1. Corte completo de la columna
2. Posible rotura de armaduras longitudinales.

CAUSAS

Dimensionamiento inadecuado para resistir los esfuerzos producidos por la acción sísmica.

IMAGEN 23

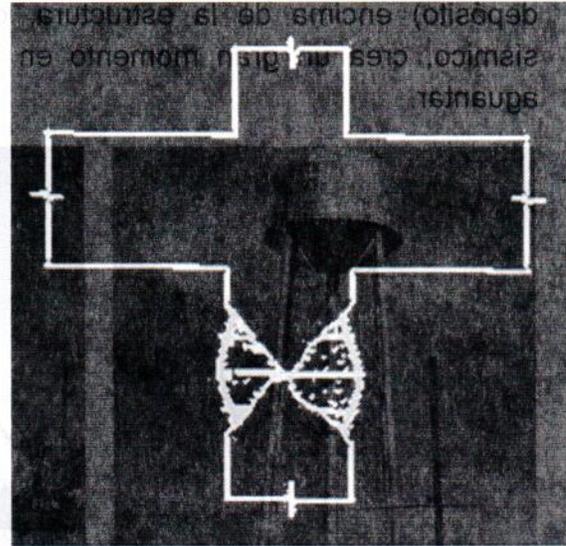
FISURAS EN COLUMNAS.

Rotura con expulsión de material, pandeo de armaduras longitudinales y posible apertura de ganchos de ANILLOS o rotura de estos.

CAUSAS

Fisuras debidas a defectos locales, Tales como baja resistencia del CONCRETO en cabeza de columna, estribos con disposición inadecuada para zonas sísmicas, etc., que son puestos en evidencia por la acción sísmica.

IMAGEN 24



Dimensionamiento inadecuado para resistir los esfuerzos producidos por la acción sísmica.



IMAGEN 25

ESTRUCTURAS DE ACERO

Depósito de agua dañado durante un terremoto. La estructura se ha colapsado debido a la gran esbeltez que tenía y la existencia de una gran masa (el agua del depósito) encima de la estructura, que, ante la aparición de un movimiento sísmico, crea un gran momento en la base, que la estructura es incapaz de aguantar.



IMAGEN 26

IMAGEN 27



EFEECTO DE PILAR CORTO

Es un efecto que se produce en los pilares de una estructura cuando un elemento superficial como un muro de tabique o un muro de concreto coartan la posibilidad de deformación de la columna en parte de su longitud. Esta coacción produce tensiones adicionales no previstas en el cálculo que hacen que la columna se agriete o llegue incluso a la rotura total.

IMAGEN 28

Un caso típico se observa en los semi sótanos. Las columnas están parcialmente embudidas en los muros de sótano salvo en su parte



superior, que es donde normalmente se coloca una ventana estrecha y alargada para iluminar y ventilar, generalmente en esta zona la columna se agrieta o incluso llega a romper.

Edificio de estructura de concreto armado y cerramiento y muros de ladrillo, en el que se puede ver como la columna no ha podido deformarse como en un principio había sido calculado por culpa del cerramiento que impedía el movimiento libre de la parte inferior de la columna.

EFFECTO DEL PISO BLANDO

Si las divisiones interiores de un edificio entran en carga durante un terremoto y colaboran con la estructura para resistir sus efectos sin haber sido calculados para absorber la fuerza que les corresponda en función de su rigidez, el comportamiento de la estructura será muy distinto al supuesto en el proyecto.

Un caso particular es el llamado "piso blando". Se produce en aquellos edificios que teniendo una distribución de divisiones interiores más o menos similar en todas sus plantas, una de ellas se presenta diáfana.

La sacudida sísmica al subir por la estructura la va deformando y ésta transmite parte de la carga a los muros de tabique. En el camino de vuelta la energía que se había ido repartiendo entre la estructura y las divisiones, al llegar a la planta diáfana se concentra en las columnas produciendo graves daños que pueden llegar al colapso de todo el edificio por rotura de los mismos.

Es un caso típico que puede darse en edificios residenciales con abundantes locales en todas sus plantas menos en la baja, que suele estar destinada a garaje o locales comerciales.



Se observa un gran desplazamiento lateral de la planta baja, que ha arrastrado al resto del edificio sin que aparentemente haya sufrido más daños. Es un caso de "piso blando", sin llegar al colapso, pero con graves daños estructurales.

IMAGEN 29

La planta baja de este edificio está destinada a locales comerciales o cocheras. La ausencia de particiones interiores y de un sistema de arriostramiento ante los esfuerzos horizontales son la causa del gran desplazamiento lateral que ha sufrido la estructura.

El desplazamiento lateral que puede observarse en la planta baja es un caso típico de "piso blando", ya que, a excepción de las lunas de los comercios, la planta baja era diáfana, mientras que la primera planta, presentaba particiones interiores y cerramientos exteriores.

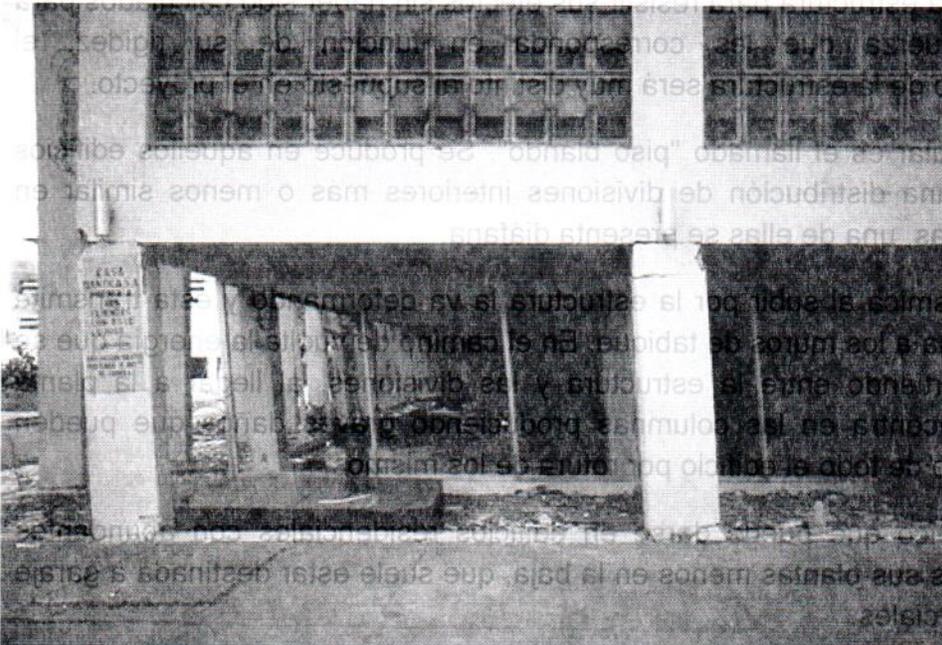


IMAGEN 30



IMAGEN 31

Este edificio, presenta una inclinación de 20° sobre su vertical, como consecuencia del efecto de piso blando, que dañó seriamente su estructura.

En la planta baja de este edificio, existía un forjado sanitario de un metro de altura, que durante el terremoto se comportó como una planta diáfana.



IMAGEN 32

Una de las formas más económicas de reforzar un edificio que se encuentre en una zona de alto riesgo sísmico.

En este caso se trata de un centro comercial de San Francisco, U.S.A., contra el efecto de piso blando, es

incluir como se puede ver en la fotografía, dos vigas metálicas formando una cruz de San Andrés.

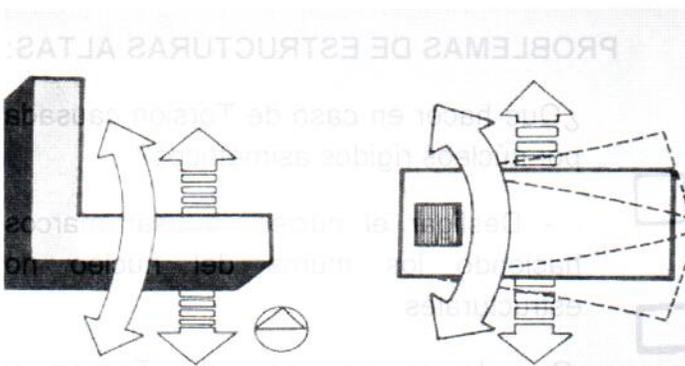


IMAGEN 33

SIMETRÍA Y REGULARIDAD

En los edificios no simétricos, el centro de masas y el de torsión, no coinciden, produciéndose en el edificio un efecto de torsión. En edificios con una planta rectangular alargada, se produce el mismo efecto.

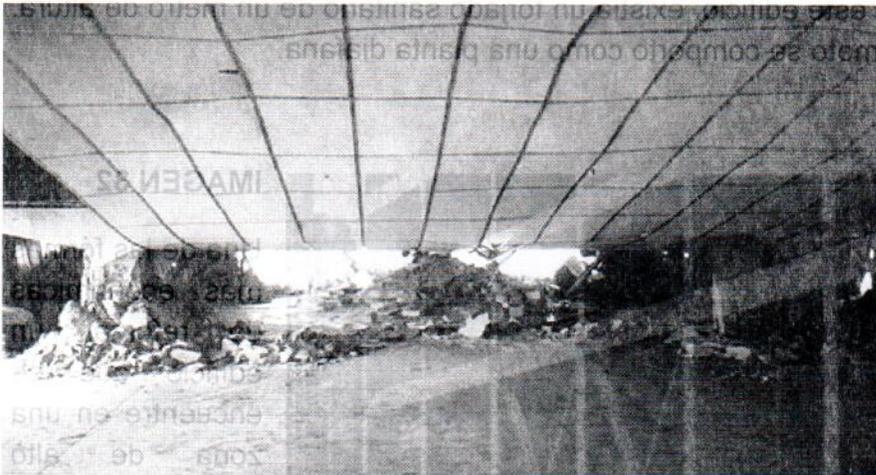


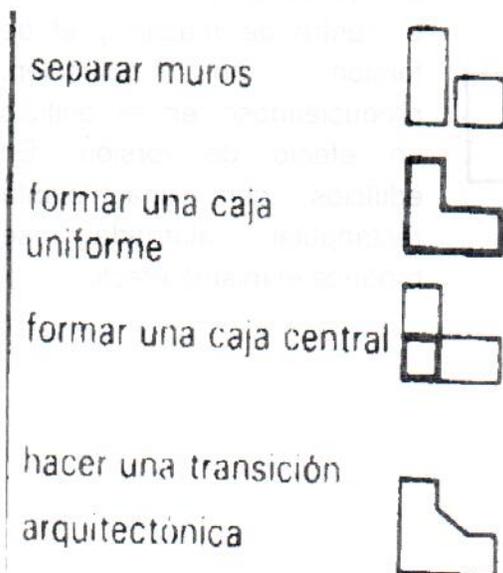
IMAGEN 34

Durante el terremoto de Guatemala en 1976, el Hotel Terminal, sufrió el colapso de una de sus plantas. Exteriormente, el edificio era simétrico y regular, pero la estructura no lo era, ya que el núcleo de escaleras y ascensores, no se encontraban en el centro de la estructura, además, en la segunda planta (que es la que fallo), se encontraba un restaurante, que impedía la continuidad de las particiones entre la planta inferior y superior, al encontrarse esta planta diáfana (efecto de "piso blando").

Esta disposición irregular de masas hace que se produzca una excentricidad en esta planta que, durante el terremoto, se tradujo en fuerzas de torsión que terminaron por colapsar los pilares de esta planta.

IMAGEN 35

PROBLEMAS DE ESTRUCTURAS ALTAS:



¿Qué hacer en caso de Torsión causada por núcleos rígidos asimétricos?

- Desligar el núcleo, o usar marcos haciendo los muros del núcleo no estructurales.

Que hacer en caso de Torsión y concentración de esfuerzos en las esquinas interiores.

- Separar muros (junta constructiva), formar una caja uniforme, formar una

caja central o hacer una transición arquitectónica.

SISTEMAS ANTISÍSMICOS ACTUALES

- A) SISTEMAS DE CONTROL PASIVO
- Evitan que la energía sísmica “penetre” en el edificio
- Se basan en la amortiguación de las ondas sísmicas
- Lo componen complejos mecanismos de elevado costo

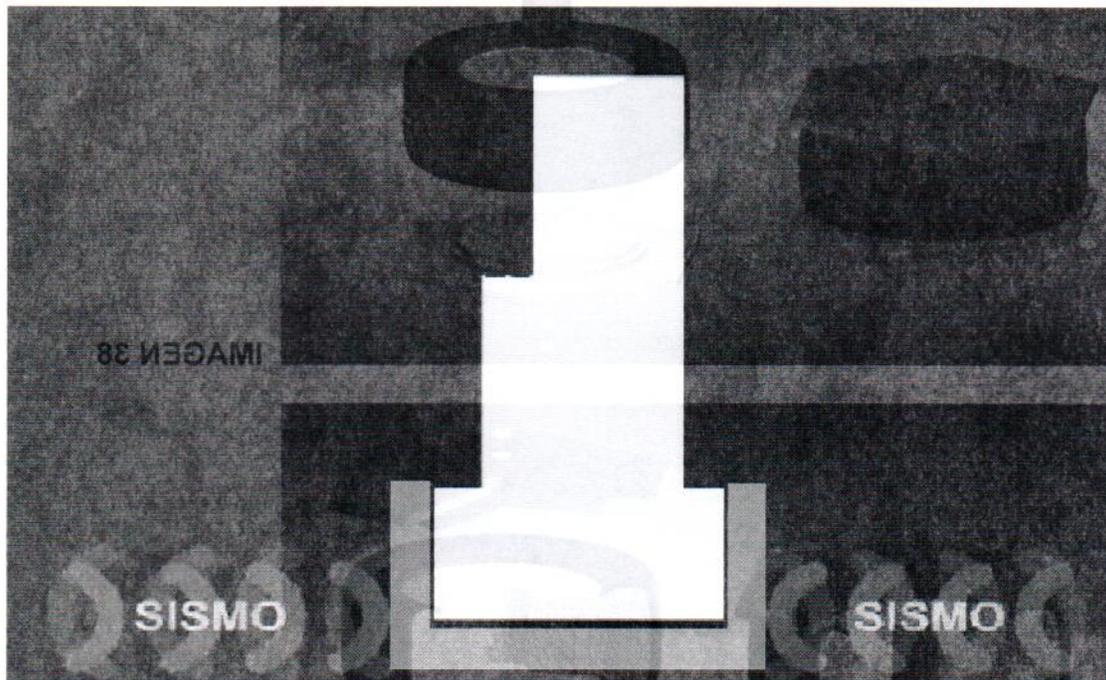


IMAGEN 36

Descripción del sistema

- La unidad del sistema EGEOMOL-AV® se compone de dos placas unidas por un silentblock central; que albergan una abrazadera elástica rellena de un material sólido con propiedades hidráulicas

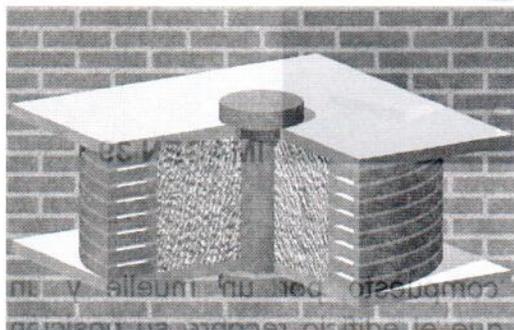


IMAGEN 37

AISLADORES ELASTOMERICOS

* Variante del Sistema Patentado

- 1 Abrazadera elástica formada por un NEUMÁTICO usado
- 2 Relleno de material plástico sólido con propiedades hidráulicas
- 3 Con un silentblock central

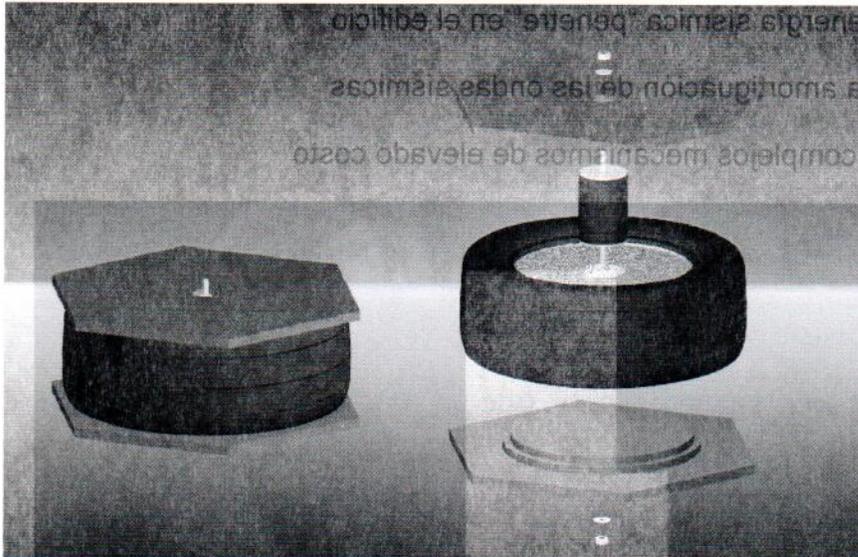


IMAGEN 38

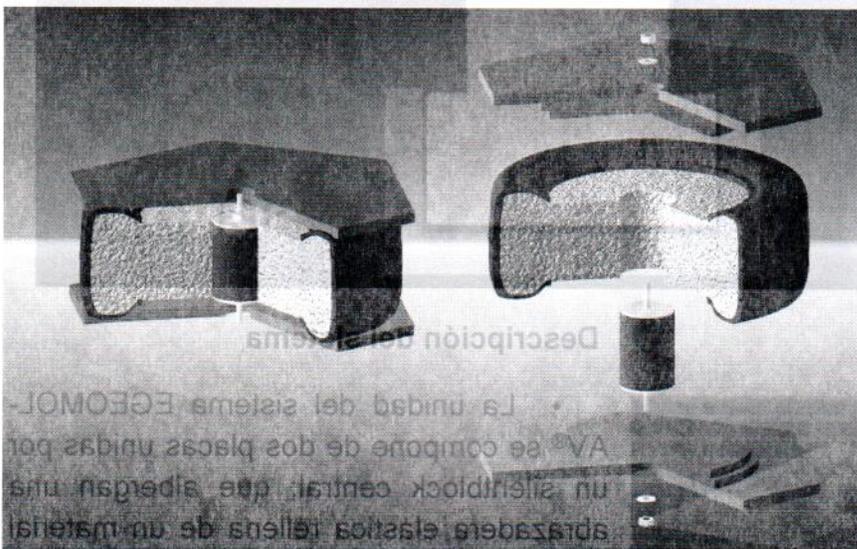


IMAGEN 39

Modelo de comportamiento

Es equiparable a un COLCHÓN aislante compuesto por un muelle y un amortiguador, con elasticidad suficiente para que el edificio recobre su posición inicial después del sismo

El sistema se comporta como un CONDENSADOR de energía, absorbiendo parte de la energía sísmica y reduciendo el desplazamiento del edificio

Utiliza la energía potencial del peso de la construcción para cancelar las ondas por inversión de fase

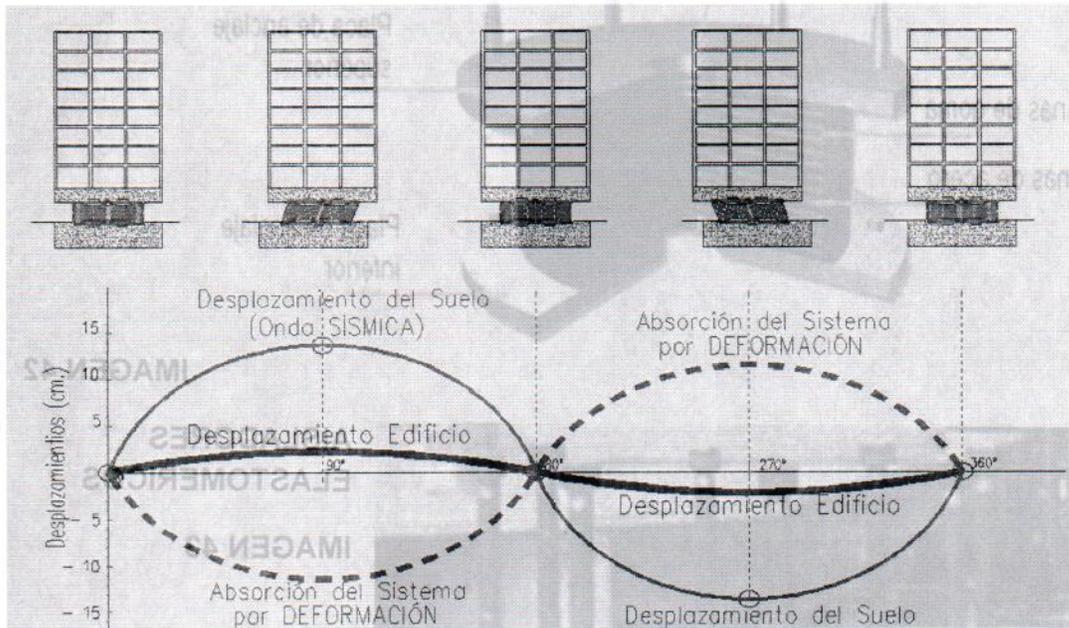


IMAGEN 20

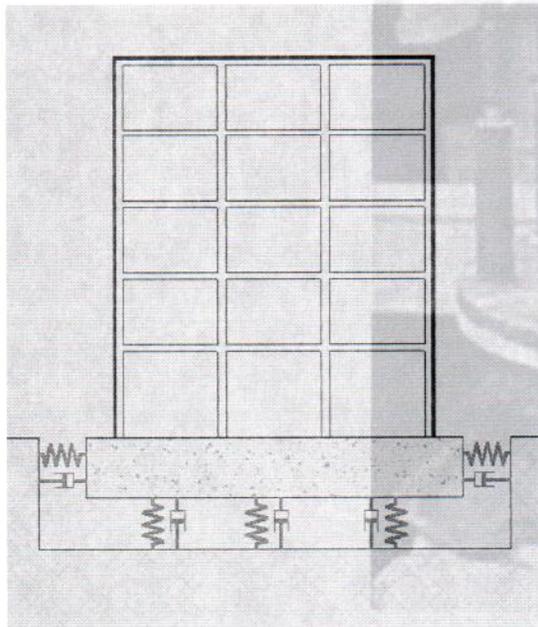


IMAGEN 41

- Está formado por un conjunto de láminas planas de goma intercaladas por placas planas de acero adheridas a la goma y cubierto en sus extremos superior e inferior por dos placas de acero en las cuales se conecta con la superestructura en su parte superior y la fundación en su parte inferior.

- Entre las placas planas de acero, la lámina de goma puede deformarse en un plano horizontal y de esta manera permitir el desplazamiento horizontal de la estructura relativo al suelo.

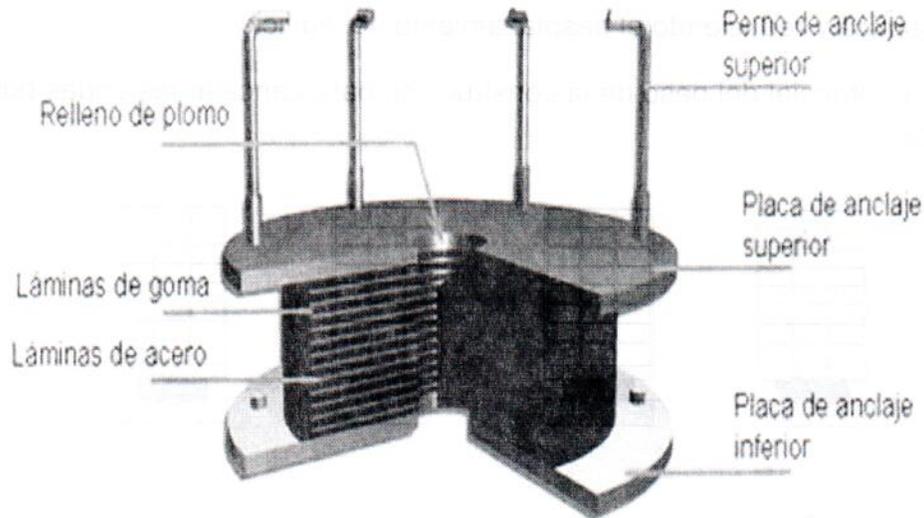
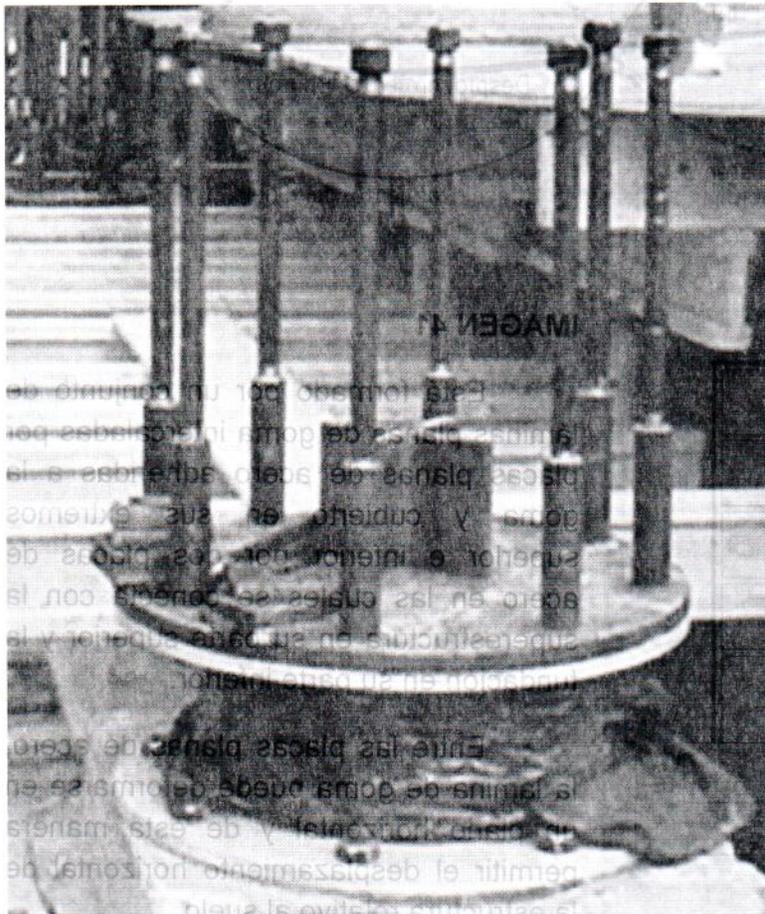


IMAGEN 42



AISLADORES
ELASTOMERICOS

IMAGEN 43

PÉNDULO FRICCIONAL (FPS)

- El dispositivo conocido como PÉNDULO FRICCIONAL (FPS)
- Consiste en un "deslizador" que se mueve sobre una superficie esférica cóncava. Cualquier movimiento de la base producirá un desplazamiento del "deslizador" a lo largo de esta superficie disipando energía por fricción.
- Como este desplazamiento ocurre sobre una superficie curva la fuerza vertical transmitida por el "deslizador" provee una componente tangencial que tiende a centrar al sistema.
- La idea del FPS es muy simple y funciona extraordinariamente bien.

IMAGEN 44

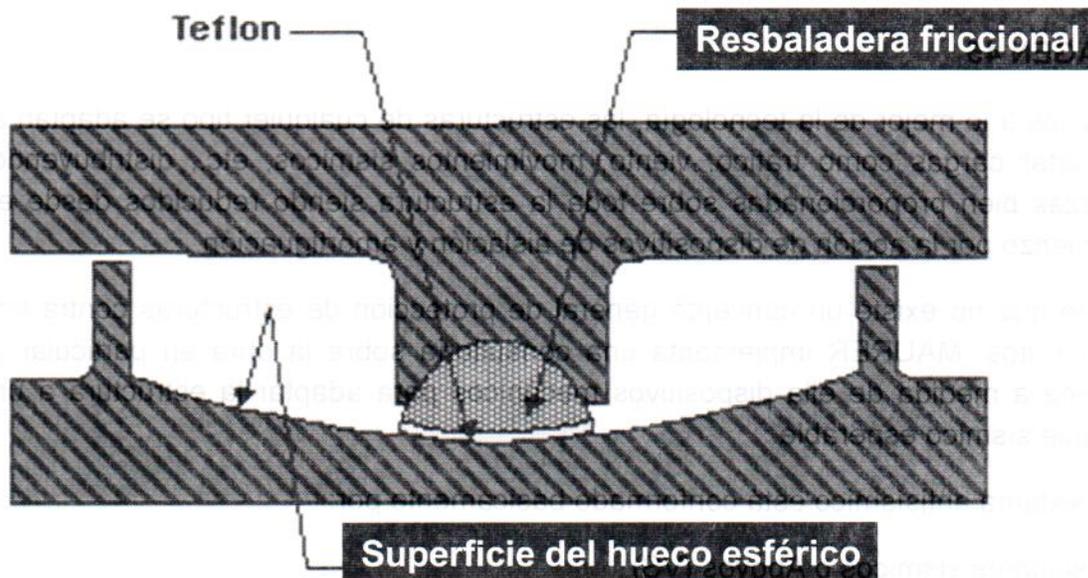


Fig. 7 Aisladores deslizantes tipo péndulo de fricción.

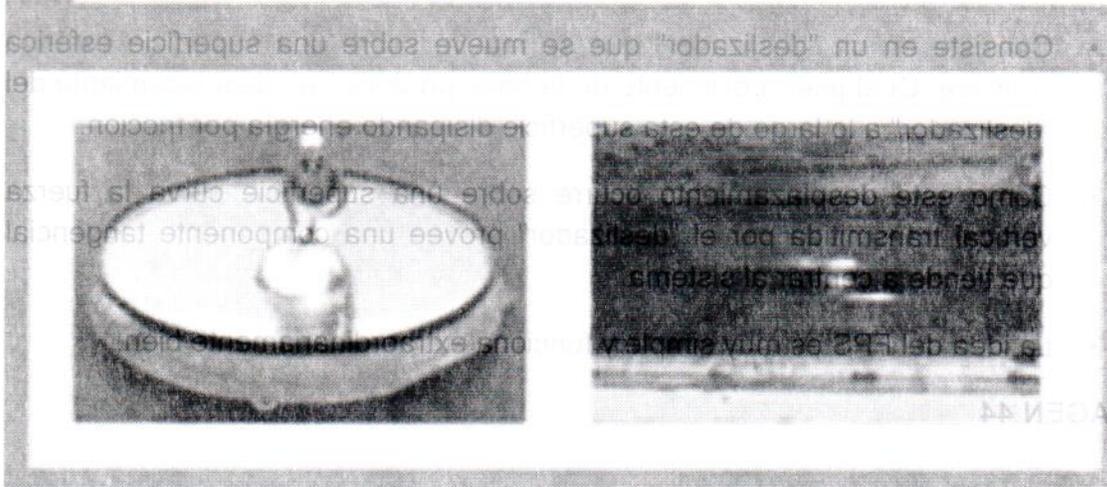


IMAGEN 45

Gracias a lo mejor de la tecnología, las estructuras de cualquier tipo se adaptan a soportar cargas como tráfico, viento, movimientos sísmicos, etc., distribuyendo fuerzas bien proporcionadas sobre toda la estructura siendo reducidos desde el comienzo por la acción de dispositivos de aislación y amortiguación.

Dado que no existe un concepto general de protección de estructuras contra los terremotos, MAURER implementa una consultoría sobre la obra en particular y diseña a medida de ella dispositivos mecánicos para adaptar la estructura a un ataque sísmico esperable.

Un sistema antisísmico está conformado básicamente por:

- Aisladores sísmicos o Apoyos (VS)
- Amortiguadores (MHD)
- Trasmisores de choque (MSTU, MSTL)
- Juntas de Expansión (DS-F)

Sistema Maurer

Un sistema antisísmico está conformado básicamente por:

- Aisladores sísmicos o Apoyos (VS)
- Amortiguadores (MHD)

- Trasmisores de choque (MSTU, MSTL)
- Juntas de Expansión (DS-F)

IMAGEN 46

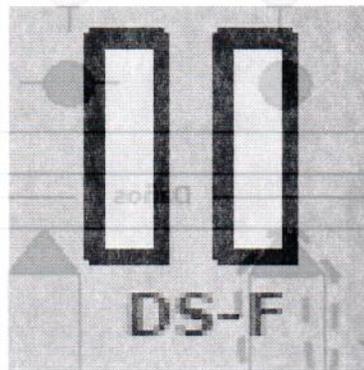
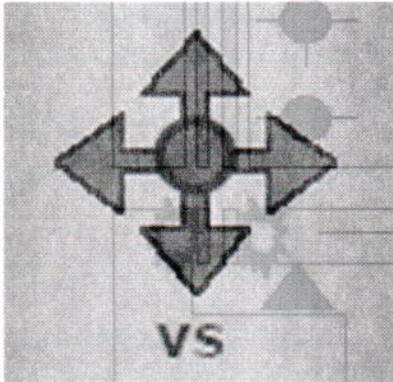


IMAGEN 47

Juntas de expansión

Aisladores sísmicos

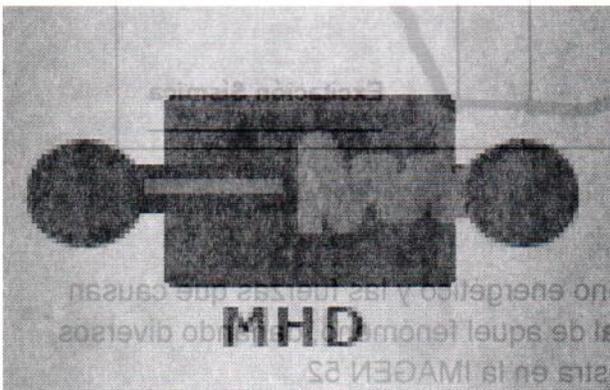


IMAGEN 48

amortiguadores

IMAGEN 49



Trasmisores de choques

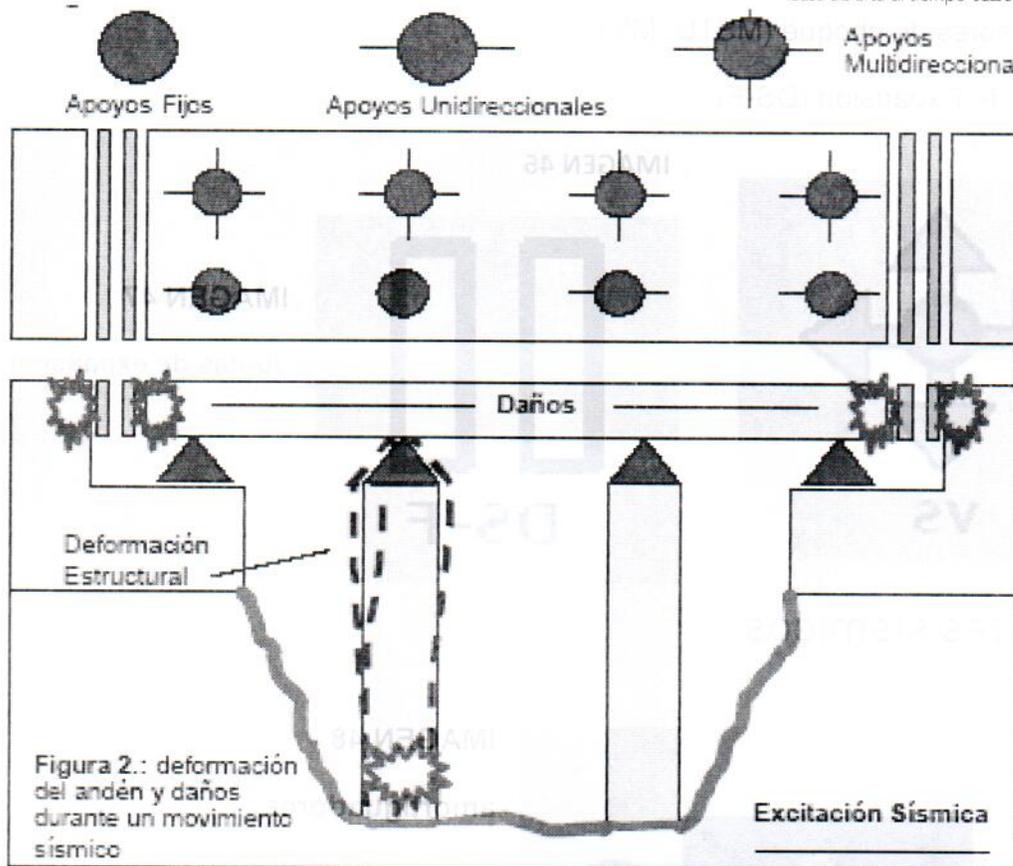


IMAGEN 50

Un terremoto es en definitiva un fenómeno energético y las fuerzas que causan tensión sobre la estructura, el efecto final de aquel fenómeno, dañando diversos puntos de la estructura tal como se muestra en la IMAGEN 52

Para evitar esto se usan los sistemas de protección antisísmicos, manejados a través del **concepto de DISTRIBUCIÓN de ENERGÍA**, que se basa en distribuir las fuerzas sísmicas en tantos lugares como sea posible, aunque sin dispositivos de transmisión de choque (MST), no será suficiente para proteger la estructura.

Por esto en la **IMAGEN 52** vemos cómo se utilizan los MST para proteger la estructura en su deformación.

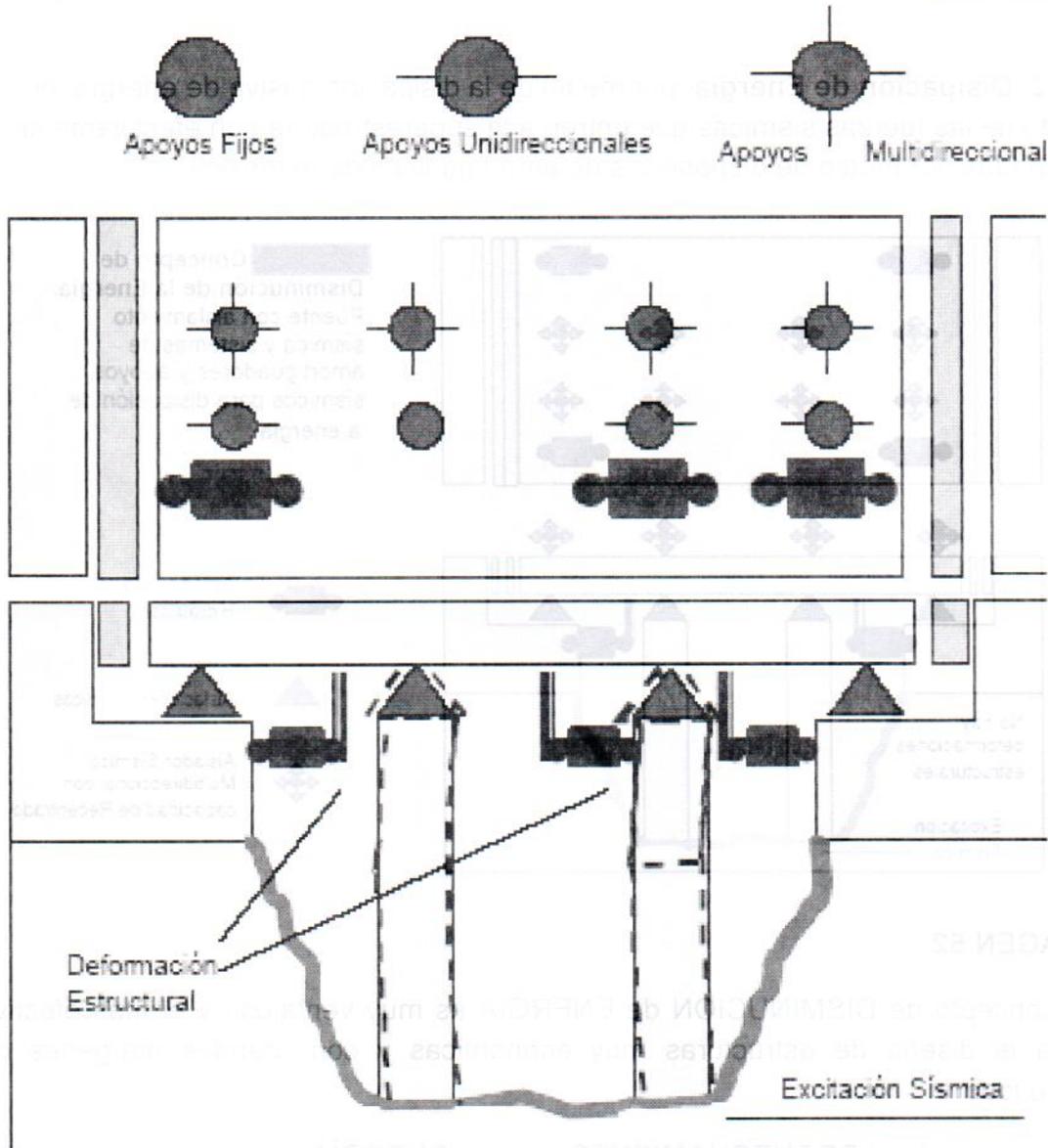


IMAGEN 51

Concepto de Distribución de la Energía.

Puente con MSTU activos durante un caso de carga tipo tráfico o terremoto.

El concepto de **DISMINUCIÓN de ENERGÍA** se basa en la aplicación simultánea de dos métodos:

- 1- **Aislación Sísmica:** consiste en aislar la cubierta del puente apoyándolo sobre aisladores sísmicos (VS)

2- Disipación de Energía: por medio de la disipación pasiva de energía, el resto de las fuerzas sísmicas que entren a la superestructura son efectivamente disipadas por medio de dispositivos de amortiguación de la tensión.

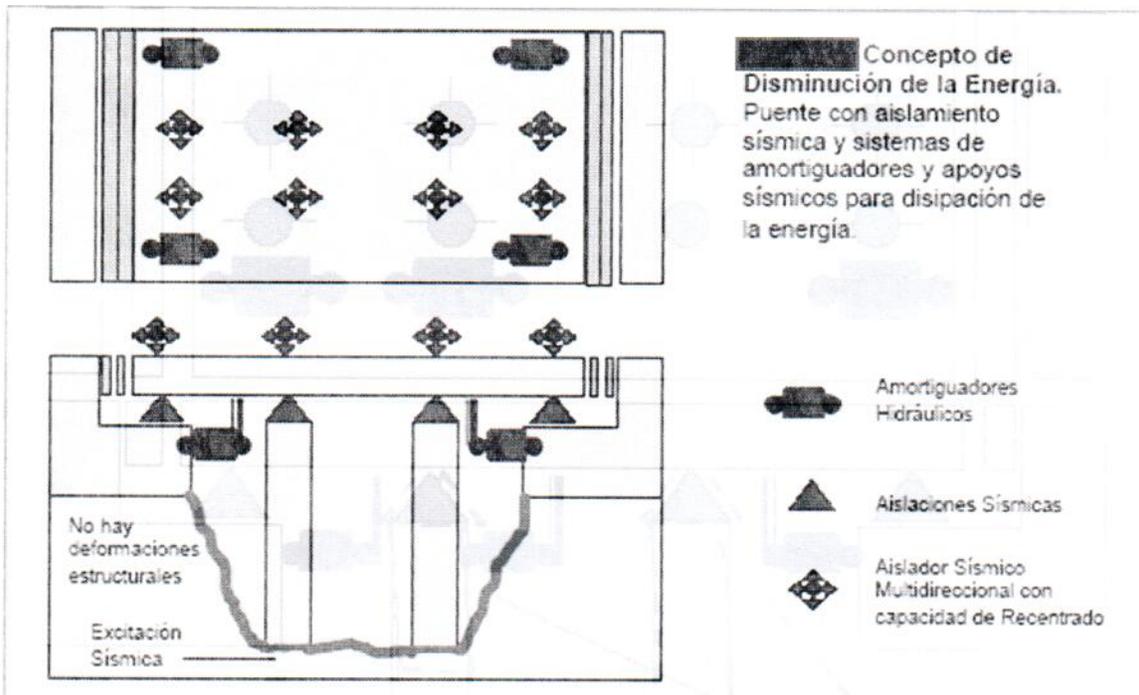


IMAGEN 52

El concepto de DISMINUCIÓN de ENERGÍA es muy ventajoso y el más efectivo para el diseño de estructuras muy económicas y con grandes márgenes de seguridad.

Concepto de APROVECHAMIENTO de la ENERGÍA para una protección sísmica óptima.

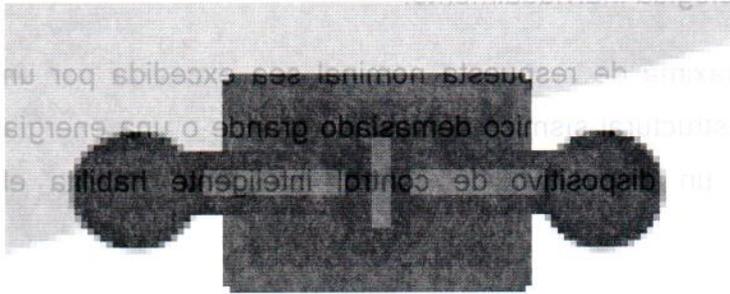
Ante un sismo, sin un sistema de protección, grandes cantidades de energía ingresan a la superestructura muy concentradas en los puntos fijos.

Por medio de unidades de transmisión de choque y aunque la energía entrante es aún de la misma magnitud, es distribuida a diferentes puntos dentro de toda la estructura en cantidades equivalentes.

Por la implementación de aislación sísmica adicional, menos energía entra a la estructura y la cantidad de energía entrante es efectivamente disminuida. Un concepto muy utilizado en la aislación de los motores para vehículos.

El concepto de Aprovechamiento de la Energía reduce efectivamente la energía entrante a la estructura por medio del envío a tierra del movimiento a través de los cimientos.

UNIDAD DE TRANSMISION DE CHOQUES



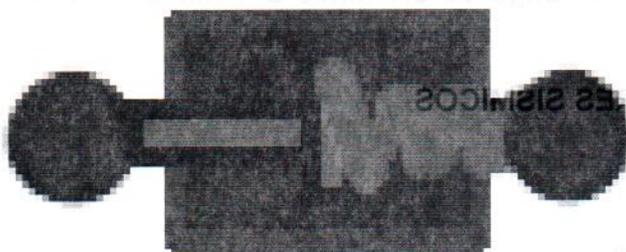
MSTU

IMAGEN 53

Los MSTU son dispositivos hidráulicos para interconectar rigidamente partes estructurales en caso de repentinos desplazamientos debidos a terremotos, tráfico, vientos, etc.

Ante un terremoto o frenado brusco de vehículos, con el resultado de velocidades de desplazamiento relativamente grandes entre la superestructura y la subestructura, el MSTU reacciona con incremento intensivo de su fuerza de respuesta. El dispositivo bloquea cualquier desplazamiento entre las partes estructurales interconectadas. El fluido sintético no es capaz de ir de un lado del pistón al otro a esa gran velocidad de desplazamiento.

UNIDAD DE TRASMISIÓN CON LIMITADOR DE FUERZA



MSTL

IMAGEN 54

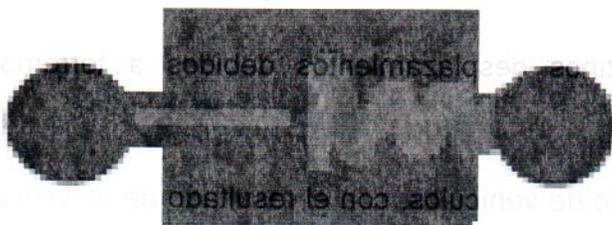
Comparado con la unidad de transmisión de choque "normal", con una teóricamente ilimitada fuerza de bloqueo en caso de un ingreso infinito de energía

inesperada, el MSTL con limitador de fuerza reacciona con una fuerza límite de respuesta máxima.

Esta Fuerza normalmente es definida levemente por encima de la fuerza de bloqueo nominal o puede ser elegida individualmente.

En caso de que la fuerza máxima de respuesta nominal sea excedida por un inesperado comportamiento estructural sísmico demasiado grande o una energía sísmica demasiado grande, un dispositivo de control inteligente habilita el desplazamiento del MSTL.

AMORTIGUADORES SISMICOS



MHD

IMAGEN 55

Los amortiguadores hidráulicos MAURER – MHD son dispositivos que permiten desplazamientos por cambios térmicos, contracciones, etc., durante su condición de servicio, sin crear fuerzas de respuesta significativas, pero disipando grandes cantidades de energía durante entradas de energía sísmica y la energía es convertida en calor.

Cuando suceden inesperadas aceleraciones entre sectores estructurales unidos, debido a energía sísmica, frenados del tráfico, vientos, etc., induciendo velocidades de desplazamiento en el rango de 0.1 mm/s a 1 mm/s, el MHD se bloquea y comporta rígidamente.

AISLADORES SISMICOS

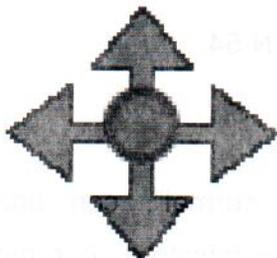


IMAGEN 56

Aislamiento vertical respecto de la tierra en

movimiento.

Transmisión vertical de carga.

Adaptación automática a los desplazamientos y rotaciones de la superestructura respecto de la subestructura.

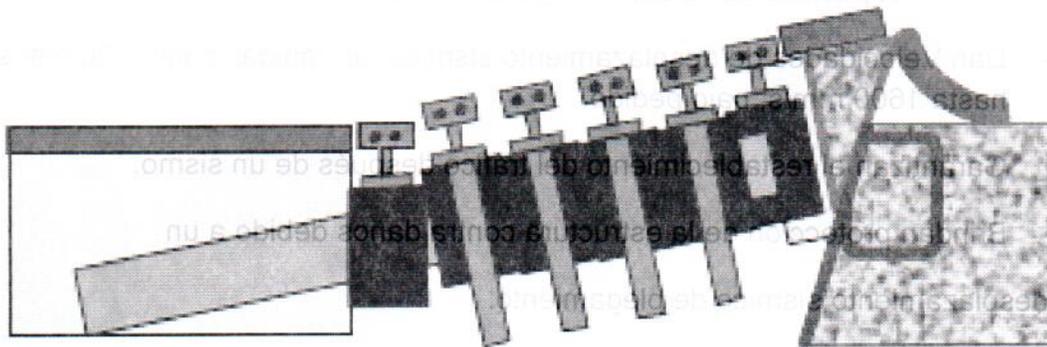
Capacidad de recentrado para restaurar la superestructura durante y después de un sismo para evitar peligrosos acumulamientos de desplazamiento en una única dirección.

El material interior de caucho consiste en un caucho natural de muy alta calidad para el mejor comportamiento sísmico.

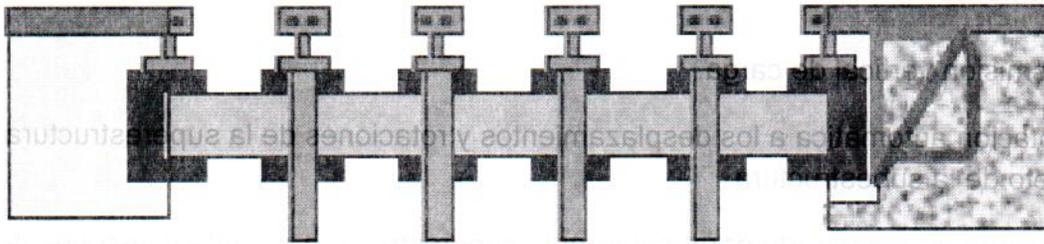
La cubierta exterior de la goma está hecha de una goma de cloropreno

JUNTAS DE DILATACION SISMICA

IMAGEN 57



Máximo plegado sísmico



Apertura sísmica máxima

IMAGEN 58

JUNTAS DE DILATACION SISMICAS

- Tienen capacidad de desplazamiento lateral y longitudinal
- Tienen capacidad de rotación sobre el eje vertical del puente
- Dan Velocidades de desplazamiento sísmico tan rápidas como 500 mm/s y hasta 1600 mm/s, bajo pedido.
- Garantizan el restablecimiento del tráfico después de un sismo.
- Brindan protección de la estructura contra daños debido a un desplazamiento sísmico de plegamiento.
- Evitan el colapso de las juntas debido a un desplazamiento sísmico de apertura o dilatación.

Son de fácil y rápida instalación

CONCLUSIONES

Estando México situado, en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, el estudio de los principales daños por sismo en las construcciones y de los sistemas anti sismo, se vuelve una prioridad, para toda la comunidad que tenga relación con la construcción como el caso de los Arquitectos.



BIBLIOGRAFIA

- Ambrose james, Diseño simplificado de edificios, segunda edición.
- Arnold, Configuración y diseño sísmico en edificios.
- Diseño Sísmico de Edificios. Autor: Bazan / Meli. Ed: Limusa.
- Análisis Sísmico de Estructuras. Autor: Aranda Ed: UNAM
- www.jarretstructures.com
- www.sismos.url



- ...
- ...
- ...
- ...
- ...
- ...



MECÁNICA DE SUELOS O GEOTÉCNICA.

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

Prologo.

Durante mucho tiempo, los arquitectos que hemos querido adentrarnos, en el conocimiento de la Mecánica de Suelos, hemos tenido que lidiar con libros excesivamente complejos o técnicos, realizados por y para ingenieros o especialistas en mecánica de suelos.

Además de tener que recurrir a obras muy variadas y con especialidad excesivamente definida, o alguna teoría sobre el cálculo y análisis de ensayos, haciendo que el aprendizaje necesario para un arquitecto en esta área de conocimientos se vuelva muy complejo.

Los arquitectos sin necesidad de ser especialistas en mecánica de suelos, o cálculo de cimentaciones profundas, necesitamos conocer a cierta profundidad los diversos trabajos que se realizan, los materiales componentes de los suelos, sus características, su problemática y limitaciones en los procesos constructivos.

Requerimos conocimientos específicos de esta área, que nos permitan coordinar los trabajos en un proyecto integral, poder discernir sobre las conveniencias de uno u otro proceso, poder evaluar las propuestas y trabajos realizados por los profesionales de esta especialidad que coadyuvan con el arquitecto en las necesidades de sus obras.

Considerando todo lo anterior como un problema pedagógico dentro de las escuelas de arquitectura, al no contar con un texto que se apegue a nuestras necesidades, en esta obra se ha realizado un resumen selectivo de las principales publicaciones que tratan lo referente, así como una investigación de campo en la Ciudad de México, visitando a los laboratorios que realizan estudios de Mecánica de suelos para complementar la información, haciendo una síntesis de los



trabajos, sus procedimientos y características, esperando que esta información pueda constituir una clara orientación sobre este tema y acercarla al Arquitecto.

INTRODUCCIÓN.

Debido al desarrollo gradual de las construcciones civiles y obras públicas, la atención de los técnicos se ha concentrado en la necesidad de profundizar en el estudio del equilibrio de las tierras bajo la acción de las cargas, para procurar eliminar las causas de desastres o de daños en las obras construidas debido a los movimientos de los terrenos de cimentación, eliminando los métodos empíricos para dar paso a una investigación científica basada en pruebas experimentales.

De aquí la aparición de la parte de la ciencia de la construcción, que estudia el equilibrio del terreno, en particular de la comprensibilidad del mismo, y bajo un cuerpo de doctrina integrado por la investigación experimental que constituye la llamada **geotécnica o mecánica de suelos**.

El campo de aplicación de la mecánica de suelos es muy basto y puede decirse que comprende toda la construcción arquitectónica y obra civil.

En realidad, su teoría es aplicable en toda construcción de edificios, puentes, edificios industriales, etc., y, por consiguiente, no es posible que pueda prescindirse de su estudio en las obras arquitectónicas, que tengan alguna importancia.

Todo análisis profundo del problema de la cimentación, además de asegurar la estabilidad de la construcción, procura un racional empleo de los materiales con la economía correspondiente, lo que compensa con largueza el exceso de labor y los gastos de toma de muestras de tierra, así como el trabajo de laboratorio.

Con ello ha sido posible establecer que en construcciones que cuentan con un estudio de la mecánica del terreno, el técnico está en las mejores condiciones para proyectar las obras de cimentación.

El cálculo de las cimentaciones es casi siempre cálculo de verificación, por lo que, en cada caso particular, pueden aparecer varias soluciones, por lo tanto, el técnico tiene que escoger entre muchos factores que pueden asumir importancia diversa según los casos, como son la economía, la rapidez y la sencillez de la ejecución y así mismo la disponibilidad de materiales y maquinaria convenientes.

LOS SUELOS.

Suelo es la cubierta superior de la corteza continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Clasificación de los suelos

Los suelos se dividen en clases según sus características generales. La clasificación se suele basar en la conformación y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir, por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química.

Los suelos tienen capas características, llamadas estratos; la naturaleza, el grosor y la disposición de éstos también es importante en la identificación y clasificación de los suelos.

Propiedades del suelo

Estas reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden de forma simultánea tras la acumulación de material primario. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen. La transferencia de materia entre estratos es muy normal.

Los suelos que comparten muchas características comunes se agrupan en series y éstas en familias. Dependiendo de la localización geográfica los suelos se caracterizarán por sus estratos y estos por su composición resistencia, humedad, y permeabilidad.

Características Fundamentales del suelo



Según de los minerales y elementos orgánicos que tenga el suelo, dependerá la fertilidad y características químicas.

A través del color podemos conocer la variedad frente a la que estemos. Generalmente los oscuros son más fértiles que los claros (color determinado por la presencia de humus). Pero también un suelo oscuro puede significar exceso de humedad no siendo indicador de fertilidad y resistencia.

Los suelos rojos contienen grandes cantidades de óxidos de hierro, significa que es un terreno drenado, fértil y no muy húmedo.

Los amarillos son poco fértiles debido a los óxidos de hierro frente al agua, zona mal drenada.

Los suelos grises pueden tener poco hierro u oxígeno y poseer muchas sales alcalinas como carbonato de calcio.

Clasificación del Suelo en la Ciudad de México

A) Zona del Lago. Parte centro y oriente de la Ciudad; con arcilla volcánica compresible, al 30% o 40% de agua

B) Zona de Transición. Materiales intercalados areno-arcillosos, areno-limosos compactos

C) Zona de Lomeríos. Localizada hacia al sur-poniente, con suelo de baja compresibilidad y alta capacidad de carga, formada por arenas cementadas, tobas volcánicas conglomeradas, terreno basáltico, con galerías y cavernas, minas de arena y gravas.

Clasificación del terreno por su Resistencia

Todo terreno tiene diversos materiales que la componen y se clasificaran por su tamaño y resistencia.

Clasificación Granulométrica del terreno

- Limos.----- 1mm.
- Arenas.----- 1 a 3.5 mm.

- Gravilla Granzón.----- 3.5 a 10 mm.
- Grava tamaño máx..-----10 a 38 mm
- Cantos rodados.----- 38 mm.

Clasificación del terreno por Cohesión.

a) Suaves.

b) Duros.

a) Terrenos Suaves.

Resistencia.

- | | |
|--|----------------------------|
| • Terrenos del Valle de México. | 2 a 5 ton/m ² |
| • Terrenos de aluvión (<i>Deposito arcilloso, arena, lodo</i>) | 5 a 10 ton/m ² |
| • Tierra firme y seca | 10 ton/m ² |
| • Arcillas blandas (<i>Impermeable, plástico. barro.</i>) | 10 a 15 ton/m ² |
| • Arena limpia y seca (<i>Lechos naturales confinados.</i>) | 20 ton/m ² |
| • Arcillas Medianamente secas | 30 ton/m ² |
| • Arena compacta | 40 ton/m ² |
| • Arena compacta Confinada | 40 ton/m ² |
| • Arcillas secas en capas gruesas 38 mm. | 40 ton/m ² |

b) Terrenos Duros

Resistencia

- | | |
|---|-----------------------------|
| • Gravas y arena mezcladas con arcilla seca | 40 a 60 ton/m ² |
| • Gravas sueltas confinadas | 60 ton/m ² |
| • Gravas o Arenas muy compactas | 60 a 100 ton/m ² |
| • Rocas compactas Conglomeradas | 80 a 100 ton/m ² |
| • Piedras arenisca en lechos compactos | 200 ton/m ² |
| • Piedra caliza en lechos compactos | 250 ton/m ² |
| • Roca Granítica. | 300 ton/m ² |

Pesos volumétricos, aproximados, en suelos naturales

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| ■ Suelos húmedos | 1,760 kg/m ³ |
| ■ Arcillas medias o duras | 1,920 kg/m ³ |
| ■ Tierras saturadas | 2,100 kg/m ³ |



- Tierras sumergidas 1,100 kg/m³
- Arcillas suaves 1,600 kg/m³

Tabla. Pesos volumétricos.

	Aproximados.	Secos máximos
■ Arenas con limos	1,920 kg/m ³	1,680 kg/m ³
■ Arenas con arcillas	1,920 kg/m ³	1,680 kg/m ³
■ Arenas	1,920 kg/m ³	1,760 kg/m ³
■ Gravas	2,080 kg/m ³	1,840 kg/m ³
■ Limos inorgánicos		1,600 kg/m ³
■ Limos orgánicos		

Principales Tipos de Suelos

De acuerdo con el origen de sus elementos, los suelos se dividen en dos amplios grupos; suelos cuyo origen se debe a la descomposición física o químicas de las rocas, o sea de los suelos inorgánicos, y los suelos cuyo origen es principalmente orgánico.

Si en los suelos inorgánicos el producto del intemperismo de las rocas permanece en el sitio donde se formó, da origen a un suelo residual; en caso contrario, forma un suelo transportado.

En cuanto a los suelos orgánicos, ellos se forman casi siempre in situ. Muchas veces la cantidad de materia orgánica es tan alta con relación a la cantidad de suelo inorgánico que las propiedades que pudiera derivar de la porción mineral quedan eliminadas.

Gravas. Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Sus partículas varían desde 7.62 cm. (3") hasta 2.0 mm.

Arenas. La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la disgregación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm. y 0.05 mm. de diámetro.

Limos. Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm. y 0.005 mm.

Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta.

Arcillas. Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm. y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

Caliche. El término caliche se aplica a ciertos estratos de suelo cuyos granos se encuentran cementados por carbonatos calcáreos. Parece ser que para la formación de los caliches es necesario un clima semiárido.

Loess. Son sedimentos eólicos uniformes y cohesivos. Esa cohesión que poseen es debida a un cementante del tipo calcáreo y cuyo color es generalmente castaño claro. El diámetro de las partículas de los loess está comprendido entre 0.01 mm. y 0.05 mm. Los loess se distinguen porque presentan agujeros verticales que han sido dejados por raíces extinguidas.

Diatomita. Las tierras diatomáceas son depósitos de polvo silíceo, generalmente de color blanco, compuesto total o parcialmente por residuos de diatomeas; que son algas unicelulares microscópicas de origen marino o de agua dulce, presentando las paredes de sus células características silíceas.

Gumbo. Es un suelo arcilloso fino, generalmente libre de arena y que parece cera a la vista; es pegajoso, muy plástico y esponjoso. Es un material difícil de trabajar.



Tepetate. Es un material polvoriento, de color café compuesto de arcilla, limo y arena en proporciones variables, con un cementante que puede ser la misma arcilla o el carbonato de calcio.

La mayoría de las veces el origen deriva de la descomposición y alteración, por intemperismo, de cenizas volcánicas basálticas. También suelen encontrarse lentes de piedra pómez dentro del Tepetate.

Suelos cohesivos y no cohesivos

Los suelos cohesivos poseen la propiedad de la atracción intermolecular, como las arcillas. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la arena y la grava.

EL SUELO, UN MATERIAL.

Se puede decir que, con la iniciación de cualquier obra de Arquitectura o Ingeniería, el suelo se convierte por ese solo hecho, en material de construcción.

Puede serlo como un elemento indirecto que soporta la cimentación y consecuentemente toda la estructura, o bien como elemento directo cuando constituye la estructura en sí, como ocurre en una presa de tierra o en los terraplenes y pavimentos de carreteras y aeropistas.

Por tanto, para efectuar un diseño adecuado se requiere conocer la naturaleza y propiedades del subsuelo.

A este respecto se deriva la principal diferencia con los materiales de construcción elaborados por el hombre (concreto, tabique acero, etc.) en los que son prefijadas sus propiedades mecánicas.

Por el contrario, los suelos se presentan en una compleja e infinita variedad de mezclas de partículas minerales que pueden o no estar cementadas, en estado suelto o compacto: secas o totalmente saturadas, y que, sin embargo, en una gran cantidad de obras se utilizan tal como se presentan en la naturaleza.

LOS TERRENOS.



Los terrenos, según la mayoría de los autores que tratan este tema, se dividen en dos clases:

- **Terrenos compresibles.**
- **Terrenos incompresibles.**

Teniendo como base de la división, resultado de su clasificación, su más importante característica: **La compresión.**

Propiamente se definen como incompresibles aquellos que bajo la acción de las cargas sufren asentamiento mínimo y vuelven al equilibrio estable poco tiempo después de la aplicación de dichas cargas. El terreno típico que corresponde óptimamente a estas condiciones es la roca.

Se definen como compresibles aquellos que bajo la acción de las cargas sufren asentamientos considerables. Los terrenos correspondientes a esta segunda clase pueden subdividirse en otras dos clases:

- **De asentamiento rápido.**
- **De asentamiento lento.**

Teniendo dentro de estos un lugar especial las denominadas **arcillas plásticas.**

Debe entenderse bien claro que la clasificación hecha como terreno compresible e incompresible se refiere exclusivamente a su naturaleza, ya que el descenso de una construcción puede ser de condición bien diversa para un mismo terreno, dependiendo así mismo del tipo de la cimentación y de su profundidad.

En realidad, el descenso de una cimentación debe ser atribuido a dos causas principales:

- 1) Deformación del suelo sustentante de la cimentación con pequeños desplazamientos de tierra de la zona más comprimida hacia la menos comprimida.
- 2) Compresión de la tierra con la consiguiente disminución del volumen de los poros.

Cuando la cimentación descansa sobre el terreno homogéneo, es decir, sobre terreno formado por capas de notable espesor, potencia y extensión, no hay peligro alguno de su estabilidad.

Cuando se trata de terreno no homogéneo, es decir, los que están constituidos por bancos o capas de pequeña extensión, o bien cuando son de gran extensión y pequeña potencia, se puede cimentar con tranquilidad mientras el estrato o capa tenga un espesor constante, pero si el terreno es compresible y el estrato es de espesor variable, toda la cimentación en el estrato constituye un grave peligro.

Para saber con exactitud la clase de cimentación que vayamos a utilizar, es muy necesario saber desde la etapa del proyecto hasta la ejecución de la obra de que se trate, con datos firmes seguros y abundantes respecto al suelo con el que se está trabajando.

Por este motivo los estudios de mecánica de suelos comprenden 4 etapas indispensables, a saber:

- 1) Estudios preliminares.
- 2) Exploración del subsuelo, que en general consiste en la extracción de especímenes.
- 3) Ensayes de laboratorio, mediante los cuales se determinan la naturaleza y propiedades mecánicas, dinámicas e hidráulicas de los diversos estratos.
- 4) Análisis de la cimentación; Etapa en la que el ingeniero o el arquitecto selecciona y analiza las diversas alternativas factibles, en función de la naturaleza y propiedades de los suelos afectados.

1) ESTUDIOS PRELIMINARES.

Tiene por objeto, obtener en una primera etapa, un conocimiento general y aproximado del subsuelo, que permita definir el programa de exploración, es decir, el número y tipo de sondeos, así como definir las pruebas de laboratorio.

COMPRENDE:

- A) Recopilación y análisis de estudios de subsuelo realizados en los predios o zona allegada.
- B) Recopilar datos de c.a.v.m. Relativa al hundimiento general del valle y a los consiguientes abatimientos, ocasionados por la extracción del agua.
- C) Interpretar fotografías aéreas para identificar los tipos de afloramientos, defectos geológicos y la eventual presencia de minas.

2) EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

Primeramente, hay que considerar el espesor promedio de los diferentes estratos, su composición, característica, consistencia, resistencia al hincado y capacidad de apoyo, para determinar el tipo de cimentación probable.

Se hace con el fin de obtener muestras integrales, alternadas o inalteradas, para su posterior ensaye en el laboratorio y se hace una clasificación del tipo de subsuelo.

La exploración del subsuelo comprende básicamente dos actividades: **sondeos** con o sin muestreo y **piezómetros**.

El número y espaciamiento de las perforaciones de muestreo dependen del carácter de subsuelo.

Limitándose al terreno en cuestión y explorando el centro. A partir de entonces se sabrá si aparecen condiciones uniformes y si se necesitan sondeos intermedios.

Los sondeos deben hacerse a 30 metros o más de profundidad, a no ser que se encuentre roca antes, o que se halla verificado que se encuentre un estrato duro a un nivel más alto y que los estratos subyacentes no sean compresibles. Debe hacerse cuando menos un sondeo que continúe hasta la roca a una profundidad de una y media veces el ancho de la estructura.

Sondeos superficiales.

Consiste en excavaciones a cielo abierto de las que se extraen muestras inalteradas, labradas directamente de sus paredes o pisos, de cada estrato



interceptado; o bien a cada metro de profundidad cuando los estratos tienen un espesor mayor de dicha dimensión.

IMAGEN 1

Para obtener la muestra, será necesario excavar un pozo a cielo abierto. Al llegar a la profundidad

deseada, en el fondo del sondeo, se traza un cuadrado de 0.30 x 0.30 m. excavándose alrededor de él otros 0.30 m., hasta formar una muestra cúbica inalterada la cual deberá protegerse cubriéndola con un plástico y sellándola con cinta canela, de tal manera que no pierda sus propiedades físicas.



IMAGEN 2

La profundidad de la exploración estará comprendida entre 1.00 y 6.00 mts. dependiendo de que se intercepte el nivel freático o se localicen suelos inestables (arenosos), de consistencia dura o bien rocas.

También se puede muestrear cada estrato realizando un canal vertical en las paredes de la excavación, la cantidad de muestra necesaria para realizar los ensayos será de 50 Kg. o más si lo requiere. El material producto del muestreo, deberá envasarse en costales bien cerrados, impidiendo la pérdida de material fino, amarrando la boca del costal con un cordel.

IMAGEN 3



Cada muestra o costal deberá identificarse con dos tarjetas, una sujeta al exterior y otra en su interior con los siguientes datos:

Obra	Profundidad
Ubicación	Nombre del
banco de préstamo	
# De muestra	Tipo de material

Los sondeos profundos.

Se clasifican en tres tipos:

- 1 Alterados
- 2 Inalterados
- 3 Mixtos

1. Alterados.

Están constituidos por el material disgregado ó en trozos, en los que no se ha tenido la precaución de conservar sus características de estructura y humedad.

Su procedimiento consiste en el Método de Penetración Estándar. Que consiste en hincar a percusión, un muestreador de pared gruesa con la energía proporcionada por un martinete de 64 kilogramos de peso, dejándolo caer libremente desde una altura de 0.75 mts. Se obtiene también la resistencia a la penetración, definida esta por el número de golpes necesarios para que el muestreador avance 30 cms.

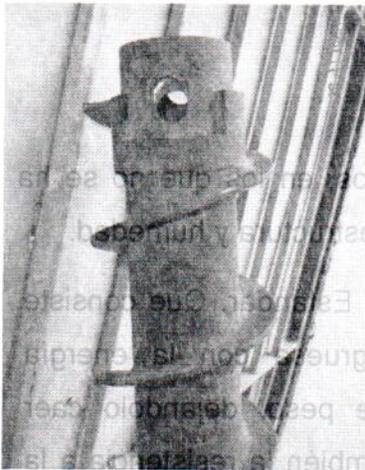


IMAGEN 4

Clasificar o ver qué tipo de suelo es.

Arena, Grava, Arcilla

Muestreador Denson

IMAGEN 6

IMAGEN 5

APARATOS DE ENSAYE UTILIZADOS EN CAMPO

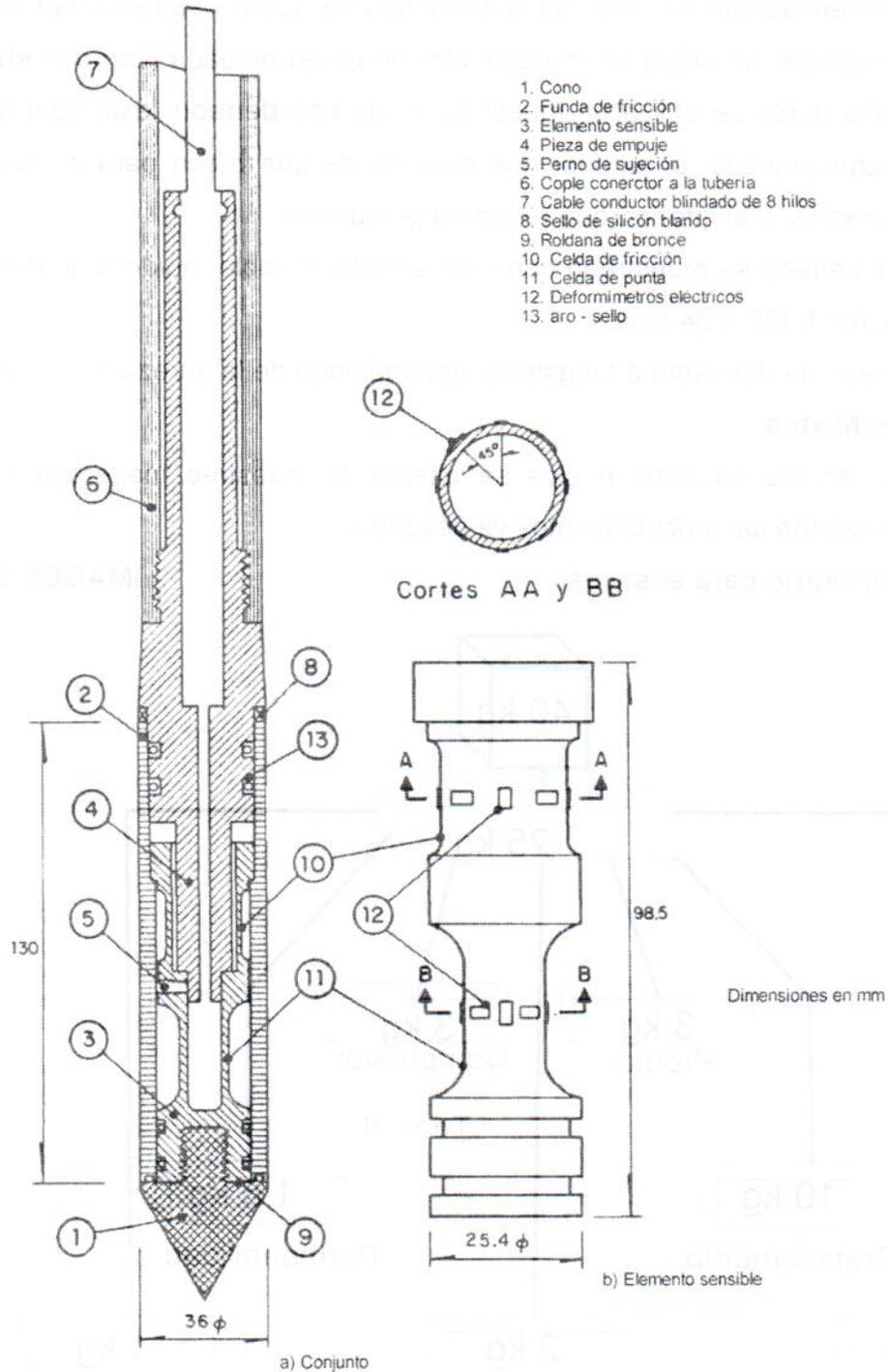


IMAGEN 7

Penetrómetro eléctrico.

2. Los sondeos inalterados.

Son aquellos en las que se conserva la estructura del suelo y su humedad natural. En suelos blandos, se utiliza un muestreador de pared delgada (como el **shelby**) y para suelos duros se utiliza un muestreador de tipo **denson**, éste consiste en dos tubos concéntricos, el exterior que dispone de una broca para el corte del suelo por rotación, y el interior, que recupera la muestra.

Los mantos pétreos se muestrean con tubo sencillo o doble, rígido o giratorio, en diámetro **b**, **n** o **h** (37 a 64 cms.)

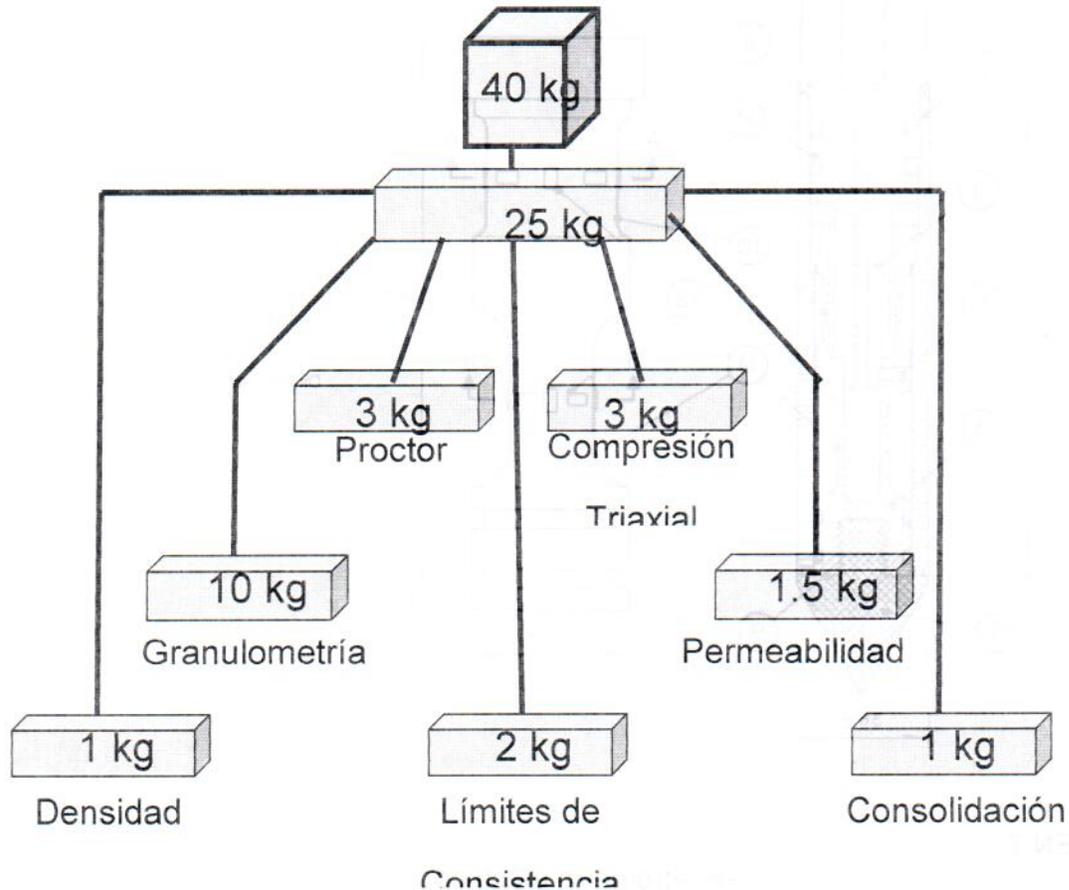
Las brocas son de diamante o tungsteno, dependiendo de la dureza de la roca.

3. Sondeos Mixtos

Finalmente, en los sondeos mixtos se alterna el muestreo inalterado con el alterado, utilizando los procedimientos ya descritos.

Material necesario para ensayos:

IMAGEN 8



3) ENSAYES DE LABORATORIO.

Tiene como finalidad determinar en forma clara y precisa las propiedades del subsuelo. Los ensayos que usualmente se realizan son:

Ensayos de Clasificación (ensayo índice)

- Contenido de humedad
- Peso específico de sólidos
- Peso unitario volumétrico
- Análisis granulométrico por tamizado
- Límite líquido y plástico

Ensayos de Control

- Proctor estándar y modificado
- Control de densidad del terreno

Ensayos para diseño

- Compresión no confinada
- Corte directo
- Resistencia al corte residual

Ensayos Triaxiales: Para definir la resistencia al esfuerzo cortante:

- No Consolidado no drenado (UU)
- Consolidado no drenado (CU)
- Consolidado drenado (CD)

en especímenes de 35 a 100 mm. de diámetro

Otros ensayos

- Consolidación unidimensional
- Expansión controlada
- Expansión libre
- Permeabilidad con carga constante y variable
- Densidad máxima y mínima
- Límite de contracción

- Compactación tipo Harvard

MECÁNICA DE SUELOS Y PERFORACIÓN
CARLOS REYES MOLINA

CALLE 6 REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN

OBRA: Calle 15
LOCALIZACIÓN: Cal. Belisario Domínguez del H. Ayuntamiento de Azcapotzalco
POZO N°: 1
TIPO DE SONDEO: S.C.
PERFORADORA: LONG YEAR 34

COORDENADAS X: 7
COORDENADAS Y: 2
FECHA DE INICIO: 15/05/11
FECHA DE TERMINACIÓN: 15/05/11

BOMBA: MOLINO 3/6

MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN (m)	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²)	TIPO DE HERRAMIENTA	MUESTREO	OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE						
1	0.00	0.60	0.60	24	4	22	4	TP	
2	0.60	1.20	0.60	5	2	3	3	TP	arena fina para calera
3	1.20	1.80	0.60	22	5	23	7	TP	arena fina para calera
4	1.80	2.40	0.60	19	8	17	7	TP	arena fina para calera
5	2.40	3.00	0.60	36	3	12	8	TP	" "
6	3.00	3.60	0.60	47	1	4	3	TP	" "
7	3.60	4.40	0.80	50	5	11	7	TP	arcilla café para limaza
8	4.40	5.00	0.60	52	6	12	7	TP	PT/arcilla café PS/arena fina
9	5.00	5.60	0.60	47	7	14	15	TP	arcilla para limaza
10	5.60	6.05	0.45	28	9	15	15	TP	arena para limaza
-	6.05	6.25	0.20	-	avance			BT	arena media y fina
11	6.25	6.55	0.30	23	16	50/20		TP	avance
-	6.55	6.80	0.25	-	avance			BT	limo café claro
12	6.80	7.40	0.60	48	5	10	21	TP	limo con escoria arcilla café
-	7.40	7.65	0.25	5/12	24	50/20		TP	arena recuperación
-	7.65	8.00	0.35	-	avance			BT	avance
13	8.00	8.60	0.60	20	2	6	3	TP	limo para arcilla café
14	8.60	9.20	0.60	45	5	11	15	TP	limo café claro para arcilla
15	9.20	9.80	0.60	26	11	14	15	TP	limo café claro
16	9.80	10.40	0.60	16	12	13	14	TP	limo café claro
17	10.40	11.00	0.60	14	10	12	14	TP	PT/arena para calera PS/arcilla café

Nivel Freático (m): _____ Turno de: _____ Hrs: _____ Profund. del proyecto: _____
Observaciones generales: _____ Aplicación del test: _____
Operador: _____ Supervisor: Carlos Reyes Molina
Ademite (m): _____ Fecha: _____

IMAGEN 9

Con la finalidad de conocer los aspectos más importantes de las pruebas solo presentaremos las pruebas más comunes.

A) Ensaye índice. Nos sirve para clasificar en, húmedo y en seco, según las normas del sistema unificado, determinar el contenido natural de agua. Determinar límites de plasticidad, líquido y plástico. Analizar granulometría

(porcentaje de partículas retenidas en las mallas no. 4 y 200) y determinar densidad de sólidos.

Densidad de sólidos. Es la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen de agua que desaloja.

Contenido de agua o humedad (%).

Objetivo: Determinar la cantidad de agua presente en un suelo con relación a su peso.

Se define como contenido de agua o humedad de un suelo, a la relación que existe entre el peso del agua contenida en la masa y peso de los sólidos del mismo



IMAGEN 10

Equipo:

- Espátula larga
- Cápsula de aluminio
- Balanza de 0.01 g. de

Aproximación

- Horno eléctrico de temperatura constante

Horno eléctrico de temperatura constante

Procedimiento:

- a) Se pesa la cápsula de aluminio.
- b) Con una espátula se extrae una porción de la muestra de suelo en estudio, depositándola en la cápsula.
- c) Se pesa la cápsula con el suelo.
- d) La cápsula con el suelo se introduce en el horno durante un mínimo de Hrs. A una temperatura de $\pm 110^{\circ} \text{C}$, transcurrido el tiempo se retira del horno.
- e) Se pesa la cápsula con el suelo ya seco.



IMAGEN 11

Balanza de 0.01 g. de Aproximación

Se aplica la siguiente fórmula:

$$(\text{Agua } \%) = \frac{(\text{peso húmedo} + \text{cápsula}) - (\text{peso seco} + \text{cápsula})}{(\text{peso seco} + \text{cápsula}) - (\text{peso cápsula})} \times 100$$

Para muchos cálculos el contenido de agua o de humedad se considera un parámetro muy importante, además se ha comprobado que las propiedades del suelo varían con él.

Análisis granulométrico. (Sin lavar)

Objetivo: En este ensayo los componentes de una muestra de suelo se separan por tamaños (suelos gruesos y finos), y en función de lo anterior se clasifica el material.

Se dice que se ha efectuado un ensayo granulométrico cuando por medios mecánicos se determina la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño, utilizando mayas con distintas aberturas.

- Equipo:
- + Juego de mayas o cribas con tapa y charola
 - + Báscula con capacidad de 20 Kg.
 - + Charolas y cepillo
 - + Vibrador mecánico

IMAGEN 12



Juego de mayas o cribas del No. 4 al 200

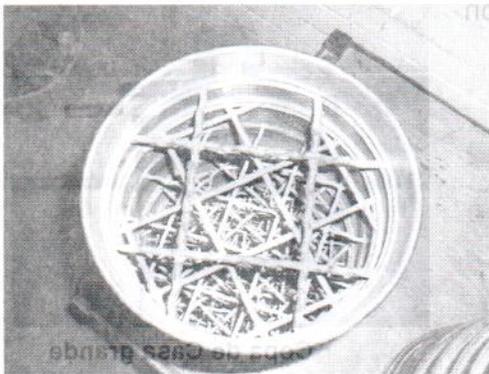
Procedimiento:

a) Peso de la muestra.

Para realizar la separación de las partículas, generalmente se trabaja en dos etapas. En la primera se usan las cribas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4 y charola. En la segunda las cribas No. 10, 20, 40, 60, 100, y 200.

b) En la primera etapa, para efectuar la prueba las cribas se colocan en forma descendente.

c) La muestra de material previamente pesada se deposita en la criba superior de



mayor diámetro, utilizando la tapadera para no permitir el derrame del suelo.

d) Posteriormente se realizan movimientos rotatorios (horizontalmente), ya sea manualmente o con el vibrador mecánico, para que el suelo vaya pasando y reteniéndose en las cribas.

IMAGEN 13

Cribas colocadas en forma descendente

e) Una vez terminado el movimiento la porción de material retenido en cada criba, se deposita en un papel o recipiente, las partículas que quedan retenidas en las aberturas de las cribas no deben forzarse a pasar a través de ellas, y se deben quitar con el cepillo.

f) El material retenido en cada criba se pesa.

g) Los valores se anotan en el registro. (retenido en peso, en g.)

En la segunda etapa el material que quedó retenido en la charola se deposita en la criba No. 10, repitiendo los pasos anteriores consecutivamente.

Limites de consistencia o de ATTERBERG

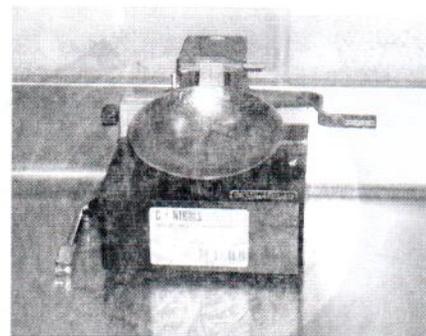
Objetivo: Determinarle a una muestra su límite líquido y plástico clasificando el material con base a estos valores, obteniendo además el índice de fluidez y de tenacidad.

Los suelos finos y las arenas de baja compacidad se pueden deformar en mayor o menor escala dependiendo de sus características físicas y la cantidad de agua que posean. De ello depende también su resistencia al esfuerzo cortante.

EQUIPO:

- Balanza de 0.01 g. De aproximación
- Báscula de porcelana
- Espátula larga
- Copa de Casa grande
- Ranurador plano
- Ranurador curvo
- Horno de temperatura constante
- Vidrios de reloj
- Pizeta
- Vernier

IMAGEN 14



Copa de Casa grande

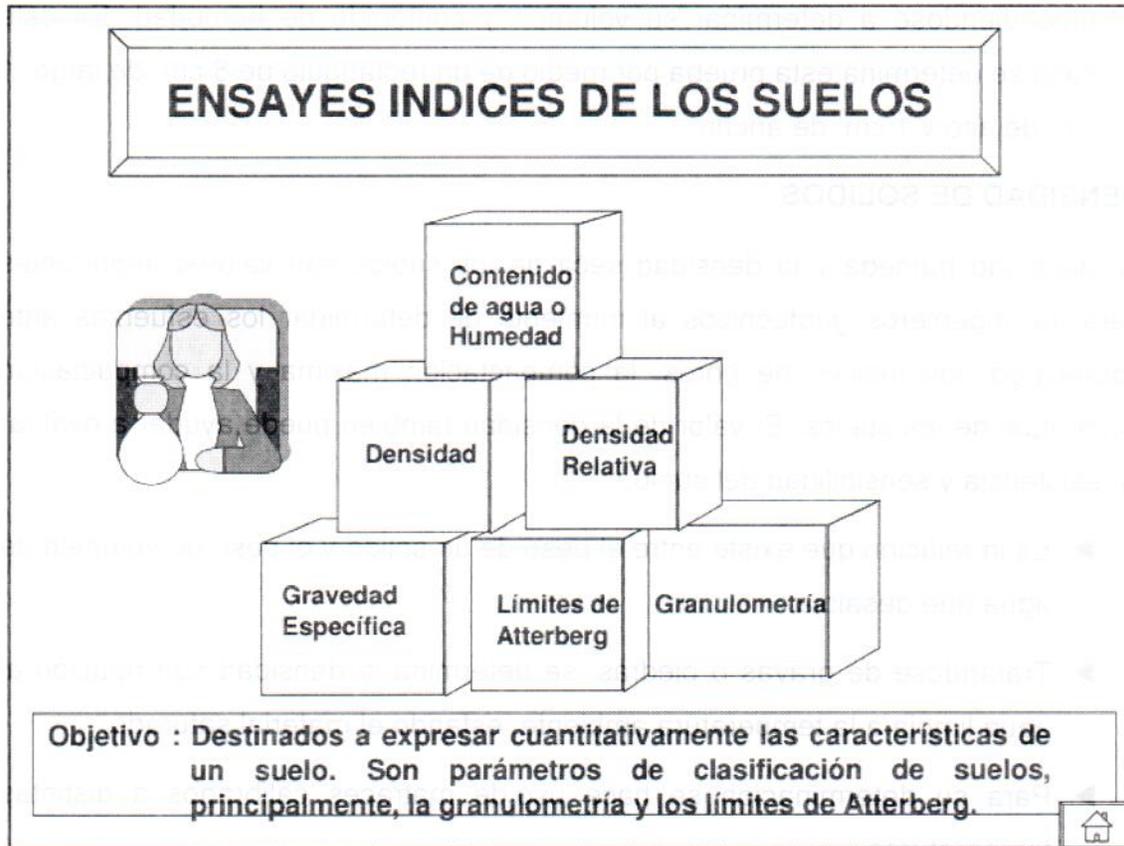


IMAGEN 15

Procedimiento para encontrar la concentración de agua.

- a) Cuando la muestra de suelo que está ensayando se encuentra muy cerca de su límite líquido entre 20 y 30 golpes (contenido de humedad cercano al límite líquido), se deposita una parte en una cápsula de aluminio que fue previamente pesada y medida su altura y su diámetro interior, con el objeto de eliminar las burbujas de aire que hayan quedado atrapadas , el suelo y la cápsula se golpean en una superficie sólida, con lo anterior se logra un mejor acomodo de las partículas, posteriormente el suelo se enrasa y se pesa
- b) El suelo depositado en la cápsula de aluminio se deja secar a la intemperie hasta que este adquiere la humedad del ambiente.
- c) Cuando la pastilla de suelo está a la humedad del ambiente se pesa, y se mide en su diámetro y altura, tomando varias lecturas en diferentes puntos,

procediéndose a determinar su volumen y contenido de humedad. En este caso se determina esta prueba por medio de un rectángulo de 8 cm. de largo, 1 cm. de alto y 1 cm. de ancho.

DENSIDAD DE SÓLIDOS

La densidad húmeda y la densidad seca de los suelos son valores importantes para los ingenieros geotécnicos al momento de determinar los esfuerzos ante sobrecarga, los índices de poros, la compactación máxima y la compactación porcentual de los suelos. El valor de la densidad también puede ayudar a evaluar la resistencia y sensibilidad del suelo.

- ▶ Es la relación que existe entre el peso de un sólido y el peso de volumen de agua que desaloja.
- ▶ Tratándose de gravas o piedras, se determina la densidad con relación al agua limpia a la temperatura ambiente, estando el material saturado.
- ▶ Para su determinación se hace uso de matraces calibrados a distintas temperaturas.

La densidad de los suelos varía comúnmente entre los siguientes valores:

Cenizas volcánicas	2.20 a 2.50
Suelos orgánicos	2.50 a 2.65
Arenas y gravas	2.65 a 2.67
Limos inorgánicos y guijarros arcillosos	2.67 a 2.72
Arcillas poco plásticas y medianamente plásticas	2.72 a 2.78
Arcillas medianamente plásticas y muy plásticas	2.78 a 2.84
Arcillas expansivas	2.84 a 2.88

- ▶ Es necesario tener estos conocimientos para la obtención de la densidad del suelo en estudio para así determinar de una manera correcta y eficiente una cimentación adecuada para que no exista hundimientos y fallas diferenciales en cualquier estructura.

Resistencia al esfuerzo cortante.

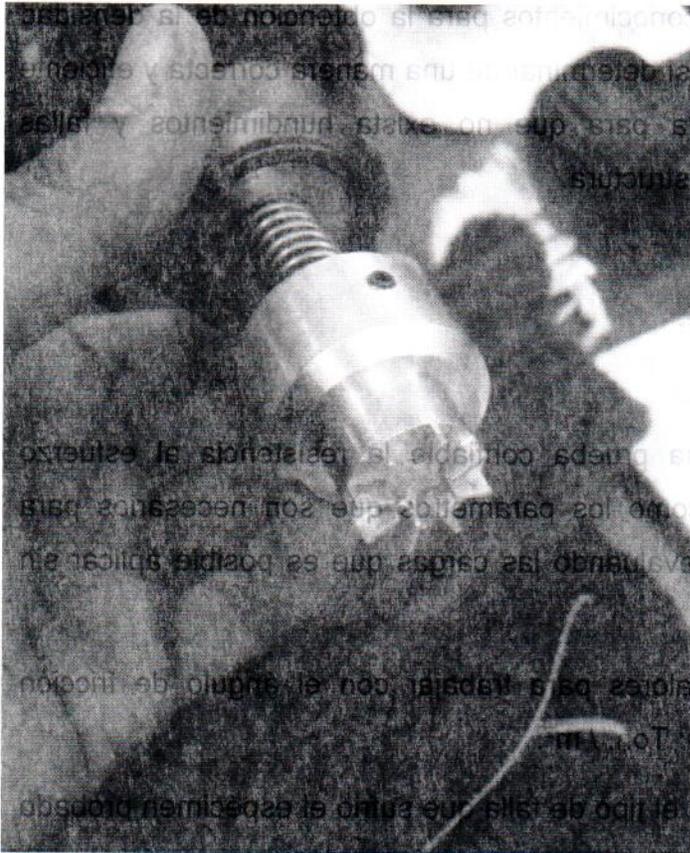
Objetivo:

- a) Determinar por medio de una prueba confiable la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, así como los parámetros que son necesarios para resolver problemas prácticos evaluando las cargas que es posible aplicar sin provocarle falla o ruptura.
- b) Definir adecuadamente los valores para trabajar con el ángulo de fricción interna del suelo y cohesión en: Ton. / m².
- c) Interpretar en forma apropiada el tipo de falla que sufrió el espécimen probado conforme a sus características de resistencia y deformación.

En mecánica de Suelos, se ha comprobado que las pruebas realizadas en el laboratorio a los diversos tipos de materiales aportan datos que son de gran utilidad para el proyectista.

Algunas de estas pruebas que se utilizan para determinar la resistencia al esfuerzo son:

- Veleta de laboratorio
- Prueba de corte directo
- Compresión simple no confinada
- Compresión triaxial rápida



VELETA DE LABORATORIO

Nos ayuda a conocer la resistencia del suelo al esfuerzo cortante y se hace clavando la parte inferior de la veleta en una muestra inalterada del terreno y girar la parte superior hasta que la fuerza venza la resistencia del material.

IMAGEN 16

. COMPRESIÓN SIMPLE (NO CONFINADA)

Se realiza con la ayuda de un marco de carga que en la parte superior tiene un anillo de carga con un micrómetro el cual nos indicara la fuerza con la que nuestra muestra fallo.

Para esta prueba se utiliza una probeta que fue sacada de una muestra inalterada.

Los valores de fuerza a los que se someterá son previamente establecidos por el ingeniero geotecnista.

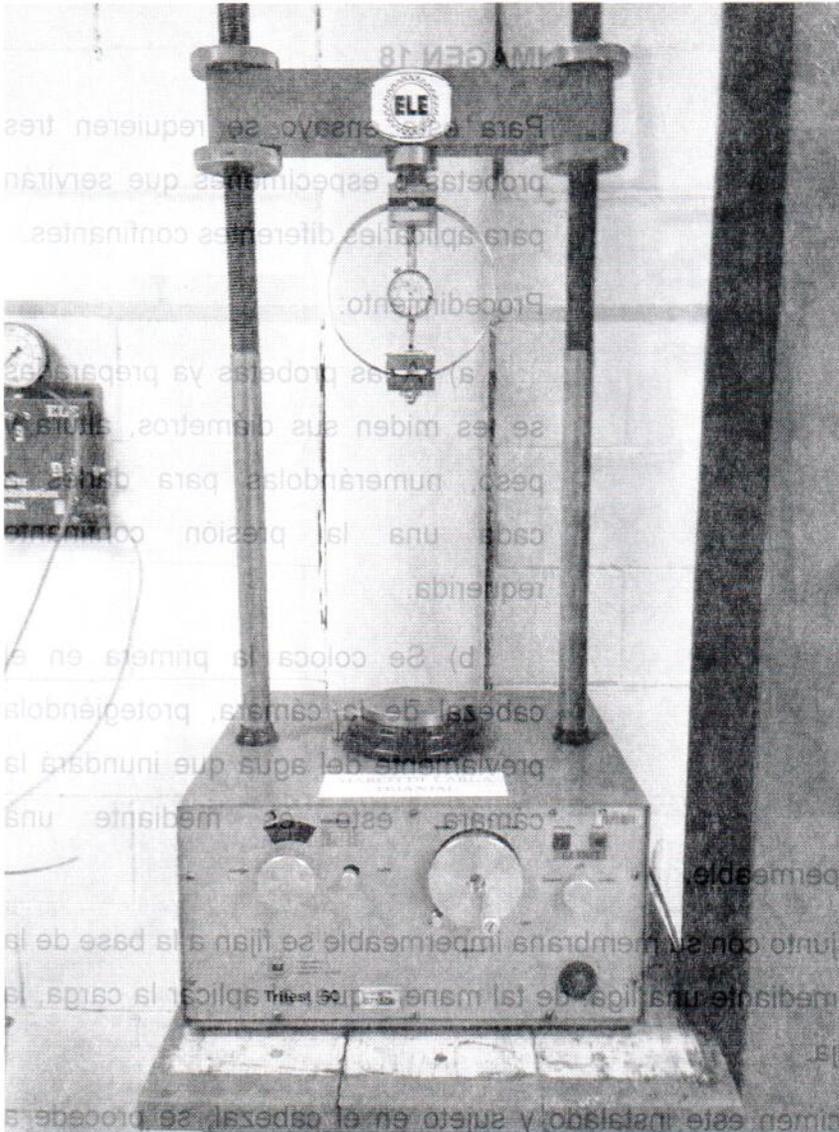


IMAGEN 17

Compresión triaxial rápida.

Equipo:

- Torno taladro
- Cortador de arco con alambre de acero
- Cabeceador
- Calibrador
- Membrana impermeable
- Cámara Triaxial
- Marco de carga con anillo de carga calibrado
- Ligas de hules
- Dispositivo para presión confinante.
- Cápsulas de aluminio

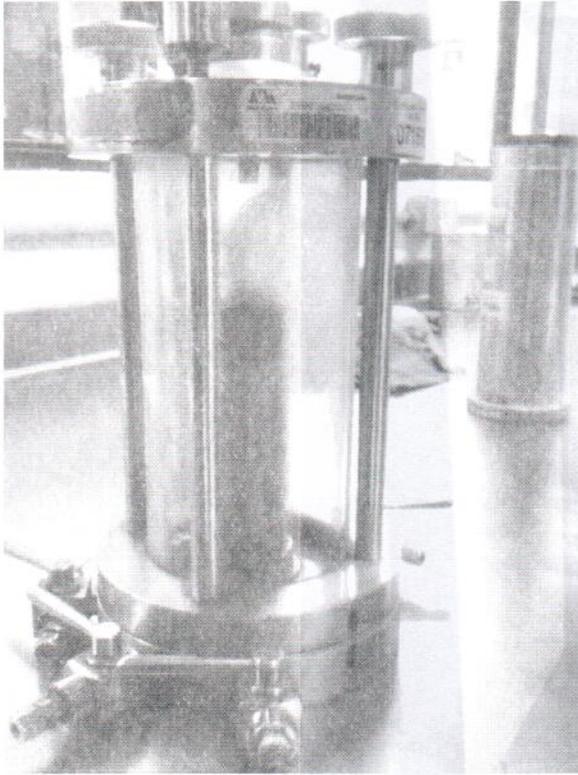


IMAGEN 18

Para este ensayo se requieren tres probetas o especímenes que servirán para aplicarles diferentes confinantes.

Procedimiento:

a) A las probetas ya preparadas se les miden sus diámetros, altura y peso, numerándolas para darles a cada una la presión confinante requerida.

b) Se coloca la primera en el cabezal de la cámara, protegiéndola previamente del agua que inundará la cámara, esto es mediante una

membrana impermeable.

c) El espécimen junto con su membrana impermeable se fijan a la base de la cámara, sujetándolos mediante una liga, de tal manera que, al aplicar la carga, la probeta permanezca fija.

Una vez que el espécimen este instalado y sujeto en el cabezal, se procede a colocar la tapa de la cámara, asentándole vástago en el cabezal, y ajustando los tornillos.

Posteriormente se la cámara triaxial, completa con su espécimen instalado, se lleva al marco de carga, conectando la manguera que la comunica con el cilindro del dispositivo para poder disponer del agua necesaria que proporcionará la presión confinante deseada, posteriormente se abren las llaves del manómetro, y el agua inunda las cámaras dándole presión confinante al espécimen de acuerdo con la prueba.

Se procede a aplicar la carga axial a una velocidad de 1 mm. / minuto realizando lecturas en el anillo de carga cada 30 segundos, hasta que el espécimen falle.

Consolidación unidimensional. (Compresibilidad)

Las cargas de cualquier estructura se transmiten al suelo a través de sus respectivas cimentaciones.

Estas descargas tienden a deformar el suelo verticalmente desplazando las partículas de su posición original. El movimiento se debe; a que, por la presión ejercida, el agua y el aire contenidos en los poros de un suelo empiezan a fluir, transmitiendo lentamente esta presión a las partículas sólidas.

Esta prueba nos permite conocer el tiempo en que se completara la deformación del suelo, debido a la carga del edificio. Se determina por medio de ensayos de consolidación unidimensional (compresión simple)



Equipo:

Consolidómetro compuesto por:

- anillo rígido
- recipiente de lucita
- piedras porosas
- placa de carga
- balín de acero
- micrómetro en milímetros
- +flexómetro
- +calibrador
- +cortador de arco con alambre de acero
- +espátula de cuchillo
- +cronómetro
- +trompo para labrado

IMAGEN 19

Antes de efectuar la prueba, se realiza un trabajo necesario e importante, como es la obtención de la relación de brazo del aparato, que sería la relación de distancia o el brazo de palanca con que se aplica la carga.

Procedimiento:

- Al anillo donde se introduce la muestra de suelo se le mide su diámetro interior, altura y peso.
- Para labrar la probeta, un trozo de suelo inalterado se coloca en el trompo, encima del suelo se coloca el anillo hasta que este penetre en el anillo, forzándolo en forma ligera.
- Cuando el suelo ha penetrado completamente en el anillo, con el cortador de arco se quita el sobrante y se enrasa perfectamente.
- Se voltea con la muestra de suelo en su interior, colocando el lado enrasado en un lugar plano que puede ser un vidrio, se vuelve a cortar la parte sobrante de suelo y se enrasa nuevamente.
- El anillo con el suelo adentro de él se limpia perfectamente y se pesa, anotando el dato en el registro
- Antes de colocar las piedras porosas, éstas se saturan, cubriendo además las caras del suelo con el papel absorbente para evitar el contacto del suelo con las piedras y estas puedan taparse, la piedra porosa inferior se instala en el recipiente y encima de esta el anillo con el suelo, a continuación, se coloca la piedra porosa superior y la placa de carga con su balín, procurando no hacer contacto con el anillo.

Todo el conjunto se monta en el Consolidómetro, dejando en contacto el vástago con el balín después se coloca el micrómetro sobre el marco de carga, y en esta forma se tiene todo listo.

Se efectúa la lectura inicial en el micrómetro.

El suelo dentro del Consolidómetro se satura 20 segundos antes de colocar el primer incremento de carga, procurando que el agua cubra hasta la piedra porosa superior.



IMAGEN 20

El criterio que se utiliza para aplicar las cargas el espécimen va de acuerdo con las presiones a las que se vaya a someter el suelo de apoyo de la cimentación. Una vez realizada la lectura inicial del micrómetro se indica la fecha y la hora del principio de la prueba, se coloca el primer incremento de carga sobre la pesa cuidadosamente, al mismo tiempo se pone en marcha el cronometro tomando las lecturas en intervalos de 6, 12, 18, 30 segundos 1, 2, 4, 8, 15, 30 minutos 1, 2, 4, 8 horas.



IMAGEN 21

El siguiente incremento de carga se suma al anterior originando una nueva presión sobre el suelo. En cada incremento se realizan las lecturas tiempo-micrómetro.

Estabilidad en frecuencia de agua

La magnitud de las expansiones o colapsos asociados a incrementos del contenido de agua se evalúa con las pruebas siguientes:

- 1.- Saturación bajo carga.
- 2.- Doble ensaye de consolidación.
- 3.- Expansión a volumen constante.

Permeabilidad.

Se determina a partir de ensayos de capilaridad horizontal, o con permeámetros de carga variable o carga constante.

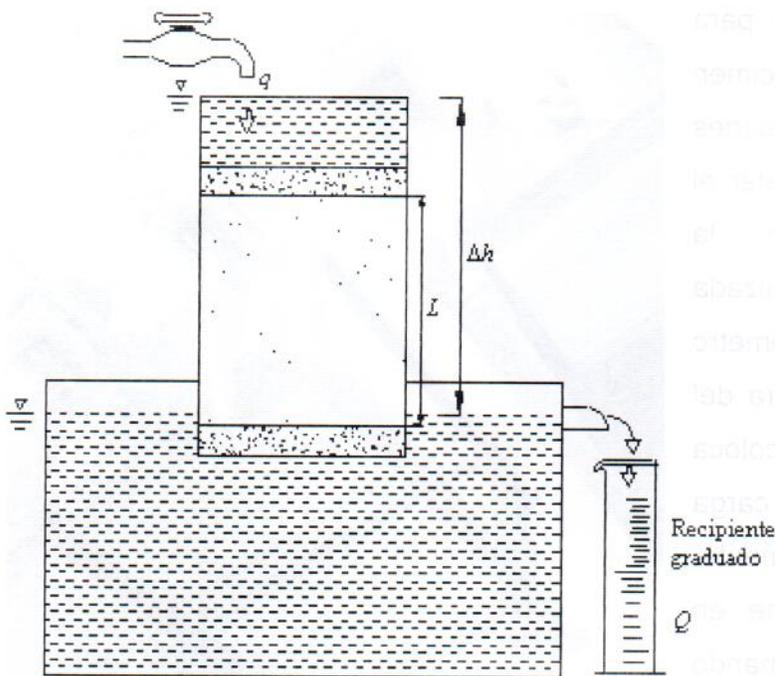


IMAGEN 22

Determinar la conductividad hidráulica mediante ensayos en laboratorio.

Es la forma más común, práctica y confiable, donde se sigue la premisa que todo ensayo en laboratorio reproduzca las mismas condiciones de campo. Para lo cual, se extraen apropiadamente muestras de suelo de tal manera que los resultados

obtenidos en laboratorio sean representativos del tipo de suelo que se tiene en campo.

Según al tamaño de las partículas del suelo, se han ideado dos permeámetros que se utilizan para determinar la conductividad hidráulica.

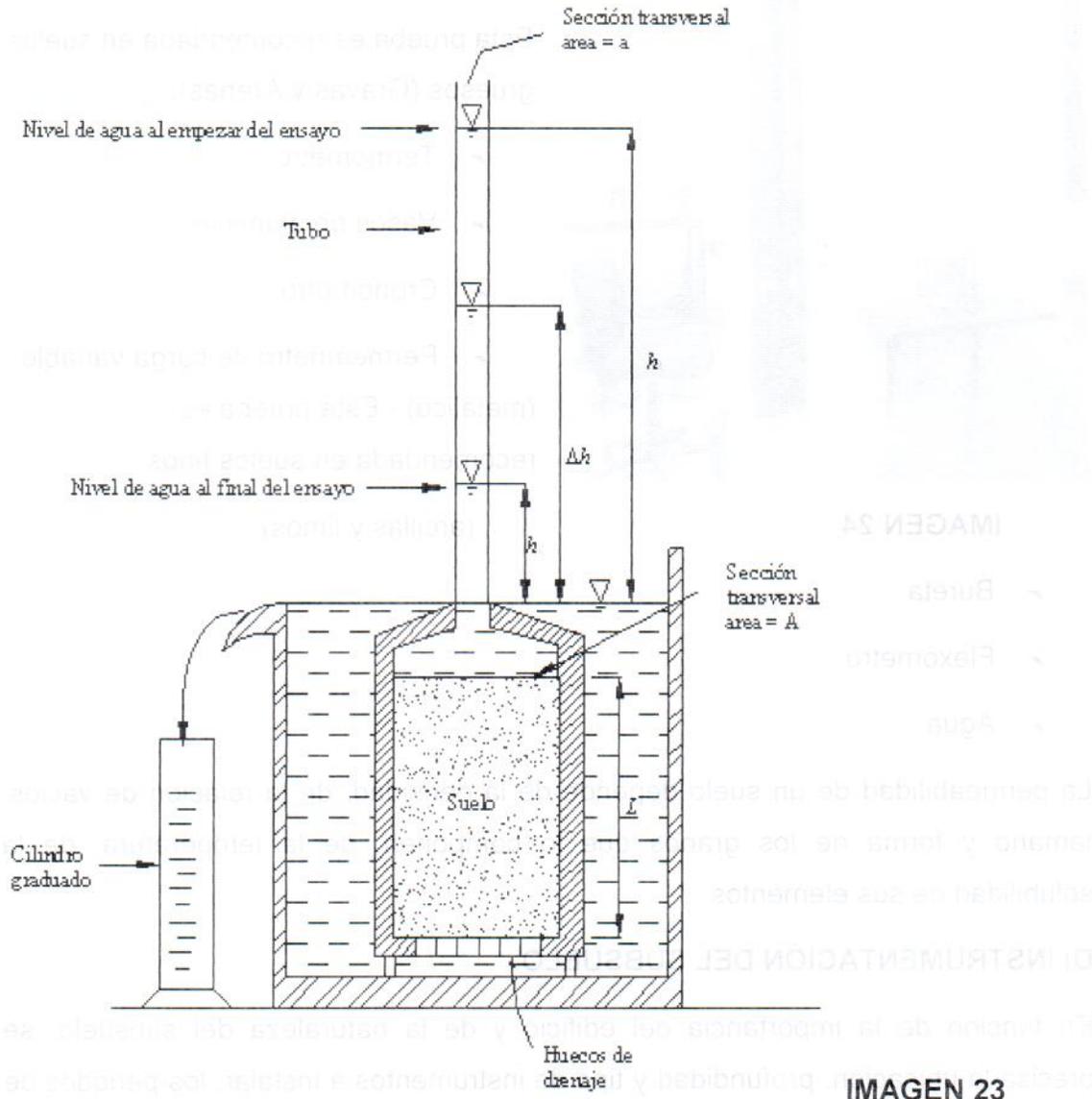


IMAGEN 23

Permeámetro carga variable



IMAGEN 24

- Bureta
- Flexómetro
- Agua

Permeámetro de carga variable

MATERIALES QUE SE UTILIZAN:

- Permeámetro de carga constante (de lucita)

Esta prueba es recomendada en suelos gruesos (Gravas y Arenas).

- Termómetro
- Vasos de aluminio
- Cronómetro
- Permeámetro de carga variable

(metálico) - Esta prueba es recomendada en suelos finos

(arcillas y limos).

La permeabilidad de un suelo depende de la densidad, de la relación de vacíos, tamaño y forma de los granos que lo componen, de la temperatura, de la solubilidad de sus elementos

D) INSTRUMENTACIÓN DEL SUBSUELO.

En función de la importancia del edificio y de la naturaleza del subsuelo, se precisa la ubicación, profundidad y tipo de instrumentos a instalar, los periodos de las mediciones, y el formato para el registro de campo y su graficado en obra.

1) Piezómetros.



Se emplean para controlar sistemas de bombeo, o de abatimiento del nivel freático, y para determinar la variación en las presiones del poro de los suelos finos.

2) Referencias de nivel.

Se utilizan para registrar las deformaciones elásticas o diferidas del subsuelo. Las referencias flotantes o profundas sirven para conocer su magnitud a diversas elevaciones, en tanto que con las referencias superficiales solo se registran las deformaciones totales.

3) Referencias de desplazamientos horizontales.

Las referencias del nivel superficial pueden emplearse también para registrar mediante colimación los desplazamientos horizontales en el área del edificio o en sus inmediaciones. La variación de los desplazamientos horizontales con la profundidad se obtiene a partir de la medición de inclinómetros.

CONCLUSIONES

Con el advenimiento de la mecánica de suelos se han proyectado con éxito edificios y estructuras urbanas de gran importancia.

La mecánica de suelos nos permite saber con certeza la capacidad de carga de un suelo y con ello utilizar los criterios de cimentación recomendados en su caso. Esto con el fin obtener los mejores resultados y evitar riesgos que podrían provocar un daño en el edificio.

La importancia de realizar estas pruebas depende en gran medida del tipo de obra que se vaya a realizar y en muchos casos del nivel económico.

Los resultados de las pruebas de mecánica de suelos son fundamentales para realizar la propuesta de cimentación de nuestro edificio.

Estos estudios nos permiten saber si el terreno es adecuado para realizar la obra propuesta o necesita algún tipo de mejoramiento del suelo.

Además, mediante estas podemos calcular el asentamiento que tendrá el edificio en un tiempo determinado.

Nos permite diseñar geotécnicamente la cimentación en el terreno.

Lo recomendable es hacer la mecánica de suelos para ahorrarse mucho dinero y evitar accidentes en la edificación, en países del tercer mundo no llevan a cabo el estudio del suelo por su complejidad y su elevado precio, pero sin saber que podría ser un peligro para los habitantes el no llevar a cabo estos estudios del suelo ni instruir a la población de estos estudios, aun mas cuando ocurren tantos sismos hoy en día.

REFERENCIAS

- ▶ <http://html.rincondelvago.com/determinacion-de-la-densidad-del-terreno.html>
- ▶ <http://saul-mecanicadesuelospracticas.blogspot.mx/2011/11/practica-4-densidad-de-solidos.html>
- ▶ http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJA09/d1803_spja09.html
- ▶ http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/03_clases_catedra/clases_catedra_ms1/04_propiedades.pdf
- ▶ http://www.academia.edu/4177974/Manual_De_Laboratorio_de_Mecanica_De_Suelos
- ▶ <http://fisica.laguia2000.com/complementos-matematicos/mecanica-de-suelos-determinacion-de-la-permeabilidad>
- ▶ <http://www.arqhys.com/arquitectura/mecanica-suelos.html>
- ▶ Mecánica de suelos. Crespo Villalaz.



- ▶ http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase11/perforacion_y_muestreo_de_suelos.pdf
 - ▶ https://www.google.com.mx/search?q=sondeo+profundo+inalterado&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4zs_JgfPPAhXL6SYKHcudATIQ_AUICCgB&biw=1366&bih=662#imgrc=_F0-FhmTyloSUM%3A
 - ▶ <http://proyectoarquitectonico.com/estudio-de-mecanica-de-suelos-en-guadalajara>
 - ▶ http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_7._geotecnia.pdf
- <https://es.scribd.com/doc/41189778/mecanica-de-suelos>



MAQUINARÍA PARA EXCAVACIONES Y CÁLCULO DE COSTO HORARIO

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

1. GENERALIDADES.

Cuando un edificio requiere de cimentación profunda, o cuando su diseño contempla la construcción de niveles por debajo del nivel natural del terreno, las excavaciones son de tal profundidad que resultarían demasiado tardadas y costosas realizarlas en forma manual (pico y pala) lo mismo sucede si la excavación es de grandes dimensiones, en estos casos el procedimiento más adecuado y económico es hacerlo con maquinas.

La maquinaria es uno de los elementos más importantes que intervienen en la construcción, ya que sin ella la mayor parte de los conceptos de una obra de construcción pesada no serían realizables ni en el tiempo ni a los costos que con ella se lograrán.

El mal uso de la maquinaria y equipos de construcción, por la falta de conocimiento del mismo, puede ser causa de graves problemas tanto técnicos como económicos.

Por tal motivo es conveniente que el arquitecto o constructor esté familiarizado con la maquinaria y equipo, ya que estos van a ser sus instrumentos de trabajo.

Para optimizar el uso de las maquinarias y que el resultado sea realmente eficiente es necesario que el arquitecto o constructor tenga conocimiento de las características, cualidades y limitaciones de las diferentes maquinas y poder determinar mediante un análisis de costos, cuál de ellas proporciona mayores ventajas económicas, considerando todos los factores que pueden afectar el

avance en una obra determinada y teniendo en cuenta que entre mayor sea el rendimiento, menor será el tiempo de ejecución y por lo tanto el costo.

La asignación de una maquinaria a una obra determinada se debe basar en estudios técnicos y estadísticas, que nos determinen su costo por unidad de trabajo.

Siendo necesario estimar el costo horario y el rendimiento de producción de cada una de las maquinas por emplearse.

COSTO HORARIO DE LAS MAQUINAS

El costo horario lo determinamos con los siguientes conceptos:

- A) Cargos fijos.
- B) Cargos de consumo.
- C) Cargos de operación.

CARGOS FIJOS.

Los cargos fijos o cargos de propiedad siempre estarán actuando independientemente de que el equipo esté trabajando o no, y se componen de:

- 1. Depreciación.** Que es la disminución gradual del valor original de la maquina, como resultado del desgaste, del obsoleto o de una combinación de ambas.
- 2. Inversión.** Intereses que correspondería al capital invertido en la compra de la maquina.
- 3. Seguros.** El costo de la póliza de seguros por riesgos no previstos.



4. Almacenaje. El costo de la renta por pensión o del costo por uso de un terreno propio para almacenaje y/o reparaciones.

5. Mantenimiento. Costo por reparaciones mayores y menores.

CARGOS DE CONSUMO

Son los necesarios para que la maquina pueda trabajar como: combustible (gasolina, diesel, electricidad, etc.), aceites, grasas estopas, llantas, etc.

CARGOS DE OPERACIÓN.

Son todos los pagos realizados en función del salario integrado (IMSS, SAR, INFONAVIT, aguinaldo, prima vacacional, etc.) de los operadores de la maquina.

Los conceptos anteriores se cualificarán en pesos por hora **\$/hr.**

CALCULAR COSTO HORARIO DE LA MAQUINA TRACTOR CATERPILAR D-

11

(Va) VALOR DE ADQUISICIÓN \$ 5,000,000.00

(Vr) VALOR DE RESCATE 20%

(Vu) Vida útil (2,000 hrs. / año) 5 años

(Fo) Factor de operación 0.75

(HP) Caballos de fuerza 430 HP

(Cc) Capacidad de carter (Aceite) 50 Litros.

DIESEL consumo (0.1514 / HP)

Lubricante consumo (0.0035 / HP)

Interés, Tasa de mercado 5%

CARGOS FIJOS

$$1.- \text{Depreciación} = D = \frac{Va - Vr}{Vu} = \frac{5,000,000 - 1,000,000}{2,000 \text{ hrs.} \times 5 \text{ años}} = \$ 400.00/ \text{hr}$$



2.- Mantenimiento (40%) $= 400 \times 0.4 =$ \$160.00 / hr

3.- Interés $Tasa \times \frac{Va + Vr}{2 \times hrs. \text{ año}} = 0.05 \times \frac{5,000,000 + 1,000,000}{2 \times 2,000 \text{ hrs. año}} =$ \$ 75 /hr

4.- Seguros $Tasa 3 \% \times \frac{Va + Vr}{2X \text{ hrs. Año}} = 0.03 \times \frac{5,000,000 + 1,000,000}{2X 2,000 \text{ hrs. año}} =$ \$ 45.00/hr.

5.- Pensión $3,800.00/\text{mes} = \frac{\$ \text{mes} \times 12 \text{ meses}}{\text{Hrs. Año}} = \frac{3,800 \times 12}{2,000} =$ \$ 22.80 /hr

TOTAL CARGOS FIJOS \$ 702.80 /hr.

CARGOS DE CONSUMO

a.- Combustible Diesel = \$ 13.50

\$ Combustible x consumo x HP x Fo = $13.5 \times 0.1514 \times 430 \times 0.75 =$ \$ 659.16 /hr

b.- Lubricante Aceite \$68.00

$(\text{Consumo} \times \text{HP} \times \text{Fo}) + \frac{\text{Cap. carter}}{500 \text{ hrs.}} \} \times \text{costo} = (.0035 \times 430 \times .75) + \frac{50}{500} \times 68$
 $=$ \$ 83.55 /hr.

TOTAL CARGOS DE CONSUMO = \$ 742.71/hr

CARGOS DE OPERACIÓN

Salario operador \$ 540.00/día

Factor Salario Real 1.75

$\frac{\text{Salario día} \times \text{Factor salario real}}{\text{Horas reales trabajadas (6)}} = \frac{540 \times 1.75}{6} =$ \$ 157.5 /hr.

TOTAL CARGOS FIJOS = \$ 702.80 /hr.

TOTAL CARGOS DE CONSUMO = \$ 742.71 /hr.

CARGOS DE OPERACIÓN = \$ 157.50 /hr.

COSTO HORARIO = \$ 1,603.01/hr.

EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE LAS MAQUINAS

Para obtener el rendimiento de producción de una maquina debemos conocer:

- A) Tipo de trabajo
- B) Potencia de la maquina
- C) Ciclo de trabajo

Tipo de trabajo o material. Se deben tomar en cuenta algunas de sus propiedades físicas como la densidad o peso volumétrico kg./m^3 su abundamiento o expansión volumétrica (% de vacíos que se forman al extraer el material de su lugar); compresibilidad o propiedad que adquiere el material al compactarlo después de haber sufrido la expansión volumétrica.

Podemos recurrir en la práctica a tablas de los conceptos anteriores, aplicables a cada tipo de terreno

Potencia de la maquina. Aquí debemos distinguir tres tipos de potencia a considerar y son:

1. Potencia disponible

Es la indicada por el fabricante que tiene o desarrolla la maquina.

2. Potencia utilizable

Es la potencia disponible menos las reducciones por el agarre entre las orugas o ruedas de la maquina y el terreno, y por altitud.

3. Potencia necesaria.

Es la maquina que ocupa la máquina para vencer la resistencia del terreno de trabajo.

CICLO DE TRABAJO. Que se compone de un tiempo fijo y un tiempo variable:

Tiempo fijo. Es utilizado en maniobras y cambios para la carga y descarga.

Tiempo variable. Es el utilizado en el recorrido de la carga y regreso en vacío y estará en relación de la distancia de acarreo.

Determinando los conceptos anteriores obtenemos el rendimiento de producción de la maquina en volumen por hora.

Dividiendo el costo horario \$/hr. Entre el rendimiento \$/hr/m³/hr obtendremos el costo por unidad de trabajo.

COEFICIENTE DE APLICACIÓN PARA RENDIMIENTOS DE MAQUINA

Toda máquina diseñada para ejecutar trabajos específicos de construcción desarrolla sus movimientos en tal forma que es imposible obtener rendimientos con un 100% de eficiencia.

Las causas de estas diferencias de aprovechamiento son muy variadas y trataremos de reunir las en los coeficientes que conjuntan las razones básicas, que con la experiencia se han encontrado como limitantes de eficiencia.

En el empleo de estos equipos debemos minimizar en lo posible las causas que ejercen las limitantes de rendimiento con el objeto de llegar al máximo de eficiencia con el mínimo esfuerzo sin detrimento de la calidad.

COEFICIENTE DE EFICIENCIA

Ningún equipo mecánico puede trabajar a una velocidad máxima de una manera continua por razones que son obvias como son: la naturaleza propia del trabajo.

Mantenimiento y la necesidad de vigilar elementos sencillos pero importantes, como bandas, cables tolvas tornillos, etc.

Para sacar estos coeficientes de las maquinas tenemos que tomar en cuenta estas causas.

Un coeficiente de eficiencia optima considera 50 min aprovechables de cada hora o sea $50 \text{ min.} / 60 \text{ min} = 0.83$

Un coeficiente de eficiencia normal considera 40 min aprovechables de cada hora o sea $40 \text{ min.} / 60 \text{ min} = 0.66$

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE MAQUINAS

La personalidad y conocimiento del encargado de los trabajos en la organización de la obra, la vigilancia y el mantenimiento del equipo y las condiciones propias del terreno explican las diferencias del rendimiento que se pueda apreciar en la utilización del equipo.

Este coeficiente está basado en las condiciones de trabajo y en una buena organización de la obra.

CONDICIONES DE TRABAJO	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA			
	EXCELENTE	BUENA	MEDIANA	MALA
EXCELENTE	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
MEDIANAS	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.62	0.57	0.52



COEFICIENTES POR LAS CONDICIONES DE TRABAJO

- A) Naturaleza del trabajo
- B) Condiciones del suelo y meteorológicas, terreno seco, y drenado, terreno húmedo y mal drenado, polvoso, clima cálido, frío, lluvias, vientos, etc.
- C) Topografía y magnitud de la obra
- D) Accesibilidad, acarreos, dificultad de maniobras

COEFICIENTE DE ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

- A) La experiencia del personal
- B) La selección, cuidado y mantenimiento del equipo
- C) La concepción la ejecución, la dirección y la coordinación de todas las operaciones que afectan el rendimiento.

El análisis de cada uno de los puntos anteriores y de lo que representa tomaría bastante tiempo. Tomándolos en cuenta se hace la programación de una obra de acuerdo con el equipo que se tenga y del que pueda disponerse. Debe relacionarse el coeficiente de utilización de la misma de acuerdo con la siguiente tabla:

Calificación	Coeficiente
Excelente	0.84
Buenas	0.78
Medianas	0.72
Malas	0.66



ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

EXCELENTE BUENA MEDIANA MALA

COEFICIENTE

DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINA 0.83-0.66 0.83-0.66 0.83-0.66 0.83-0.66

CONDICIONES DEL TRABAJO

EXCELENTES 0.70-0.56 0.67-0.53 0.63-0.50 0.58-0.46

BUENAS 0.65-0.52 0.62-0.50 0.59-0.47 0.54-0.43

MEDIANAS 0.60-0.48 0.57-0.46 0.54-0.43 0.50-0.40

MALAS 0.52-0.42 0.50-0.40 0.47-0.38 0.43-0.35

COEFICIENTE DE EFICIENCIA PERSONAL

Aunque tengamos un magnifico programa de adiestramiento para nuestros operadores de maquinaria, es casi imposible lograr una eficiencia uniforme de trabajo pues por las características personales de cada ser humano, siempre encontramos diferencias que nos obligan a clasificarlos, así encontramos variaciones como las siguientes:

- A) Operadores cuidadosos del equipo, descuidados o irresponsables
- B) Operadores con gran rendimiento, mediano o bajo.
- C) Operadores con magnifico acabado en su trabajo bueno regular o malo.
- D) Operadores rápidos, medianos y lentos.

Analizando cuidadosamente, cada uno de los factores logramos formar la siguiente tabla que normalmente usamos para el cálculo de rendimiento de función de este coeficiente.

OPERADOR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
	1.00	0.80	0.70	0.60

RENDIMIENTO

Para obtener la producción de cualquier maquina es indispensable conocer y calcular los factores que intervienen en ella, son constantes para el análisis de rendimientos y semejantes para cualquier tipo de trabajo que se desarrolla y son los siguientes:

PRODUCCIÓN DE LA MAQUINA

CAPACIDAD DE LA MAQUINA

Lo primero es determinar la capacidad de la maquina lo cual denominaremos "la carga por ciclo".

IMAGEN 1



B) CICLO DE LA MAQUINA

La segunda operación es calcular el tiempo del ciclo de la maquina; el tiempo del ciclo se divide en 4 partes:

*carga *acarreo *descarga *regreso en vacio

Hallando el tiempo del ciclo puede determinarse el numero de ciclos por hora.

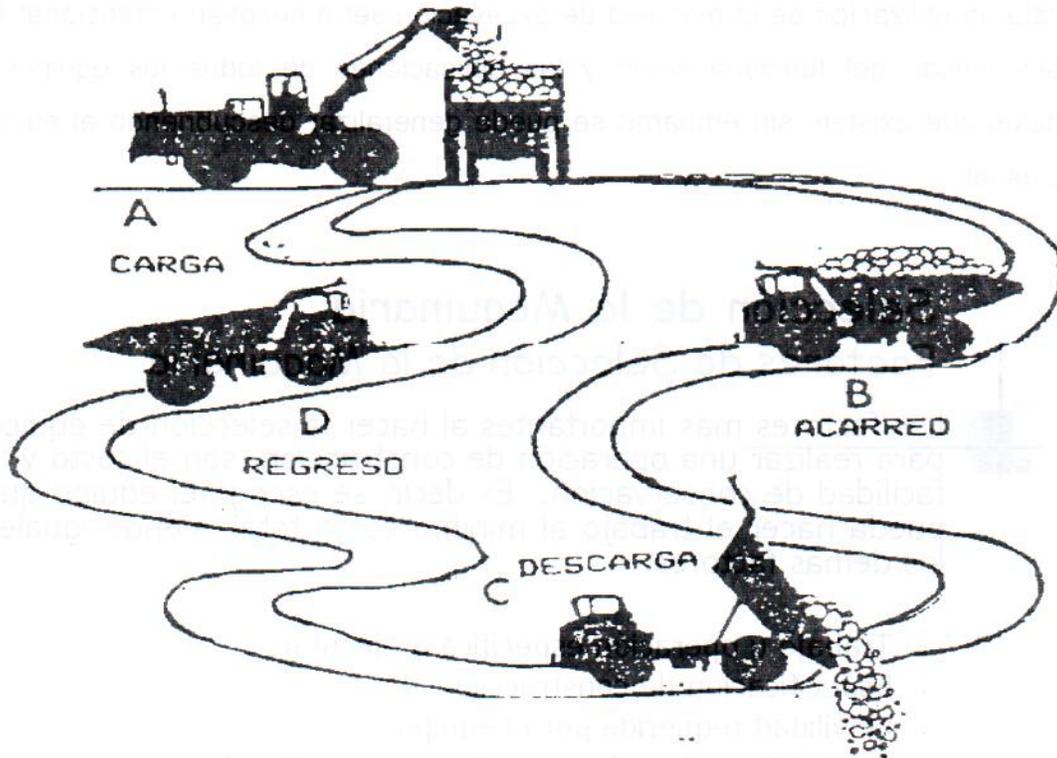


IMAGEN 2

C) PRODUCCIÓN POR HORA

El tercer punto consiste en calcular la producción por hora, mediante la multiplicación de la carga por el ciclo y el número de ciclos por hora. Con esto se obtiene una producción por hora al 100% de eficiencia.

Luego se multiplica el resultado por el factor de eficiencia en el trabajo, el cual se basa en el empleo de tiempo.

D) La cuarta operación es considerando los factores de corrección que haya. Estos factores podrían basarse en la aptitud del operador, los métodos de producción, el tiempo atmosférico, el tránsito de vehículos, causas de fuerza mayor, etc. La habilidad de un contratista para determinar y emplear estos factores de corrección, en las condiciones existentes, tendrán influencia en su éxito en las operaciones de excavación y movimiento de tierra.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EXCAVACIÓN

Al tratar la utilización de la máquina de excavación sería necesario mencionar las características del funcionamiento y las aplicaciones de todos los equipos y modelos que existen, sin embargo se puede generalizar descubriendo el equipo más usual.

Selección de la Maquinaria

Factores de Selección de la Maquinaria

Los factores más importantes al hacer la selección de equipo para realizar una operación de construcción, son el costo y la facilidad de conservación. Es decir, se escoge el equipo que pueda hacer el trabajo al mínimo costo total, siendo iguales los demás factores.

- Trabajo u operación específica a ejecutar
- Especificación de construcción
- Movilidad requerida por el equipo
- Influencia de las variaciones atmosféricas en el funcionamiento del equipo
- Tiempo programado para hacer el trabajo
- Balanceo del equipo interdependiente
- Versatilidad y adaptabilidad del equipo a otros conjuntos de maquinaria
- Efectividad del operador con el equipo

Una generalidad dentro del uso del equipo y maquinaria es que la maquinaria se designa con el nombre de una herramienta de ataque que se adapta, cuantos aditamentos se le puedan colocar, ese será el número de designaciones que tendrá.

TRACTORES

BULLDOZER (CUCHILLA RECTA)

EMPUJADORES

ANGLEDOSER (CUCHILLA ANGULABLE)

DESGARRADORES



PLUMA LATERAL
CADENA DE DESPLANTE
PUNZÓN

CARGADORES

DESCARGA FRONTAL
DESCARGA LATERAL
DESCARGA TRASERA
BOTE DE ALMEJA

EXCAVADORAS

*PALA
*CONVERTIBLE -CUCHARA DE ARRASTRE
(DRAGAS)
-CUCHARA DE ALMEJA
-CUCHARÓN DE GAJOS DE
NARANJA
-GARFIOS
-GRÚAS
-DEMOLEDORAS
-PILOTEADORAS
*RETROEXCAVADORA
*ZANJADORA

ZANJADORAS

DE RUEDA
DE CANGLIONES

ESCREPAS

ARRASTRE
AUTO IMPULSADAS



TANDEM
AUTO CARGABLES

PERFORADORAS

PISTOLA DE BARRENACION
PISTOLA DE DEMOLEDORA
PISTOLA NEUMÁTICA
JUMBO
PERFORADORA DE CARRETILLA
PERFORADORA DE ORUGAS

COMPACTADORAS

PATA DE CABRA
RODILLO DE REJA
APLANADORA DE DOS RODILLOS
APLANADORA DE TRES RODILLOS
COMPACTADORAS DE LLANTAS
COMPACTADOR COMBINADO (DUO FACTOR)

COMPACTADORES

MANUALES

PISTÓN DE MANO
BAILARINA
RODILLO MANUAL

COMPRESORES

PISTONES
ROTATORIOS
MONO-ROTOR
TORNILLO



MOTOCONFORMADORAS

TRANSPORTES

VOLTEOS

VOLQUETES

VAGONETAS

PLATAFORMAS

DUMPARTS

TRACTORES Y SUS ACCESORIOS

Los tractores son maquinas diseñadas para empujar y jalar principalmente, para accionar una gran variedad de equipos en la construcción, siendo los principales:

***BULL-DOZER O CUCHILLAS TOPADORAS FIJAS**

***ANGLE-DOZER**

***RIPPERS O DESGARRADORES DE MATERIALES**

***MOTO ESCREPAS**

***EQUIPOS ESPECIALIZADOS PARA DESMONTE**

***EQUIPOS PARA ESTIBAR CARGAS**

***EQUIPOS PAR BARRENACION**

***EQUIPOS PARA RETROEXCAVACION**

A) TRACTORES

Y en general se usan para empujar o jalar todo tipo de cargas móviles.

El tractor es la maquina que más se utiliza y probablemente la más versátil en la construcción.

Por sus medios de tracción se puede dividir en dos grupos:

***TRACTORES DE ORUGA**

***TRACTORES DE NEUMÁTICOS**

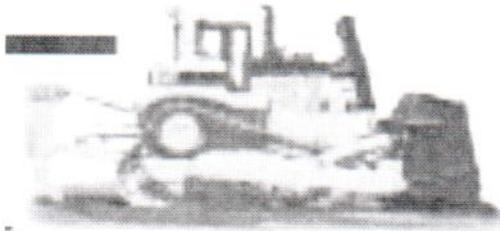


IMAGEN 3

El tractor es una de las maquinas más empleadas en construcción de obra pesada, cuenta con hoja o cuchilla empujadora (dozer) y con accesorios traseros de desgarradores o ripper.

Reciben el nombre de tractor porque aprovecha la energía del motor en fuerza de tracción, y su función principal es la de jalar y empujar cargas, móviles, excavar, acarrear y colocar materiales excavados.

Estas tres actividades son las básicas en el movimiento de tierras.



IMAGEN 4

CARGADOR FRONTAL



IMAGEN 5

TRAXCAVO



IMAGEN 6

RETROEXCAVADORAS

Generalidades. Este término se aplica a una máquina excavadora del grupo de las palas mecánicas. Se le conoce con diferentes nombres, tales como excavadora de pala, excavador, y pala retroexcavadora. Las retroexcavadoras



frecuentemente están equipadas con una pluma en forma de cuello de ganso para aumentar la profundidad de la excavación de la máquina.

IMAGEN 7

Las retroexcavadoras se utilizan principalmente para excavar de bajo de la

superficie natural del terreno sobre la cual descansa la maquina. Están adaptadas para la excavación de trincheras, pozos, sótanos y trabajos generales de excavación en escalones, en donde se requiere un control preciso de la profundidad. A causa de su rigidez, son superiores a las dragas cuando operan en espacios pequeños y cuando cargan camiones. Debido al esfuerzo directo ejercido sobre el cucharón, las retroexcavadoras pueden propiciar mayores presiones con los dientes que las palas.



IMAGEN 8

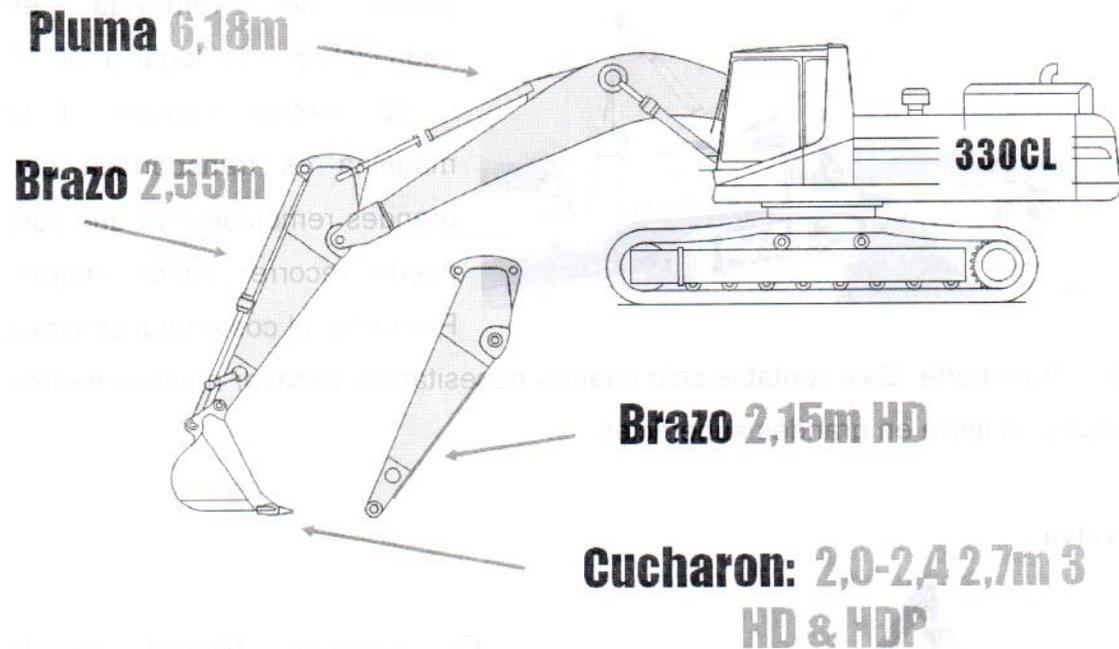
Algunos aspectos, las retroexcavadoras son mejores que las zanjadoras de ruedas o de cangilones, especialmente en excavación de trincheras en donde se permite que los bancos establezcan sus taludes naturales en donde no se amontonara el material excavado a lo largo de la

trinchera. Las retroexcavadoras pueden sacar la tierra a medida que se derrumba para establecer los taludes naturales, mientras que las maquinas zanjadoras no pueden hacerlo fácilmente.

OPERACIÓN DE UNA RETROEXCAVADORA

La maquina se pone en operación colocando la pluma en el ángulo deseado y tirando el cable del malacate, mientras se suelte el cable de arrastre para mover el cucharón hasta la posición deseada. El extremo libre de la pluma se hace bajar librando la tensión en el cable del malacate, hasta que los dientes del cucharón toquen el material que se va a excavar. A medida que se tira del cable de arrastre, se llena el cucharón. El cucharón se levanta elevando de la pluma, oscilando después hasta la posición de descarga.

IMAGEN 9



PRODUCCIÓN DE LAS RETROEXCAVADORAS

Quando se utiliza esta máquina para excavar a profundidades moderadas, su rendimiento puede aproximarse al de una pala mecánica de tamaño comparable, excavando en la misma clase de material. Sin embargo, a medida que aumenta la profundidad, disminuirá considerablemente su producción. La excavación más efectiva ocurre cuando el aguilón forma un ángulo recto con la pluma. Se obtendrá la mayor producción cuando se excave cerca de la maquina, debido al reducido tiempo del ciclo, y a que el material cae fácilmente en el cucharón cuando se jala hacia arriba, cerca de la maquina.

DRAGALINA

Es una máquina excavadora de grandes dimensiones utilizada en minería y en ingeniería civil para mover grandes cantidades de material. Es especialmente útil en lugares inundados por ejemplo para la construcción de puertos.

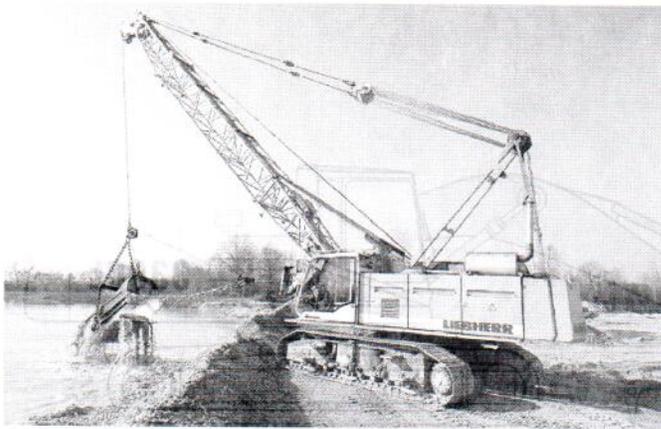


IMAGEN 10

La cantidad de material que puede ser removida en cada ciclo puede llegar a los 30 - 60 metros cúbicos. Esta máquina es transportada con grandes remolques, ya que solo puede recorrer varios metros. Por tanto, el coste total se eleva

por el transporte. Sale rentable solo cuando necesitamos excavar muchos metros cúbicos de tierra en grandes superficies.

Bivalva



El cucharón bivalva es la herramienta específica para este trabajo, con el que se consigue excavar únicamente el volumen de tierra necesario, en vertical, quedando las paredes laterales totalmente verticales y no moviendo tierra que luego no es de utilidad

También se le conoce como cucharón de almeja

IMAGEN 11



ZANJADORAS



Generalidades. El termino zanjadora se le aplica a las maquinas del tipo de rueda y al de cangilones. Estas maquinas son satisfactorias para la excavación de cepas para tuberías de agua, de gas y combustibles, para cables de teléfonos, zanjas de drenaje, y atarjeas en donde las condiciones de la obra y del suelo sean tales que permitan usarlas.

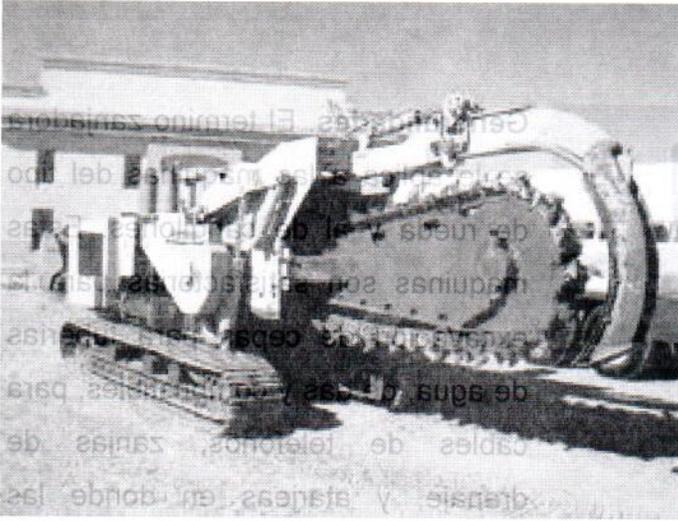
IMAGEN 12

Proporcionan una excavación relativamente rápida con un control preciso del ancho y de la profundidad de la zanja, lo que reduce en un mínimo la mano de obra de los afinamientos.

Son capaces de excavar en cualquier clase de suelo excepto el rocoso. Pueden encontrarse en diferentes tamaños para la excavación de zanjas de diferentes profundidades y de diferentes anchos. Por lo general están montadas sobre orugas para aumentar su estabilidad y para distribuir el peso a través de un arrea mas grande.

ZANJADORAS DE RUEDAS

Estas maquinas pueden encontrarse con profundidades máximas de corte que exceden de los 3 metros con anchos de zanja variables desde 30 cm. O menos, hasta aproximadamente 1.50 metros. Muchas de ellas cuentan con 25 o más velocidades de excavación para permitir la selección de velocidad más adecuada para las condiciones de la obra.



Las zanjadoras son maquinas excavadoras constituidas por un elemento de ataque, un elemento de propulsión y un elemento motriz. El elemento de ataque puede estar constituido por una banda provista de cangilones, la cual descarga el material excavado sobre una banda de hule que transporta a los

lo **IMAGEN 13**

camiones.

Puede el elemento de propulsión estar constituido generalmente por dos orugas sobre la cual va montada la maquina. Tanto el elemento de ataque como el elemento de propulsión son accionados por un elemento motriz constituido por un motor que puede ser diesel o gasolina, el cual proporciona la fuerza para efectuar la traslación de la maquina y accionar a la vez las poleas o cables de elementos de ataque.

La velocidad de ataque de estas maquinas de 3 a 4 km/hr. Efectuando excavaciones con profundidad hasta de 8 mts. O mas agregando mas cangilones y eslabones de cadena.

ESCREPAS Y MOTOESCREPAS



IMAGEN 14

ESCREPAS

Son maquinas diseñadas para excavar, cargar, acarrear y

tender material en un solo ciclo de trabajo.

Existe una gran cantidad de tipos, marcas y tamaños de escrepas, desde una de 3/4 de yarda cubica hasta algunas autopropulsadas gigantes de 100 yardas cubicas de capacidad se pueden dividir en dos grandes grupos:

*** ESCREPAS DE ARRASTRE**

*** ESCREPAS AUTOPROPULSADAS**



Las escrepas de arrastre son las primeras que aparecieron y por muchos años fueron consideradas como uno de los equipos básicos de la construcción.

IMAGEN 15

Consta básicamente de una caja metálica abierta en su parte superior que es la que carga y acarrea el material y forma el cuerpo principal de la escrapa; va montada en su parte trasera sobre un eje con dos llantas que generalmente son gigantes y aparte esta articulada a un marco al que se le llama yugo, cuyos brazos dan apoyo a la caja en sus costados.

Del cabezal; del marco sale un cuello de ganso que se apoya en otro eje de ruedas y del cual sale una lanza de acero que es de donde se engancha al tractor.

Al abrir la compuerta delantera queda una entrada libre para el material y al inclinar la caja hasta que la cuchilla toque el terreno, la cuchilla cortará el material

que se introducirá a la caja por el hueco dejado por la compuerta. La abertura de adelante se puede graduar para dejar entrar más o menos material.

Motoescrepas

Esta máquina está formada por un tractor y una escrepa formando una sola unidad llamada motoescrepa, utilizando ruedas o neumáticos.

Motoescrepas en tándem

Esta es una unidad de motoescrepa formada por dos escrepas y un tractor alineados uno de tras de otro, cada escrepa es controlada independientemente desde el tablero del tractor y se cargan primero y la otra después ayudadas por un empujador. La conveniencia de utilizar escrepas en tándem depende del acarreo, y además porque se está ahorrando un tractor y el tiempo de carga por metro cubico.

Motoescrepas auto cargables

Esta escrepas están equipadas con un elevador de material a base de paletas que limpian la zona cercana a la entrada y a la cuchilla aventando el material hacia arriba. Teniendo libre la entrada de material a la escrepa se facilita mucho la carga y con la potencia del tractor de arrastre es suficiente para llenar la escrepa.

MARTILLO NEUMÁTICO



Los martillos neumáticos son piezas de menor magnitud que pueden ser auxiliares en una excavación, pues realiza con más precisión una excavación que un tras cavo. Son utilizadas en terrenos duros y sobre todo cuando

hay que remover grandes cantidades de material.

IMAGEN 16

Neumática



IMAGEN 17

Como su nombre lo dice es muy semejante al martillo, ofrece presión en la excavación, son movidos por un compresor, no obstante, existen en la actualidad eléctricos con sus clara limitaciones. Son maquinas generalmente usadas en terrenos tepetatosos, o bien en bancos de canteras. Existen algunas de mayor

tamaño que se montan sobre una maquina base.

Martillo mecánico



Es una máquina, que es utilizada con objeto de demoler pavimentos, realizar agujeros de grandes dimensiones o demoler construcciones de diversa índole.

IMAGEN 18

Martillo Hidráulico

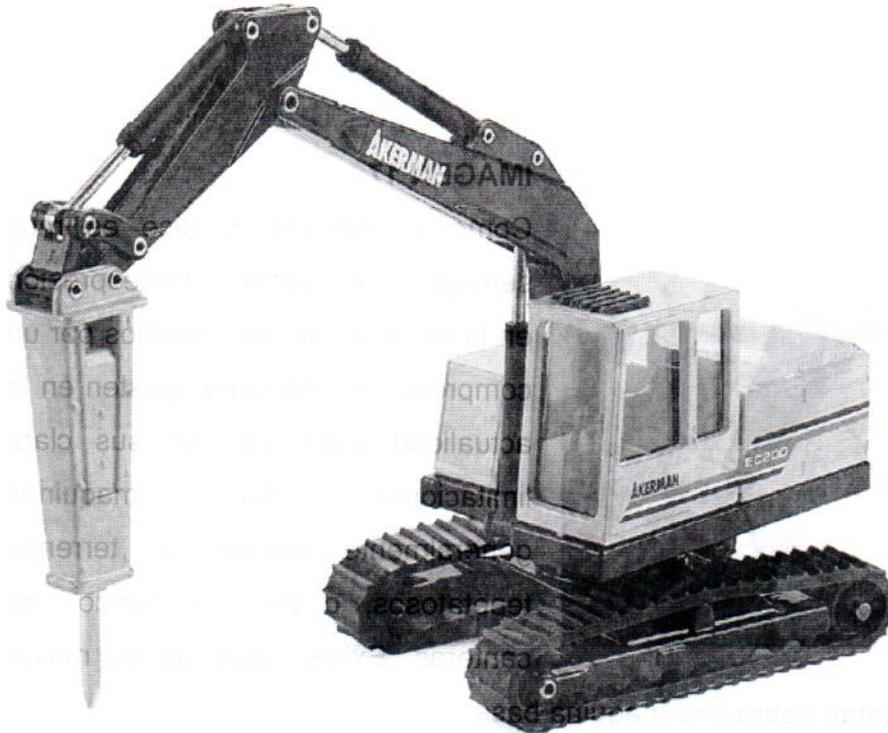
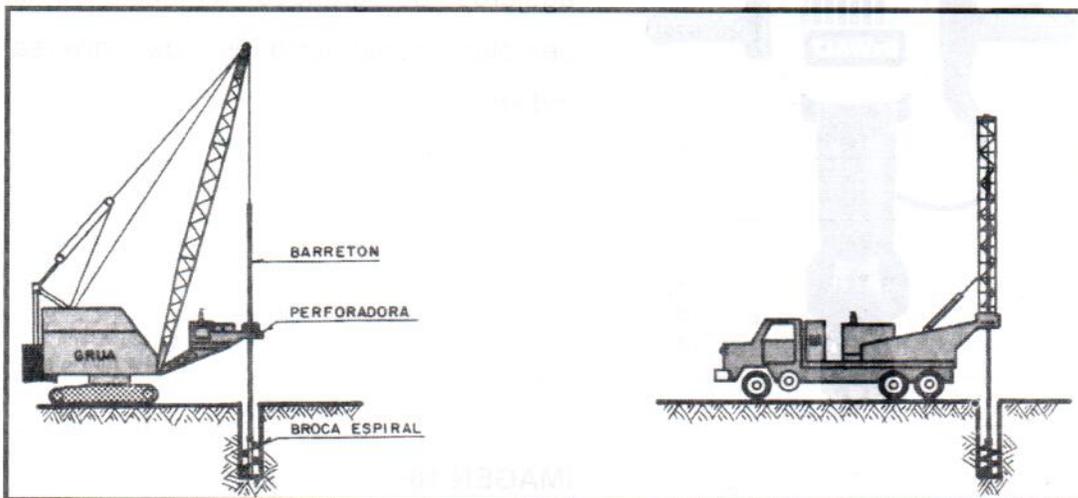


IMAGEN 19

Suele ser de grandes dimensiones y debe ser, generalmente, acoplado a una excavadora o tractor.

Barrenos

IMAGEN 20



Como su nombre lo indica, realizan perforaciones circulares, pueden ser por medio de golpes de marro del tipo rotatorio. Para hacer el barrenado, se necesitan dos operarios, uno que golpea la cabeza superior de la herramienta, mientras que el otro sujetándola en su posición, la va girando lentamente a cada golpe (borneado).

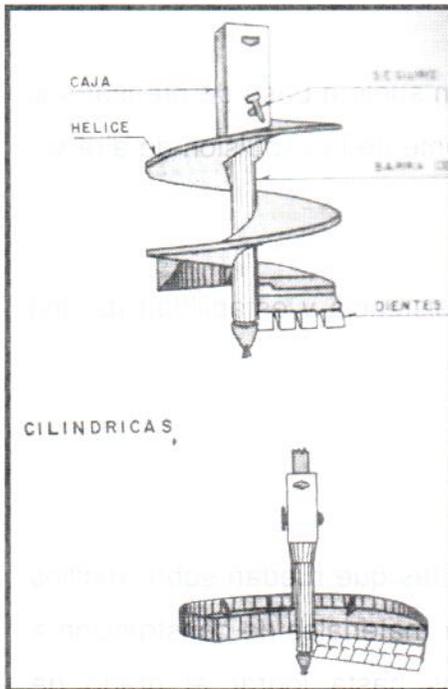


IMAGEN 21

Existen también de mayor magnitud montados en una maquina base que son giratorios, o algunos que no se han logrado desarrollar para el industrial que consisten en elevar una temperatura en la barrena a mayor de 1500 grados y es suficiente para atravesar la capa más dura.

Compresoras

Las compresoras son maquinas que se utiliza para comprimir aire, con el objeto de aprovechar la energía acumulada por ese aire comprimido, para accionar herramientas o maquina. En la construcción se utilizan principalmente para accionar perforadoras y rompedoras.

Existen dos tipos principales: los de pistones, los rotatorios. Los compresores de pistones generalmente son accionados por un motor de combustión interna.

Los rotatorios funcionan con aire a presión atmosférica que es succionado por un rotor que da vueltas dentro de un cilindro, aquí se le da la presión inicial, después se pasa a través de un enfriador a otro cilindro en donde gira otro rotor y le da la presión final.

APLANADORAS Y COMPACTADORES

Compactar es el acto de densificar artificialmente un suelo a base de prensar sus partículas a un estado de estrecho contacto, resultante de la expulsión de aire y/o agua de su masa.

El objeto de esta compactación es aumentar la resistencia y estabilidad de una estructura de tierra o terraplén.

Aplanadora de 3 rodillos

Las aplanadoras son maquinas más o menos pesadas que ruedan sobre rodillos metálicos y que han sido diseñadas para compactar materiales de construcción a base de transitar repetidas veces sobre de ellos hasta lograr el grado de compactaron deseado.

IMAGEN 22



- **Modelo de Tambor liso**
- **Peso de operación**
–6640 kg (14,635 lb)
- **Peso en el tambor**
–3500 kg (7,720 lb)
- **Rango de aplicación**
 - Ideal para arena y granulares
 - Bueno para arcilla

Hay varios tipos, siendo los dos principales las de 3 ruedas y la de tándem.



La aplanadora o plancha de 3 rodillo más popular es la de 10 a 12 toneladas, esta aplanadora pesa sin arrastrar 10 toneladas y 12 con arrastre.

IMAGEN 23

La aplanadora de 3 rodillos más popular grande que hay es la de 10-12 toneladas, las hay también de 8,6 y 4 toneladas.

La aplanadora en tándem

La plancha en tándem es una aplanadora que en lugar de tener 3 rodillos tiene únicamente 2 uno delante y otro atrás, esto tiene por objetivo que marque menos rayas al ir compactando y se usa principalmente en pavimentación para dar un buen acabado a las carpetas asfálticas o a cualquier otra superficie que se desee que quede con un acabado muy regular.

También existen planchas tándem de 3 rodillos en las cuales los 3 rodillos son del mismo tamaño y van colocados uno tras de otro, teniendo la misma aplicación que la de 2 rodillos.

Las planchas de 4 a 6 toneladas se usan para compactar banquetas, patios, y para bacheo o para relleno de zanjas amplias.



- **Modelo de patas de cabras**
- **Peso de operación**
–6880 kg (15,136 lb)
- **Peso en el tambor**
–3710 kg (8,162 lb)
- **Rango de aplicación**
 - Ideal para arcillas
 - Bueno para material granular

IMAGEN 24

Con las aplanadoras o planchas no se debe tratar de compactar a base de capas muy gruesas ya que solo se lograría una compactación superficial. El espesor de la capa varia con el tipo de suelo y con la aplanadora que se vaya a usar, pero por lo general no será mayor de 20 cm.

De acuerdo con la granulometría de los materiales y para lograr grados de compactación superiores al 90% a base de capas delgadas los tamaños mínimos de plancha recomendados son los siguientes:

- A) Para terrenos limo-arenosos con algo de arcilla plancha de 4 a 6 toneladas.
- B) Para terrenos limo-arcillosos plancha de 6 a 8 toneladas.
- C) Para terrenos gravo-arenosos con una granulometría adecuada de finos que actúen como relleno o aglomerante, plancha de 10 a 12 toneladas.
- D) Para arcillas poco plásticas plancha de 10 a 12 toneladas.

Las velocidades promedio de estas maquinas son de 5 a 10 km/hr. Cuando se trabajan bien, su rendimiento es de 60 metros cúbicos por hora compactados a un 90% en las maquinas de 4 a 6 toneladas, y de 200 metros cúbicos por hora para el mismo grado de compactación en las maquinas de 10 a 12 toneladas.

Hay aplanadoras o planchas con controles hidráulicos y otras con dirección mecánica.

MOTOCONFORMADORAS

Las motoconformadoras son maquinas diseñadas especialmente para el tendido y afine de materiales. Con aquellas se tienden materiales transportados por otras maquinas para la construcción de un terraplén, se nivelan terrenos de superficie suave se limpian de maleza y de escombros no pesados las zonas de trabajo, se utiliza en la mezcla de materiales diferentes para dar una determinada granulometría a una base, sub baseo carpeta de un camino.



IMAGEN 25

Su cuerpo está formado por una viga en forma de arco de sección rectangular o circular hueca en uno de sus extremos que se prolonga en dos vigas rectas de

menor sección que se abren y se hacen paralelas. En su otro extremo el marco se apoya en un tándem de 4 ruedas o en un solo eje.



Todo el equipo de la motoconformadora que consiste en una hoja rectangular de acero parecida a la hoja topadora de un bull-dozer, pero más ligera y más alargada. A esta hoja se le llama cuchilla.

IMAGEN 26

La cuchilla tiene varios movimientos; puede subir y bajar, tanto horizontal como

verticalmente y moverse lateralmente hacia los costados de la moto.

Otro equipo característico de la moto es el peine escarificador, que consiste este en un block en forma de viga rectangular o en "v" que tiene una serie de ranuras en donde se insertan unas placas alargadas y ligeramente curvadas en uno de sus extremos en donde llevan una punta falsa de acero especialmente resistente. A estas placas se les llama piernas.

El objeto del escarificador es aflojar el material en donde se le dificulta cortar a la cuchilla.

Todos los movimientos pueden ser efectuados mecánicamente a base de engranes o hidráulicamente con gatos.

CAMIONES DE VOLTEO

Esta maquinas tiene como objeto transportar materiales y se dividen en dos grupos: los vehículos para carretera y los vehículos para fuera de carretera.



IMAGEN 27

Los hay en varias capacidades y en tantas marcas como en cualquier tipo de camión. Están limitados en su capacidad por las reglas de protección de carreteras y de accidentes de tránsito. Además del

camión de volteo común y corriente para carretera en el cual la caja de volteo va montada directamente en el chasis del camión, existen cajas de volteo con chasis propio que se remolcan con camiones tractores de los llamados de 15 ruedas en forma de tráiler.

VEHÍCULOS PARA ACARREO FUERA DE CARRETERA



Cuando se está trabajando en una obra donde se tiene camiones propios de acarreo y de trabajo, no se tienen las limitaciones de peso y dimensiones que se tiene cuando se utilizan en calles o caminos públicos. Entre estos vehículos hay varios tipos, el más conocido es el de volteo para roca.

IMAGEN 28



IMAGEN 29

Este vehículo es muy parecido a un camión de volteo, pero es mucho más grande y más pesado, estos vehículos se utilizan para cargar cualquier tipo de material dentro de las obras, aunque son especialmente útiles para el acarreo de roca, porque sus cajas

resisten mucho los impactos del material al caer del bote de la maquina cargadora.

CONCLUSIONES

El mal uso de la maquinaria y equipos de construcción, por la falta de conocimiento del mismo, puede ser causa de graves problemas tanto técnicos como económicos.

Una excavación se lleva a cabo sobre un terreno que desconocemos sus materiales que lo componen, para ello nos auxiliamos de los estudios de Mecánica de Suelos, los cuales dependiendo de la cantidad de sondeos nos darán una aproximación de su composición, pero sin ser totalmente exacta.

La excavación se realiza a la intemperie, por lo que todos los agentes climáticos nos perjudican como el viento, la lluvia, granizo, nieve, sequia, etc.

Por lo que es importante considerar todos los factores de corrección que haya. Estos factores se basan en la aptitud del operador, los métodos de producción, el tiempo atmosférico, el tránsito de vehículos, causas de fuerza mayor, etc. La habilidad de un contratista para determinar y emplear estos factores de

corrección, en las condiciones existentes, tendrán influencia en su éxito en las operaciones de excavación y movimiento de tierra.

REFERENCIAS

- <http://www.mitecnologico.com/ic/Main/MaquinariaParaExcavacion>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Maquinaria_de_construcci%C3%B3n
- <http://micigc.uniandes.edu.co/Construccion/ciment/excava.htm>
- http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/man_0it/pdf/man4.pdf
- <http://www.revistaconstruir.com/maquinaria-en-accion/95-equipos-para-excavaciones-y-canalizaciones->
- <http://www.revistaconstruir.com/maquinaria-en-accion/95-equipos-para-excavaciones-y-canalizaciones-?format=pdf>
- http://www.articulosinformativos.com/Equipo_para_Excavaciones-a861687.html
- <http://www.portaldf.com/regional/dir/maquinariaparaconstruccion.html>
- CATERPILLAR www.caterpillar.com
- ATLAS COPCO www.atlascopco.com
- CIPSA www.cipsa.com
- METSO www.metso.com
- LIEBHERR www.liebherr.com
- Maquinaria pesada de construcción. Excavadoras. Tipología. Accesorios. Datos técnicos. Especificaciones. Curvas de producción. Modelos y marcas
- Espacios de la construcción, No. 5, Editorial espacios dinámicos, Octubre 2011
- Espacios de la construcción y maquinaria, Editorial espacios dinámicos S.A de C.V., Octubre 2011
- <http://maquinariayconstruccion.blogspot.com/2010/03/cargador-trascabo.html>
- <http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/compactacion-suelos-ppt.pdf>



CONTENCIÓN DE TERRENOS Y CONTROL DE AGUAS FRIATICAS

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

INTRODUCCIÓN

Con este tema, lo que pretendemos es aumentar el nivel de información y formación en el sector de la construcción.

Para ello, el trabajo partirá de un reconocimiento del estado en que se encuentran los terrenos sobre los que vamos a trabajar y de las actuaciones previas que debemos realizar antes de comenzar los trabajos, señalando las medidas de seguridad necesarias a fin de reducir riesgos.

Asimismo, hablaremos del diseño de las excavaciones a realizar, así como considerar, los distintos sistemas de protección de excavaciones y el control de aguas freáticas, de modo que esta información, sirva para elegir el más apropiado, en función de las características y condiciones de la obra a realizar.

GENERALIDADES.

En la construcción de edificios generalmente se requiere de estacionamientos o bodegas subterráneos, y/o empotrar el edificio en el terreno, por lo que son necesarias, las cimentaciones mediante cajón, ya sea compensadas totalmente o parcialmente, o combinadas con pilotes de fricción o de punta, y requieren la realización de excavaciones profundas.



Como este tipo de soluciones de cimentación en la Ciudad de México se aplican en terrenos de baja resistencia, la excavación trae consigo problemas de estabilidad.

En función de la profundidad y dimensiones de la excavación, así como de las propiedades del subsuelo, se requiere proteger el fondo y las paredes mediante técnicas adecuadas apoyadas en las teorías básicas de la mecánica de suelos.

Las paredes de una excavación sujetas a empujes horizontales del suelo e hidrostáticos, fuerzas de filtración, desconchamientos locales, intemperización y deslizamientos, se pueden controlar excavando con taludes adecuados.

En las excavaciones y en los trabajos que en ellas se realizan, el riesgo principal, se origina en los movimientos accidentales del terreno que provocan deslizamientos, desprendimientos y hundimiento de las obras de defensa, con el consiguiente sepultamiento de personas.

Estos accidentes, suelen ser de cierta gravedad y relativamente frecuentes, dándose como causa admitida la fatalidad, cuando en la mayoría de los casos es falta de previsión o confianza excesiva.

Con este tema, lo que pretendemos es aumentar el nivel de información y formación en el sector de la construcción.

Para ello, el trabajo partirá de un reconocimiento del estado en que se encuentran los terrenos sobre los que vamos a trabajar y de las actuaciones previas que debemos realizar antes de comenzar los trabajos, señalando las medidas de seguridad necesarias a fin de reducir riesgos.

Asimismo, hablaremos del diseño de las excavaciones a realizar, así como considerar, los distintos sistemas de protección de excavaciones y el control de aguas freáticas, de modo que esta información, sirva para elegir el más apropiado, en función de las características y condiciones de la obra a realizar.

Actuaciones previas



Antes del comienzo de los trabajos, es preciso conocer una serie de circunstancias que pueden incidir en la seguridad de los mismos y que como mínimo, serán:

- Características del terreno en relación con los trabajos que se van a desarrollar, tales como: talud natural, capacidad portante, nivel freático, contenido de humedad, posibilidad de filtraciones, estratificaciones, alteraciones anteriores del terreno, etc.
- Proximidad de edificaciones y características de sus cimentaciones, así como posibles sobrecargas en las proximidades de las paredes de la excavación.
- Existencia de fuentes de vibraciones, (carreteras, fábricas, etc.).
- Existencia o proximidad a instalaciones y conducciones de agua, gas, electricidad y alcantarillado.
- Dada la naturaleza de estos trabajos, será imprescindible la existencia al frente de ellos de un técnico responsable.

Reconocimiento del terreno

Para conocer el terreno será necesario realizar un estudio de mecánica de suelos, que nos dé información sobre el tipo de terreno con que nos vamos a encontrar y su comportamiento, para disponer de antemano de una serie de cálculos y medios con los que podamos atacar el trabajo con riesgos ya controlados.

Además, el técnico, con su experiencia, y recabando información de la zona o de personas que conozcan los posibles cambios realizados, (rellenos, cauces, etc.) puede alcanzar a conocer el tipo de terreno que va a encontrar.

Factores que intervienen en la estabilidad de los terrenos

Cuando iniciamos una excavación, estamos rompiendo el equilibrio que existe

entre un sistema, a veces muy complejo, de fuerzas o tensiones.

Si realizamos la excavación en arena seca, los granos de las paredes deslizan hacia el fondo y este desplazamiento, se detiene cuando se consigue un cierto ángulo de talud natural. Este ángulo, es independiente de la altura del talud. La arena es un suelo sin cohesión.

Si hacemos la misma operación en una arcilla, podemos obtener una cierta profundidad, con paredes casi verticales. En este caso, podríamos ver que el ángulo de talud natural varía con la altura ya que la arcilla tiene mayor cohesión.

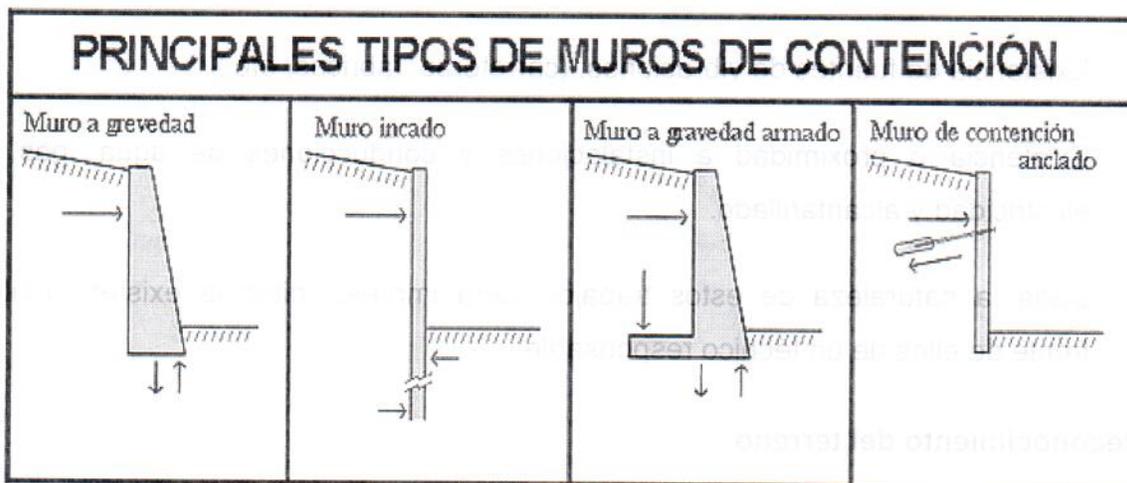


IMAGEN 1

Entre una arena pura y una arcilla plástica, existe una extensa gama de suelos, con diferentes coeficientes de rozamientos y cohesión.

La experiencia, nos muestra que el suelo, tiende siempre a restablecer este equilibrio que estamos rompiendo. En algunos casos, lo hace de inmediato, (caso de la arena), en otros, es más lento y puede durar horas, días, meses e incluso años.

Ángulos de inclinación y pendientes en taludes

A continuación, incluimos una tabla de inclinaciones y pendientes de los taludes que dependen de la naturaleza y contenido en agua del terreno.

Para profundidades inferiores a 1,30 m. en terrenos coherentes y sin sollicitación de vialidades o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén sollicitados, deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

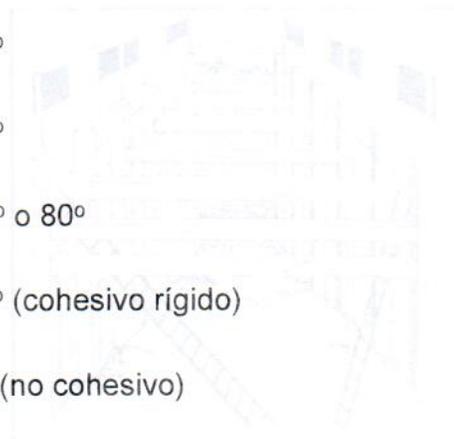
Para profundidades mayores, el adecuado ataluzado de las paredes de excavación, constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla siguiente, (TABLA 1) sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud no mayor de 60° y de la resistencia a compresión simple del terreno.

La altura máxima admisible $H_{\text{máx}}$. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60° y 90° (talud vertical). sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar, podrá determinarse por medio de la TABLA 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0.65 m y contra mesetas no mayores de 1.30 m.

Excavación con talud natural.

Para rocas	90°
Para tepetate duro	80°
Para barro pesado o grava suelta.	70° o 80°
Para arcilla, grava, turba	60° (cohesivo rígido)
Para arena, tierra vegetal.	45° (no cohesivo)



Cuando la profundidad de la excavación es mayor de 3.00 mts. y/o cuando el ángulo de reposo es grande, para asegurar la estabilidad de los terrenos se recomienda hacer la excavación en forma escalonada.

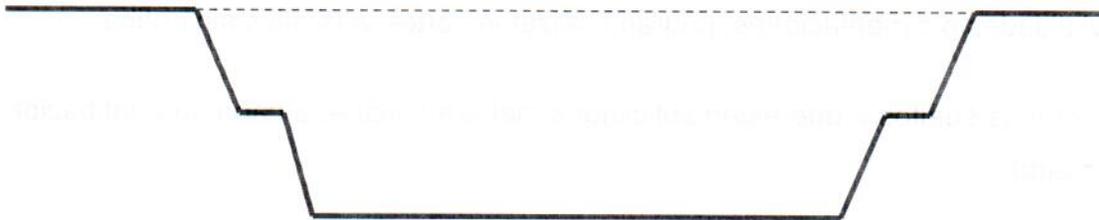
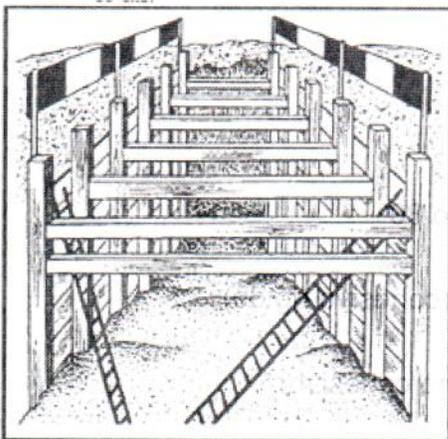


IMAGEN 2 Excavación con talud natural.

Sin embargo, en aquellos casos en que los terrenos de excavación son pequeños y están limitados por edificios vecinos o calles, se recurre al empleo de ademes o ataguías perimetrales que permitirán excavar y construir con seguridad, comodidad y eficiencia. Así mismo se podrá considerar la posibilidad de que el excesivo volumen de tierra, trabajo o costo de la excavación de los taludes y su relleno se sustituyan por el uso de entibaciones.

Estibación horizontal.

Se distingue entre entibaciones horizontales y verticales. Las entibaciones horizontales se realizan colocando horizontalmente y en contacto, elementos de contención, uno debajo de otro, a medida que progresa la excavación.



La estibación con tablas horizontales puede usarse en aquellos tipos de suelo que se puedan excavar en alturas iguales como mínimo al ancho de una tabla, sin que el suelo fluya, se deforme o deslice. La estibación debe asegurarse mediante puntales, troqueles o codales.

IMAGEN 3

Estibación vertical.

Los terrenos muy sueltos, que no se mantienen en una altura igual al ancho de la tabla deben entibarse verticalmente. Con este objeto se hincan verticalmente en el terreno elementos denominados **ataguías** antes de iniciar la excavación.

ATAGUÍAS.

Generalidades.

Las ataguías son elementos que se hincan en el suelo como muros de contención para sostener los terrenos colindantes al hacer una excavación, o bien para disminuir la transmisión de presiones a los terrenos colindantes, lo mismo que para contener las aguas freáticas.

El procedimiento consiste en crear un recinto cerrado impermeable en cuyo interior se desarrollan posteriormente todos los trabajos sin temor a deslizamientos. De acuerdo con el material con que están hechos pueden ser de:

A) Madera troncos o pilotes de madera, tablones, polines etc. (no recuperables)

B) Concreto armado, pilotes de concreto, losas y canales. (no recuperable).

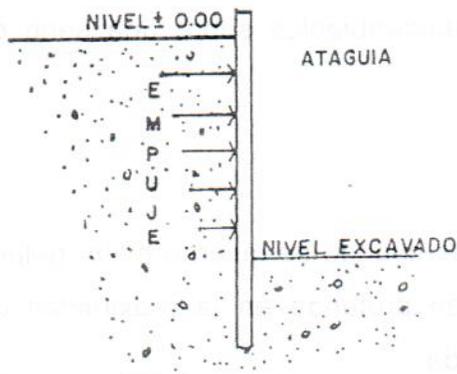


Fig. Ataguía trabajando como voladizo (en cantilever).

IMAGEN 4

C) Metálicas, viguetas, canales y planchas metálicas (recuperables).

D) Mixtas, la condición principal de estos elementos es la de tener todas sus piezas perfectamente ligadas o cuatrapeadas a fin de obtener un trabajo en conjunto, cualquiera que sea el tipo de unión de los materiales.

(recuperables)

Las ataguías se hincan perimetralmente al terreno por medio de martinete, previo a la excavación, estas trabajan en cantiliver, empotrándolas en el terreno por debajo del nivel de desplante de la cimentación.

TROQUELES, ACODALAMIENTOS Y TENSORES.

Dado su trabajo en cantiliver y para evitar espesores muy grandes y armados costosos, cuando la excavación es muy profunda se aconseja el uso de troqueles o acodalamiento en la parte superior, que atraviesan la zona excavada en ambos sentidos formando una red que se puede sujetar en cada cruce impidiendo su flambeo. Con los troqueles y acodalamiento se evita el uso de puntales, arrastres y cuñas, sobre el terreno de trabajo que obstaculizan o limitan el progreso de la cimentación.

Acodalamiento.

Cuando el claro del terreno no sea muy grande (10 o 15 mts.) el acodalamiento puede hacerse por medio de armaduras de madera de cuerdas paralelas, unidas con pernos y tuercas, en los cuales ambas cuerdas trabajan a compresión, estas se colocan a base de golpe, acuñándolas contra las paredes de ataguías, para evitar su flambeo se pueden contra ventear por medio de tirantes.

Los acodalamientos metálicos tienen la ventaja de variar su longitud con facilidad ya que estos son sistemas a base de tubos o perfiles que aumentan o disminuyen su longitud mediante pasadores o pernos intercambiables sobre una serie de perforaciones.

Troqueles metálicos.

Los troqueles metálicos resultan imprescindibles cuando se quieren evitar golpes y vibraciones como en el caso de excavación profunda en la proximidad de edificios o para sujetar una estibación desplazada.

Los troqueles pueden ser telescópicos o de ajuste primario mediante pasadores o pernos y regulación fina con tornillo, lo que los hace muy versátiles en su capacidad de alargamiento. Los más comunes son a base de tubos desde 10 cm.

Hasta 50 cm. De diámetro y cuando se instalan en ambos sentidos se pueden colocar abrazaderas en los cruces para contrarrestar el flambéo.

Anclajes con tensores.

Se usan frecuentemente cuando las excavaciones son profundas y anchas. Cuando las paredes opuestas de una excavación distan entre si más de 15 mts. Y se dispone de terreno perimetral a la excavación más o menos estable. Las ataguías se sujetan en la parte superior con cables, llevando al otro extremo del cable hasta anclas de acero colocadas fuera de ángulo natural de reposo del terreno, que no sea susceptible de desprendimientos y dejándose enterrados, con el objeto de que no estorben en el tráfico de la obra. Este sistema nos permite mayor libertad de trabajo ya que no obstaculiza la excavación.

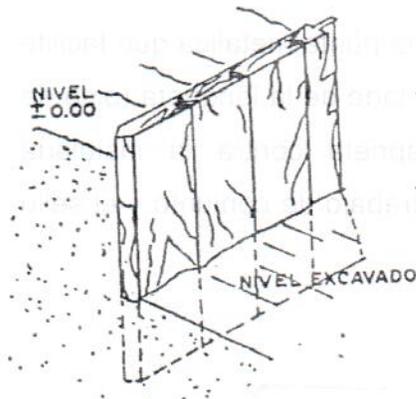
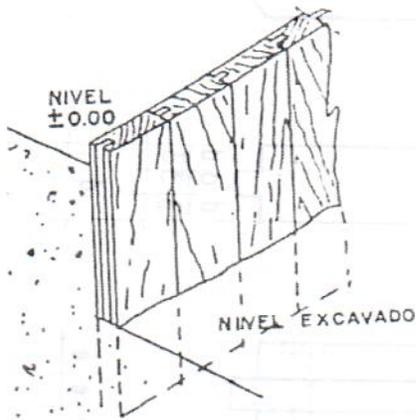


Tabla estacados de madera.

Las tabla-estacas permiten un cerramiento notablemente impermeable, lo que las hace apropiadas para terrenos con problemas de aguas freáticas, siendo su ancho normal de 25 cm. y su máxima longitud recomendable de 8.00 mts. y su espesor de 6 a 16 cm.

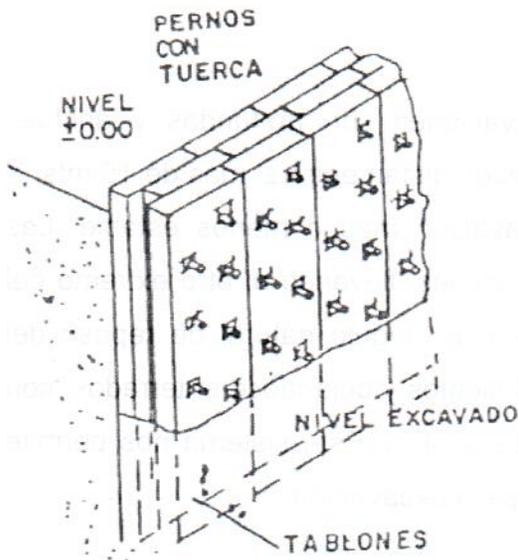


La madera más adecuada es la de pino resinoso y la de oyamel, por su resistencia y bajo costo. La madera seca debe sumergirse en agua, 2 días antes de su hincado ya que, si no se agrietan fácilmente, o se alabean al hincharse la madera después de colocados.

IMAGEN 5

Para ataguías cortas (2 mts.) se recomienda un espesor de 6 cm. aumentando 2 cm. por cada metro adicional. Una regla práctica indica que para tabla-estacas

largas, el espesor de la tabla en centímetros será el doble de la longitud expresada en metros (por ejemplo: Long. = 8.00m, Espesor = 16 cm.)

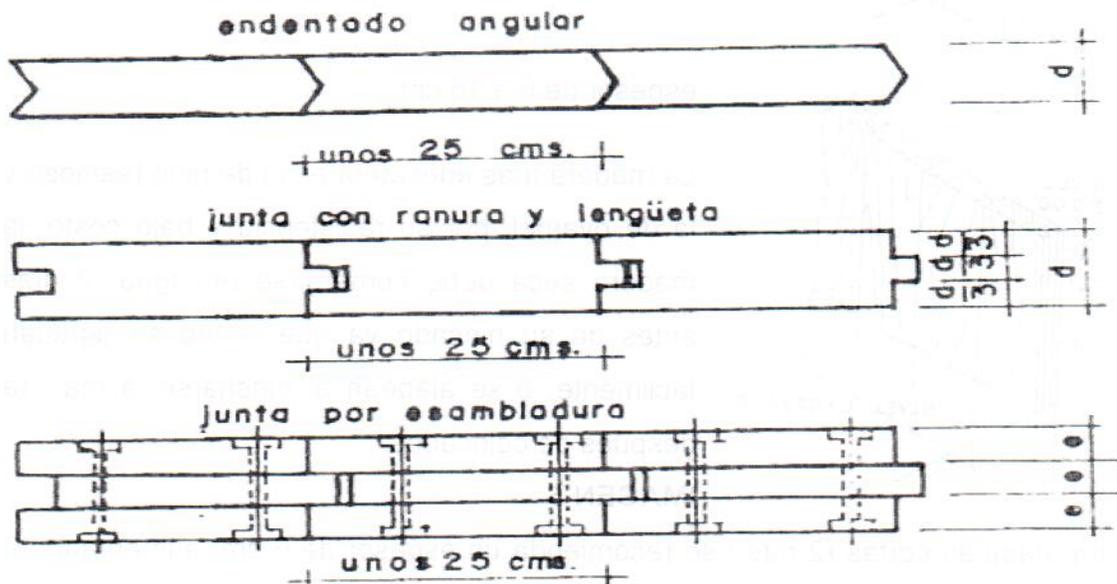


Las ataguías pueden estar compuestas por medio de tabloncillos ensamblados en forma de ranura y lengüeta (machinbrado), o en forma de cuña para longitudes y empujes no muy fuertes, o si son muy fuertes lo mejor es usar tres tabloncillos unidos con pernos y colocadas en forma de obtener un machinbre entre uno y otro.

IMAGEN 6

El extremo hincado en el terreno estará provisto de una punta metálica que facilite la penetración, la punta va recortada en ángulo por el lado de la lengüeta (pico de flauta) de modo que, al hincarse, la fuerza y aprieta contra la instalada previamente, obligando el ensamble y por lo tanto el trabajo de conjunto y el sello perfecto.

IMAGEN 7



Ataguías con pilotes de madera.

Otro sistema de ataguías muy usado consiste en hincar pilotes comunes de madera de una sola pieza en longitudes recomendables no mayores a 12 mts. clavados con martinete y un espaciamiento de un metro centro a centro, conforme se va excavando, se clavarán tablonces a los pilotes, formando una pared que sirva como cimbra para colar el muro de colindancia de los sótanos.

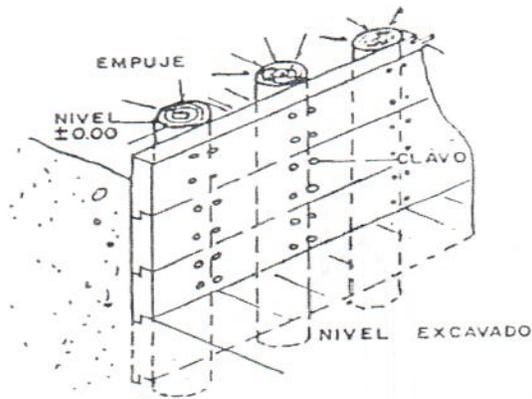


IMAGEN 8

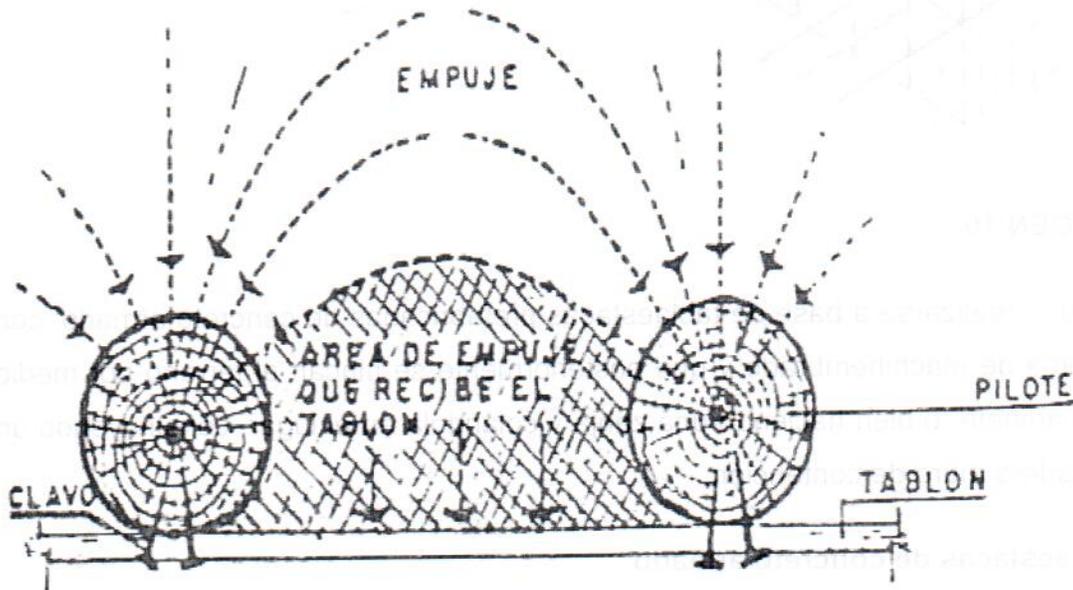


IMAGEN 9

Dado que el empuje mayor del terreno lo reciben los pilotes, hace que la presión que reciban los tablonces sea muy pequeña y funcionen bien, aunque estén clavados por la parte externa.

Ataguías de concreto armado

Son las más usadas en México, debido a la adaptabilidad y nobleza de sus materiales y al bajo control de calidad en la madera, así como el alto costo de las de acero.

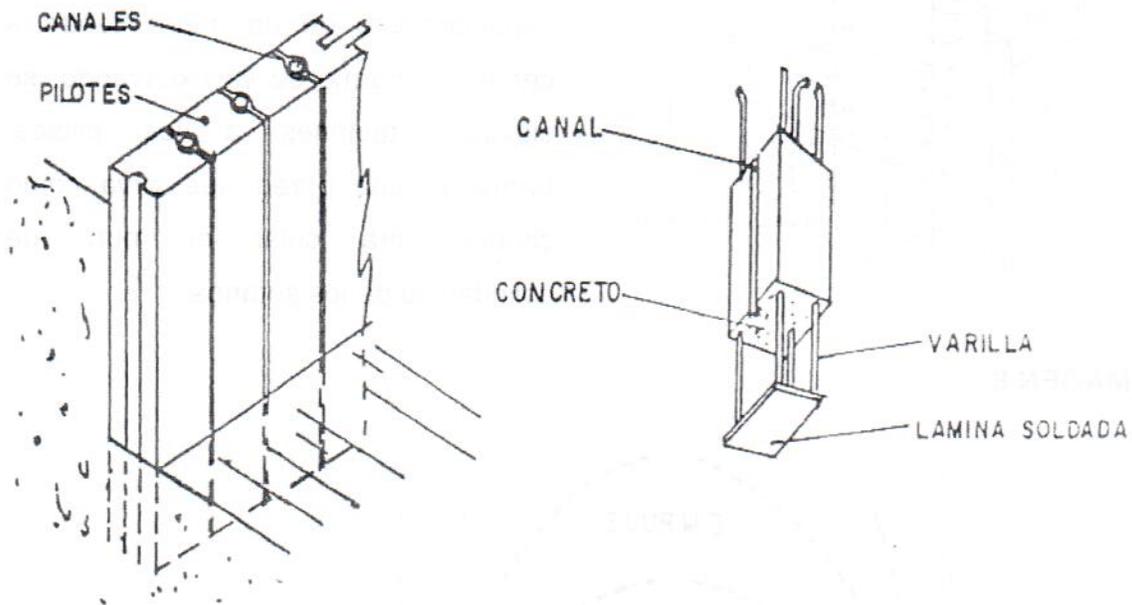


IMAGEN 10

Pueden realizarse a base de tablaestacas prefabricadas de concreto armado, con sistema de machihembrado y que posteriormente se hincan al terreno por medio de martinete, o bien haciendo una zanja y colándola en el lugar, constituyendo un verdadero muro de contención.

Tablaestacas de concreto armado.

Cuando no existen las condiciones para el uso de tablaestacas de madera se pueden usar con grandes ventajas las tablaestacas de concreto armado ya que en estas se pueden prefijar las características del concreto, su espesor, longitud y armado, acordes a cada tipo de terreno y a la profundidad de la excavación, pero

solo será efectiva si se asegura la impermeabilidad de cerramiento y la hinca sin que produzcan roturas:

Las tablaestacas de concreto armado deben fabricarse con un concreto resistente y compacto, debiendo exigirse $f'c > 350 \text{ Kg./cm}^2$. el espesor mínimo será de 12 cm., no debiendo pasar de los 40 cm. para no aumentar demasiado el peso y dificultar su hinca con la oposición del terreno. El ancho normal de las tablaestacas es de 50 a 60 cm. y su longitud llega hasta 15 mts y excepcionalmente hasta 20 mts.

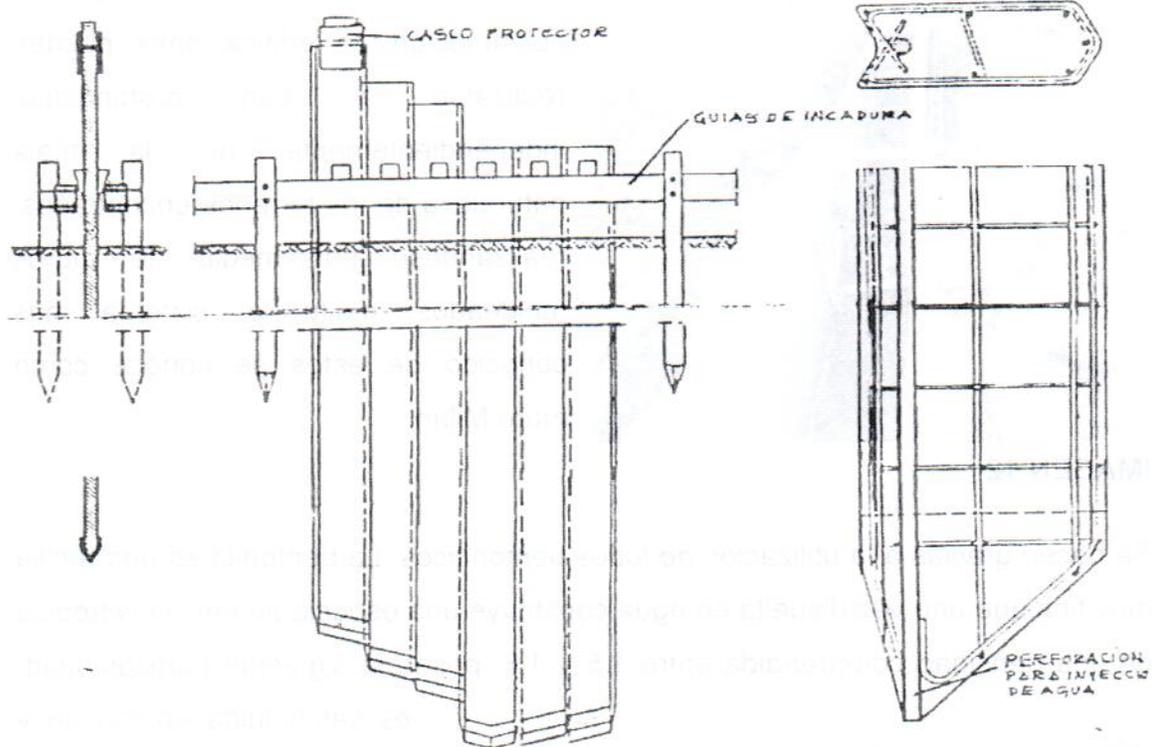


IMAGEN 11

Cuando se tienen que instalar en terrenos que dificulten su hinca, como arenas finas y suelos limosos, se prevé una perforación longitudinal en la tablaestaca para inyectar agua a presión y facilitar el hincado. Si se instalan con martinete debe colocarse un casco de hincadura que evite el deterioro de la cabeza y reparta el golpe de la manera más uniforme posible.

Las uniones de sello vertical se pueden hacer en forma de cuña o ranura y lengüeta. Cuando se prevé gran afluencia de agua al terreno y se busca un cierre impermeable, la ranura corre a todo lo largo de la tablaestaca, pero la lengüeta solo tendrá una longitud 1.50 mts. a partir de la punta, continuando también con una ranura. La lengüeta que encaja en la ranura sirve para guiar a la punta de la tablaestaca, y en la parte superior se obtiene una doble ranura que se rellena con mortero bituminoso y gravilla para conseguir una impermeabilidad elástica.

Recintos moldeados de concreto armado.

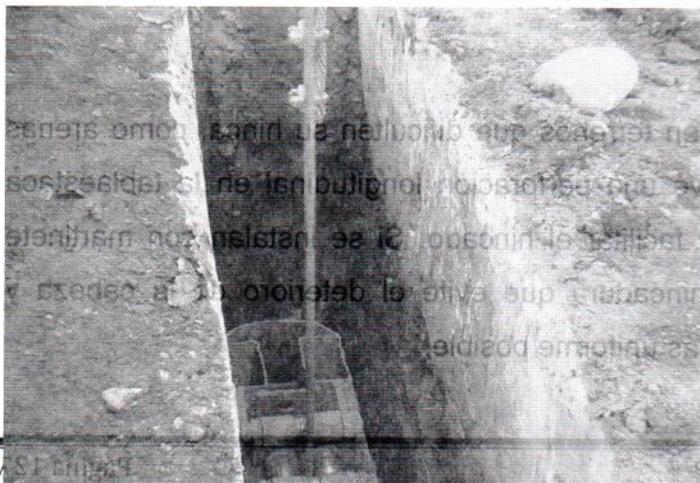
Los trabajos para las cimentaciones y sus excavaciones con vistas a la



construcción de edificaciones pueden realizarse a gran profundidad, independientemente de la mala naturaleza de los terrenos encontrados, realizándose por medio de muros moldeados in-situ, el sistema más conocido de estos se conoce como muro Milán.

IMAGEN 12

Se hacen gracias a la utilización de lodos bentoníticos. La bentonita es una arcilla muy fina que una vez disuelta en agua constituye una especie de barro toxiotrópico de una densidad comprendida entre 1.5 y 1.8, posee la siguiente particularidad,



es semilíquida en reposo y líquida cuando está en movimiento. Este barro introducido en la excavación a medida que van avanzando los trabajos, apuntala las paredes de las

zanjas, sustituyendo de ese modo el efecto de las tierras

IMAGEN 13

extraídas. Por otro lado, se opone a la llegada de las aguas y combate las grietas naturales del terreno gracias al sedimento que forma.

Procedimiento constructivo

La primera operación consiste en construir dentro del suelo dos muretes paralelos, con una separación igual al espesor de la futura pared. La altura de estos varía de 50 cm. Hasta 1.50 metros y servirán como guía a las maquinas que realizan la excavación, además de constituir el depósito de la bentonita.

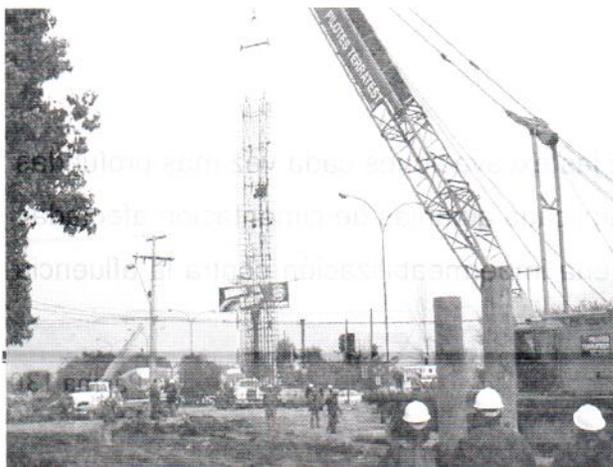
La excavación se realiza gracias al empleo de las herramientas de perforación y a las excavadoras de cucharón de almeja, siendo posible hacer perforaciones o excavaciones de más de 40 metros de profundidad en los anchos requeridos, generalmente de 40 a 100 cm.; para ello basta montar la maquinaria sobre ruedas



y hacerla excavar, el ancho de la herramienta corresponde al ancho de la zanja, se construyen generalmente mediante tableros alternados de 2.50, 5.00, y 7.50 metros de ancho; su profundidad depende del problema en cuestión.

IMAGEN 14

Una vez excavado un tablero se procede a cimbrar los extremos de la zanja con tubo ligeramente menor al ancho de la excavación. Estos tubos se retiran



después del fraguado inicial del colado y se procede a excavar los tableros intermedios la forma obtenida mediante el tubo de cimbra produce una unión perfecta

en machihembrado formando una pared perfecta colada en sitio.

IMAGEN 15

Generalmente se refuerzan con parrillas de acero armadas a pie de obra, que se introducen por medio de plumas o grúas. Los armados se separan de los paramentos y se anclan para que el concreto recubra perfectamente y no lo desplace hacia la superficie. Se cuelan con tubos tremie.



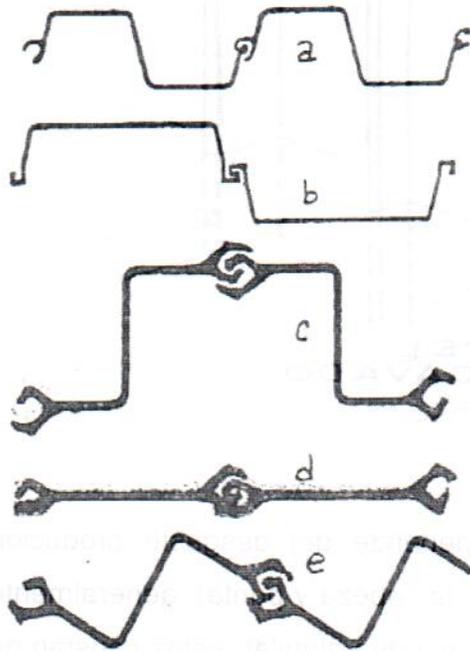
IMAGEN 16

ATAGUÍAS DE FIERRO

Estas surgieron como consecuencia de las excavaciones cada vez más profundas y la evolución de la entibación vertical aplicada a zanjas de cimentación afectadas por aguas subterráneas, exigía una buena impermeabilización contra la afluencia de agua y deslavado del terreno.

Tablaestacados metálicos

Comparados con las de madera o concreto, las de acero poseen las siguientes ventajas:



- a) Tablas ligeras "Terre Rouges"
- b) Tablas ligeras "Larsen"
- c) Tablas "Rombas Z"
- d) Tablas "Lackawanna"
- e) Otro ensamble del tipo "Rombas"

IMAGEN 17

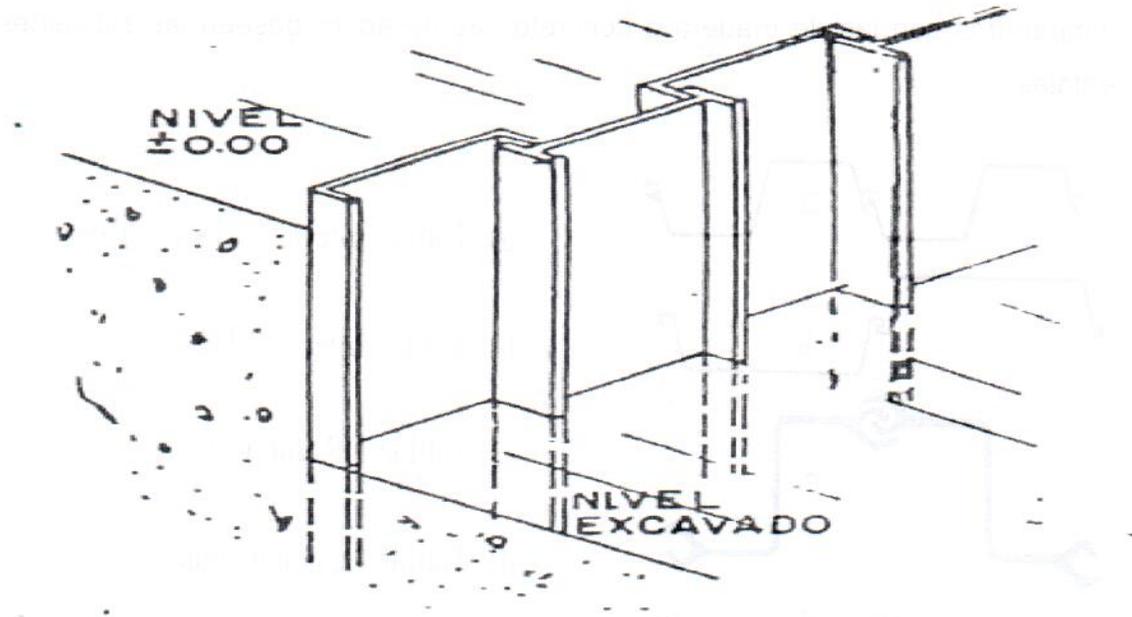
1 A causa de su menor sección se hincan más fácilmente, originando menores vibraciones en el terreno y pudiendo instalarse por lo mismo en la colindancia de otras construcciones.

2 Se pueden extraer sin temor de una eventual deformación del terreno y se pueden utilizar muchas veces reduciendo su costo por obra.

3 Debido a su elevada resistencia no se dañan fácilmente al hincarlas en suelos granulares gruesos, e incluso atraviesan las antiguas mamposterías y rocas blandas.

4 Su ensamble es en general muy impermeable; sus juntas solo fallaran ante obstáculos muy importantes.

IMAGEN18



La duración de las tablaestacas metálicas depende del desgaste producido durante su hincado y la extracción (deterioro de la cabeza y punta), generalmente las tablaestacas metálicas son patentes que se pueden alquilar, estas constan de tableros a base de perfiles laminados cuyos anchos están comprendidos entre 20 y 50 cm. y una longitud máxima de 25 metros, para lograr un espesor económico, se diseñan con dobleces que las hagan más rígidas y resistentes a los empujes del terreno.

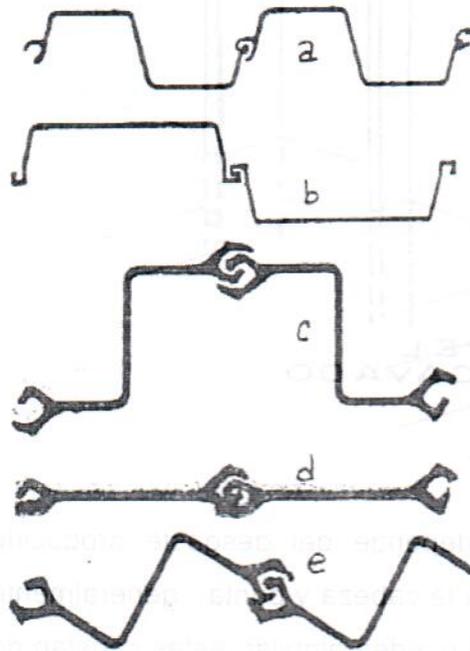
En las uniones a base de garras abiertas se les coloca un pasador metálico durante la hinca para evitar que el terreno las obture dificultando la hinca de la siguiente tablaestaca.

Ataguías a base de perfiles estructurales

Las ataguías metálicas más comunes en nuestro país se realizan a base de perfiles estructurales comerciales siendo los más usados los canales y las secciones "i" y, de 8", 10" y 12". Estas se pueden hacer usando solo canales,

Tablaestacados metálicos

Comparados con las de madera o concreto, las de acero poseen las siguientes ventajas:



- a) Tablas ligeras "Terre Rouges"
- b) Tablas ligeras "Larsen"
- c) Tablas "Rombas Z"
- d) Tablas "Lackawanna"
- e) Otro ensamble del tipo "Rombas"

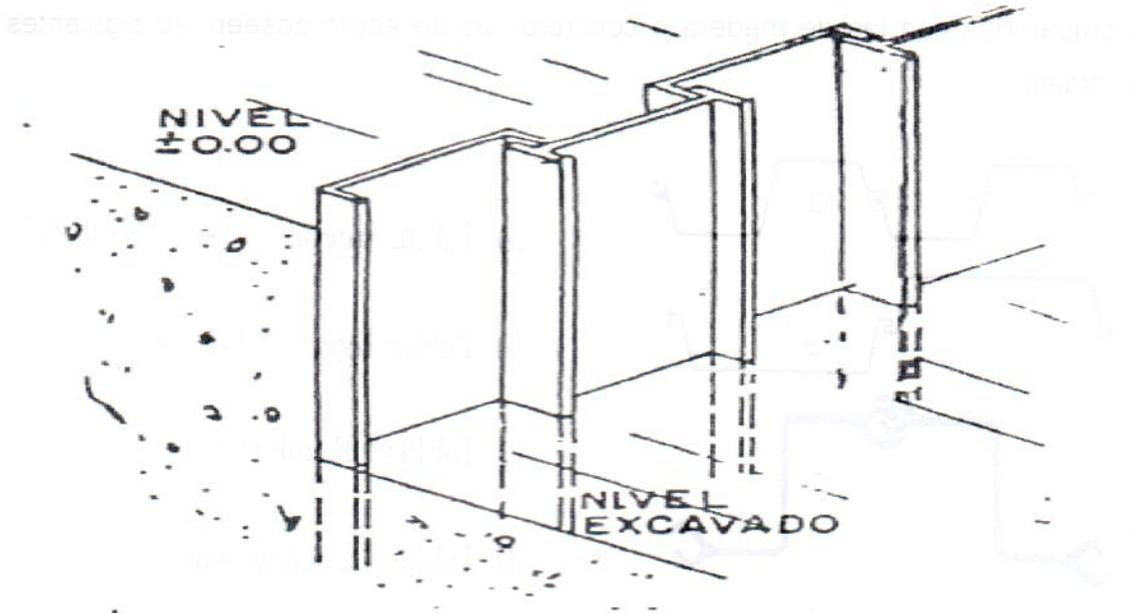
IMAGEN 17

1 A causa de su menor sección se hincan más fácilmente, originando menores vibraciones en el terreno y pudiendo instalarse por lo mismo en la colindancia de otras construcciones.

2 Se pueden extraer sin temor de una eventual deformación del terreno y se pueden utilizar muchas veces reduciendo su costo por obra.

3 Debido a su elevada resistencia no se dañan fácilmente al hincarlas en suelos granulares gruesos, e incluso atraviesan las antiguas mamposterías y rocas blandas.

4 Su ensamble es en general muy impermeable; sus juntas solo fallaran ante obstáculos muy importantes.

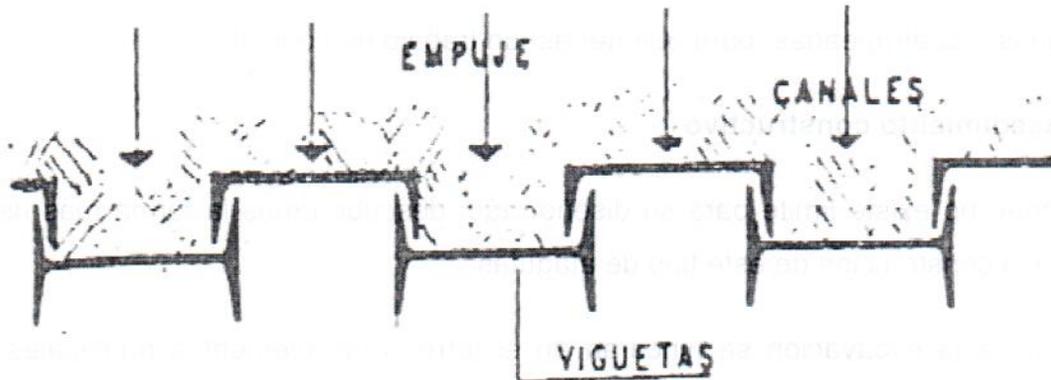


La duración de las tablaestacas metálicas depende del desgaste producido durante su hincado y la extracción (deterioro de la cabeza y punta). generalmente las tablaestacas metálicas son patentes que se pueden alquilar, estas constan de tableros a base de perfiles laminados cuyos anchos están comprendidos entre 20 y 50 cm. y una longitud máxima de 25 metros, para lograr un espesor económico, se diseñan con dobleces que las hagan más rígidas y resistentes a los empujes del terreno.

En las uniones a base de garras abiertas se les coloca un pasador metálico durante la hinca para evitar que el terreno las obture dificultando la hinca de la siguiente tablaestaca.

Ataguías a base de perfiles estructurales

Las ataguías metálicas más comunes en nuestro país se realizan a base de perfiles estructurales comerciales siendo los más usados los canales y las secciones "i" y, de 8", 10" y 12". Estas se pueden hacer usando solo canales,



ATAGUIAS DE FIERRO CON PERFILES LAMINADOS

IMAGEN 19

alternando su posición (vista anterior y posterior) y enganchando sus patines para un trabajo de conjunto, también se puede realizar alternando una pieza de sección "i" con un canal o usar exclusivamente secciones "i". (ver figuras).

ATAGUÍAS MIXTAS

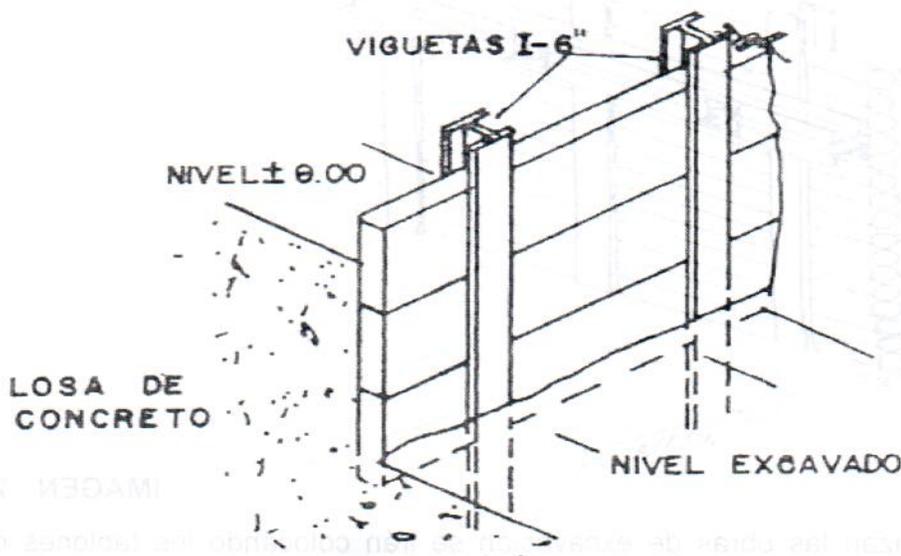


IMAGEN 20

Como su nombre lo indica estas se realizan combinando en su construcción al

menos dos materiales distintos; concreto-acero, acero-madera, concreto-madera, teniendo como condición principal la de tener todas sus piezas perfectamente ligadas o cuatraperdas, para obtener así un trabajo de conjunto.

Procedimiento constructivo

Aunque no existe límite para su diseño, aquí descubriremos la forma más usual para la construcción de este tipo de ataguías.

Previo a la excavación se hincarán en el terreno los elementos principales de contención como pilotes de acero o concreto, usualmente de sección "H", a distancias de 1.50 a 2.50 metros y con el alma perpendicular al paramento de la excavación.

La profundidad de empotramiento bajo el fondo de la excavación se determina por condiciones estáticas, aunque nunca debe ser a 1.00 mts. (generalmente de 1.50 a 3.00 mts.).

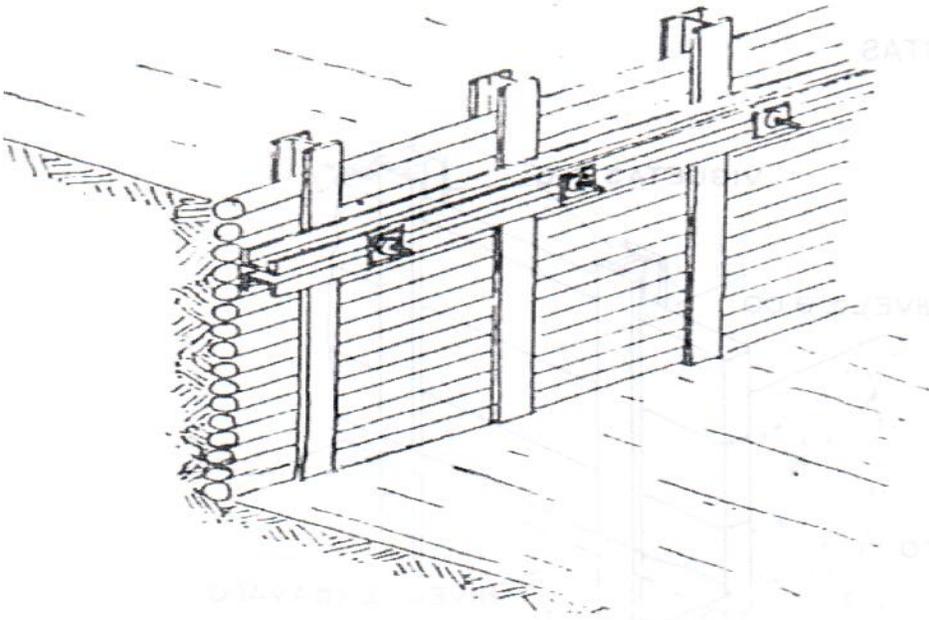


IMAGEN 21

Conforme avanzan las obras de excavación se irán colocando los tabloncillos de

madera o losas prefabricadas de concreto, en secciones que varían según el empuje del terreno entre 5 y 10 cm.

La sujeción de los tablonos horizontales a los perfiles puede hacerse de dos formas:

1 Se excava normalmente el material situado de tras del patín exterior en un espesor igual al de los tablonos los cuales cortados con la longitud exacta se introducen descendiendo entre el terreno y el patín exterior, fijándose provisionalmente mediante cuñas. Esto se ira repitiendo conforme avanza la excavación haciendo descender paulatinamente los tablonos. El patín exterior debe recubrirse con una chapa con el objeto de recuperar los perfiles después de colar los muros de carga.

2 Los tablonos se sujetan a los perfiles estructurales mediante grapas o abrazaderas, que se enganchan en el patín exterior, apretándolas contra el perfil mediante barrotes de madera o metálicos.

Los tablonos horizontales se pueden sustituir por postes de sección circular de madera o concreto.

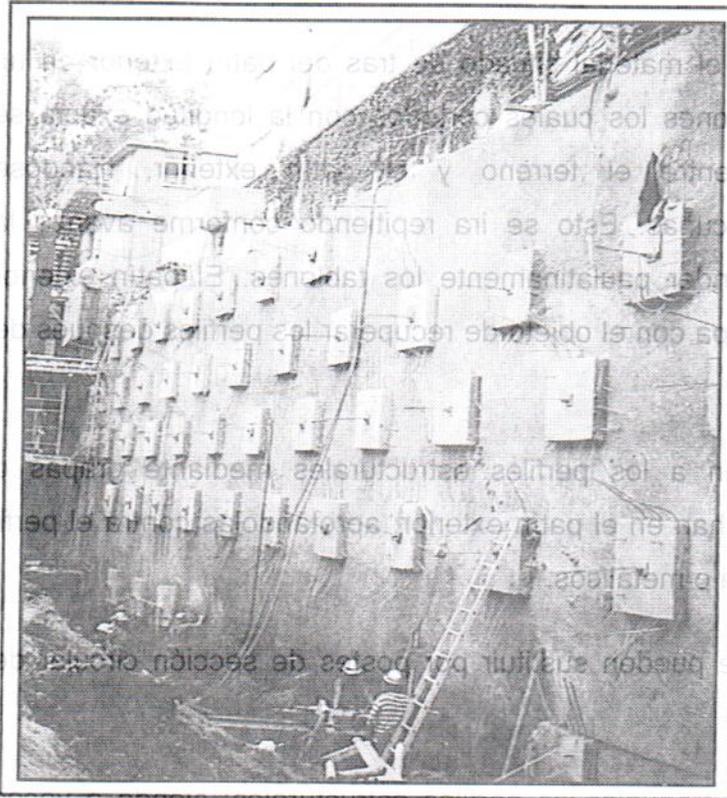
En general no es necesario troquelar los perfiles estructurales; siendo a veces más importante su rigidización, bastando con el empotramiento adecuado de los perfiles.

Estas ataguías no son adecuadas para terrenos bajo el nivel de aguas friáticas.

CONTENCIÓN MEDIANTE MUROS CON ANCLAJE POSTENSADO

Para excavaciones sobre los niveles friáticos y grandes profundidades o para contenciones permanentes (cuando queda un espacio entre el terreno excavado y el edificio) resulta antieconómico dimensionar una estibación de modo que resista por su empotramiento al terreno únicamente (trabajando en cantiliver).

Por el contrario, anclando el revestimiento en el terreno adyacente, la zanja queda completamente libre introduciendo varias filas de anclajes durante el transcurso de la excavación, puede alcanzarse sin ningún impedimento prácticamente cualquier profundidad respaldada por un cálculo estático.



Edificio "Rubén Darío", Chapultepec, México, D.F.



El especialista determina en función de las circunstancias locales, el número y la longitud de los anclajes necesarios para contrarrestar de modo seguro la presión del terreno adyacente, así como impedir la rotura de este en taludes o desniveles bruscos.

IMAGEN 22

Se distingue entre los llamados anclajes de inyección de aplicación transitoria y los de aplicación permanente (pilotes de anclaje), que deben poseer ante todo una notable seguridad contra la corrosión. Para esfuerzos de corta duración y longitudes de anclaje hasta de más de 20 mts. Se utilizan cables tensores flexibles de acero.

IMAGEN 23

La longitud de anclaje exigida por el cálculo estático se perfora o hinca previamente, según la clase de terreno, pero siempre entubando el taladro. Tras introducir los cables tensores y empalmar el tornillo tensor al extremo saliente de la entubación, se inyecta lechada de cemento en el taladro y se tira lentamente del tubo hasta que todo el trayecto portante de anclaje (de 4 a 6 mts. De cable) queda íntegramente inmerso en el terreno unido por el cemento.

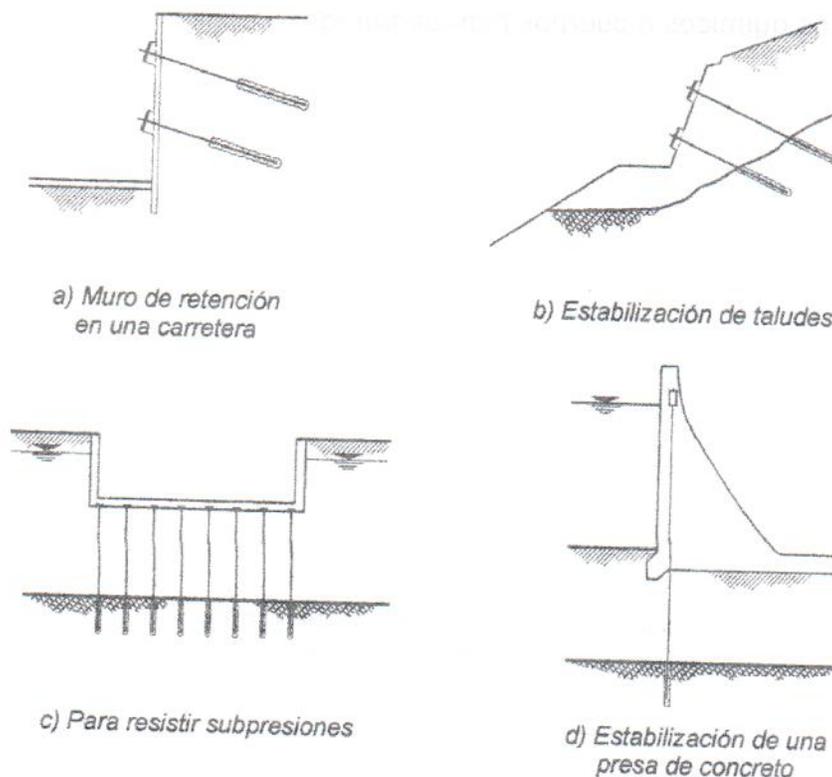


Fig. 5.1, Algunas aplicaciones de anclas y sistemas de anclaje

IMAGEN 24

Tras unos cinco días de fraguado se efectúa hidráulicamente el tensado de los cables. Los esfuerzos que ello determina en las cabezas de anclaje (hasta más de 50 toneladas) son transmitidos directamente, a través de placas o bandas de refuerzo a la estructura de estabilización y al terreno que debe sostenerse.

PANTALLAS DE ESTANQUEIDAD MEDIANTE INYECCIONES

Estos órganos de estanqueidad se obtienen llenando los intersticios del terreno con un producto que fragüe progresivamente de modo que contenga el agua sin ser arrastrado por ella. Este producto llamado mortero de inyección, contiene algunos de los productos siguientes, o algunas de sus mezclas: cemento, arcilla, arena fina, productos químicos o cuerpos hidrocarbureados.

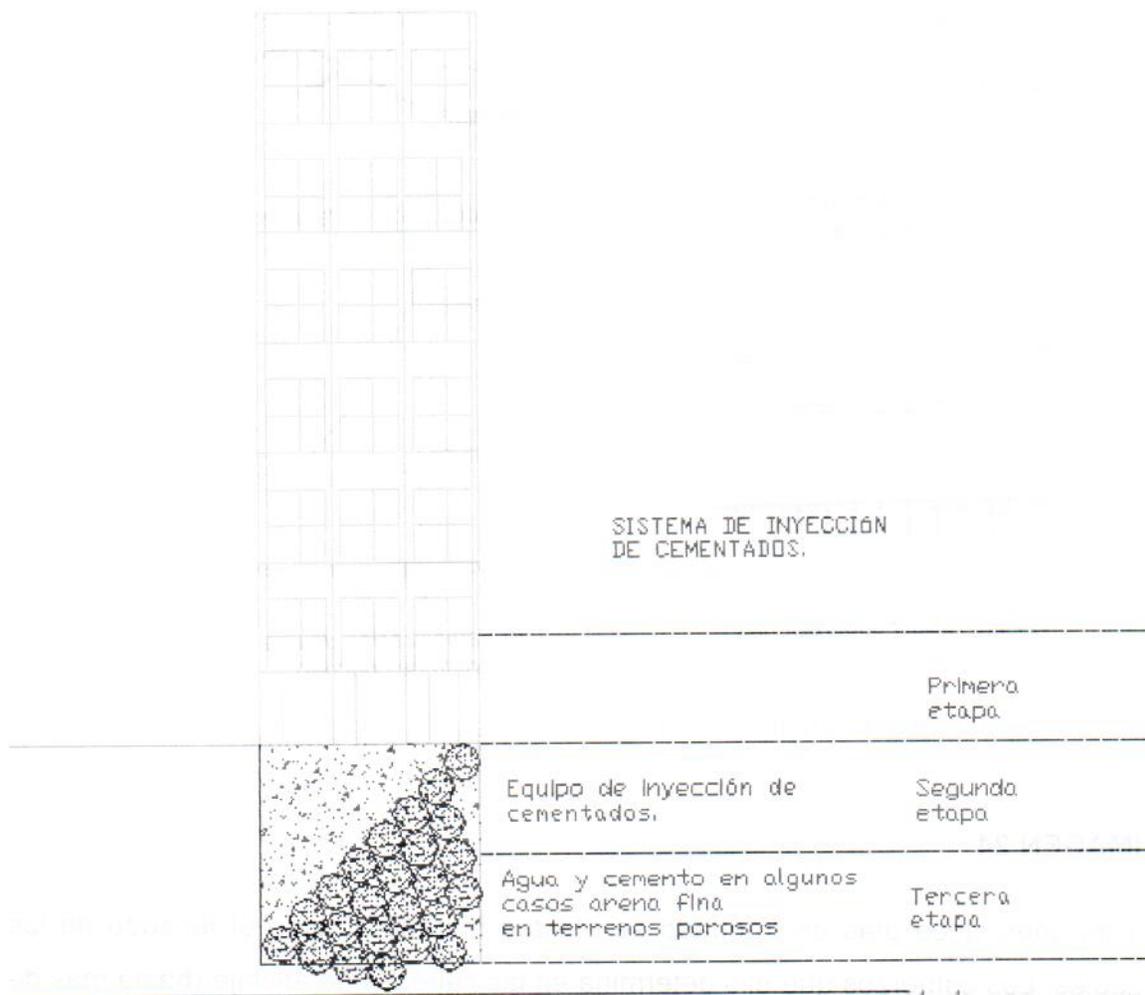


IMAGEN 25

Teóricamente, el mortero se reparte uniformemente al rededor del sitio de inyección, pero el radio de acción no es ni mucho menos ilimitado, depende del estado del terreno, de la presión de inyección, de la naturaleza del mortero, etc. Por lo demás incluso admitiendo que la inyección sea perfecta el volumen del mortero inyectado aumenta con su radio de acción.

Existe por consiguiente una distancia de la excavación a partir de la cual el procedimiento ya no es económico. El cálculo de esta distancia máxima es fácilmente accesible por el análisis temático, pero a consecuencia de la heterogeneidad del suelo, es preferible atenerse a las enseñanzas de obras análogas, o a proceder a ensayos "in situ".

La experiencia demuestra que la pantalla debe tener el máximo de espesor posible, por consiguiente, una sola línea de pozos es suficiente. Es preciso hacer al menos dos espaciados de 3 mts. Y los sondeos de cada línea estarán espaciados entre si otros 3 mts. Cualquiera que sea el método adoptado, los niveles inyectados no deben tener más de 30 o 50 cm. De largo.

Algunas veces conviene limitar la cantidad de mortero inyectado por nivel, porque existe el riesgo de producir innovaciones importantes que consumen sin intereses una gran cantidad de producto, por otra parte, la invasión por sí misma no es molesta, por qué forma en el terreno una serie de membranas estancadas que favorecen el resultado final.

ESTABILIZACIÓN TÉRMICA

Existen dos métodos de estabilización térmica, una por calentamiento y otra por congelamiento del terreno y aunque en México han sido poco usados, daremos una breve descripción de los dos sistemas.

Estabilización térmica por calentamiento

Se funda en la observación de como el calor convierte cualquier arcilla en un ladrillo resistente. El calor se aplica al suelo por llama directa provocada en su



superficie o por circulación de gas calentado y suele aplicarse practicando en el suelo dos agujeros inclinados e intercomunicados en una punta en el que se provoca la combustión, el primer agujero acepta el combustible y el segundo permite salir los gases de la combustión, cuya temperatura se controla con la sobre presión, el calentamiento del suelo se efectúa por el paso del aire comprimido a través de sus poros. En cualquiera de los dos métodos la influencia de un punto de calentamiento no se extiende mucho más allá de un par de metros en torno a él.

Congelación artificial del terreno

La técnica de congelación de los terrenos es conocida y aplicada desde hace muchos decenios; los mineros la empleaban ya a principios de siglo XX para la excavación de túneles y pozos en terrenos flojos y bajo el nivel freático. Se trataba seguramente de intervenciones localizadas ejecutadas en medios primitivos.

En Roma por ejemplo este procedimiento, ha sido ensayado con éxito desde 1937 para la restauración y consolidación del Ara Pacis Augustae: la congelación le permitió recuperar importantes partes de ese monumento que había quedado englobada en las cimentaciones del palacio de Almirante en un terreno arcilloso a muchos metros de la capa freática.

Los procedimientos de producción del frío utilizados hasta ahora se diferencian entre sí según el medio que aportan las frigorías del terreno; en cambio tienen en común, salvo algunos detalles, el método por el que se produce el intercambio térmico con el terreno: es decir los grupos de tubos congeladores situados en el terreno, por los que circula el medio refrigerante en estado líquido o gaseoso.

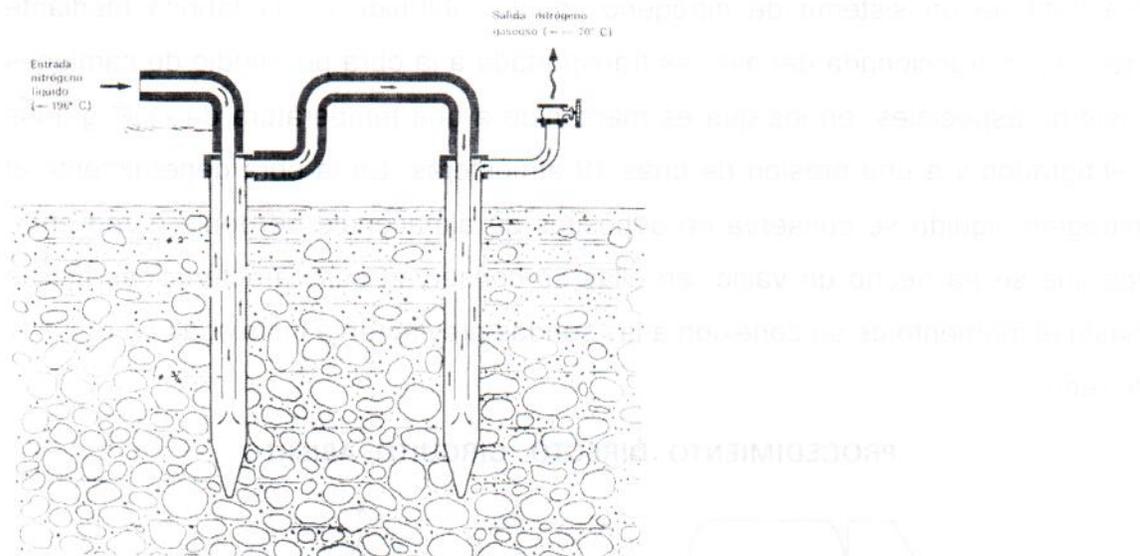


IMAGEN 26 Tubos congeladores

La congelación de las capas saturadas de agua permite realizar un recinto hermético y resistente, evita la conmoción de las tierras consiguiente a la hincada de pilotes o tablaestacas y suprime el uso de los arrostramientos interiores.

El procedimiento de congelación de las capas mojadas o saturadas de agua, en la profundidad que vaya a atravesar, permite consolidar los terrenos por medio de un muro en cuyo interior el hielo desempeña el papel de aglomerante.

Este sistema ofrece la ventaja de suprimir la trepidación y la conmoción provocadas por golpeo (empleado en otros sistemas), permiten alcanzar profundidades considerables. La forma del recinto visto en planta, debe aproximarse a la de una corona a fin de ofrecer una mejor resistencia y evitar el empleo de arrostramientos o entibaciones internas, la pared es rigurosamente impermeable y cierra herméticamente.

Procedimientos

1. Procedimiento directo (circuito abierto)

Se trata de un sistema de nitrógeno líquido, obtenido en la fábrica mediante destilación fraccionada del aire, es transportada a la obra por medio de camiones cisterna especiales, en los que es mantenido a una temperatura de -196 grados centígrados y a una presión de unas 10 atmósferas. En la obra generalmente el nitrógeno líquido se conserva en depósitos de almacenaje de doble pared entre los que se ha hecho un vacío, en ellas se conservan sus características físicas hasta el momento de su conexión a las sondas previamente instaladas en el terreno

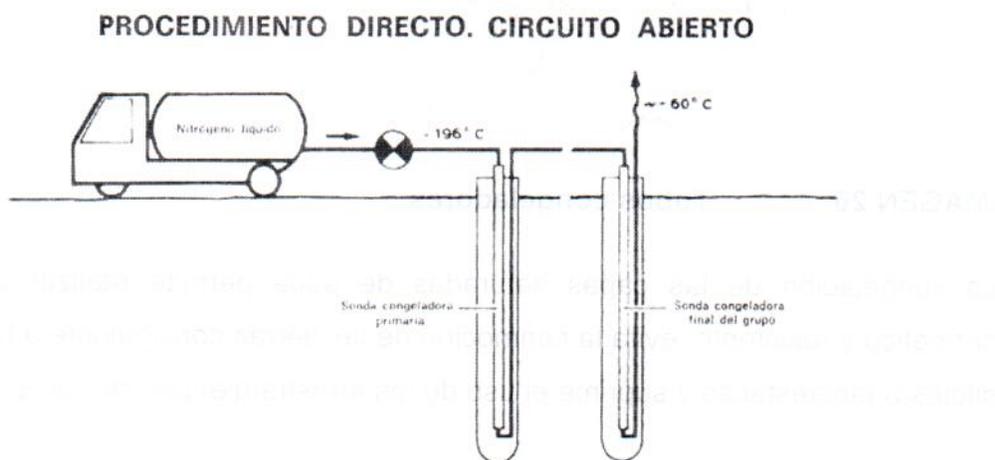


IMAGEN 27 Esquema del procedimiento “Nitrógeno”

Deseo subrayar dos aspectos importantes a tomar en la elección del sistema:

1.- la gran potencia de aportación del frigorífico al terreno que permite constituir rápidamente una pantalla continua de terreno congelado 30 o 40 horas y afrontar situaciones difíciles, por ejemplo, las presencias de corriente de agua a condición de que esta corriente no sea demasiado grande.

Durante el cambio de estado térmico llamado sock se tiene una aportación de frigorías de 60% de la cantidad total, el punto de sock cambia de posición durante el curso de congelación: se va desplazando desde la primera sonda de una serie hasta la última. Cuando se forma la pantalla se ve salir el nitrógeno en ese momento se detiene el procedimiento.

2.- la sencillez extrema de la instalación. Es muy fácil equilibrar el circuito o bien equilibrara las pérdidas de carga en las entradas de cada grupo de sondas.

No son necesarios dispositivos especiales; eventualmente puede introducirse el nitrógeno en las sondas tomándolo directamente del camión sin ayuda de bomba alguna. La operación es proporcionada por una pequeña cantidad de nitrógeno que se hace vaporizar en un serpentín del camión.

2. Procedimiento directo (circuito cerrado)

El fluido frigorífico en estado líquido se haya puesto directamente en las sondas congeladoras. La central frigorífica está constituida simplemente por un congelador y un condensador. La vaporización se efectúa en las mismas sondas como en el caso del nitrógeno; el fluido en estado gaseoso es recuperado y devuelto a la central frigorífica.

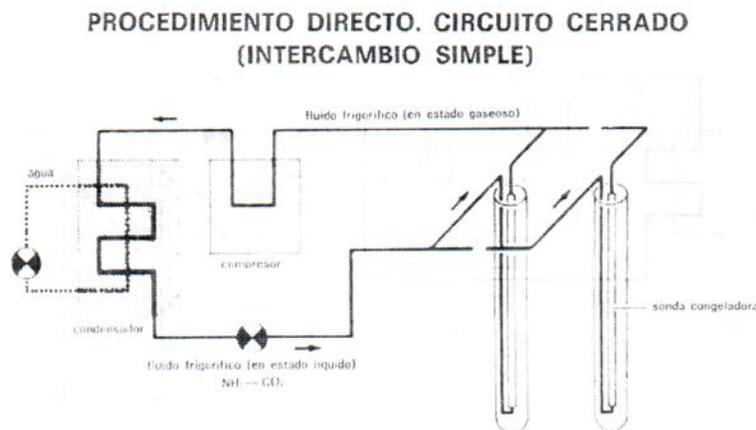


IMAGEN 28 Esquema del procedimiento de intercambio simple

En este procedimiento que no es muy utilizado y que, en cierto modo, es la síntesis de los dos procedimientos ya descritos, el fluido frigorífico en estado líquido se halla puesto directamente en las sondas congeladoras y sala de una central frigorífica constituida simplemente por un compresor y un condensador. El intercambio térmico frente al terreno es muy eficaz que en el caso de la salmuera

porque a las frigorías transmitidas por el líquido que tiene una temperatura más baja que la salmuera se suman a las frigorías originadas por el calor de vaporización.

Este procedimiento, sin embargo, requiere instalaciones muy complicadas y es muy difícil de regular. Se tienen noticias de recientes aplicaciones en Rusia.

3. Procedimiento indirecto (circuito cerrado)

La fuente de frío está constituida por un circuito frigorífico por medio de compresores y de condensadores, el fluido frigorífico que tiene un punto de ebullición muy bajo es llevado al estado líquido, en el interior del evaporador, el fluido frigorífico pasa al estado gaseoso tomando su calor de ebullición de la salmuera, que tiene aquí el primer intercambio térmico.

PROCEDIMIENTO INDIRECTO. CIRCUITO CERRADO (DOBLE CAMBIO)

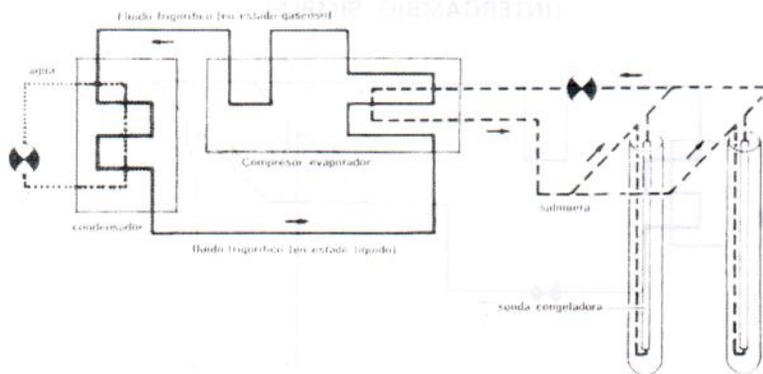


IMAGEN 29 Esquema del procedimiento "Salmuera"

Los tubos que conduce la salmuera a una temperatura de -25 grados centígrados a 30 tienen diámetros que varían de 15 a 25 cm. Se les hunde en el suelo por medio de perforaciones, inyección de agua a presión o eventualmente por hincadura (si lo permiten las condiciones del lugar). En ciertas regiones nórdicas la salmuera es reemplazada por aire frío insulfado en tubos de gran diámetro (50 cm.).

Los procedimientos de producción del frío utilizadas hasta ahora se diferencian entre si según el medio que aportan las frigorías al terreno; en cambio tienen en común el método por el que se produce el intercambio térmico con el terreno, es decir, los grupos de tubos congeladores situados en el terreno por los que circula el medio refrigerante en estado líquido o gaseoso.

4. Procedimiento mixto

La pantalla helada ejecutada en el nitrógeno líquido puede mantenerse con salmuera. La estructura congelada que ha quedado homogeneizada por todas partes durante la fase de congelación es a continuación, mantenida inalterada gracias a la circulación de líquido frigorífico, que en un medio que ya está frío alcanza muy rápidamente una temperatura muy baja.

ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.

Generalidades.

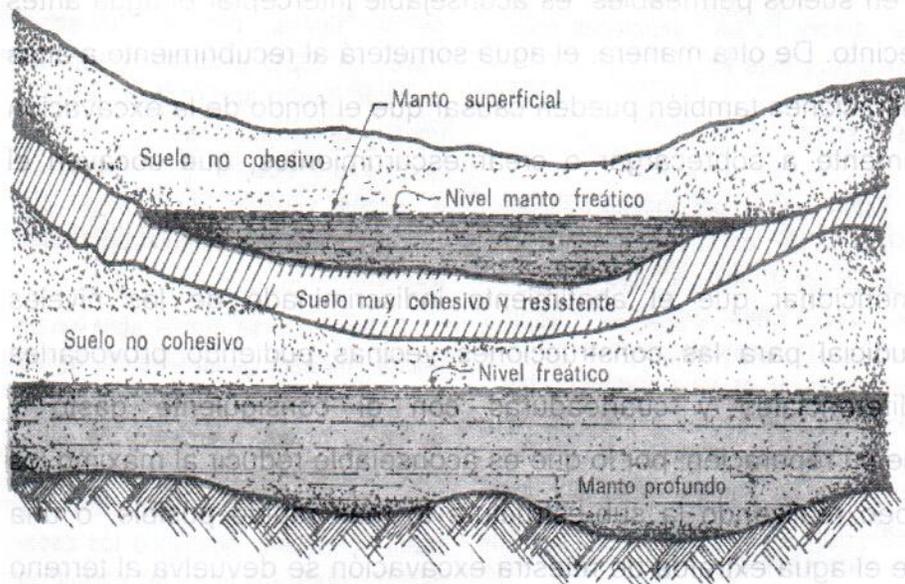


IMAGEN 30

Debido a los problemas que se presentan sobre todo en excavaciones en terrenos blandos, debido a que las excavaciones regularmente son de por debajo del nivel

freático y presentan inestabilidad, se requiere de trabajar en seco y para eso existen varios procedimientos para abatir el nivel freático.

La investigación de sitio debe proporcionar la información útil para decidir sobre el método de desagüe más adecuado y económico. Es importante conocer los tipos de suelo en y debajo del sitio los niveles probables del agua freática durante la construcción, la permeabilidad de los suelos y las cantidades de agua que se tienen que manejar.

Aunque existen diferentes métodos para controlar los niveles freáticos, primero deberán de realizarse pruebas de bombeo para calcular la potencia de las bombas necesarias y las características de drenaje del terreno.

Cuando la excavación es pequeña, o en donde hay suelos densos o cementados, el agua puede recogerse en zanjas o resumideros en el fondo y de ahí se bombea; es el método más sencillo y económico de desaguado y los resumideros no interfieren con la construcción futura. Para el caso de excavaciones entibadas con tablaestacas en suelos permeables, es aconsejable interceptar el agua antes de que entre al recinto. De otra manera, el agua someterá al recubrimiento a altas presiones, y las filtraciones también pueden causar que el fondo de la excavación se vuelva rápidamente a sobrecargar o crear escurrimientos, que socaven el recubrimiento.

Es importante mencionar que el abatimiento indiscriminado de los niveles freáticos es perjudicial para las construcciones vecinas pudiendo provocarles asentamientos diferenciales y cuarteaduras con el consiguiente gasto y responsabilidad de su reparación; por lo que es aconsejable reducir al máximo los tiempos de bombeo realizando la sub-estructura lo más rápido posible, o una solución en la que el agua extraída de nuestra excavación se devuelva al terreno depositándolo en pozos de absorción, convenientemente alejados y repartidos al rededor de la excavación.

A continuación, se describen algunos de los sistemas de bombeo más utilizados en la Ciudad de México.

ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO EN EXCAVACIONES

Las excavaciones que requieren obras de ingeniería alcanzan frecuentemente profundidades superiores a la del nivel freático. En el caso de que el material excavado sea una arena, limpia y permeable, la presencia del agua dificulta extraordinariamente o imposibilita el progreso de la excavación. Resulta así muy deseable el lograr dejar la excavación en seco para profundizarla o trabajar en ella en forma cómoda y eficiente; esto se logra bajando el nivel freático en toda el área de la excavación una profundidad mayor que la de la excavación misma.



Ahora el problema no es bajar el nivel freático, que baja por sí solo simultáneamente con el fondo de la excavación, sino el controlar el flujo del agua hacia la excavación, que, aunque no llegue a inundarla.

IMAGEN 31

En suelos estratificados, con estratos permeables y arcillosos alternados, pueden lograrse muy buenos resultados abatiendo las presiones del agua en las capas permeables, en tal forma que el nivel freático quede por debajo del fondo de la excavación.

Excavaciones Poco Profundas

El método más simple que puede imaginarse para controlar los niveles del agua en excavaciones poco profundas consiste en colocar en lugares apropiados zanjitas a las que el agua llegue por sí sola y en las que sea eliminada por bombeo.

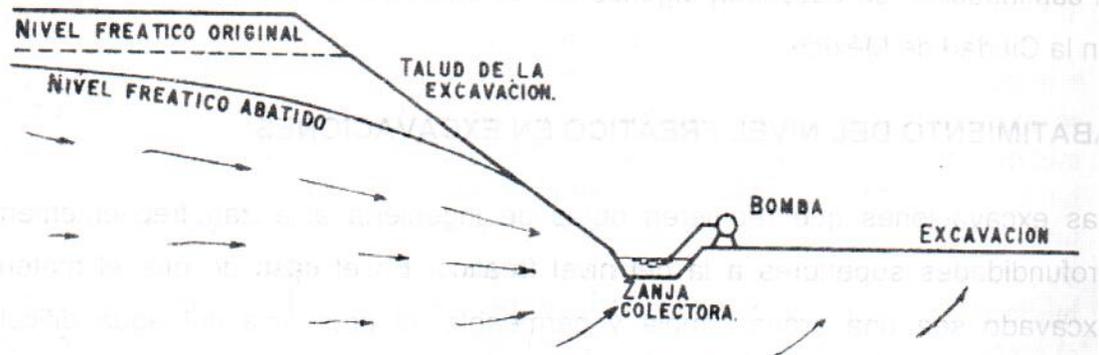


IMAGEN 32

El procedimiento es aceptable en materiales permeables, siempre y cuando tengan por lo menos una cimentación y en suelos arcillosos de suficiente resistencia y baja expansibilidad.

Otro método se efectúa hincando previamente un tablestacado de madera o metálico.

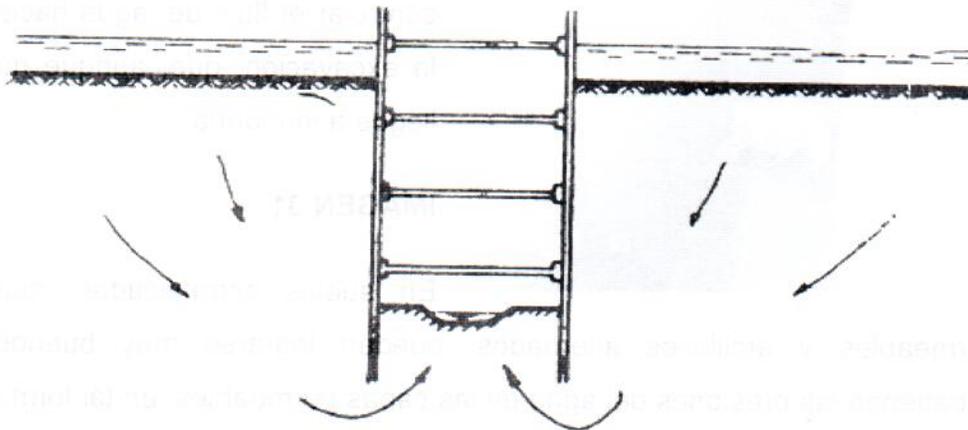


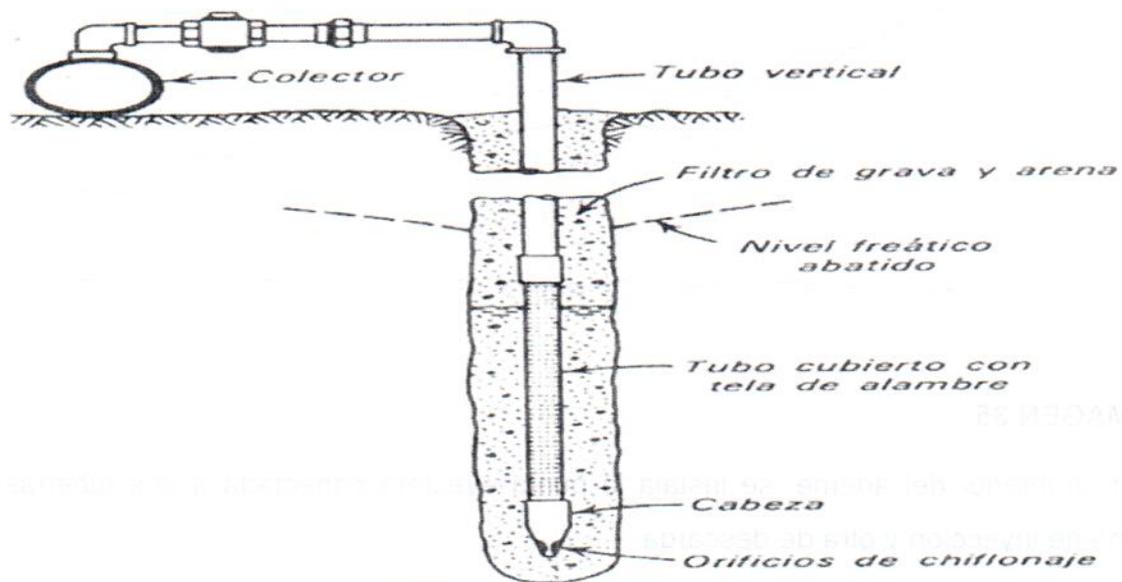
IMAGEN 33

El agua que fluye hacia el fondo de la excavación es bombeada al exterior, es conveniente tener una zanja longitudinal de un material más permeable que el suelo para drenar a ella fácilmente el agua. Cuando se use este procedimiento deberá realizarse un análisis cuidadoso de la estabilidad del tablestacado.

Bombeo de achique

Se efectúa mediante la construcción de zanjas, perimetrales desembocando a cárcamos en los que se instalan bombas cuyos diámetros de succión y descarga varía de acuerdo con el flujo de agua procedente de la excavación.

Puntas eyectoras



Detalles de un pozo punta.

IMAGEN 34

Este sistema consiste en instalar previamente a la excavación, una serie de pozos formando una retícula. La separación centro a centro y la profundidad de los pozos varía de acuerdo con la capacidad que tienen las bombas, la permeabilidad del suelo y la profundidad a la cual se quiere abatir.

La instalación de estos pozos se realiza ejecutando primeramente una perforación de diámetro variable de 8" o 12". Posteriormente se instala un ademe ranurado de 4" de diámetro cubierto por una malla.

El espacio que queda entre el ademe y la pared del pozo se rellena con un filtro de grava de 1/4". Con el objeto de que el ademe quede centrado en el pozo, se le colocan aletas radiales formadas por varillas.

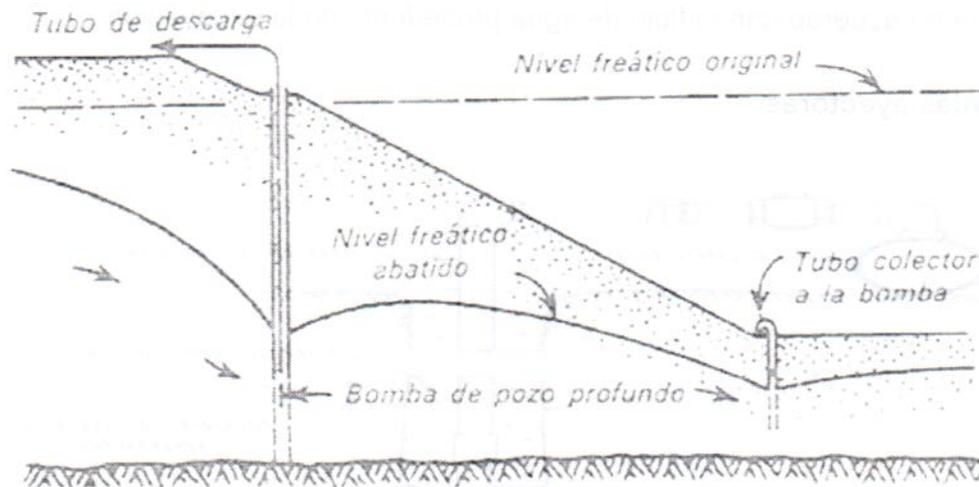


IMAGEN 35

En el interior del ademe, se instala la punta eyectora conectada a dos tuberías una de inyección y otra de descarga.

El sistema de operación de las puntas eyectoras consiste en la inyección de agua por una de las tuberías, la cual al llegar a la punta forma un chiflón que provoca succión de agua del subsuelo antes de retornar a la superficie, con lo que se abate el nivel freático.

Todas las puntas eyectoras se conectan a un sistema común de tuberías y bombas maestras que opera en diámetros del orden de 4" a 6". Los diámetros individuales de las tuberías de las puntas son de 1" a 1 1/2".

Electroósmosis

El fenómeno de la electroósmosis fue descubierto por Reuss hace algo más de 150 años; Reuss observó que, si se aplica una corriente eléctrica a una membrana

rígida y porosa sumergida en agua, esta última emigra dentro de la membrana desde el ánodo hacia el cátodo.

Al comenzar el flujo hacia el cátodo, el suelo se empieza a contraer cerca del ánodo; en zonas más alejadas de este polo, el suelo no se ve afectado por este fenómeno.

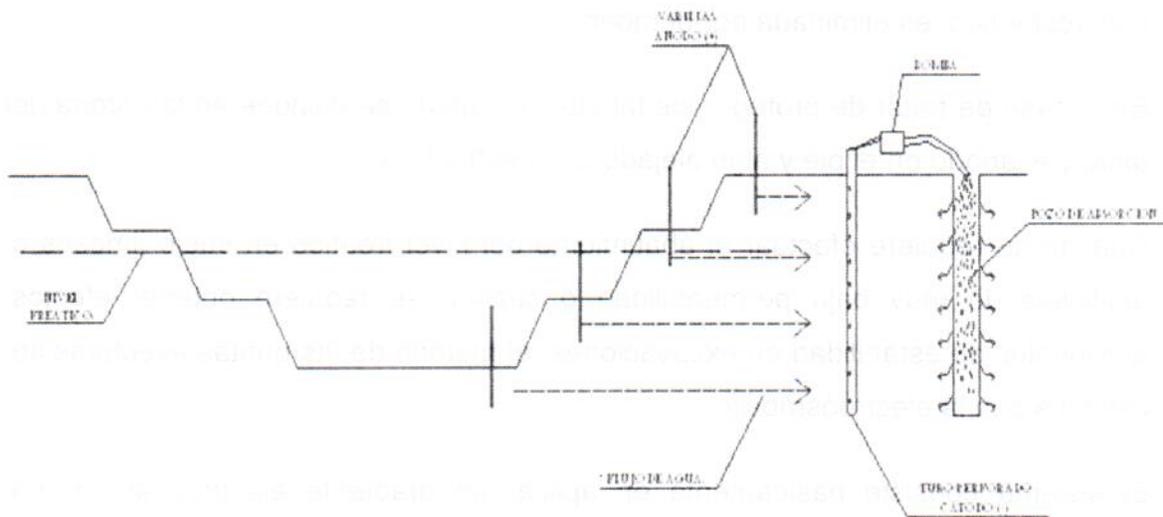


IMAGEN 36

En la ciudad de México y en otras partes se ha empleado con éxito el drenaje electrosmótico para controlar las expansiones que sufre el fondo de las excavaciones, y para evitar la falla de sus taludes perimetrales.

Las instalaciones para un flujo electrosmótico consisten en series de pozos de bombeo generalmente dispuestos en hilera, a modo de crear una pantalla de captación de flujo.

La separación es variable de 3 a 5 mts han trabajado satisfactoriamente, el diámetro es del orden de los 20 cm., dentro de cada pozo se instala un tubo de hierro ranurado, de unos 10 cm. de diámetro, relleniéndose con arena y gravilla el espacio entre el tubo y la perforación, tratando de formar un filtro.

En el extremo inferior del tubo de metálico se dispone una barra de hierro de 2 ò 3 mts de longitud y de 2 ò 3 cm. de diámetro, para formar el cátodo.

El ánodo se forma con barras de hierro de menor longitud (12 cm.) dispuestas en hileras paralelas a los pozos cátodo.

El agua que se acumula en los pozos cátodo, como consecuencia del flujo electrosmotico, es eliminada por bombeo.

En el caso de tratar de proteger los taludes, el cátodo se dispone en la corona del talud y el ánodo en el pie y algo alejado de la estructura.

Cuando se requiere efectuar el abatimiento del nivel freático en suelo limosos o arcillosos de muy baja permeabilidad o cuando se requiere obtener efectos adicionales de estabilidad en excavaciones, el método de las puntas eyectoras se combina con la electroósmosis.

El sistema consiste básicamente en aplicar un gradiente eléctrico al terreno mediante el cual se acelera el flujo de agua hacia los pozos. Este procedimiento se lleva a cabo instalando entre la retícula de pozos con puntas eyectoras varillas de acero que se hincan hasta una profundidad similar a la de los pozos.

Las varillas y los pozos se conectan a un generador de corriente eléctrica; el ánodo o polo positivo a la varilla y el cátodo o polo negativo al pozo. El gradiente eléctrico aplicado es del orden de un voltio por centímetro, lo cual hace que la permeabilidad electrosmotica sea del orden de -5×10 a los menos cinco centímetros por segundo, y por tanto se acelera el flujo de agua abatiéndose el nivel freático en menos tiempo.

Bombeo de pozo profundo

Este sistema se aplica cuando se requiere abatir a grandes profundidades en áreas de trabajo restringidas y en suelos de permeabilidad media alta.

La instalación se realiza colocando un ademe ranurado dentro de un pozo de diámetro variable de 0.60 a 1.20 mts. Luego se rellena el espacio entre aquel y la pared del pozo, con un filtro de grava de granulometría



adecuada. En el interior del ademe se instala una bomba sumergible con motor eléctrico, conectada a un sistema de electro niveles que permitirán controlar el abatimiento en forma automática.

IMAGEN 37

En cimentaciones comunes, la profundidad de estos pozos es del orden de 12 a 15 mts. Pero en casos especiales el abatimiento en túneles puede llegar a 60 o 150 mts. El gasto de las bombas va de 2.5 a 5.0 litros por segundo en excavaciones someras, y de 10 a 100 litros por segundo en el caso de túneles. Los diámetros de las tuberías de descarga son acordes con la capacidad de la bomba de 2" a 10" y los pozos se instalan de 5 a 15 mts. De separación de centro a centro.

Todos los sistemas antes mencionados, aplicados convenientemente, contribuyen además a la estabilidad de las excavaciones restringiendo las expansiones y subpresiones en el fondo de estos y los arrastres, fuerzas de filtración, etc., en sus paredes.

La instalación se realiza colocando un ademe ranurado dentro de un pozo de diámetro variable de 0.60 a 1.20 mts. Luego se rellena el espacio entre aquel y la pared del pozo, con un filtro de grava de granulometría



adecuada. En el interior del ademe se instala una bomba sumergible con motor eléctrico, conectada a un sistema de electro niveles que permitirán controlar el abatimiento en forma automática.

IMAGEN 37

En cimentaciones comunes, la profundidad de estos pozos es del orden de 12 a 15 mts. Pero en casos especiales el abatimiento en túneles puede llegar a 60 o 150 mts. El gasto de las bombas va de 2.5 a 5.0 litros por segundo en excavaciones someras, y de 10 a 100 litros por segundo en el caso de túneles. Los diámetros de las tuberías de descarga son acordes con la capacidad de la bomba de 2" a 10" y los pozos se instalan de 5 a 15 mts. De separación de centro a centro.

Todos los sistemas antes mencionados, aplicados convenientemente, contribuyen además a la estabilidad de las excavaciones restringiendo las expansiones y subpresiones en el fondo de estos y los arrastres, fuerzas de filtración, etc., en sus paredes.

CONCLUSIONES

En las excavaciones y en los trabajos que en ellas se realizan, el riesgo principal, se origina en los movimientos accidentales del terreno que provocan deslizamientos, desprendimientos y hundimiento de las obras de defensa, con el consiguiente sepultamiento de personas.

Estos accidentes, suelen ser de cierta gravedad y relativamente frecuentes, dándose como causa admitida la fatalidad, cuando en la mayoría de los casos es falta de previsión o confianza excesiva.

Bibliografía

- * Arpat Kezdi/ Filosofía de las Cimentaciones Profundas/ Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos/ México, 1976
- * Barbara Zetina Fernando/ Materiales y Procedimientos de Construcción/ Edit. Limusa/ México, 1990
- * Candelas Ramírez Luís/ Retroexcavadoras/ Tesis Unam 1981.
- * Crespo Villalaz Carlos/ Mecánica de Suelos y Cimentaciones/ Grupo Noriega/ Edit. Limusa/ México, 1985.
- * Cutte Rodríguez Benjamín/ Breve Descripción del Equipo Usual en Construcción/ Tesis UNAM/ 1972.
- * David A. Day/ Maquinaria para Construcción/ Edit Limusa/México 1978.
- * Fernández Renau Armando/ Influencia de la Maquinaria en Proyectos y Ejecución de Obras/ Edit. Técnicos Asociados/ Barcelona/ España 1974.
- * George B. Sowers/ Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones/ Edit. Limusa/ México, 1988.
- * Nichds Herbert Cownds/ Excavadoras/ Movimientos de Tierras; Manual de Excavaciones/ México/ CECSA 1973.
- * Plazola/Normas y Costos de Construcción/ Edit Trillas/ México, 1988



- * Saad Antonio Miguel / Tratado de Construcción/ Tomo I/ Cecsá/ México, 1976
- * Trejo Ramírez Cesar Antonio/ Maquinaria de Construcción-Cargadores Frontales/ Tesis Ingeniería UNAM/ 1980
- * Materiales y Procedimientos de Construcción/ Autores Varios/ Edit. Diana-La Salle/ México Tomo I 1982, Tomo II 1987
- * Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Concreto/ Departamento de Construcciones del D.F. México, 2006
- * Reglamento de Construcciones del D.D.F. México, 2006
- * Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto/ Normas/ Instituto de Ingeniería de la UNAM
- * Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos/ Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes/ México, 1983
- * Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos/ El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Área Urbana de la Ciudad de México/ México 1978
- * Sociedad Mexicana De Mecánica De Suelos/ Construcción Especializada en Geotecnia/ México, 1989
- * Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos/ Diseño Geotécnico de Cimentaciones/ México, 1992



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo



Azcapotzalco

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el rol de la medicina tradicional en el sistema de salud actual, considerando los aspectos culturales, sociales y económicos que la rodean. Se explorará cómo esta práctica ha evolucionado y se integra con la medicina científica, así como el impacto de las políticas de salud pública en su desarrollo. Se abordarán temas como la formación de los profesionales, la regulación de la práctica y el acceso de la población a estos servicios. El estudio se fundamenta en fuentes bibliográficas y en el análisis de datos estadísticos disponibles. Se espera que este análisis contribuya a una mejor comprensión del fenómeno y a la implementación de políticas más inclusivas y efectivas en el sector salud.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el rol de la medicina tradicional en el sistema de salud actual, considerando los aspectos culturales, sociales y económicos que la rodean. Se explorará cómo esta práctica ha evolucionado y se integra con la medicina científica, así como el impacto de las políticas de salud pública en su desarrollo. Se abordarán temas como la formación de los profesionales, la regulación de la práctica y el acceso de la población a estos servicios. El estudio se fundamenta en fuentes bibliográficas y en el análisis de datos estadísticos disponibles. Se espera que este análisis contribuya a una mejor comprensión del fenómeno y a la implementación de políticas más inclusivas y efectivas en el sector salud.

CIMENTACIONES A BASE DE PILAS

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

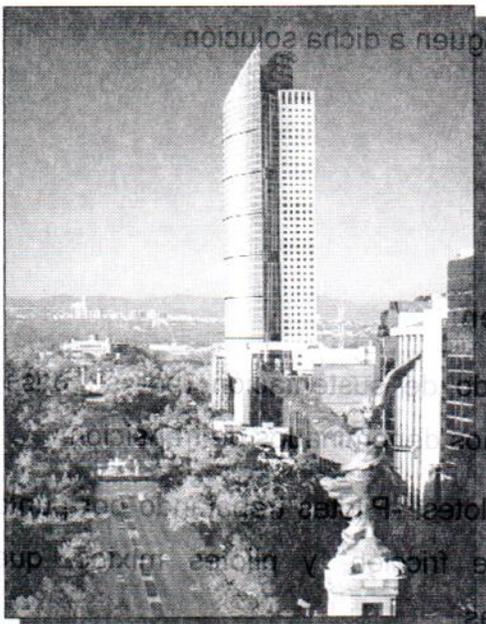
Que es la Cimentación

La cimentación es la estructura destinada a soportar el peso de la construcción que se encontrará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes con respecto a las propiedades mecánicas del terreno natural

Es necesario tomar en cuenta mediante el cálculo en mecánica de suelos, los asentamientos que el desplante del edificio pueda ocasionar.

El subsuelo sobre el que descansa el cimiento es comprimido y ejerce una reacción a causa de las cargas soportadas.

Se calculará previamente si la carga del cimiento superara su capacidad portante para evitar un desplazamiento del cimiento hacia abajo, en estos casos se aumentará el área de la zapata para disminuir las cargas transmitidas al cimiento



Clasificación de las Cimentaciones

Las cimentaciones se clasifican en 3 tipos, ya que las de las condiciones del suelo y la carga del edificio, nos limitan a elegir el mejor sistema recomendado para el proyecto.

Estos 3 tipos son:

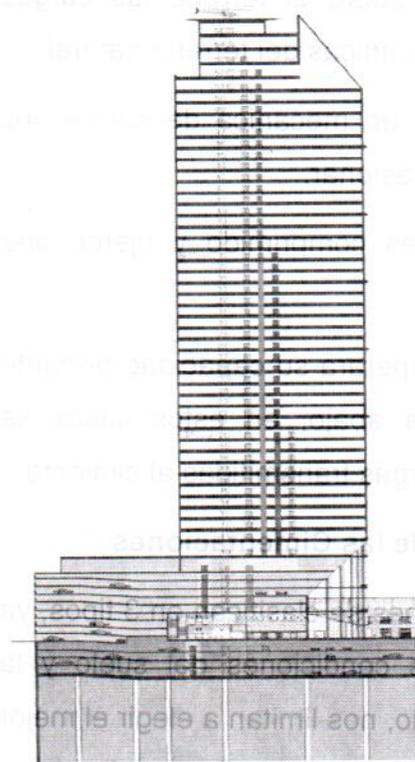
- Cimentaciones superficiales
- Cimentaciones profundas
- Cimentaciones especiales

IMAGEN 1

Cimentaciones profundas

Este tipo de cimentación se utiliza cuando se tienen circunstancias especiales:

1. Una construcción demasiado extensa en el área de sustentación.
2. Una obra con una carga demasiado grande no pudiendo utilizar una cimentación superficial.
3. Que el terreno a ocupar no tenga resistencia o características necesarias para soportar construcciones muy extensas o pesadas.



Tipo de cimentación generalmente utilizada cuando la capacidad de carga de los suelos superficiales es menor que la carga transmitida por la estructura que soportara.

En general se recomienda una cimentación profunda para apoyar una estructura cuando los esfuerzos inducidos en el suelo por las cargas a que quedara sometida exceden la capacidad de soporte de los estratos más superficiales, o cuando las restricciones de funcionamiento u operación obliguen a dicha solución.

IMAGEN 2

Las cimentaciones profundas se clasifican en:

- Por Pilas, buscando un apoyo profundo de sustentación (por su base) generalmente apropiados para los terrenos denominados de transición.
- Por pilotes: se tienen tres formas de pilotes: -Pilotes trabajando por punta apoyo, Pilotes que trabajan mediante fricción, y pilotes mixtos, que aprovechan las 2 características descritas.

CIMENTACIONES A BASE DE PILAS

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

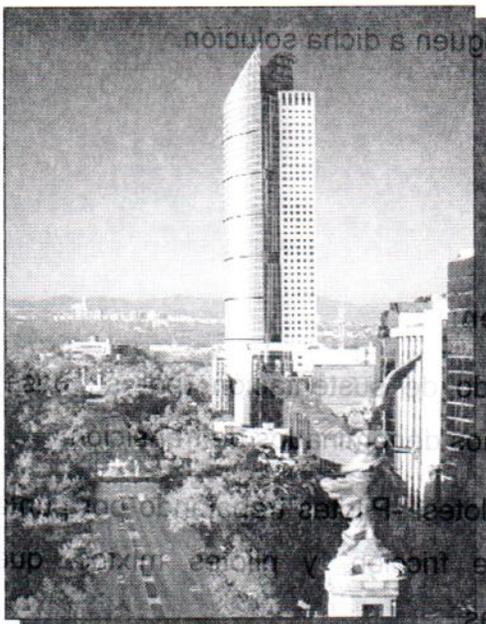
Que es la Cimentación

La cimentación es la estructura destinada a soportar el peso de la construcción que se encontrará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes con respecto a las propiedades mecánicas del terreno natural

Es necesario tomar en cuenta mediante el cálculo en mecánica de suelos, los asentamientos que el desplante del edificio pueda ocasionar.

El subsuelo sobre el que descansa el cimiento es comprimido y ejerce una reacción a causa de las cargas soportadas.

Se calculará previamente si la carga del cimiento superara su capacidad portante para evitar un desplazamiento del cimiento hacia abajo, en estos casos se aumentará el área de la zapata para disminuir las cargas transmitidas al cimiento



Clasificación de las Cimentaciones

Las cimentaciones se clasifican en 3 tipos, ya que las de las condiciones del suelo y la carga del edificio, nos limitan a elegir el mejor sistema recomendado para el proyecto.

Estos 3 tipos son:

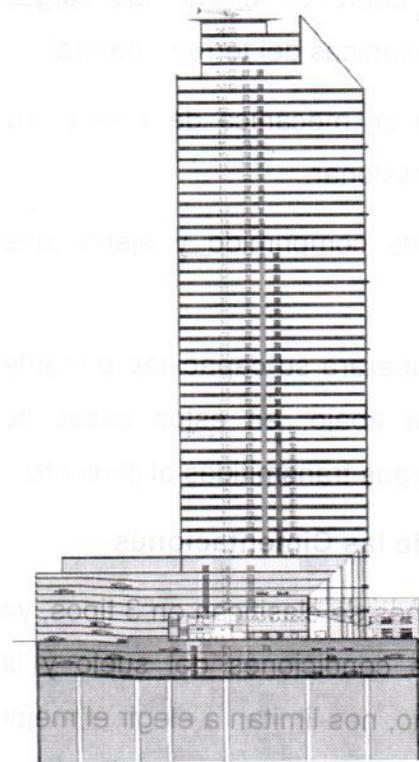
- Cimentaciones superficiales
- Cimentaciones profundas
- Cimentaciones especiales

IMAGEN 1

Cimentaciones profundas

Este tipo de cimentación se utiliza cuando se tienen circunstancias especiales:

1. Una construcción demasiado extensa en el área de sustentación.
2. Una obra con una carga demasiado grande no pudiendo utilizar una cimentación superficial.
3. Que el terreno a ocupar no tenga resistencia o características necesarias para soportar construcciones muy extensas o pesadas.



Tipo de cimentación generalmente utilizada cuando la capacidad de carga de los suelos superficiales es menor que la carga transmitida por la estructura que soportara.

En general se recomienda una cimentación profunda para apoyar una estructura cuando los esfuerzos inducidos en el suelo por las cargas a que quedara sometida exceden la capacidad de soporte de los estratos más superficiales, o cuando las restricciones de funcionamiento u operación obliguen a dicha solución.

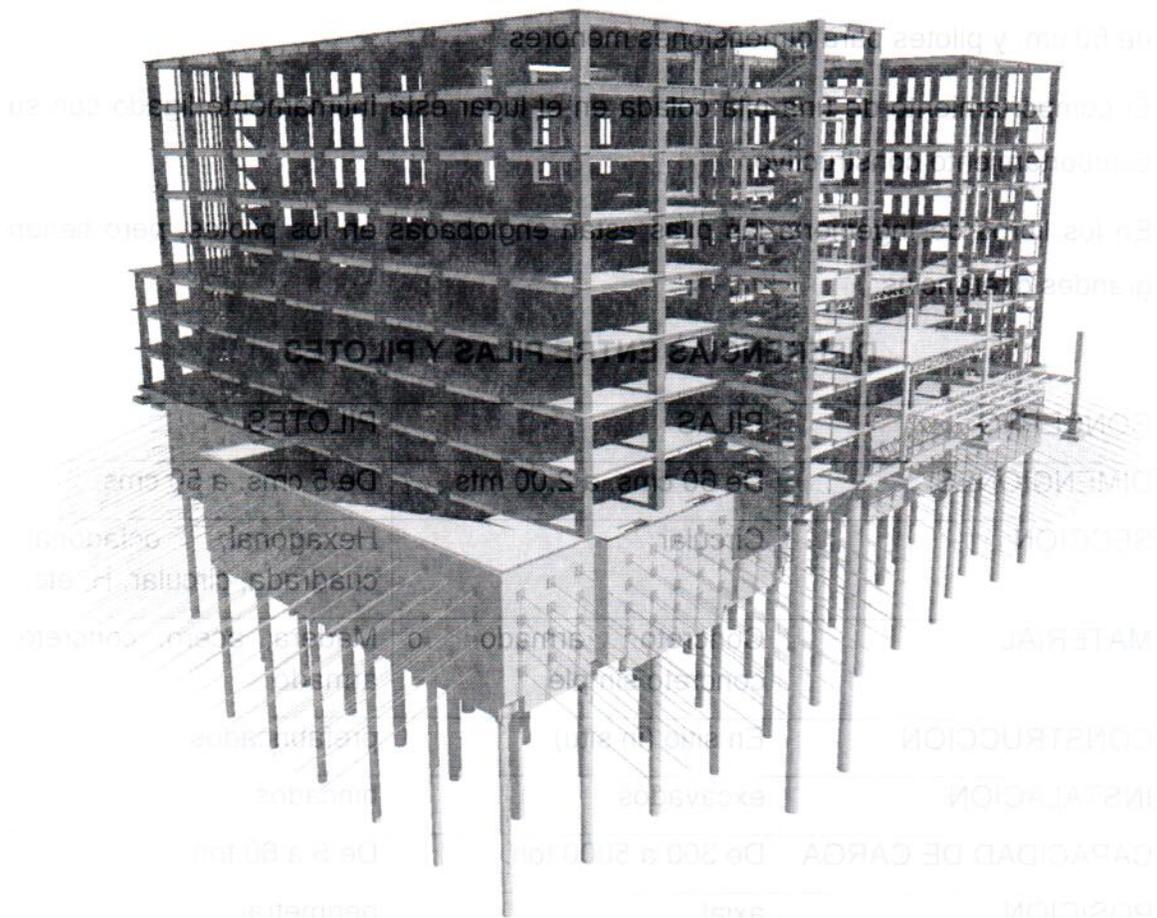
IMAGEN 2

Las cimentaciones profundas se clasifican en:

- Por Pilas, buscando un apoyo profundo de sustentación (por su base) generalmente apropiados para los terrenos denominados de transición.
- Por pilotes: se tienen tres formas de pilotes: -Pilotes trabajando por punta apoyo, Pilotes que trabajan mediante fricción, y pilotes mixtos, que aprovechan las 2 características descritas.

- Por sustitución: básicamente esta cimentación es sustituir el material excavado, el cual ya fatigaba al terreno por el peso proporcional de la construcción, se debe conocer el tipo de estado coincidente del peso volumétrico de cada una de las capas que constituyen el terreno a excavar.
- Por flotación: esta clase de cimentación se basa con el principio de Arquímedes que dice que todo cuerpo sumergido en el líquido experimenta un empuje vertical ascendente igual al peso del volumen del líquido desalojado.

IMAGEN..3



Conceptos fundamentales de pilas.

En la ingeniería de cimentaciones el termino pila tiene dos significados diferentes. De acuerdo con uno de sus casos, una pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata aislada, es decir, transmitir la carga a un estrato capaz de transportarla, sin peligro de que falle ni de que sufra un asentamiento excesivo.

Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación al ancho de la base de las pilas es usualmente mayor que 3, mientras que, para las zapatas, esta relación es menor que la unidad.

De acuerdo con las dimensiones de su sección transversal, las cimentaciones profundas por lo general se dividen en pilas cuando su diámetro o lado es mayor de 60 cm. y pilotes para dimensiones menores.

El comportamiento de una pila colada en el lugar está íntimamente ligado con su comportamiento constructivo.

En los libros de Ingeniería las pilas están englobadas en los pilotes, pero tienen grandes diferencias.

DIFERENCIAS ENTRE PILAS Y PILOTES

CONCEPTO	PILAS	PILOTES
DIMENSIONES	De 60 cms. a 2.00 mts.	De 5 cms. a 50 cms.
SECCIÓN	Circular	Hexagonal, octagonal, cuadrada, circular, H, etc.
MATERIAL	Concreto armado o concreto simple	Madera, acero, concreto armado
CONSTRUCCIÓN	En sitio (in situ)	prefabricados
INSTALACIÓN	excavados	hincados
CAPACIDAD DE CARGA	De 300 a 5000 ton.	De 5 a 60 ton.
POSICIÓN	axial	perimetral
TRABAJO	Por su base como zapata aislada	De punta o por fricción o mixta
TIPO DE SUELO	De transición	lacustre

En la ingeniería de cimentaciones el termino pila tiene dos significados diferentes. De acuerdo con uno de sus casos, una pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata aislada, es decir, transmitir la carga a un estrato capaz de transportarla, sin peligro de que falle ni de que sufra un asentamiento excesivo.

Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación al ancho de la base de las pilas es usualmente mayor que 3, mientras que, para las zapatas, esta relación es menor que la unidad.

De acuerdo con las dimensiones de su sección transversal, las cimentaciones profundas por lo general se dividen en pilas cuando su diámetro o lado es mayor de 60 cm. y pilotes para dimensiones menores.

El comportamiento de una pila colada en el lugar está íntimamente ligado con su comportamiento constructivo.

En los libros de Ingeniería las pilas están englobadas en los pilotes, pero tienen grandes diferencias.

DIFERENCIAS ENTRE PILAS Y PILOTES

CONCEPTO	PILAS	PILOTES
DIMENSIONES	De 60 cms. a 2.00 mts.	De 5 cms. a 50 cms.
SECCIÓN	Circular	Hexagonal, octagonal, cuadrada, circular, H, etc.
MATERIAL	Concreto armado o concreto simple	Madera, acero, concreto armado
CONSTRUCCIÓN	En sitio (in situ)	prefabricados
INSTALACIÓN	excavados	hincados
CAPACIDAD DE CARGA	De 300 a 5000 ton.	De 5 a 60 ton.
POSICIÓN	axial	perimetral
TRABAJO	Por su base como zapata aislada	De punta o por fricción o mixta
TIPO DE SUELO	De transición	lacustre

Para describir como se construye una pila es conveniente estar familiarizado con el equipo y herramientas utilizadas, con la forma de hacer el barreno en el subsuelo, conocer como habilitar y armar el acero de refuerzo, como preparar y colar dentro del barreno, como vaciar el concreto fresco y finalmente como verificar la calidad del producto terminado.

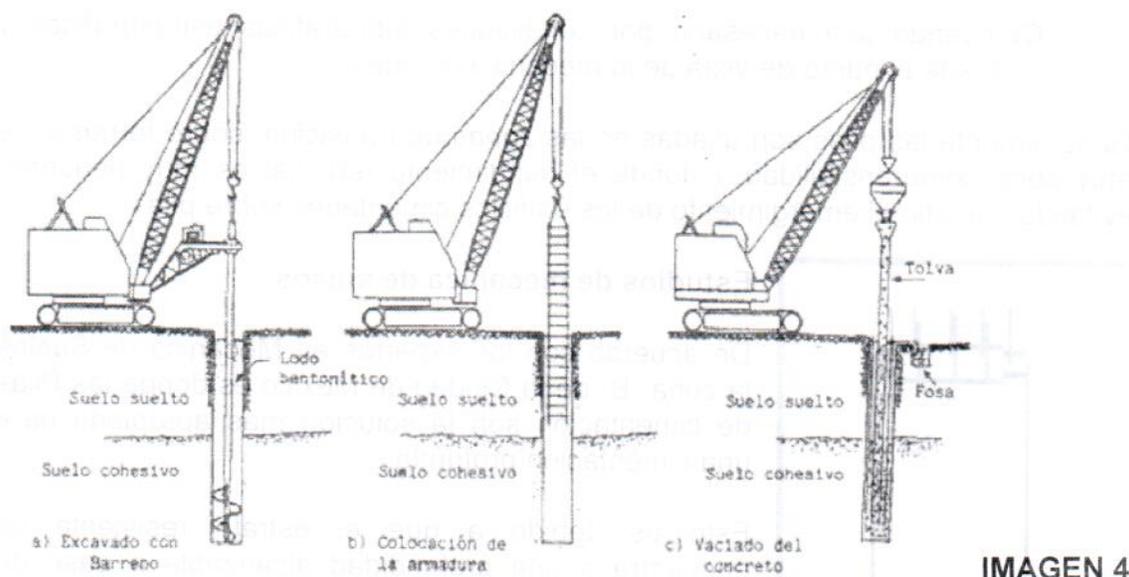


IMAGEN 4

La disponibilidad de áreas de trabajo, el acceso al sitio y las instalaciones que haya que proteger contra asentamientos, derrumbes, ruidos o contaminación, influyen en la selección del método constructivo y por ende en el diseño.

En el diseño y construcción de pilas intervienen fundamentalmente tres variables:

- La forma como transmiten las cargas al subsuelo
- Según el material con el que estén fabricados
- Según su procedimiento constructivo

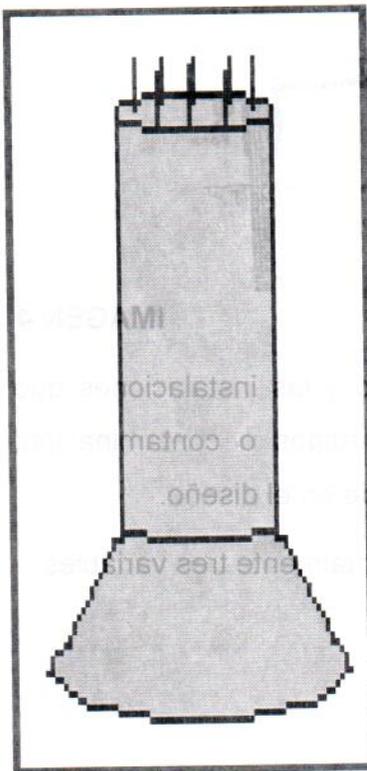
En general se diseñan y construyen para transmitir cargas verticales por apoyo de su base a estratos resistentes profundos o por fricción al suelo que los rodea.

Cuando usar las pilas

Las pilas se utilizan en los siguientes casos:

- A) cuando las necesidades de proyecto se tienen grandes concentraciones de carga que no puedan ser soportadas por otro tipo de cimentaciones (las pilas se construyen generalmente para cargas de 300 a 4000 toneladas cada una dependiendo ello de la resistencia del manto de apoyo)
- B) cuando la facilidad, la economía y el procedimiento constructivo se imponga sobre otro tipo de cimentación.
- C) cuando sea necesario por condiciones topográficas estratigráficas y desde el punto de vista de la mecánica de suelo.

Generalmente las pilas son usadas en las zonas de transición, sobre terrenos de muy poca comprensibilidad y donde el hundimiento regional es muy pequeño, evitando con ello el emergimiento de los edificios cimentados sobre pilas.



Estudios de mecánica de suelos

De acuerdo con los expertos en Mecánica de Suelos la zona "B" de la Ciudad de México es donde las Pilas de cimentación son la solución más apropiada para una cimentación profunda.

Esto es debido a que el estrato resistente se encuentra a una profundidad alcanzable a base de pilas, sin que afecte de modo importante el constante descenso de la ciudad.

B) Zona de Transición

- Materiales intercalados areno-arcillosos, arenolimosos compactos

Ventajas de las cimentaciones con pilas

Entre las ventajas que tienen sobre los pilotes u otras cimentaciones podemos mencionar las siguientes:

IMAGEN 5

- A) por ser un elemento más robusto que el pilote, la pila puede soportar una mayor concentración de carga axial.
- B) puede construirse hasta la profundidad de proyecto, no obstante, la presencia de lentes compactos o sementados.
- C) permiten corroborar la naturaleza de los materiales de apoyo.

- D) se extraen los materiales cohesivos blandos que atraviesan.
- E) ofrecen una rápida construcción
- F) se pueden reducir asentamientos y expansiones en la superficie
- G) los materiales necesarios para la construcción de pilas se encuentran de manera cómoda en el medio circundante.
- H) se pueden construir pilas en cualquier tipo de material (arcilla, limos, gravas, boleos, arena, roca, etc.).
- I) si el caso lo requiere, cuando las cargas son grandes se puede hacer una ampliación en la base de la pila llamada campana, para aumentar el área de apoyo y en consecuencia su capacidad de carga.

Sin embargo, hay que tomar precauciones, ya que se pueden ocasionar asentamientos de la superficie del terreno, si durante su construcción no se evita el flujo de agua hacia la perforación. Además, al contrario de los pilotes, cuyo hincado mejora la capacidad del estrato granular de apoyo, en el fondo de la excavación para una pila la capacidad puede reducirse si hay fuerzas de filtración ascendente.

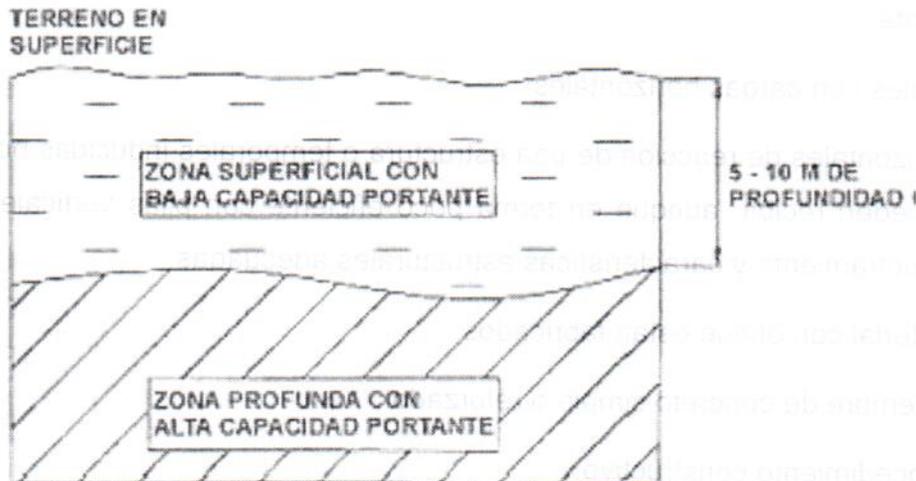


IMAGEN 6

Diseño de pilas

Dado que la capacidad de carga del suelo en la capa dura de apoyo es mucho menor que la resistencia del concreto, para economizar se diseña la pila como su fuera una columna corta y cuando llega a la capa de apoyo se amplía su base formando una campana, con el fin de obtener más área de distribución de la carga y cumplir así con la limitación de resistencia que le imponga el estudio de la mecánica del suelo.

En general la campana no se arma con acero, por que trabaja como un pedestal (talud de 30 grados aprox.).

En el caso de que las descargas de las columnas sean bajas, no necesitamos hacer la campana, si con el diámetro de la pila sea suficiente para alcanzar la capacidad de carga del terreno.

Como ya mencionamos los edificios cimentados con pilas se realizan en donde el hundimiento regional es muy pequeño, y/o tiene lugar a una profundidad mayor que la de desplante (zona de transición o de lomas), por lo que el emergimiento de la construcción será poco importante.

1.1 Pilas de punta

Se utilizan cuando el estrato del suelo superficial es blando y compresible, y cuando el peso y cargas de la superestructura son importantes. Una ventaja de las pilas es que se puede acampanar su base aumentando así su carga útil.

1.2 Pilas de punta con empotramiento

Para incrementar la capacidad de carga se puede empotrar una cierta profundidad en el estrato resistente. Se recomienda a la distancia que sea posible constructivamente.

1.3 Pilas verticales con cargas horizontales

Las fuerzas horizontales de reacción de una estructura o temporales inducidas por un sismo se pueden recibir, aunque en forma poco eficiente con pilas verticales que tengan empotramiento y características estructurales adecuadas.

2. Según el material con el que están fabricados

Las pilas son siempre de concreto simple o reforzado.

3. Según su procedimiento constructivo

Se han desarrollado numerosos procedimientos constructivos para fabricar y posteriormente instalar en el lugar y para fabricar en el sitio mismo pilas y pilotes; las características fundamentales que los diferencian es que durante su construcción se induzca o no desplazamiento del suelo que los rodea. Debe observarse que las pilas siempre se fabrican de concreto simple o reforzado,

colado en el sitio de una perforación previamente realizada y por ello caen únicamente en el tipo de sin desplazamiento.

Pilas de concreto coladas In Situ

Las pilas coladas en el lugar se clasifican como elementos de cimentación sin desplazamiento porque para su fabricación se extrae un cierto volumen de suelo que después es ocupado por el concreto.

Asentamiento de pilas coladas In Situ, en arena

El asentamiento de cimientos colados en el lugar se debe a dos causas principales:

- La compresión de asoles depositados en el fondo de pozo antes del colado, y la deformación del suelo cercano a la punta de la pila; la primera es difícil de evaluar y por ello debe evitarse usando un procedimiento constructivo adecuado.
- El asentamiento por deformación del suelo ocurre en forma inmediata y se puede estimar como sigue, previa determinación de los módulos de elasticidad representativos del suelo y de la pila.

Pilas coladas en suelos cohesivos.

La fabricación de pilas de concreto colado en el lugar a través de arcilla induce, remoldeo y reblandecimiento considerable del suelo perimetral, con espesor del orden de 25 mm. Las pruebas de carga de esos elementos han demostrado que no se produce aumento apreciable de la capacidad de carga con el tiempo, debido a que la consolidación de la arcilla blanda adyacente al fuste es muy lenta.

Capacidad estructural de pilas

Las pilas se diseñarán con los procedimientos y factores de seguridad incluidos en las normas aplicables de diseño estructural de concreto.

Se debe considerar en términos generales los siguientes factores:

1. Longitud necesaria

2. Tipo de superestructura
3. Cargas estructurales
4. Factores que originan el deterioro
5. Programa y facilidades de mantenimiento
6. Presupuesto disponible

En la mayoría de los casos, la capacidad de carga de una cimentación profunda está gobernada por la resistencia del suelo más que por la resistencia estructural del conjunto.

En términos generales, se puede decir que la instalación e inspección de un elemento de una cimentación profunda es menos controlable que la de un elemento similar de la superestructura, y que las condiciones del medio ambiente en una cimentación profunda son potencialmente más dañinas que en la superestructura.

Por esa razón, se recomienda limitar la carga estructural permisible de una cimentación profunda a un máximo de 80% de la correspondiente a un elemento comparable en la superestructura.

Uso de pilas coladas en el lugar

Las pilas son de un diámetro mayor a 60 cms. Y pueden tener diferentes formas y dimensiones. Este tipo de cimentación se fabrica haciendo una perforación en el suelo y llenándola con concreto. Pueden o no construirse con ademe. El ademe o cimbra ahogada está formado, ya sea por un tubo metálico lo suficientemente pesado como para poder hincarse sin mandril, o por un tubo metálico ligero hincado con un mandril que se extrae después del hincado.

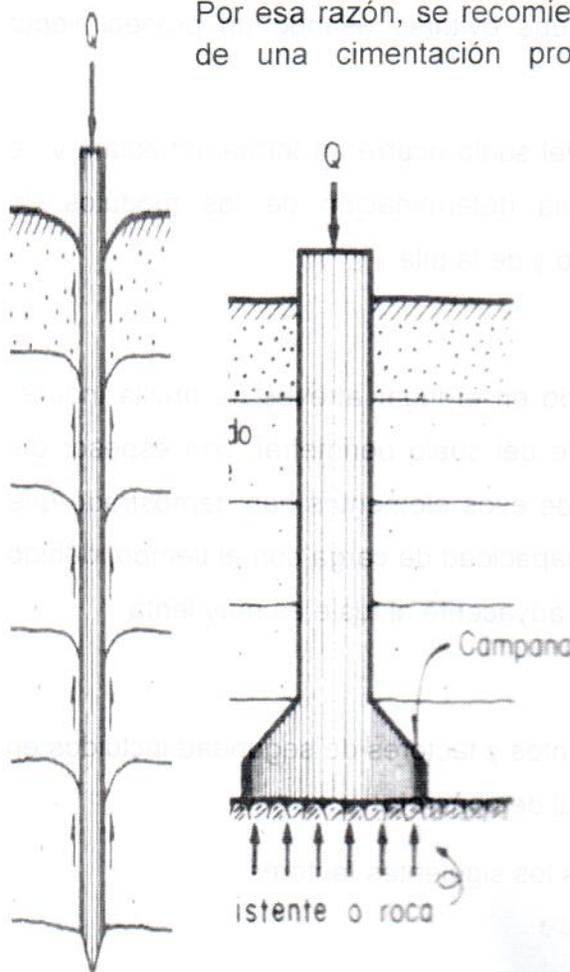


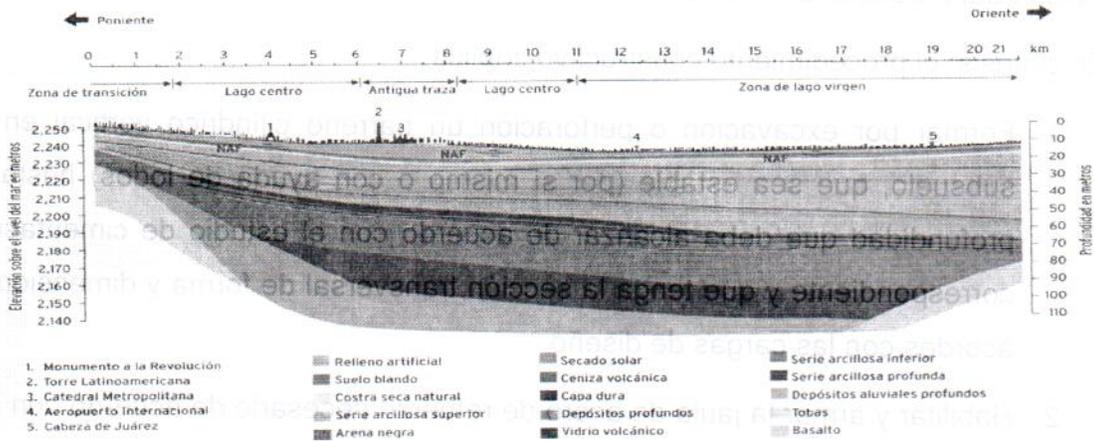
IMAGEN 7

Ambos tipos se pueden reforzar con varillas si es necesario. Su uso se ha generalizado debido a su alta capacidad de carga.

Construcción:

Debe entenderse que las pilas, cuya dimensión transversal mínima es de 0.6 m, siempre se fabrican a base de concreto colado en el lugar usado como cimbra el barreno previamente excavado en el subsuelo o en condiciones excepcionales un ademe metálico.

Perfil estratigráfico de la ciudad de México*



Localización



*Nótese que la acotación de distancia está dada en kilómetros, mientras que las de elevación sobre nivel del mar y de profundidad, en metros.
Fuente: Asesores en Cimentaciones y Mecánica de Suelos.

IMAGEN 8

La estratigrafía y condiciones del agua subterránea, así como la profundidad, el espesor y tipo de roca, suelo duro u otro material de apoyo para las pilas, influyen en el método de construcción y en el diseño ya que la permeabilidad, el nivel freático y las propiedades del suelo determinarán la necesidad de usar ademe, lodos o bombeo y definir el método para la colocación del concreto.



La disponibilidad de áreas de trabajo, el acceso al sitio y las instalaciones que haya que proteger contra asentamientos, derrumbes, ruido o contaminación, influyen en la selección del método constructivo, el alcance de la inspección y el control de la calidad.

Para describir como se construye una pila es conveniente estar familiarizado con el equipo y herramientas utilizados, con la forma de hacer el barreno en el subsuelo (Perforación) conocer cómo preparar y colocar dentro del barreno el acero de refuerzo, como vaciar el concreto fresco y finalmente como verificar la calidad del producto terminado.

En síntesis, el procedimiento constructivo implica:

1. Formar por excavación o perforación un barreno cilíndrico vertical en el subsuelo, que sea estable (por sí mismo o con ayuda de lodos) hasta la profundidad que deba alcanzar de acuerdo con el estudio de cimentación correspondiente y que tenga la sección transversal de forma y dimensiones acordes con las cargas de diseño.
2. Habilitar y armar la jaula de acero de refuerzo necesario de acuerdo con las especificaciones estructurales del proyecto colocándolo de la forma más sencilla posible dentro del barreno previamente formado, cuidado que se centre y quede despegado de las paredes para garantizar en cualquier punto el recubrimiento especificado.
3. Colado en concreto en el barreno, asegurando en todo momento su integridad y continuidad (sin segregación)
4. Verificar mediante muestreo directo (con broca de diamante) la calidad de concreto colado, o bien mediante métodos indirectos a base de sonido, detectar la continuidad del concreto.

Excavación

Los métodos de excavación de pilas se dividen básicamente en dos: en el primero la excavación que se realiza a mano (pico y pala), procedimiento llamado pozo

indio, y en el segundo se excava por medio de maquinas montadas sobre camiones o de orugas.

Los pozos indios



Son excavaciones realizadas a mano (pico y pala) y son convenientes cuando es posible realizar la excavación sin la presencia de agua, siendo adoptado cuando el manto friático se encuentra a una profundidad mayor que la de desplante, o cuando las filtraciones son reducidas y no se originan en el fondo de la excavación. Estas condiciones se encuentran en la zona de transición y de lomas. Por los periodos usuales una excavación permanece abierta (unas horas a dos días), tiempo en que las paredes son estables, aunque suelen ocurrir desprendimientos locales en estratos limosos o en gravas y arena limpias.

IMAGEN 9

Para evitar derrumbes en excavaciones a mano se han usado ademes de madera, procedimiento que hoy en día todavía puede usarse con ventaja. El método mejor conocido se origino en chicago en 1892 y es particularmente adecuado para arcillas sin inclusiones de agua. En el método chicago se hace una perforación circular de cuando menos 1 metro de diámetro, a mano, con una profundidad que varía de 0.5 a 2.0 metros lo que depende de la consistencia de la arcilla.

Se ademan después las paredes de lo excavado con tablas verticales, conocido como forro. El forro se mantiene en su sitio por medio de 2 aros circulares de acero. Para continuar nuevamente en la excavación, hasta instalar nuevamente otras tablas de forro y los aros metálicos.

Cuando la excavación llega al estrato de apoyo del cimiento puede ampliarse el fondo haciendo la campana para aumentar el área de apoyo. Los aros metálicos y las tablas del forro se quedan en su lugar como muestra al colarse el concreto de la pila.

Excavación de pilas con maquinas

En la actualidad la mayoría de las excavaciones para alojar pilas de cimentación que pasan a través o penetran en suelos cohesivos, se realizan por medio de barrenas, botas dentados, brocas o espirales accionados por una maquina rotatoria montada en camiones, grúas o excavadoras sobre orugas.

Por medio de este equipo se pueden realizar perforaciones de 0.3 a 3.0 metros de diámetro, a profundidades que sobrepasan los 30 metros. Existen varios aditamentos para ampliar los fondos de las excavaciones (hacer la campana), pero el más usual es el bote dentado retráctil.



Si las condiciones del suelo son muy desfavorables pueden instalarse tubos de acero de gran diámetro, por un procedimiento en que se combinan los métodos de hincado de pilotes y la excavación abierta. Los tubos se hincan con los extremos abiertos, unos cuantos metros cada vez y se limpia el interior por medio de chorros de aire, de agua o herramienta de cable. Estas perforaciones se llevan hasta la roca o capa más resistente de desplante.

Las excavaciones a base de perforadoras que rebasan el nivel superior de las aguas fráticas suelen ademarse con un liquido espeso llamado lodo bentonitico.

IMAGEN 10

Equipo

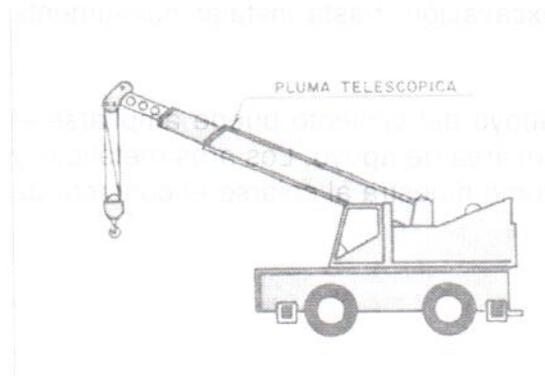


IMAGEN 11

Grúas

Son maquinas que sirven para el levantamiento y manejo de objetos pesados, contado para ello con un sistema de malacates que accionan a uno o varios cables montados sobre una pluma y cuyos extremos terminan en gancho.

Para facilitar su función la unidad motriz y los diferentes mecanismos de la maquina le permiten girar alrededor de un eje vertical y a la pluma moverse alrededor de un plano vertical.

Las plumas de las grúas pueden ser rígidas cuando están formadas por estructuras modulares (de tubo o de ángulo estructural) o bien telescópicas cuando esta formados por elementos prismáticos que deslizan unos dentro de otros. A las grúas móviles con plumas telescópicas se les denomina "patos".



IMAGEN 12

Perforadoras

Son maquinas para hacer barrenos en el subsuelo, por medio de una barra en cuyo extremo inferior se coloca una herramienta de avance tal como una broca, un bote cortador, un trépano, etc.

La barra se hace girar en algunos mecanismos rítmicamente sobre el fondo de la perforación de otros, lo cual da lugar a que las perforaciones sean rotarias o de percusión, respectivamente.

Herramientas para pilas

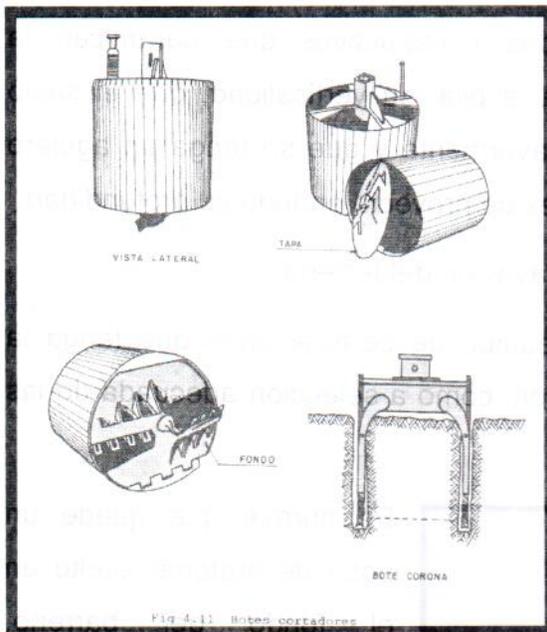
Las principales herramientas que acopladas a los equipos de perforación permiten formar los barrenos en el subsuelo, son las brocas, los botes y trépanos.

Las perforaciones rotarias emplean brocas espirales, botes cortadores, botes ampliadores para a formación de campanas en la base de la pila y trépanos.

a) Brocas espirales

Pueden ser cilíndricas o cónicas y están formadas por una hélice colocada alrededor de una barra central, los elementos de corte están constituidos por

Llamados también botes campana so cilíndricos de acero similares a los botes cortadores, pero que tienen un dispositivo formado por uno o dos alerones cortadores que van sobresaliendo del bote a medida que van cortando el material en el fondo de la perforación, formando así la llamada campana o ampliación de la base de la pila.

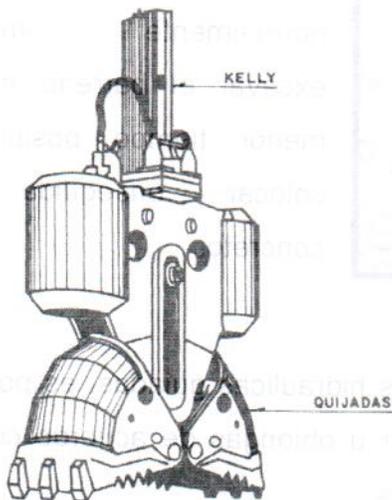


d) Trépanos

Son herramientas de acero de gran peso que trabajan a percusión dejándolas caer libremente desde cierta altura. Se utilizan para romper rocas o boleos encontrados en la perforación o para empotrar las pilas en las formaciones rocosas; existen varios tipos y tamaños que se emplean de acuerdo con los problemas específicos de cada caso.

IMAGEN 15

Excavadores de Almeja



También se pueden excavar pilas de sección rectangular, oblonga o alguna combinación de estas secciones mediante almejas hidráulicas guiadas, integradas por dos quijetas móviles que se accionan con cilindros hidráulicos adosados en la parte inferior de un Barreto o Kelly rígido, de una pieza o telescopio.

IMAGEN 16

Vibrohincadores

Los vibrohincadores, también llamados martillos vibratorios, son máquinas diseñadas

para llevar a cabo el hincado o extracción de tubos o perfiles de acero en el subsuelo, merced a la acción dinámica de un generador de vibraciones, más el peso propio del equipo cuando realizan hincados mas a capacidad de levante de una grúa cuando son extracciones

Perforaciones

Se deberán seleccionar aquí los métodos constructivos que garanticen la localización precisa de la perforación para la pila, su verticalidad, que el suelo adyacente a la excavación no se altere mayormente y que se tenga un agujero limpio, que tenga y conserve las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.

Se debe de evitar en lo posible la sobre excavación del terreno.

Tan atinada es la selección atinada del equipo de perforaciones que tenga la capacidad suficiente para la obra en cuestión, como a selección adecuada de las herramientas de ataque.

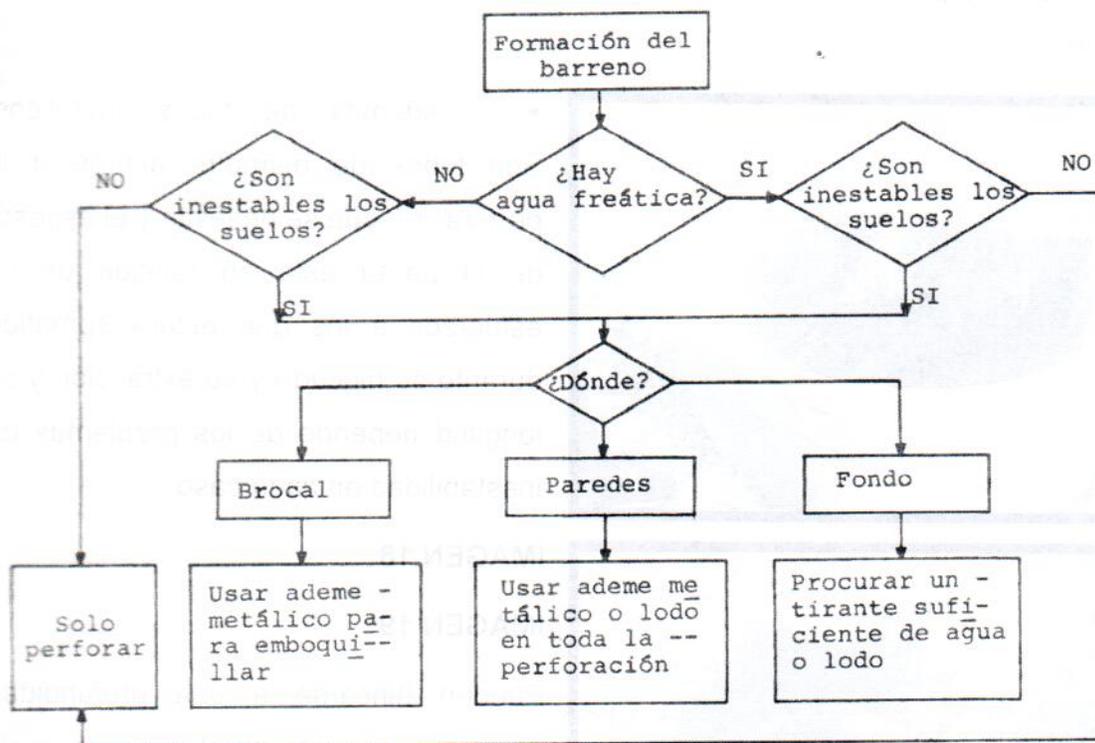


Es normal que quede un poco de material suelto en el fondo del barreno, durante una buena construcción de pilas normalmente implica excavar el barreno en el menor tiempo posible y colocar enseguida el concreto.

IMAGEN 17

Con los equipos de excavación mediante almejas hidráulicas guiadas, es posible construir pilas de sección transversal rectangular u oblongas de acuerdo con el tipo de almeja usada o bien secciones compuestas.

Un aspecto de gran relevancia se refiere a la estabilidad que presentan las paredes de la perforación durante su ejecución, decidiendo por ello si deben o no ser protegidas para evitar derrumbes o cerramientos. Para tal decisión, es necesario conocer las características físicas y propiedades del suelo por atravesar, así como la influencia freática, en caso de que exista, ya que la estabilidad depende esencialmente de la combinación de estos factores.



ARBOL DE DECISIONES

Sin Protección

La perforación sin protección es aplicable a suelos firmes o compactos, cohesivos, sobre o bajo el nivel freático que no presenten derrumbes al ser cortados.

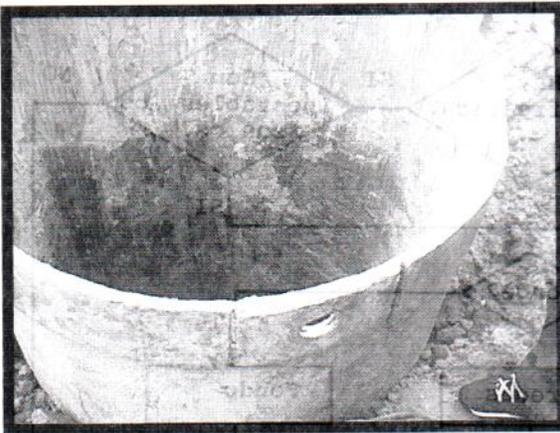
- Arcillas
- Limos arcillosos
- Firmes o duros
- Limos arenosos compactos

- Tobas

Estos pueden mantener sus paredes verticales aun en presencia de agua, siempre que el flujo no sea excesivamente grande.

Ademada

La protección de la perforación puede ser requerida por la inestabilidad propia de la materia o por la presencia de aguas freáticas tal protección puede ser de dos tipos.



- Ademes de tubos metálicos. Son tubos de diámetro acorde a la perforación que se necesita y el espesor de la pared está en función de los esfuerzos a los que estará sometido durante su hincado y su extracción y su longitud depende de los problemas de inestabilidad en cada caso.

IMAGEN 18

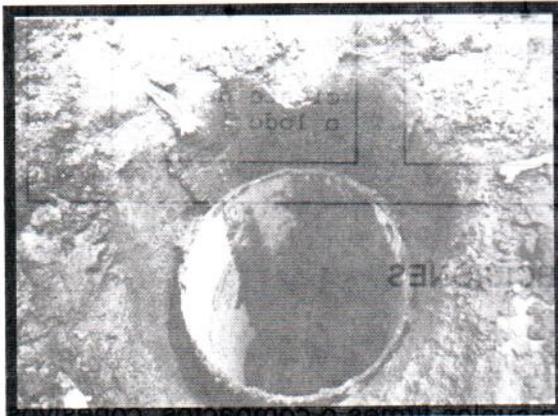


IMAGEN 19

Pueden hincarse a una profundidad somera para proteger el inicio de la de la perforación de la pila (emboquillado)

- Con lodo. Se le denomina lodo de perforación a una mezcla de agua

con arcilla coloidal, generalmente bentonita, empleada como auxiliar en la ejecución de barrenos.

Durante la perforación el lodo se emplea para.

- Estabilizar las paredes
- Remover y transportar recortes del suelo
- Enfriar y lubricar la herramienta rotatoria

- Contrarrestar supresiones

Se aplica a suelos inestables que presentan problemas de derrumbes ya sea por la presencia de aguas freáticas o por sus desfavorables propiedades mecánicas, además permite soportar en suspensión partículas sólidas evitando sedimentaciones indeseables, durante el colado.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe habilitarse (cortado, doblado), armarse y colocarse apegándose a las instrucciones señaladas en los planos.

Traslapes. Para el corte y armado del acero de refuerzo debe planearse su “secuencia de utilización” con el objeto de que además de procurar que los empalmes y traslapes no queden en la misma sección transversal, de acuerdo con los reglamentos respectivos, se logre un aprovechamiento más racional del mismo.



IMAGEN 20

Para varillas del No. 8 o menores se recomienda el traslape, mientras que para varillas del No. 10 o mayores se recomienda la soldadura.

Ganchos y Dobleces

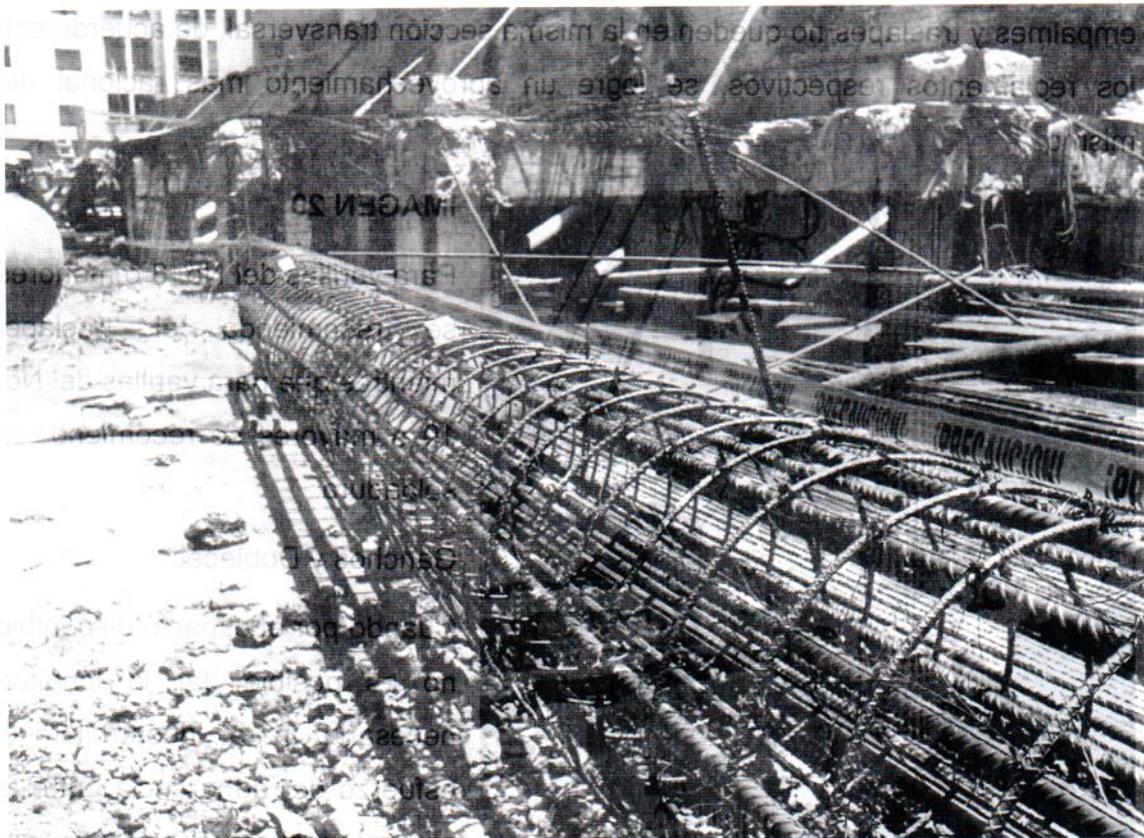
Cuando por el espacio disponible no es posible dar la longitud necesaria para desarrollar el esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero, se recurren a la técnica de efectuar dobleces en

el extremo de la varilla a fin de formar ganchos o bien, escuadras. Estos dobleces deben tener una geometría determinada, que depende del diámetro de la varilla,

de la resistencia tanto del concreto como del acero y de la ubicación de la varilla respecto al espesor del elemento estructural.

Recubrimientos y Espaciamientos

Se denomina recubrimiento al espesor del concreto remanente entre la cara exterior del elemento estructural de concreto y la cara exterior del acero del refuerzo del acero más cercano, pudiendo ser un estribo o una varilla longitudinal. Dicho recubrimiento tiene por objeto proteger al acero de refuerzo de los agentes adversos, atmosféricos y químicos del ambiente en el que va a estar trabajando el elemento de concreto, ya que algunos producen corrosión, poniendo en peligro la seguridad del elemento y por ende la integridad de la estructura. **IMAGEN 21**



- La distancia libre entre varillas paralelas no deberá ser mayor que el diámetro nominal de la varilla

- Cuando se usan paquetes de varillas, estos deberán tener 4 varillas como máximo y las mismas deberán terminarse a intervalos de 40 diámetros, salvo que sean necesarios en toda la longitud.
- Para refuerzo en espiral, el espaciamiento centro a centro no debe ser mayor que un $1/6$ del diámetro del núcleo del concreto.
- Para estribos circulares rectangulares, la separación entre los mismos no debe ser mayor que 16 veces el diámetro e la varilla longitudinal o 48 veces el diámetro del estribo o la dimensión menor del elemento.

Manejo y Colocación

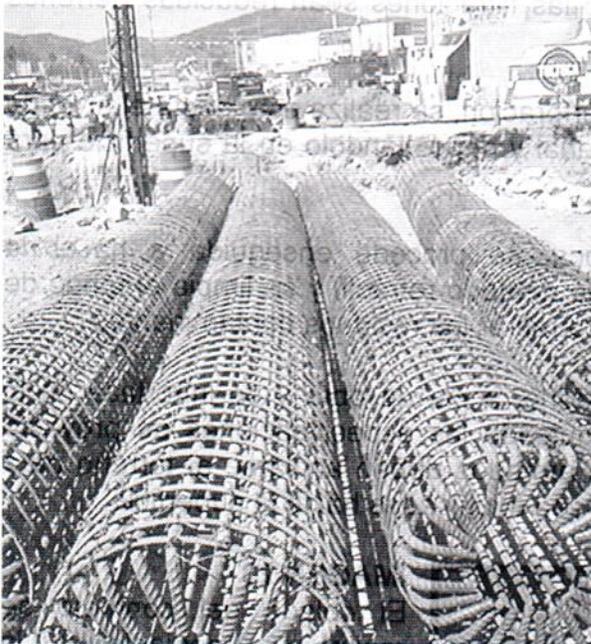


IMAGEN 22

Cuando por las necesidades de la obra, de acuerdo al procedimiento constructivo, el acero de refuerzo deba armarse en un sitio para posteriormente colocarlo en una cimbra o dentro de una perforación para pila, además del acero especificados para cumplir con los requisitos horizontales, debe colocarse refuerzo adicional a manera de formar armaduras que

permitan el manejo del acero de refuerzo, ya armado, sin que se presenten deformaciones, movimientos o desplazamientos del lugar que ocupara dicho refuerzo en el futuro elemento de concreto.

La forma de "armar" el acero de refuerzo para permitir su manejo, dependerá de la longitud y peso del mismo, así como del equipo disponible para su manejo.

Procedimientos constructivos

Para la construcción de pilas se utilizan básicamente 3 procedimientos:

A) El método seco

Que generalmente se usa en suelos estables situados por encima del nivel de aguas freáticas.

B) El método de lodo bentonítico

Para suelos bajo el nivel de aguas freáticas o inestables.

C) El método de ademe

Para aplicación de suelos blandos.

A) El método seco:

Se aplica donde es posible realizar la perforación sin la presencia de agua y que no exista la posibilidad de encontrar materiales sueltos que puedan poner en peligro la estabilidad de la perforación. También puede aplicarse en suelos bajo el nivel de agua freática siempre y cuando las filtraciones sean reducidas (terrenos semi-impermeables).

Elegido el equipo y la herramienta de perforación, se realiza esta hasta el nivel de desplante de la pila, extrayendo el material y depositándolo en la superficie para su desalojo de la obra.

Terminada la perforación con la broca, se procede enseguida a hacer la ampliación, (campana) mediante un bote dentado retráctil y se limpia el fondo de la misma con una cuchara especial para retirar los residuos contaminantes.

El acero de refuerzo se arma en el exterior a pie de obra y se introduce en la perforación por medio de una grúa siguiendo las especificaciones de proyecto sobre recubrimiento y ubicación. Estos armados deben anclarse al terreno para que al momento de colar el concreto no sea expulsados hacia la superficie.



IMAGEN 23

El colado del concreto se realiza mediante la instalación de tubería (líneas tremie) que bajaran por la perforación hasta 50 cm. Arriba del nivel de desplante procurando que su extremo inferior siempre este ahogado en el concreto para evitar la inyección de aire, la segregación de sus componentes y la contaminación con azolves de la excavación.

B) Método de lodo bentonítico

En los sitios donde se perfora bajo el nivel freático o las paredes no son estables, el uso de lodos bentoníticos simultáneamente a la horadación es la solución más usada. En estos se excava primero la zona estable y antes de penetrar en la zona de derrumbes se llena con arcilla bentonítica y agua, en tales proporciones que se forme un líquido espeso, viscoso, cuando este lodo bentonítico tiene la consistencia adecuada, se puede perforar la zona sin cohesión en la forma usual, por medio de la barrena, el lodo estabiliza las paredes del agujero, impidiendo la entrada de agua subterránea, e imparte suficiente cohesión al suelo permitiendo extraerlo con la barrena.

Después de realizada la perforación, y estando llena de lodo, se procede a introducir el armado que fue previamente preparado en forma de armadura cilíndrica, anclándolo debidamente para evitar su emergimiento a la superficie al ser colado con concreto.

Finalmente se cuela la pila mediante la instalación de tubería tremie a la cual se le coloca un neumático en la parte inferior para asegurar que el concreto llegue libre de contaminación por el lodo. Al ir avanzando el colado el concreto desplazará al lodo bentonítico hacia la superficie por diferencia de densidad y de ahí será bombeado y depositado a un cárcamo para ser reutilizado en otra perforación.



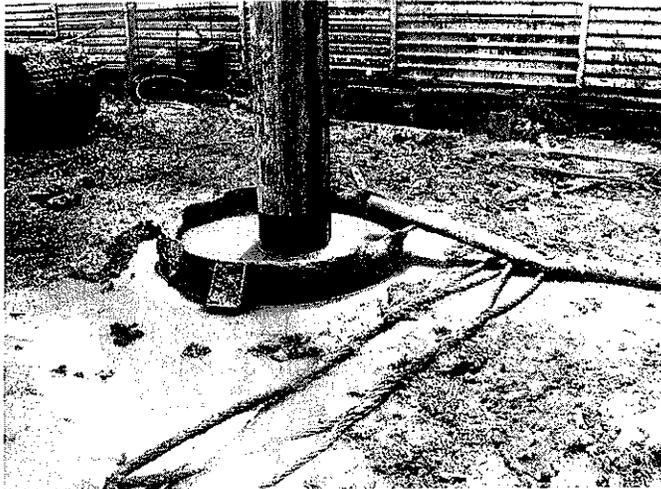
La cota superior del concreto deberá quedar por encima de la del proyecto de la pila con el fin de demoler este exceso ya que esta parte es la que siempre estará en contacto con el lodo bentonítico y en consecuencia está contaminada ocasionándole gran reducción en la resistencia a la compresión.

IMAGEN 24

C) Método de ademe

Estas se usan cuando las condiciones del subsuelo son tan desfavorables que no permitan la instalación de pilas por cualquiera de los métodos antes descritos.

IMAGEN 25



Tienen su principal aplicación en suelos blandos poco cohesivos que puedan derrumbarse con facilidad al efectuar la excavación.

El ademe es usualmente a base de tubos de acero de diámetro interior ligeramente superior al de la barrena.

(nota: ver excavaciones de pilas con maquinas)

En lo que respecta a la colocación de acero de refuerzo y del colado de concreto, son validas las recomendaciones del método anterior, aunque cuando se pretende remplazar el ademe se requiere un concreto con mayor revenimiento, para facilitar la extracción de este.

El ademe o camisas puede romperse a medida que avanza el colado, extrayéndolo con la máquina de perforación, o bien puede dejarse ahogado según lo impida la fricción del terreno.

Las pilas realizadas con este método son caras, pero usualmente soportan cargas muy grandes y pueden ser instaladas en casi todas las condiciones del subsuelo.

Concreto



Además de los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales que intervienen en la fabricación del concreto, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos, para asegurar la calidad de la construcción de pilas.

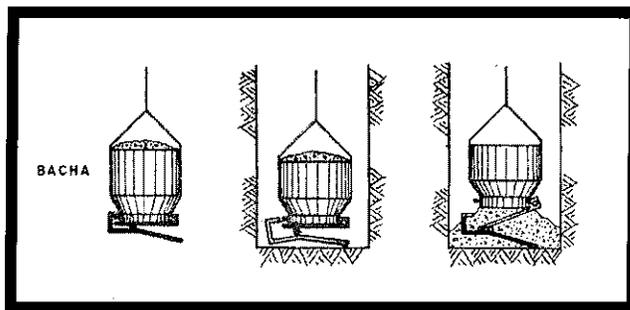
IMAGEN 26

- Tamaño del agregado
- Revenimiento
- Aditivos

Colocado en seco

Antes de proceder al colocado del concreto es fundamental efectuar una limpia cuidadosa del fondo, eliminando los asolves o recortes sedimentados en el fondo de la perforación, mediante herramientas apropiadas.

Existen varios métodos para la colocación en seco del concreto, que en común buscan evitar su segregación. Cuando la perforación está totalmente libre de agua



y su sección transversal lo permite, el colado se puede realizar por medio de recipientes especiales o “bachas” que descargan por el fondo, las cuales se movilizan con ayudan de malacates o bien con grúas.

IMAGEN 27

También se puede utilizar tuberías de conos, segmentadas, llamadas comúnmente “trompas de elefante”, o bien bombas para concreto.

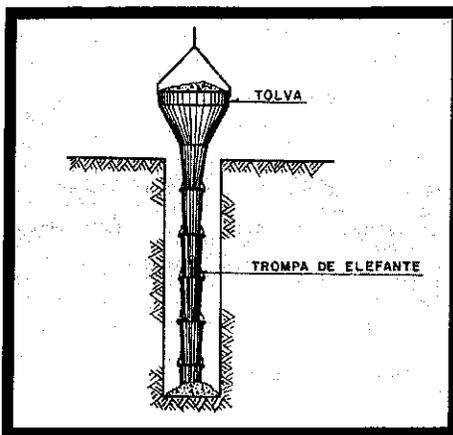
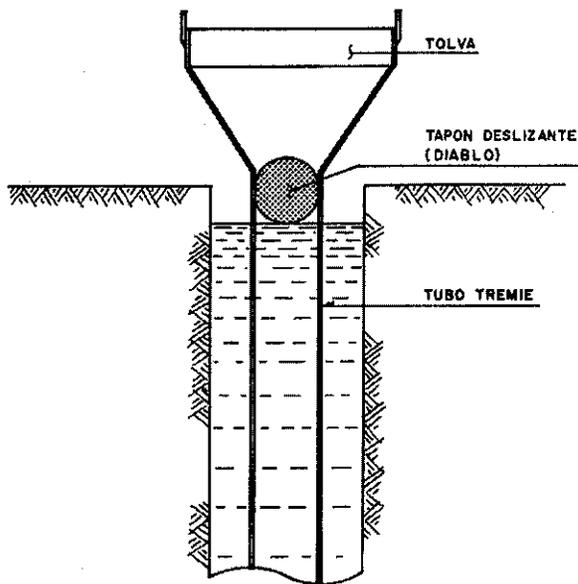


IMAGEN 28

Colado bajo agua o lodo

Cuando el concreto debe colocarse bajo el agua o bajo lodo bentonítico, se emplea una o varias tuberías estancas (tremie) de acuerdo con las dimensiones de la pila cuyo diámetro interno sea por lo menos 6 veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso del concreto.

IMAGEN 29



Para su manejo puede estar integrada por varios tramos de 3 m. de longitud como máximo, fácilmente desmontables, por lo que se recomienda que tengan cuerdas de listón o trapezoidales.

Es imperativo que la tubería sea perfectamente lisa por dentro y aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el uso continuo y uniforme durante el colado y lo segundo para evitar atoramientos

de la tubería con el armado.

El procedimiento de colado mediante tubería tremie siempre busca colocar el concreto, a partir del fondo de la perforación dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma; así, al avanzar el colado tiene lugar un desplazamiento continuo de lodo (o agua) manteniendo una sola superficie de contacto (la del primer volumen de concreto colocado).

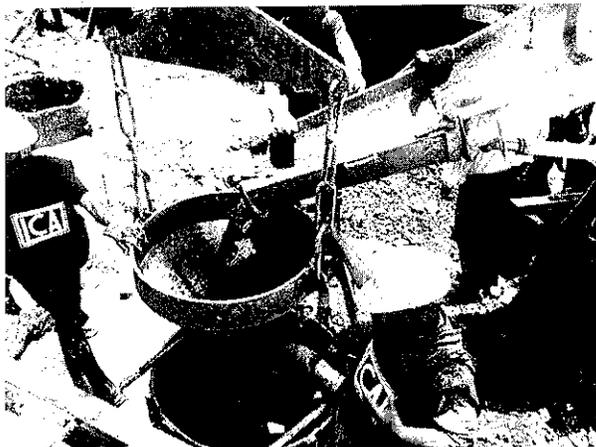


IMAGEN 30

La gran diferencia en densidades entre el concreto fluido (2.4 ton/m^3) y el lodo (1.14 ton/m^3) ayuda a que dicho desplazamiento se efectúe eficazmente; es conveniente seguir las siguientes recomendaciones para lograr buenos resultados.

- Revisar la tubería antes de que sea colocada dentro de las perforaciones

- Una vez instalada la tubería dentro de perforación y antes de empezar el colado, es necesario colocarle en su extremo superior un tapón deslizante (diablo).



IMAGEN 31

CONSTRUCCIÓN DE PILAS

- A) Formar por excavación o perforación un barreno cilíndrico vertical en el subsuelo, que sea estable, por si mismo o por ayuda de lodos.
- B) Habilitar y armar la jaula de acero de refuerzo necesario de acuerdo con las especificaciones estructurales.
- C) Colocar el concreto en el barreno, asegurando en todo momento su integridad y continuidad (sin segregación)
- D) Verificar mediante muestreo directo (con broca de diamante) la calidad del concreto colado, o bien mediante métodos indirectos a base de sonido.
Detectar la continuidad del concreto

Verificación de calidad

Métodos directos

a) Muestreo

Uno de los métodos directos de la calidad de las pilas consiste en la ejecución de perforaciones con obtención continua de núcleos de concreto a todo lo largo de ellas, empleando maquinas rotarias y barriles muestreadores con broca de diamante.

b) Circuitos de televisión

Este método consiste en el empleo de pequeñas cámaras de televisión que son introducidas en perforaciones previamente realizadas en las pilas y que permiten la observación directa de las paredes y del fondo de las mismas.

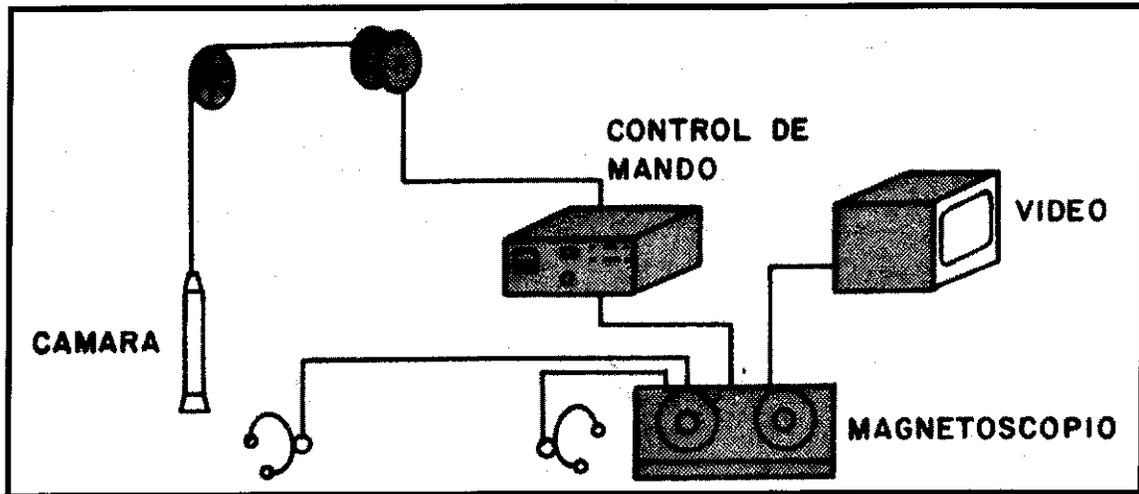


IMAGEN 32 Circuitos de televisión

Métodos indirectos

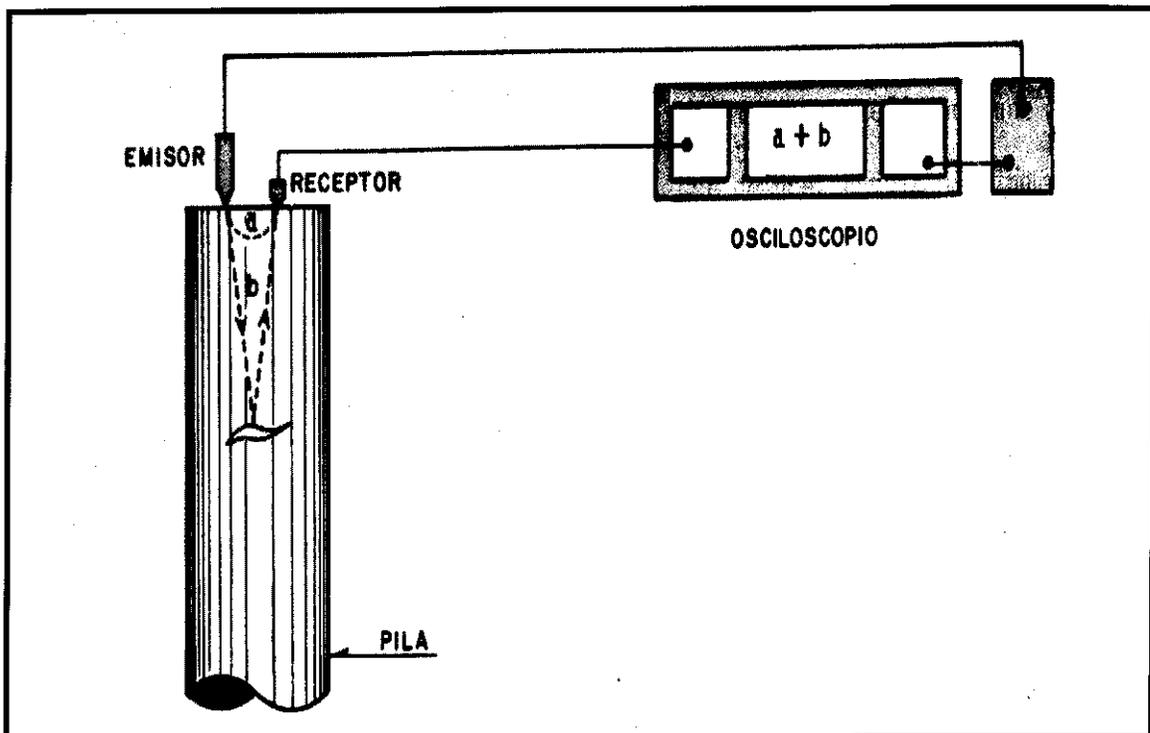


IMAGEN 33 Método de Eco

Método de Eco

Se basa en la propagación y reflexión de una onda en un medio heterogéneo.

Método "Cross Hole"

Al igual que el método anterior, consiste en la emisión de una vibración, pero en vez de ser producida en la cabeza de la pila, se genera dentro de un tubo lleno de agua que se coloca fijo en el armado de la pila previamente al colado.

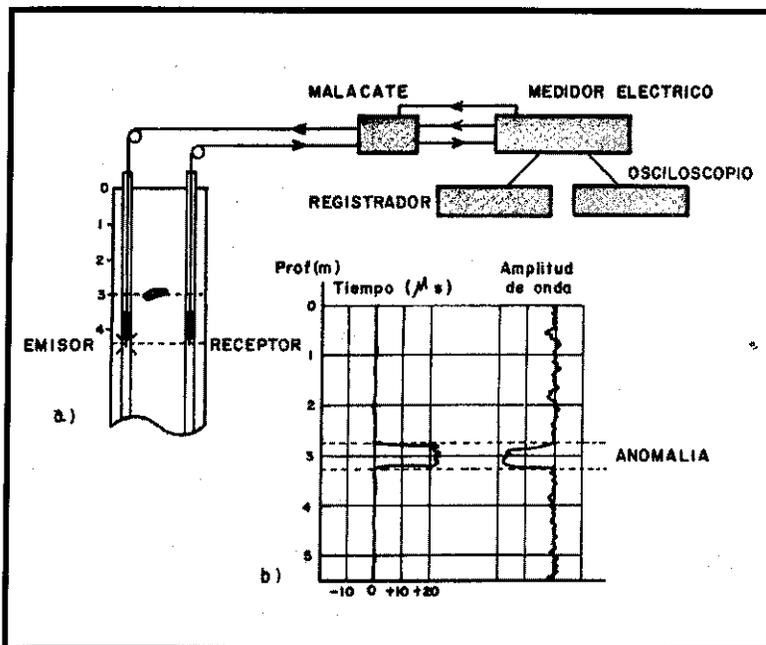


IMAGEN 34

Método "Cross Hole"

Conclusiones:

En la elaboración de este trabajo se han tratado de visualizar a grandes rasgos los distintos tipos de cimentación que existen y se utilizan comúnmente, sus ventajas y desventajas. La elección de alguno de alguna de estas cimentaciones o combinación de ellas dependerá en parte de lo complejo del problema de cimentación a resolver, del tipo de suelo en que se trabaje, de los recursos - humanos, tecnológicos, económicos, etc.- con los que se cuenta y de la

experiencia y criterio del constructor, quien debe anteponer, sobre todo, la seguridad y buen funcionamiento de la cimentación.

Considerando que las pilas son elementos fabricados in situ, no requieren de área adicional para una planta de fabricación y para su almacenamiento.

Las pilas no están expuestas a sufrir daños estructurales ya que no se requiere que sean maniobradas y golpeadas para su instalación como sucede con los pilotes.

La capacidad de carga de las pilas es mayor que la de los pilotes.

REFERENCIAS

Manual de construcción de pilas y pilotes, Colegio Mexicano de Mecánica de Suelos /México, 2003

Newffer, Gustavo Gilli

Teoría y práctica de los prefabricados, Tomo I Miguel Aguilo Loza, Editores técnicos asociados S. A.

Ingeniería de cimentaciones". Limusa Noriega Editores. México 1995.

Costos de cimentaciones profundas /Cámara Nacional de la industria de la construcción /México, 1999

Edificación moderna /Revista del comercio y la construcción /Octubre 2001

Normas y costos de construcción /Plazola Cisneros Alfredo /Tomo I /Noriega editores /México 2002

* Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos/ Cimientos Profundos Colados en Sitio/ Limusa/ México, 1989

WWW.todoarquitectura.com

CIMENTACIONES CON PILOTES

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

DESARROLLO Y USO DE LOS PILOTES.

Los pilotes son anteriores a la historia que conocemos. Hace 12000 años los habitantes neolíticos de Suiza hincaron postes de madera en los blandos fondos de lagos poco profundos para construir sus casas sobre ellos y a alturas suficiente para protegerlos de los animales que merodeaban y de los guerreros vecinos.

Estructuras similares están actualmente en uso en las junglas del sudeste de Asia y de la América del Sur. Venecia fue construida sobre pilotes de madera en el delta pantanoso del río Po, para proteger a los primeros italianos de los invasores del este de Europa y, al mismo tiempo, para estar cerca del mar y de sus fuentes de subsistencia.

Los descubridores españoles dieron a Venezuela ese nombre, que significa pequeña Venecia, porque los indios vivían en chozas construidas sobre pilotes en las lagunas que rodean las costas del lago Maracaibo. En la actualidad las cimentaciones de pilotes tienen el mismo propósito: hacer posible las construcciones de casas y mantener industrias y comercios en lugares donde las condiciones del suelo no son favorables.

Así mismo, como es conocido por la mayoría de los arquitectos e ingenieros constructores de México, desde la época prehispánica se empezaron a usar estacados de madera a manera de pilotes, para ganar terreno al lago en que se asentó la gran Tenochtitlan, y que a la llegada de los españoles, en el mismo lugar hoy ocupado por la plaza de la constitución, se inició la construcción de nuestra actual capital, y en donde la mayoría de los edificios de la época colonial fueron construidos también sobre estacados.

Lo anterior hace suponer que los colonizadores adoptaron esta costumbre de los constructores aztecas, ya que la mayor parte de la nueva ciudad y en especial las edificaciones importantes, fueron soportadas (cimentadas) sobre una serie de pilotes de madera de 12 a 15 cm. de diámetro y una longitud de 2.00 a 4.00 mts.

Estos pequeños pilotes se hincaban en el terreno, casi pegados entre sí, formando una cuerda profunda de estacas, con lo que aumentaban la capacidad de carga del terreno. La madera más usada fue el mezquite por ser una de las más resistentes dentro del agua.

La mayor parte de las edificaciones importantes que se han realizado en los últimos 80 años en el centro de la ciudad requirió de excavaciones de más de 5.00 o 6.00 mts. de profundidad y las que se realizaron donde había existido alguna edificación de la época colonial, se encontró que sus cimientos de mampostería estaban apoyados sobre estacados de madera que lucían en buen estado, pero que al ser extraídos y perder su humedad se pulverizaron, la resistencia de éstas se debía primordialmente a que formaban paquetes muy compactos y su duración de casi 400 años, se atribuye a que se mantuvieron siempre sumergidos en terrenos saturados de agua.

Así, en el siglo pasado, dado que el costo del terreno y las distancias eran cada día mayores al crecer la ciudad y hombre es por naturaleza ambicioso y emprendedor, se comenzaron a proyectar edificios cada vez más altos, viéndose obligados dada la baja capacidad de carga del terreno, a buscar una solución en los pilotes modernos de la época y comenzó a usarse el sistema compresol (compresión del suelo) de origen francés, que data del año 1900.

GENERALIDADES

Principios generales. Las cimentaciones están destinadas a repartir sobre el terreno el peso de las partes estructurales de una edificación, es pues conveniente, para determinar sus dimensiones y tipo, conocer por una parte el peso total de la obra enteramente terminada, incluidas las sobrecargas "vivas y accidentales", y por otra, la aptitud portante del terreno sobre el cual descansara la construcción. Tal relación puede escribirse así:

$$\text{Peso de la obra} \leq \text{aptitud portante del terreno}$$

Superficie de apoyo sobre el terreno

Todas las obras arquitectónicas que se apoyan en la superficie terrestre consisten en dos partes: la superior o superestructura y la inferior o cimentación.

La cimentación es entonces, el elemento de conexión que permite un apoyo adecuado de la superestructura al suelo. Como la mayor parte de los suelos

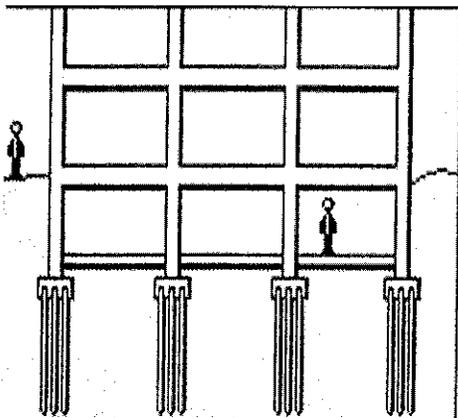
superficiales de los valles, son de baja capacidad de carga, los sistemas de trasmisión consisten en una ampliación de la superficie trasmisora.

Corresponde al arquitecto o ingeniero definir el tipo de cimentación adecuada en cada caso, que además de ofrecer un apoyo razonablemente seguro a la obra, le resulte económico.

La ingeniería de cimentaciones permite aplicar los principios de mecánica de suelos, predice la respuesta del subsuelo al cambio de las condiciones geométricas y de carga proporcionando un apoyo adecuado a la superestructura.

Respecto a la seguridad, deberán considerares dos aspectos mecánicos importantes: primero, la capacidad del subsuelo para soportar las cargas impuestas y segundo, que los movimientos totales y diferenciales que ocurran sean compatibles con la estructura de cimentación elegida, con el tipo de superestructura y con los requisitos funcionales de la obra. Adicionalmente el comportamiento de la misma deberá ser tal que no afecte a las construcciones o servicios vecinos.

Uso de los pilotes.



Cuando el terreno resistente se encuentra muy profundo las cargas del edificio se transmiten al mismo mediante pilotes.

Los pilotes son elementos columnares esbeltos cuya sección transversal estará comprendida generalmente entre 20 y 60 cm. Y su función será la de transmitir las cargas de la superestructura a estratos profundos más resistentes.

Esto puede realizarse de 3 formas, de donde obtienen su denominación principal.

IMAGEN 1

1. Respecto a su clasificación

A) Pilote de fricción, cuando transmiten su carga a un cierto espesor de suelo blando utilizando para ello la fricción lateral que se produce entre el suelo y el pilote.

B) Pilotes de punta; transmiten la carga a través de un cierto espesor de suelo blando o a través de agua hasta un estrato de suelo resistente por apoyo directo de su punta.

C) Pilote mixto; son aquellos que combinan el trabajo de punta con el de fricción o adherencia, considerando los dos efectos de igual importancia.

2. Respecto al material del cual están hechos.

- A) de madera
- B) de acero
- C) de concreto simple
- D) de concreto reforzado
- E) de concreto pretensado
- F) mixtos

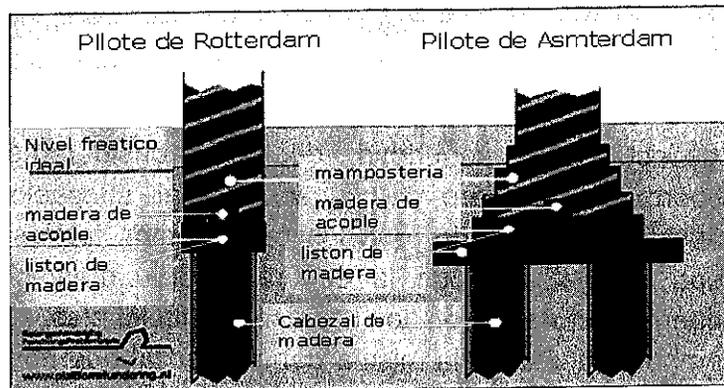


IMAGEN 2

3. Según la situación de la capa resistente

A) pilotes columnas, en los cuales la carga de la estructura se transmite una capa de terreno resistente.

B) pilotes flotantes; llamados también de fricción, en los que la carga no se transmite directamente a una capa de terreno resistente ya que este suele encontrarse muy por debajo de las capas cohesivas.

4. Respecto a su sección transversal.

- A) huecos
- B) macizos

y de varias formas como circular, cuadrado, triangular, hexagonal, en H, etc.

5. Respecto al lugar de elaboración.

- A) prefabricados; cuando se construyen fuera del lugar de obra.
- B) colados insitu, (pilas) cuando su construcción se hace en obra.

Nota: En Ingeniería las pilas están englobados en los pilotes



IMAGEN 3

6. Según el tipo de esfuerzo.

A) pilotes a compresión: que están sometidos a fuerzas que tienden a introducirlos en el terreno y que transmiten las cargas de la estructura por presión de la punta y rozamiento del fuste.

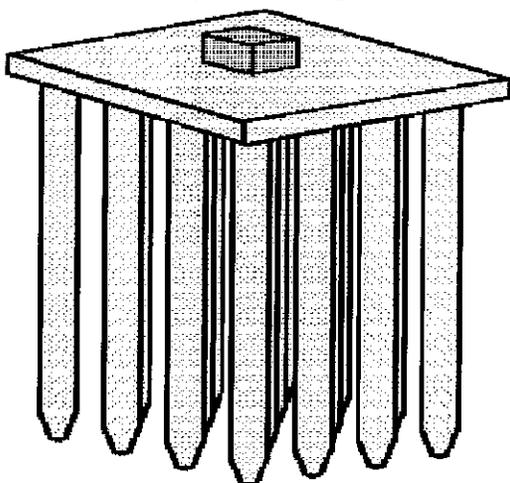
7. Según la introducción al terreno.

A) pilotes hincados. Que se introducen en el terreno por golpe de martinete.

B) pilotes perforados. Moldeados en una perforación abierta en el terreno.

PILOTACION

Cuando se financian nuevos proyectos de edificación se exigirá el tipo de construcción que satisfaga las necesidades requeridas al costo más bajo.



Así al diseñar los cimientos eso nos conduce a una consideración amplia de materiales, proceso constructivo y justificación de inversión. Aunque en ocasiones más de una solución pueden parecer como posibles, únicamente ciertos tipos podrán ser capaces de afrontar las condiciones del lugar y tal vez solo uno nos dé la mejor opción de inversión.

IMAGEN 4

La necesidad de instalar pilotes para cimentar un edificio nos puede resultar evidente o puede aparecer como respuesta del estudio de la mecánica de suelos, previendo el comportamiento de los diferentes estratos del terreno y determinando las características de la pilotación.

Para el diseño de pilotes se conjugan 3 consideraciones.

1. Considerar la geología del terreno
2. Analizar los tipos de pilotes y equipos de instalación mediante una forma dinámica de hincado.
3. Considerar las capacidades sustentables del pilote

Geología y exploraciones del terreno

Primeramente, hay que considerar el espesor promedio de los diferentes estratos, su composición característica, consistencia, resistencia al hincado y capacidad de apoyo, para determinar el tipo de pilotes probable.

Sondeos

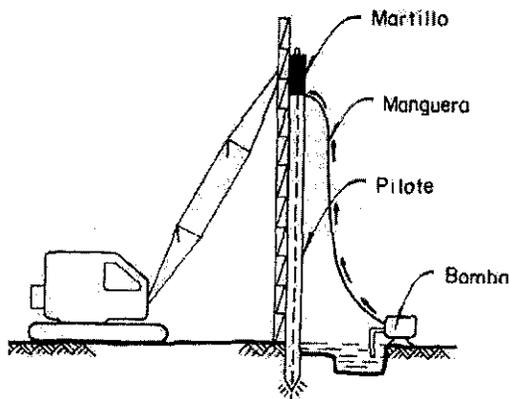
El número y espaciamiento de las perforaciones de muestreo dependen del carácter de subsuelo.

Limitándose al terreno en cuestión y explorando el centro. A partir de entonces se sabrá si aparecen condiciones uniformes y si se necesitan sondeos intermedios.

Los sondeos deben hacerse a 30 metros o más de profundidad. A no ser que se encuentre roca antes o que se halla verificado que se encuentre un estrato duro a un nivel más alto y que los estratos subyacentes no sean compresibles, debe cuando menos hacerse un sondeo que continúe hasta la roca a una profundidad de una y media veces el ancho de la estructura.

Selección de pilotes y equipo de hincado

IMAGEN 5



La segunda consideración del diseño de cimentaciones por pilotes consiste en el estudio mediante una adecuada fórmula dinámica de hincado, de los tipos convenientes de los pilotes y equipo de hincado.

Estudio de la fricción estática

La tercera consideración en el proyecto se

basa en el estudio de los valores, estática, fricción requeridos en los estratos de apoyo elegidos, basándose en el área hincada del pilote, después de haber clavado este a un grado de punta satisfactoria mediante resultados de la formula dinámica.

Pilotes de prueba

El estudio de las consideraciones anteriores se facilitará grandemente mediante los datos obtenidos a partir de los numerosos informes sobre hincado de pilotes, sonda y de ser posible mediante los datos de extracción de pilotes.

Es muy deseable el hincado de varios pilotes sonda en el terreno, adyacentes a la ubicación de sondeo de forma que los datos de hincado puedan ser estudiados conjuntamente con la información de muestreo. Algunos pilotes deben ser hincados a un grado de punta más profundo del que parece probable en los pilotes de construcción, para establecer la capacidad de apoyo más allá de las profundidades normales.

El hincado de varios pilotes sonda después de un tiempo proporcionara valiosa información por lo que concierne al aumento y disminución en resistencia.

Prueba de carga de pilotes

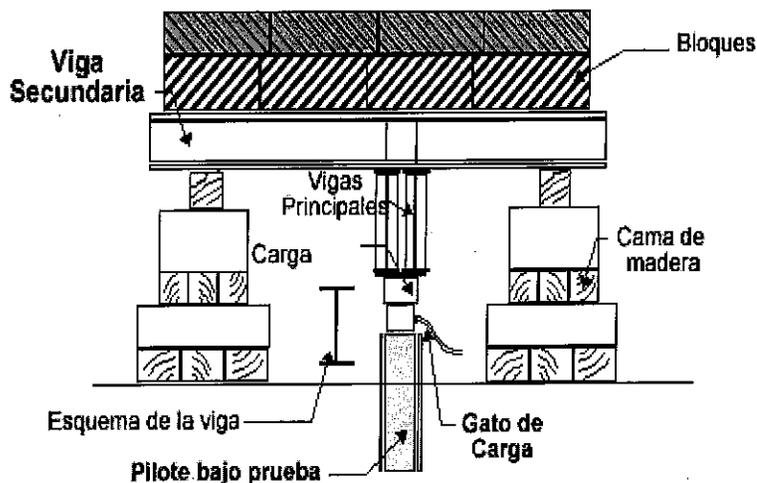


IMAGEN 6

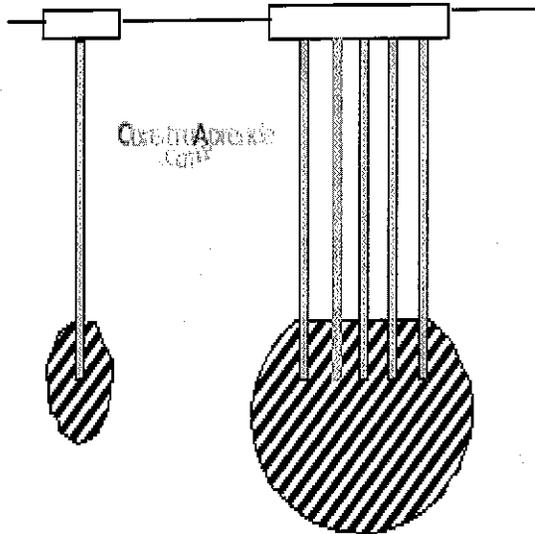
A) Información obtenida a partir de pruebas de carga. De ser posible llevar a efecto pruebas de fatiga, esta proporcionara los valores de fricción, incluyendo la resistencia de extremo.

Hasta ahora, ha sido práctica común el probar pilotes sencillos

a un 150 o 200% de la carga de proyecto, dejando la carga sobre el pilote de 24 a 48 horas. Si el asentamiento no ha excedido un máximo especificado consideramos satisfactoria la prueba.

B) Prueba de deshincado. El deshincado de varios pilotes determinara también los valores de fricción y la resistencia de extremo, siendo esta ultima mediante la comparación de la fuerza total del deshincado con la prueba de carga.

C) Localizaciones de prueba. Para permitir la adquisición de pilotes de tamaño adecuado los pilotes sonda deben localizarse en posiciones que cubran el terreno y faciliten el trazo.



D) Transmisión de la carga al terreno. La distribución de la transmisión de la del pilote al terreno y a la punta del pilote, fácilmente puede realizarse en el caso de los pilotes de concreto precolado, de concreto ahuecado, tubulares y pilotes en h mediante la medición del movimiento hacia abajo, bajo las pruebas de carga, en la punta, puntos cuartos y medios del pilote, o de un grupo de ellos.

IMAGEN 7

E) Factor tiempo en las pruebas. Al quitar las pruebas de peso sería deseable continuar las lecturas de asentamiento, por lo menos durante el periodo equivalente de tiempo al de cargado. Los datos obtenidos pueden ser valiosos en la determinación de elasticidades relativas de pilote y terreno.

Mientras que la prueba de carga de corta duración de pilotes puede no permitir a los pesos de consolidación de las capas superiores lo suficiente para alcanzar los estratos inferiores de apoyo para cargas permanentes tales pruebas cortas pueden simular ciertas condiciones de carga viva, tales como de tren, viento, impacto, etc.; por tanto, son de mas utilidad que la simple determinación de valores de carga permanente.

Uso de pilotes

Los pilotes más comúnmente efectivos son de cuatro maneras:

- 1o. Transmitiendo la carga a través de estratos superiores suaves hasta el estrato duro inferior.
- 2o. Como pilote de fricción en sus porciones inferiores en la transmisión de carga a través de estratos suaves inferiores hasta estratos más rígidos.
- 3o. Como pilote de fricción pura a lo largo de su longitud.

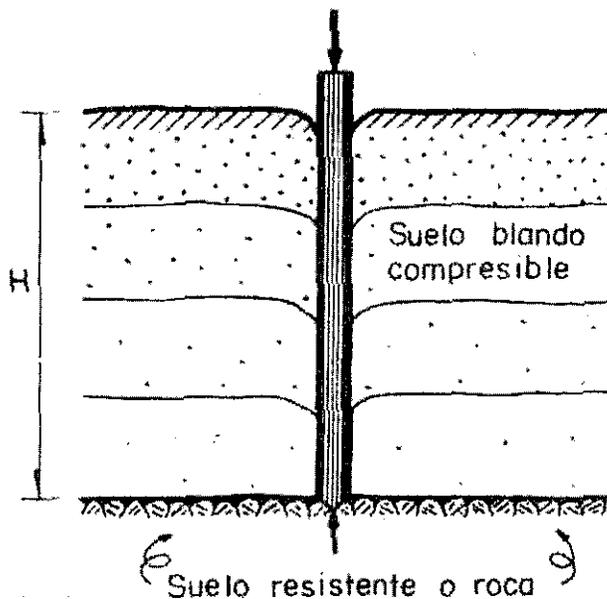
4o. Ocasionalmente como compactadores de suelo.

La capacidad de apoyo en las cimentaciones profundas

El diseño de cimentaciones profundas se ubica generalmente entre dos campos:

- A. En la selección y proyecto de pilotes y de equipo de hincado a emplear.
- B. El estudio de suelos a los que se transmiten cargas mediante los pilotes.

Por la forma de transmitir su carga, podemos decir que se usan como:



1 Pilotes columna

El primer uso de pilotes se presenta como tipo de columna en base rocosa, o en cualquier otro estado capaz de sustentar carga adicional provocada por el edificio sin que aparezcan asentamientos dañinos.

IMAGEN 8

2 Pilotes por fricción

El segundo uso de pilotes como exclusivos para fricción hincados en estratos profundos de consistencia uniforme, requiere también de la consideración de valores fricción de seguridad y el estudio de los probables efectos de consolidación en estratos capaces de cargas friccionales y en estratos por abajo de las puntas del pilote o de los bulbos de presión.

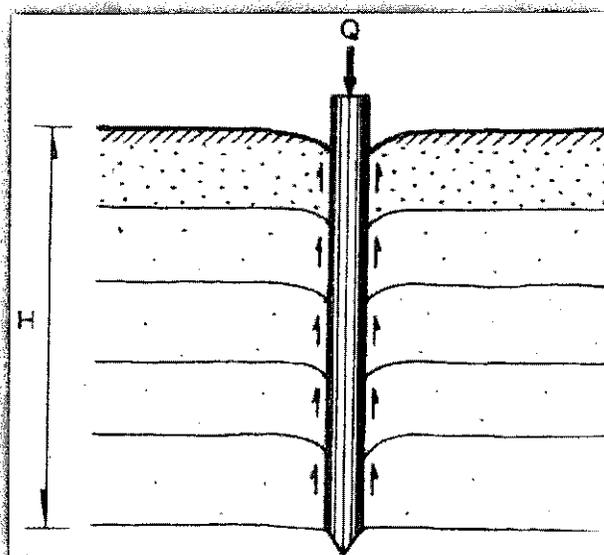


IMAGEN 9

Cuando utilizar pilotes

A no ser que los pilotes sirvan a uno de estos propósitos, no deben utilizarse. Ha sido en ocasiones una creencia común que los pilotes son absolutamente inofensivos, lo cual no es exacto. El pilotaje es a veces totalmente innecesario, y bajo algunas condiciones su empleo puede llegar a ser definitivamente dañino.

Por ejemplo, en el caso de una capa considerablemente espesa de arcilla razonablemente dura, sobre una capa de barro suave, los estudios de suelo pondrán a la arcilla dura o firme con una capacidad sustentante adecuada que actuaría como placa distributiva de carga sobre el terreno suave, mientras que el hincado de pilotes podría llegar a destruir esta ventaja y de esta forma disminuir la presión unitaria en el material suave.

Esta naturalmente arrojará como resultado la presencia de asentamientos en los estratos suaves inferiores inmediatos, quizá agravando con ello al asentamiento total al remodelar la arcilla firme por encima de la acción de hincado.

Selección de pilotes

Al seleccionar el tipo de pilote se debe considerar:

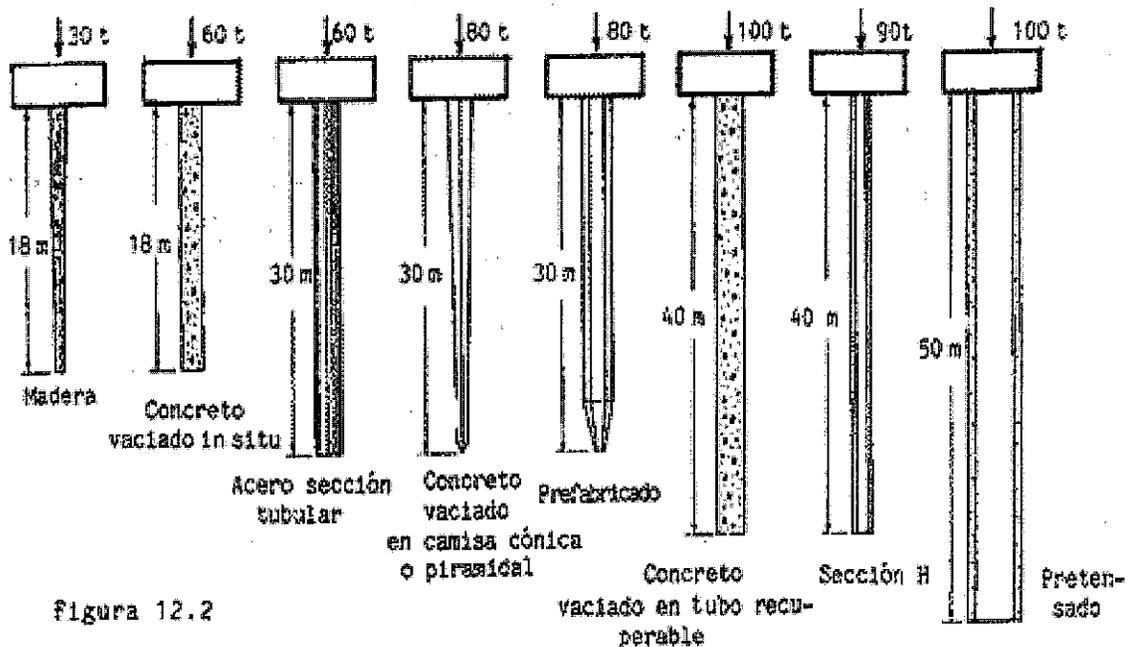


figura 12.2

IMAGEN 10

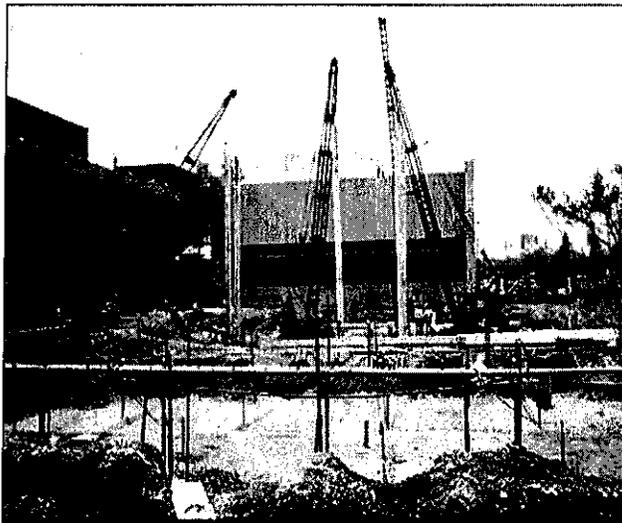
1. Características del terreno

Al seleccionar el tipo de pilote, un factor muy importante es el conocimiento completo de los materiales a través de los cuales se realizará el hincado. Si se desea un pilote a fricción pura en un suelo muy uniforme, o en suelos tales como arcillas o sedimentos, o suelos con un porcentaje moderado de arcilla, probablemente un pilote de desplazamiento proporcionara un hincado rápido y arrojará buenos resultados.

Por otro lado, para alcanzar un estrato sustentante mediante el hincado a través de una cama considerable de arcilla bastante firme, aparentemente sería aconsejable un pilote que tenga el área friccional mas grande y apoyo de columna en los estratos sustentantes, y por medio de la cual se gastara la menor cantidad de energía en los estratos superiores no sustentantes, tal como un pilote de lados rectos.

2. Carácter de la carga

Los pilotes en el suelo que no sostendrán una carga permanente pueden frecuentemente soportar una carga temporal considerable. Se pueden provocar condiciones especiales de carga debido al hielo, subpresiones, sismos, presiones de suelo, etc. La flexibilidad puede ser más deseable que la rigidez, como en el caso de atracaderos de barcos de trasbordo, y algunos muelles donde los pilotes están sujetos a gran impacto. Entre más suave es el suelo de abajo de la línea de fango, mayor la flexibilidad y menor la posibilidad de sobre esfuerzo.



3. Estructuras adyacentes

La proximidad de estructuras adyacentes puede requerir del empleo de un tipo de pilote que pueda ser colocado sin vibraciones y sin desplazamiento del suelo. La pérdida de terreno con el pilote puede ser seria en algunos suelos y debe ser evitada. Se puede evitar también el costo adicional de cimientos en cantiléver mediante el empleo de un tipo de pilote que pueda ser instalado tangentemente o cerca de un muro existente.

IMAGEN 11

4. Nivel de aguas freáticas.

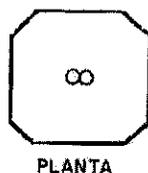
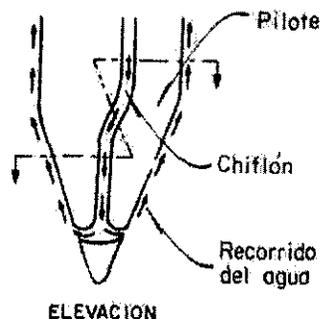
El nivel de estas es un factor vital en la selección de un tipo de pilote. La elevación de agua freática no puede ser considerada como punto fijo como se ha hecho frecuentemente en años pasados. En las regiones urbanas, la construcción de trenes subterráneos y sótanos profundos (o drenajes) ha bajado con frecuencia el nivel de aguas de freáticas en gran cantidad.

Los pilotes de madera se han desechado casi totalmente en la actualidad por su baja capacidad de carga y su poca seguridad, por lo que los expertos aconsejan que, deberán emplearse pilotes de concreto, acero o compuestos. Usando protección impermeable donde sea necesario.

El cambio de nivel de aguas freáticas puede alterar la capacidad de soporte de un pilote. Por lo que no se deben llevar a cabo pruebas de carga en el suelo bajo condiciones diferentes de las que estarán presentes durante la vida de la estructura.

Longitudes específicas de pilotes

Los métodos acostumbrados para la determinación de longitudes de pilotes consisten en un examen de los resultados de perforación y de hincado de pilotes de prueba, pero es difícil estar seguros de los resultados apropiados espacialmente cuando se desconocen las características del terreno alrededor del pilote y por debajo de la punta. Los valores del cortante deben ser estimados o determinados a partir del laboratorio.



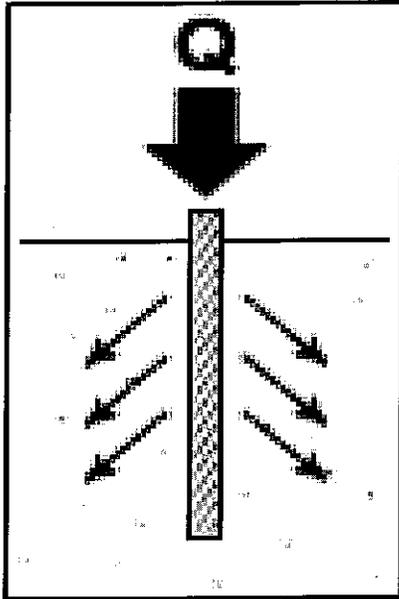
A veces es posible ordenar pilotes de los tipos en que las longitudes pueden ser predeterminadas en el tamaño más probable, de ser necesario añadir extensiones en las cabezas para evitar el corte de las sobrantes.

IMAGEN 12

Lubricantes del terreno

Cuando ocurren hincados duros a través de películas de arcillas no deseados para propósitos de sustentación, hay ocasiones que la lubricación mediante un chorro de agua en la superficie al rededor de la cabeza del pilote facilitara el hincado y proporcionara más energía disponible en estratos inferiores.

Pilotes de fricción

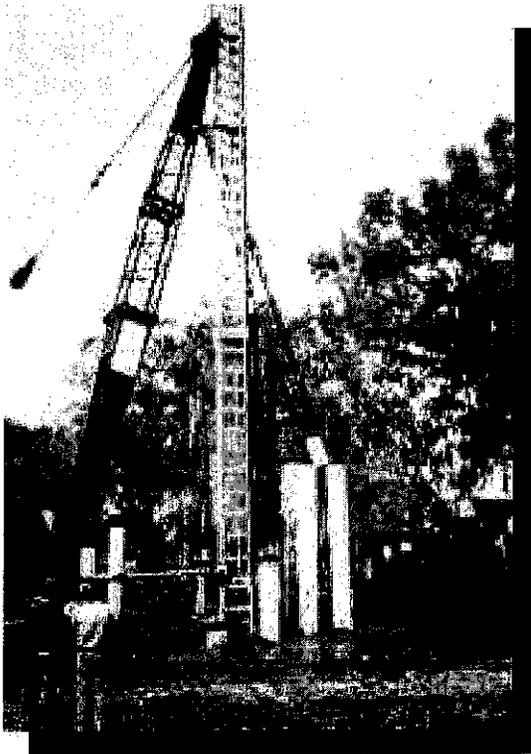


Este tipo de pilotes que sin llegar a terreno firme transmite su carga mediante la adherencia o fricción que se genera entre el área de contacto lateral del pilote y el subsuelo. La fricción con carácter positivo será la que soporte al edificio siendo mínima la carga soportada por la punta.

IMAGEN 13

Si la fuerza resistente del terreno es debida a cohesión, caso de los pilotes hincados en arcilla se denomina pilotes de adherencia, siendo pilotes de fricción si la fuerza es producto de la fricción entre el fuste del pilote y un suelo granular

Para su instalación generalmente se efectúa una perforación de menor diámetro que la del pilote que sirve como guía para su hincado posterior y para asegurar la verticalidad de este.



En la ciudad de México los pilotes de fricción son una buena solución cuando el estrato resistente se encuentra muy profundo a pesar de que el asentamiento o hundimiento regional ocasionado principalmente por la extracción del agua del subsuelo por medio de pozos sigue siendo importante, estos pilotes permiten aparentemente que el edificio se hunda con la misma velocidad que la superficie cosa que no ocurre con los pilotes de punta apoyados en un estrato resistente.

IMAGEN 14

Sin embargo, hay que tomar precauciones para no tener hundimientos diferenciales, si el suelo nos presenta diferentes condiciones de adherencia.

Esto ocurre principalmente en los pilotes perimetrales donde se puede presentar fricción negativa debido a que la carga en ellos es menor que la de pilotes

centrales.

Cuando se prevea que subsiste hundimiento general de la ciudad será necesario dejar entre la punta del pilote y el estrato resistente más próximo un colchón de material compresible del 5% del espesor compresible.

Obviamente, cuando se tiene un estrato resistente, relativamente poco profundo, y no se presentan problemas por hundimiento regional en el estrato superior, será más económico el uso de pilotes de punta o pilotes de acuerdo con la magnitud de la carga.

Estos pilotes tienen su principal aplicación cuando se combinan con un cajón superficial necesario por el proyecto, que no haya sido suficiente para compensar el peso del edificio, el peso excedente se trasmite al terreno compresible con pilotes de fricción, no teniendo necesidad de pilotes apoyados, dada la poca carga relativa que tendrán que transmitir. Evitando al mismo tiempo el engorroso mantenimiento y gastos de los sistemas de control.

En los pilotes de fricción su capacidad de carga estará definida por la superficie del pilote que se encuentra en contacto con el terreno y por la densidad del suelo. Esta capacidad se puede calcular de manera unitaria, es decir carga admisible por metro cuadrado de superficie de contacto de pilote.

De acuerdo con la mayoría de los calculistas, la experiencia ha mostrado que en la ciudad de México se puede considerar que la capacidad real que se le puede asignar a estos pilotes ya tomando en cuenta su factor de seguridad será en promedio de 800kg/m² de superficie de contacto. Con este dato podemos realizar un ejercicio numérico que nos dé una idea de su aplicación.

Ejemplo numérico:

Si necesitamos construir un edificio de 18 pisos rentables mas 2 niveles de estacionamiento con una superficie de 500 m²/nivel en una zona de baja capacidad de carga cuyo estrato resistente se encuentre muy profundo podremos solucionar su cimentación combinando una semi-substitución con pilote de fricción.

tendremos:

$$20 \text{ pisos} \times 500 \text{ m}^2 = 10,000 \text{ m}^2 = 10,000 \text{ ton}$$

Considerando que la excavación de los dos niveles de estacionamiento mas la altura de contratrabes nos da aproximadamente una profundidad de 6.7 mts.

tendremos un peso de excavación total a sustituir de:

$$\begin{array}{r} 6.70 \text{ mts de profundidad} \\ \times \quad 500 \text{ m}^2 \text{ de superficie} \\ \hline 3,350 \text{ m}^3 \text{ de excavación} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} y \\ 3,350 \text{ m}^3 \quad \text{de excavación} \\ \times \quad 1.9 \text{ ton/m}^3 \quad (\text{peso del terreno}) \\ \hline 6,365 \text{ ton} \quad \text{que podemos substituir} \end{array}$$

restando estas al peso del edificio tendremos:

$$\begin{array}{r} \underline{\quad 10,000 \text{ Ton}} \quad (\text{PESO DEL EDIFICIO}) \\ \underline{\quad 6,365 \text{ Ton}} \quad (\text{PESO A SUBSTITUIR}) \\ \hline 3,635 \text{ Ton} \quad (\text{PESO QUE SE ASIGNARA AL PILOTE}) \end{array}$$

Considerando pilotes de sección cuadrada de 50 cms. por lado y una longitud de 23 mts podemos calcular su capacidad de carga cuantificando su superficie lateral de contacto y multiplicándola por la carga unitaria (800 kg/m².)

$$\begin{array}{l} .50 \text{ mts} \times 4 \text{ lados} = 2.00 \text{ mts de perímetro} \\ 2.00 \text{ mts} \times 23 \text{ mts de long.} = 46 \text{ m}^2 \text{ de superficie} \\ 46.00 \text{ mts} \times 0.8 \text{ ton/m}^2 = 36.8 \text{ ton/pilote} \end{array}$$

Por lo que dividiendo el peso que se asignara a los pilotes entre la carga unitaria de cada pilote nos da el número necesario de pilotes.

$$3,635 \text{ TON} / 36.8 \text{ TON/PILOTE} = 98.78 \text{ PILOTES}$$

PILOTES DE PUNTA

Los pilotes de punta también llamados pilotes de columna estarán apoyados en una base rocosa o de cualquier otro tipo capaz de sustentar la carga adicional producto del edificio sin que aparezcan asentamientos dañinos.

Aunque en general todos los pilotes tienen trabajo de fricción en estos no se considera ya que tienen el inconveniente de que si no cuentan con un sistema de control el asentamiento paulatino de la capa que atravesó hasta llegar a su apoyo hará que el trabajo de fricción disminuya hasta neutralizarse para después convertirse en fricción negativa, este hundimiento regional provoca una emersión relativa del edificio con el tiempo ocasionando daños a construcciones vecinas cimentadas superficialmente y aun sobre pilotes de fricción.

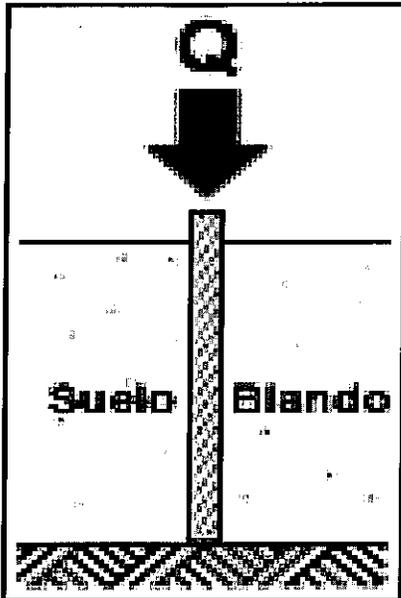


IMAGEN 15

Sin embargo, en zonas donde este efecto no es tan importante la solución a partir de pilotes de punta es aceptable siempre y cuando se deje la posibilidad de instalar un sistema de control a futuro en caso de ser necesario.

El hundimiento de los pilotes se realiza con una perforación previa 3 o 4 cm mayor que el diámetro del pilote con el fin de facilitar la instalación y evitar la fricción lateral del terreno, aunque se puede construir moldeados o colados en el sitio.

Pilotes mixtos

En estos pilotes se combinan las dos formas de trabajo mencionadas anteriormente dando a las dos la misma importancia.

Para poder considerar los dos efectos es necesario que el terreno no tenga asentamientos o que estos se compensen haciendo descender el edificio junto con el terreno lo cual solo se lograra asignando carga al terreno controlando esta con un dispositivo especial (pilote de control)

Tipos de pilotes

Para la construcción de estos tres grandes grupos existe una gran variedad de tipos y sistemas que se distinguen y clasifican por el procedimiento que sirven para realizarlo.

Muchos de los tipos de pilotes son patentes comerciales que difieren entre sí relativamente poco esta competencia de carácter puramente comercial a complicado el campo produciendo un gran número de variantes respecto a unos pocos tipos básicos.

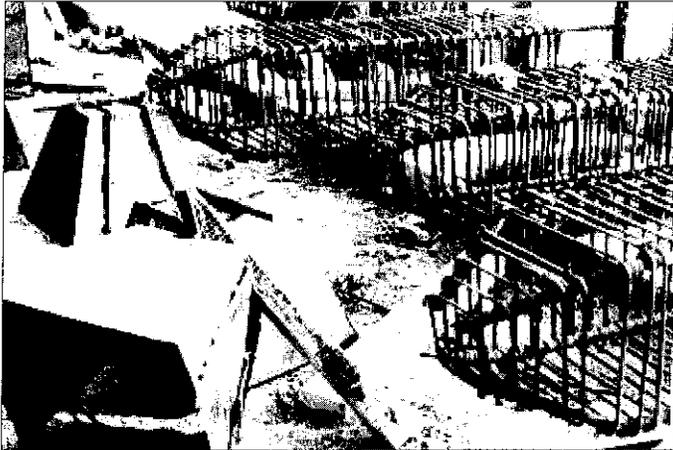
Aquí trataremos de simplificar a lo que realmente es fundamental en su proceso de construcción.

1. Pilotes prefabricados.

Estos pilotes generalmente se transportan a la obra en tramos ya terminados, aunque también se pueden realizar al pie de la obra y se introducen al terreno hincándolos por martinete o prensa hidráulica, en casos especiales la hinca puede facilitarse mediante inyección de agua o perforación guía.

Por la profundidad necesaria en la ciudad de México difícilmente serán de una sola pieza. Esto se soluciona con juntas soldadas o con uniones especiales.

dentro de este grupo podemos distinguir 4 tipos:



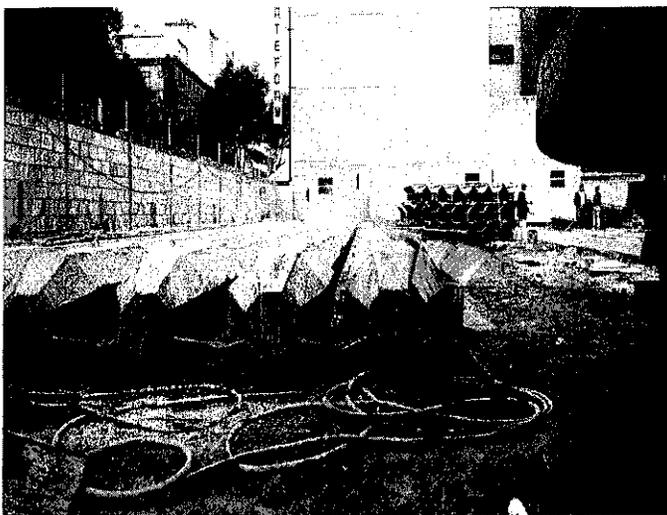
- A) pilotes hincados de concreto armado
- B) pilotes hincados de concreto pretensado
- C) pilotes metálicos hincados
- D) pilotes de madera.

A) Pilotes hincados de concreto

IMAGEN 16

Se pueden fabricar de cualquier dimensión siempre que su sección este acorde a la longitud y su peso no dificulte su transporte e hinca, tienen las mismas ventajas que los pilotes metálicos, aunque solo pueden atravesar obstáculos ligeros, en principio son inatacables por agentes agresivos, esto se logra por medio de aditivos especiales para concreto de acuerdo con las características del subsuelo. En especial pueden producirse en el transporte o en la hinca fisuras capilares que permitan la entrada de agua al interior del pilote.

Los pilotes se fabrican horizontalmente con una sección cuadrada, aunque también se hacen hexagonales.



La sección cuadrada se prefiere por su facilidad en el armado cimbrado y colado además de tener mayor resistencia a la flexión.

La armadura es semejante a las de las columnas de concreto armado, de preferencia con un suncho interior cuyo paso es menor en la cabeza y en la punta que en el centro del pilote.

IMAGEN 17

El curado de los pilotes debe durar de cuatro a ocho semanas después del colado, antes de proceder a la hincada utilizando cementados de calidad (resistencia rápida) estos plazos pueden acortarse

Dentro de los pilotes hincados de concreto armado requieren mención especial los pilotes tipo mega por sus características e instalación especial.

Pilotes tipo mega

Estos son pilotes prefabricados en tramos cortos de 60, 90 o 120 cms. de longitud y generalmente de sección circular. Los tramos están provistos en su centro de una perforación circular de 9 cm de diámetro la que sirve para verificar la verticalidad y continuidad del pilote durante su clavado y su terminado, la perforación central sirve también para colocar cierta cantidad de acero de refuerzo según se especifique en el proyecto, para que el pilote en toda su longitud pueda trabajar a esfuerzos de tensión.

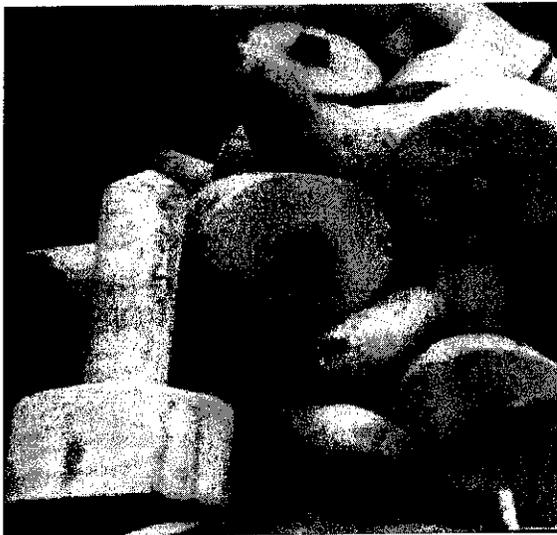
La parte inferior tiene una punta del mismo diámetro para poderlo guiar y hacer más compacto el manto resistente.

Una de las características más importantes de este tipo de pilote es que se introduce al terreno por medio de presión hidráulica y no por golpe de martinete con lo que se evita la trepidación o conmoción del terreno con el consecuente daño que esto hace a las construcciones vecinas. Además de no requerir mucha altura para instalar la prensa la cual cuenta con un manómetro que nos señale la presión suficiente para garantizar la resistencia del pilote.

Este tipo de pilote se coloca cuando se han hecho de 1 a 3 niveles es decir estos pilotes pueden ser clavados durante la construcción del edificio lo que implica un ahorro de tiempo en el programa total de la construcción.

IMAGEN 18

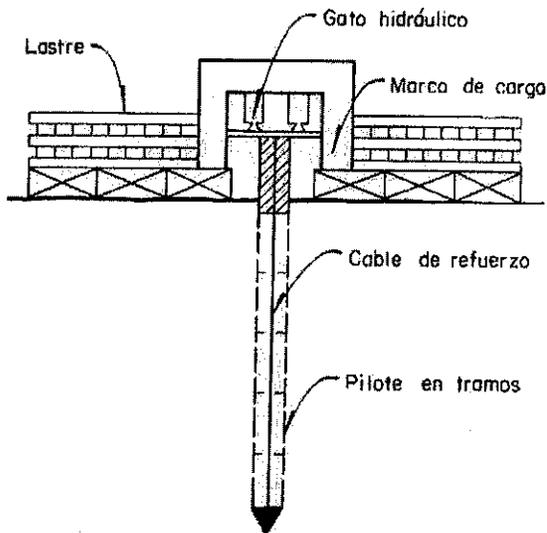
Una variable son los pilotes tipo mega de punta 't'.



Pilotes tipo mega de punta t.

La punta t que se usa en combinación con el sistema mega aumenta la capacidad de carga de cada pilote al penetrar al manto resistente donde esta punta deberá quedar perfectamente apoyada aprovechando así el espesor total de la capa resistente, la punta t proporciona un anclaje correcto en el manto resistente para impedir el levantamiento de los pilotes ya instalados.

IMAGEN 19



La punta *t* se diseña con las dimensiones necesarias para cada exigencia de proyecto la punta se fabrica de concreto, fierro o cualquier otro material, en su parte inferior tiene un vástago de diámetro más pequeño que el propio diámetro del pilote el cual se introduce en el manto resistente con objeto de compactarlo y que pueda recibir de una manera más efectiva la parte superior, el acero de refuerzo que se coloca al centro de la sección sirve para hacer trabajar al pilote a la tensión.

El clavado del pilote es de la manera siguiente:

- 1.- Se coloca una carga de 120 toneladas sobre el lugar donde se clavará el pilote debajo de la carga se coloca la prensa hidráulica con una bomba automática y manómetro.
- 2.- Se coloca la punta *t* en el lugar exacto y se inicia el clavado a presión.
- 3.- Una vez iniciado el hincado de la punta se coloca una unión de tubo de fierro de 9 cm de diámetro en la perforación central de los tramos.
- 4.- Inmediatamente se coloca un tramo de pilote de concreto generalmente de 90 cm de longitud y se continúa con los tramos siguientes hasta alcanzar el depósito de apoyo donde se registra en el manómetro la carga especificada, correspondiente al doble de la del proyecto.
- 5.- Se introduce una plomada con foco en la perforación para comprobar la verticalidad.
- 6.- Por medio del número de tramos de pilote y la longitud de la punta se comprueba la profundidad del pilote.
- 7.- Se coloca el refuerzo en la perforación central y se llena esta de mortero de cemento haciendo que el pilote trabaje como una sola unidad.

B) Pilotes hincados de concreto pretensado

Los pilotes de gran magnitud se fabrican principalmente en concreto pretensado con lo que se consiguen menores dimensiones y por lo tanto menor peso. El pretensado proporciona además la seguridad frente a la fisuración que suele originar en el transporte o hincada. Los pilotes pre tensados según diversos procedimientos suelen tener sección cuadrada cuando su reacción es puramente axial.

En los pilotes de gran longitud se elige la sección cuadrada o rectangular para conseguir una gran resistencia a la flexión tanto en el transporte como ante los esfuerzos producidos por la sobrecarga de tierra una vez puesto en obra.

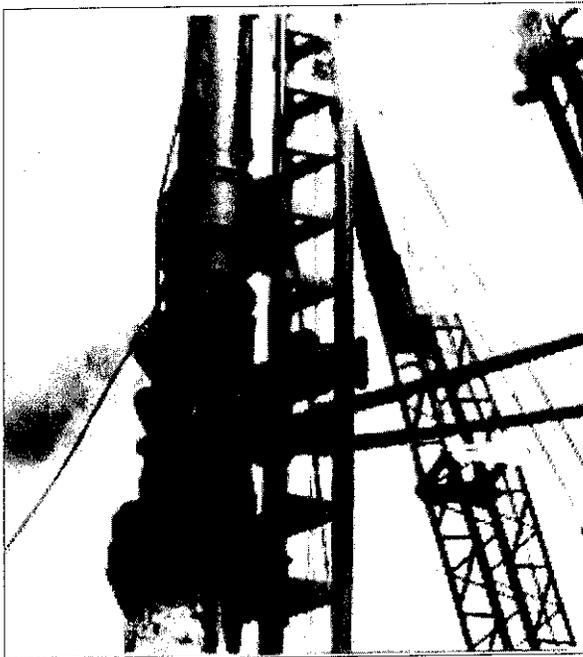


IMAGEN 20

Generalmente los pilotes se pretensan por su eje, el cable estará formado por 16 a 24 alambres y se coloca del tubo habitualmente en posición centrada, pretensando desde un extremo una vez que ha fraguado el concreto.

El anclaje del cable en la cabeza se dispone, abriendo los alambres en abanico mientras que el otro extremo queda fijo a un elemento de anclaje situado a suficiente distancia de la punta como para eliminar el peligro de que resulte dañado durante la hincada.

Posteriormente se cuele la punta sin que ello implique costo adicional puesto que de todos modos se requiere una cimbra especial para la punta.

Cuando las longitudes son importantes se recurre a pilotes huecos con el objeto de ahorrar peso. El ahorro de peso también favorece la relación con respecto al peso de la masa de hincado. Los pilotes huecos pueden hacerse por centrifugado de elementos independientes de hasta unos 5, mts de longitud, que se unen posteriormente en un banco de tensado.

C) pilotes de concreto precolados con juntas soldadas.

Si tomamos en cuenta que las capas resistentes en la ciudad de México se encuentran con mucha frecuencia a 30 mts o mas de profundidad resalta la necesidad de construir pilotes de dicha longitud lo que elimina en la actualidad a los pilotes de madera que no son seguros y a los pilotes metálicos que son costosos.

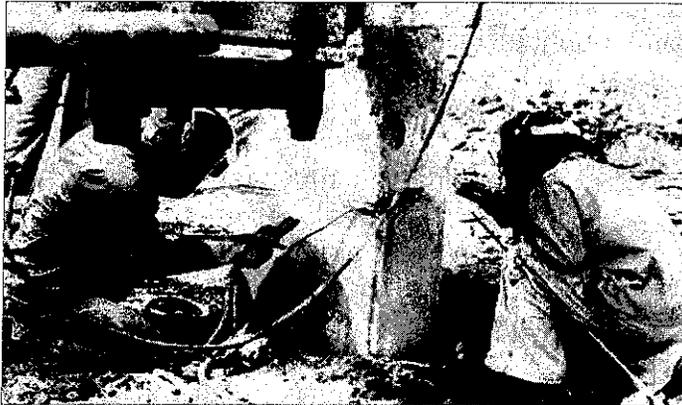


IMAGEN 21

Los pilotes de concreto tienen la ventaja de diseñarse y construirse para cualquier carga que la construcción requiera, pero si construyéramos pilotes de concreto precolado de 30 o más metros de longitud se necesitaría disponer de mesas de grandes dimensiones para

su colado y su manejo en los patios de construcción su transporte e hincado requeriría de equipo costoso que los haría prohibitivos. Esto se subsana fabricando tramos de 8 a 12 metros de longitud; cuya construcción, transporte, manejo e hincado es económico y uniendo los tramos con juntas metálicas adecuadas se obtienen pilotes de la longitud que se desee con costo mínimo.

La junta metálica debe ser rígida e impermeable tan resistente o más que el pilote mismo a la flexión, esfuerzo cortante, tensión y percusión.



Esta junta consiste en dos casquillos metálicos que se colocan durante el colado en los extremos de los tramos de pilote por unir y para fijarlos más firmemente al concreto se les soldan anteriormente a los casquillos anclas metálicas y posteriormente se soldan con una o más cordones de soldadura.

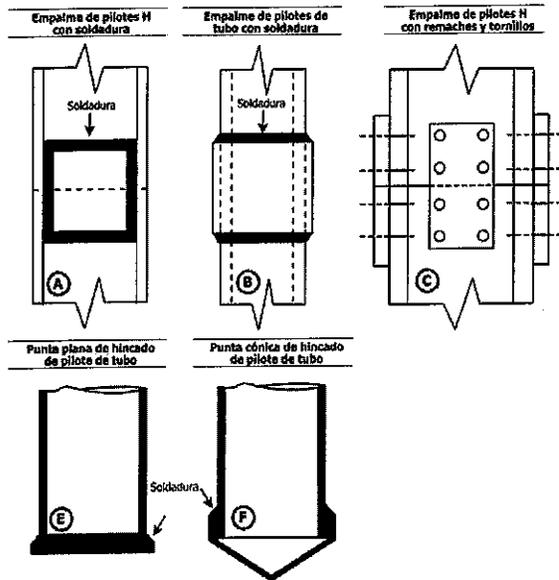
Para comprobar la verticalidad de los pilotes precolados, se les deja una oquedad central de 10 cms. de diámetro en toda su longitud en donde se introduce una plomada con un foco.

IMAGEN 22

D) pilotes metálicos hincados.

Los pilotes metálicos resultan más caros que los de madera o concreto, pero además de su mayor resistencia y capacidad de carga

tienen la ventaja de que no son atacados por organismos nocivos ni se pudren. Para protegerlos frente a componentes perjudiciales del agua o del suelo pueden hacerse con aceros especiales, con estos pilotes se pueden atravesar obstáculos de todo tipo excepto roca.



Su longitud es muy variable y se han instalado de hasta 35 mts de longitud, resultan muy adecuados para soportar estructuras pesadas y para darles mayor estabilidad cuando son huecos se pueden rellenar con concreto y armado con varillas. También son muy comunes los pilotes metálicos a partir de viga "H".

Pilotes moldeados in situ.

Estos pilotes se cuelan en el mismo terreno en su posición definitiva. La cavidad necesaria se realiza mediante perforación o percusión.

IMAGEN 23

Los pilotes moldeados "in situ" tienen la gran ventaja de que su longitud se fija durante la construcción tanto durante la hincada de la entubación a partir de los datos de penetración obtenidos como en los tipos de perforación, mediante el ensayo de las capas de terreno atravesadas.

Su fabricación se realiza mediante diferentes métodos. En general todos tienden a aumentar la capacidad de soporte del pilote mediante una mayor carga en la punta o rozamiento del fuste.

La resistencia de la punta se puede aumentar por los siguientes métodos:

1.- Mejora de la resistencia del terreno, por ejemplo, compactando por vibración el terreno bajo la punta del pilote.

2.- Recurriendo a una punta ensanchada por los siguientes métodos:

a) Perforación y colado.

b) Ensanche de la base inferior del pilote y mezcla del terreno con mortero de cemento añadido.

c) compresión del concreto en la punta del pilote y desplazamiento del suelo por

presión al apisonar el concreto.

3.- Inyección posterior entre la punta del pilote y el terreno hasta alcanzar aprox. La carga de servicio.

El rozamiento del fuste se puede aumentar comprimiendo el concreto contra el terreno circundante mediante presión o apisonado. De esta forma se moviliza el empuje activo sobre el pilote y la superficie del fuste se hace rugosa o con ondulaciones. Esto resulta especialmente importante en pilotes de fricción en donde las cargas deben transmitirse únicamente por rozamiento del fuste.

Dentro de este grupo se encuentran los pilotes button bottom, franki, de concreto con pedestal, de concreto comprimido, compresol, etc.

Pilotes perforados

La excavación del pilote se realiza perforando una cavidad por los métodos tradicionales o mediante una cuchara o una broca giratoria. La tubería de revestimiento debe ir por delante de la perforación una magnitud que depende del tipo del suelo. Una vez hincada la entubación se rellena la cavidad con concreto y se colocan las armaduras necesarias extrayendo la entubación paulatinamente.

Los pilotes perforados suelen llevar una armadura longitudinal y transversal en toda su longitud.

Las normas nos dan las siguientes dimensiones y armados mínimos para pilotes perforados:

Long. De pilote en mts	≤ 10	>10 a 15	>15 a 20	>20 a 30
Diámetro en cms	≥ 30	≥ 35	≥ 40	≥ 50



Armadura longitudinal $\geq 5/8$ de diámetro $\geq 0.8\%$ de la sección externa del tubo

Armadura transversal: suncho en espiral de 15 a 20 cm de paso, formando pilotes de hasta 35 cm de diámetro por una armadura $\geq 5/8$ de diámetro; en pilotes más gruesos por redondos \geq que $6/8$ de diámetro.

IMAGEN 24

La calidad del perforado depende gran parte de su ejecución. Para cada pilote perforado debe llevarse una parte en el cual queda registrado, entre otras cosas el consumo de concreto.

La ventaja de los pilotes perforados consiste en que al realizarlos no se producen vibraciones o ruidos, lo cual resulta muy importante para cimentaciones en las proximidades de estructuras existentes. Además, permiten conocer el terreno atravesado, en especial; la profundidad y características de la capa resistente. Por otro lado, requiere muy poco espacio para su ejecución, lo cual permite también utilizarlos en sótanos de pequeña altura.

Se utilizan mucho por su economía y por que los equipos necesarios son de costo reducido y gran adaptación a cualquier superficie del terreno estas características de equipo hacen que este tipo tenga además muchas ventajas económicas cuando el numero de pilotes a realizar es pequeño.

Un ejemplo de estos pilotes son los pilotes monolíticos de concreto.

Pilotes monolíticos de concreto.

La primera característica de este tipo de pilotes es que se pueden colocar antes de la construcción del edificio, durante la construcción del mismo o después ya construido, en el momento que se crea oportuno.

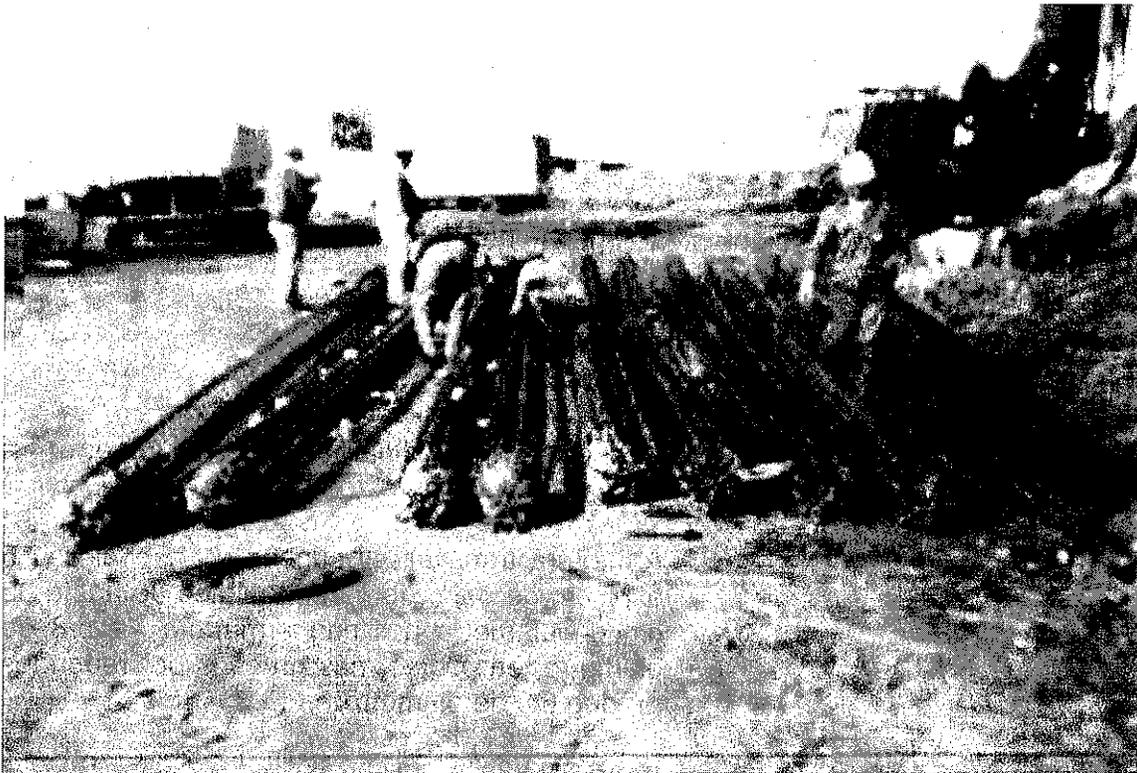


IMAGEN 25

Al construirse la cimentación se dejan huecos en la losa a través de los cuales se colocarán posteriormente los pilotes. Adicionalmente a los lados de los huecos se dejan unas anclas sujetas al concreto de la cimentación, por medio de las cuales

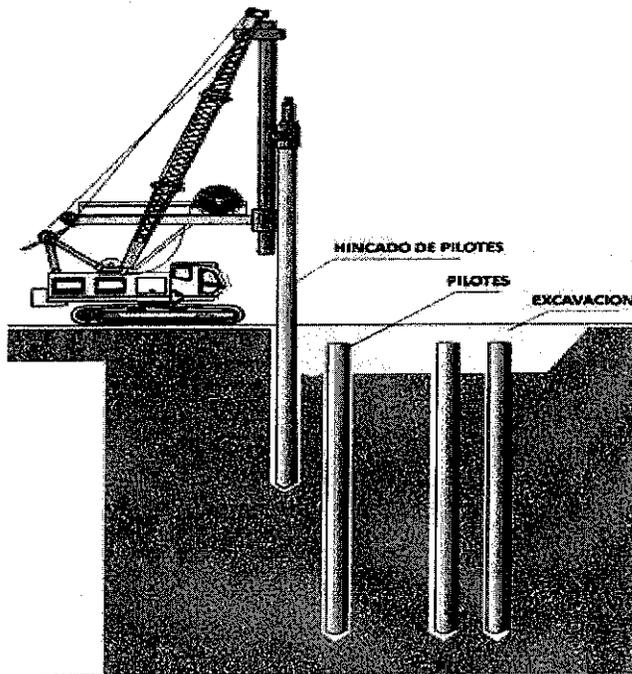
se dará carga a los pilotes colocados.

En los pisos de planta baja, primero y segundo, siempre que sea posible, se dejan huecos para el paso de los pilotes.

Cuando se han construido y descimbrado las dos primeras losas del edificio, se produce, a través de cada uno de los huecos dejados en la cimentación, una perforación en el terreno hasta llegar a la capa resistente de apoyo. Esta perforación se lleva a cabo mediante una maquina rotatoria de 2.50 mts de alto la cual no produce trepidaciones ni altera el nivel de aguas freáticas.

La perforación se hace de 3 a 4 ms mayor que el diámetro del pilote y, mientras se ejecuta, se inyecta agua a baja presión a través de la broca para que se derrame por la parte superior el producto de la excavación hecho lodo.

Al terminar la perforación, el taladro queda lleno de lodo, lo cual evita el derrumbe de las paredes. La perforación se hace por gravedad, con lo cual se asegura la verticalidad de los taladros.



Estos pilotes se realizan colocándose en tramos de dos metros a partir de una punta precolada que tiene en su centro una tuerca para sujetarse por una barra de suspensión a un diferencial. Esta recibe todo el peso del pilote y lo ira bajando por gravedad conforme se vayan colando los tramos. Cada tramo constara de un nuevo tramo de la barra de suspensión un tubo de lamina para proteger la barra e independizarla del colado un castillo o armado del pilote que se traslapa en 30 diámetros con el armado del tramo anterior, y una cimbra exterior de cartón que se dejara perdida en el pilote. Se deja descender el nuevo tramo e se procede a colar el concreto.

IMAGEN 26

Los pilotes construidos de esta forma son monolíticos, ya que entre un colado y otro transcurren solamente de 3 a 5 min. Y su armado de refuerzo tiene el traslape acostumbrado para las columnas de concreto.

Como baja por gravedad sobre una perforación ligeramente mayor (de 3 a 4 cm)

que el pilote al apoyarse queda generalmente de 1 a 2 mts. Arriba de la capa resistente de proyecto alojándose también un tramo de pilote salido en la parte superior para que pasados unos 10 días (su tiempo de fraguado) se le aplique una presión con prensa hidráulica que lo haga bajar.

La presión se aumenta hasta unos 20 o 30% por encima de la carga de proyecto 50, 75, 100 toneladas o mas sin hundirse ya, y al descargarle experimenta un rebote de entre 1 a 1.5 cm., se le recorta la cabeza dejando 15 cm. Salidos sobre el brocal quedando listos para colocar el sistema de control.

Pilotes especiales

Las peculiares condiciones del subsuelo de la ciudad de México han provocado el desarrollo de varios tipos de pilotes cuyo mecanismo de trabajo es enfocado a la reducción o eliminación de efectos indeseables como: la emersión de estructuras y la sobrecarga inducida por la fricción negativa. A continuación, se comentan brevemente algunos casos.

A. Pilotes de control

Debido al hundimiento paulatino de la ciudad de México, es frecuente observar que los edificios cimentados directamente sobre pilotes de punta se queden fijos, y al no descender junto con el terreno, provoquen daños a los edificios colindantes, llegando a provocar que se desplomen. Además del oneroso gasto de reparación, de banquetas, drenajes, ductos o reacondicionamiento de las entradas al edificio, etc.

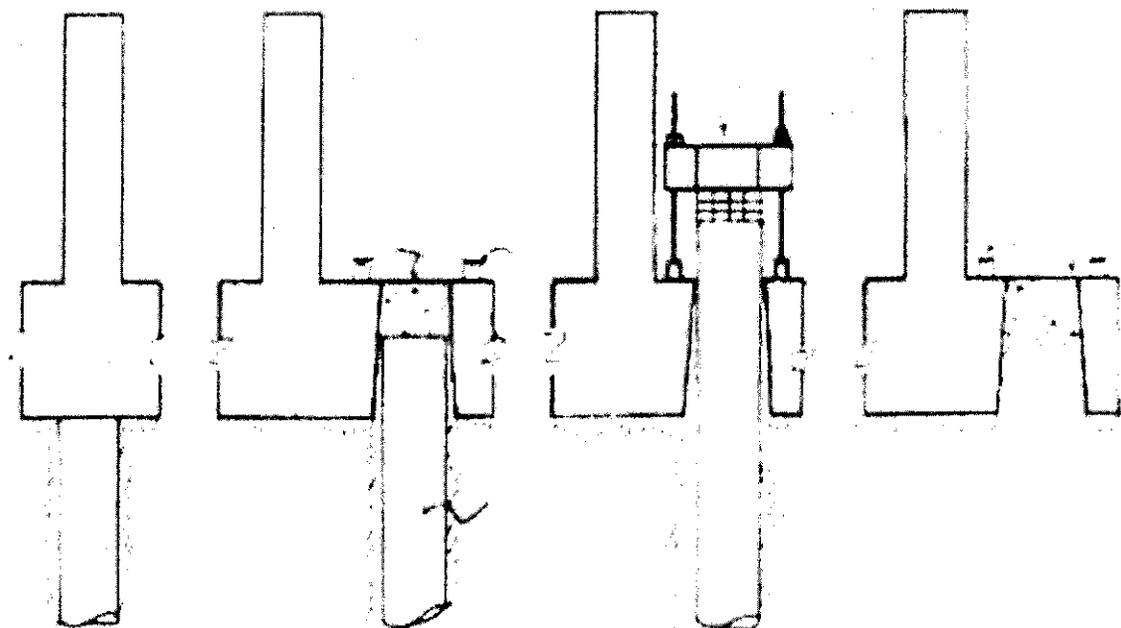
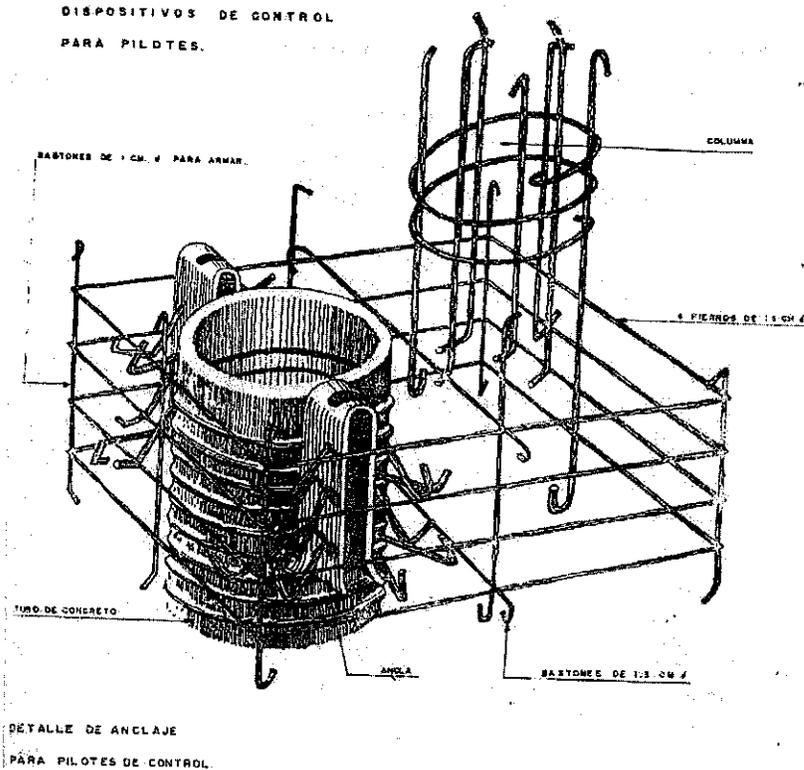


IMAGEN 27

Para superar las fallas anteriores se han inventado varios mecanismos de control para corregir o modificar a voluntad la carga que debe recibir cada pilote. Estos dispositivos trabajan como enlace entre el pilote y la cimentación o superestructura del edificio, corrigiendo cualquier desplome o hundimiento. Otra ventaja de los dispositivos de control es que nos permiten subir o bajar a voluntad los edificios cimentados sobre pilotes, haciendo su diseño más flexible.

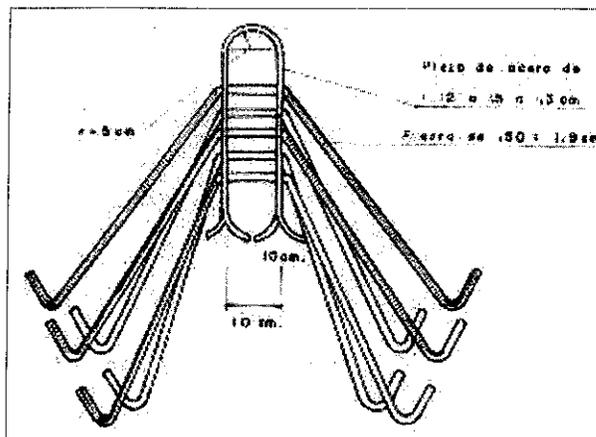


Así mismo controlara que los pilotes reciban únicamente la carga para la cual fueron diseñados, evitando, sobrecargas o inversión de esfuerzos que perjudiquen la estabilidad del edificio.

Existe en la actualidad un gran número de sistemas en el mismo que difieren muy poco entre sí ya que se basan en el mismo principio. Aquí describirá él más usado en México, siendo uno de los más confiables.

IMAGEN 28

El control consta esencialmente de 4 elementos que son:



1. Las anclas

Elementos metálicos que se instalan en juegos de 2 para cada pilote, colándose junto con el armado del dado de cimentación, sobresaliendo únicamente lo indispensable para sujetar los tornillos.

IMAGEN 29

2. tornillos

De una gran longitud que permita la penetración del pilote y con los cuales,

moviendo sus tuercas, se hace variar la carga o nivel del edificio, en cualquier momento pueden cambiarse si se hubiera deteriorado.

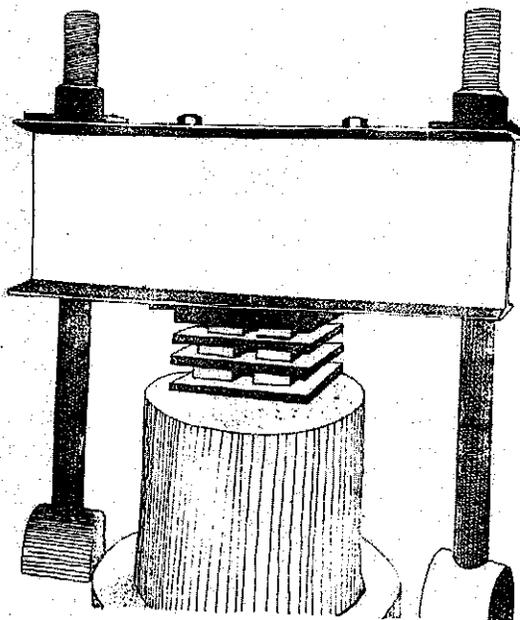
3. El puente

El cual transita la carga directamente al pilote.

4. La celda de deformación

Se colocan entre la cabeza del pilote y el puente y es un dispositivo por medio del cual el pilote recibe una carga constante, previamente proyectada y que, sin embargo, permite que el pilote penetre dentro del edificio en forma natural hasta determinada longitud. En este sistema las celdas de deformación (patentadas) son cubos de maderas tropicales previamente tratadas.

El mecanismo tiene como finalidad, permitir el hundimiento de la estructura conforme lo hace el suelo, haciendo trabajar al pilote a la carga que se desee, pero siempre inferior a la de falla. Esto se logra mediante los cubos de madera, por ejemplo: cuando la estructura tiende a bajar más aprisa que la superficie del suelo, los pilotes se podrían hacer trabajar a mayor carga, aumentando el número de cubos por capa, con lo que se alivia parte de la carga transmitida por la losa al suelo, deteniendo de esta forma el descenso relativo de la estructura.



ANCLAS, PERNOS, PUENTES, Y CELDAS DE DEFORMACION DE UN DISPOSITIVO.

Por el contrario, si la estructura comienza a emerger, los pilotes se harían trabajar a menor carga, disminuyendo el número de cubos de madera por capa y aumentando el número de capas, con lo que la losa transmitirá una carga mayor al suelo, acelerando su hundimiento.

Si la estructura presenta hundimientos diferenciales, lo arriba descrito, puede aplicarse discriminando las diferentes áreas de la cimentación, con el fin de tener un hundimiento uniforme.

El numero de cubos (celdas de deformación) a colocar por capa, se determina dividiendo la carga a tomar por el pilote, entre la carga de falla del cubo de madera.

IMAGEN 30

Los pilotes de control no se colocan bajo columnas o trabes, sino que atraviesan libremente el dado que está rodeando la columna, quedando accesible para ejecutar las maniobras antes descritas.

El inconveniente más importante que se presenta en este tipo de solución es el costo del mantenimiento que se debe dar periódicamente.

PROCEDIMIENTO PARA CIMENTACION POR PILOTES

Cuando un estudio de mecánica de suelos nos indica la necesidad de cimentar a base de pilotes y también nos indica el tipo de pilote se procede a:

HINCADO. - Para proceder al hincado de pilotes es necesario tener la mayor información del subsuelo del lugar.

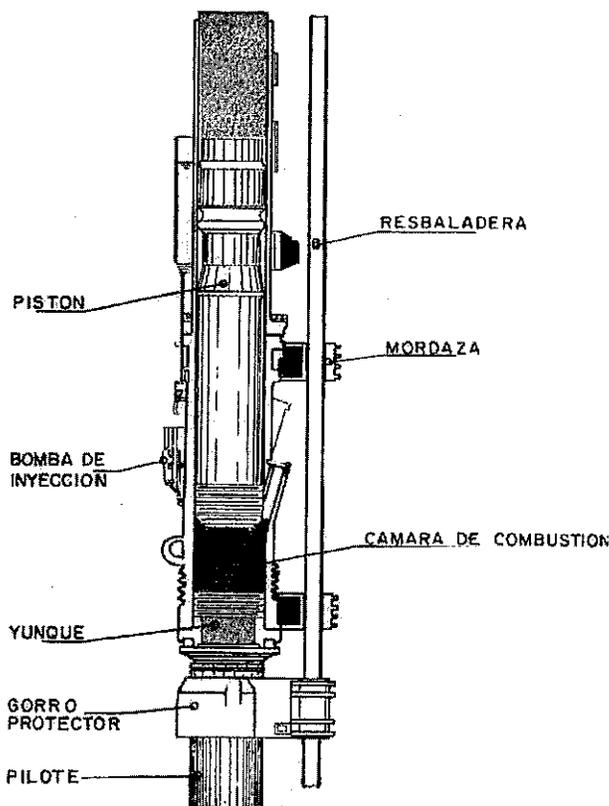
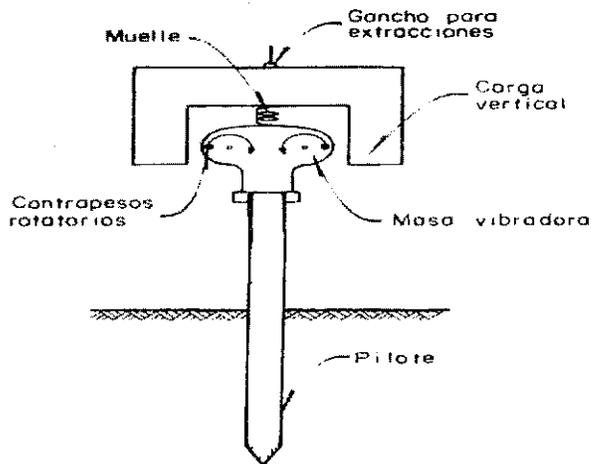


IMAGEN 31

Con el fin de tener una idea más precisa de los materiales que van a ser atravesados durante el hincado, así como la resistencia de los diferentes estratos, se requiere de estudios de mecánica de suelos (sondeos, pruebas de laboratorio, estratigrafías).

HINCADO POR IMPACTO. - Esta máquina para hincar pilotes tiene actualmente una gran gama de técnicas. Las hay que utilizar el golpe repetido de su ariete sobre la parte superior del pilote; otras lo hacen vibrar mientras descansan sobre este y el peso del martinete.

Sin embargo, como dijimos, lo más importante es conocer el tipo de suelo en que se va a trabajar para elegir el equipo adecuado, así como el sistema de pilotes a usar.



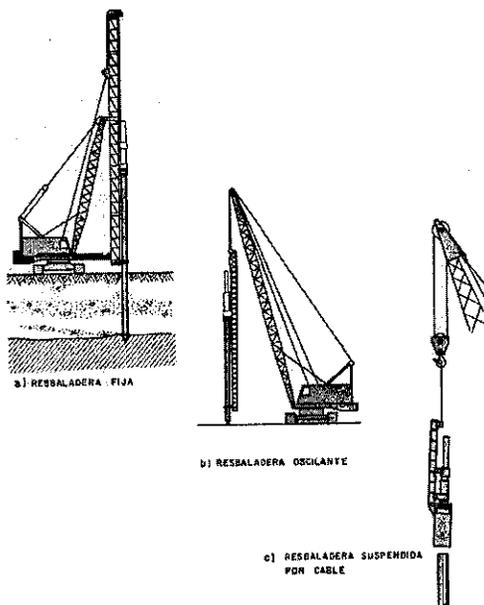
Si se requiere que este trabaje por fricción se recomienda el hincado mediante impacto.

IMAGEN 32

El martinete vibratorio permite que los pilotes se deslicen mejor en el terreno, sin embargo, la acción vibratoria destruye la resistencia de rozamientos a lo largo del mismo.

Los primeros martinetes fueron de impacto y caída libre, donde simplemente, el martinete se levanta a cierta altura y se suelta este requiere de un peso igual al peso del pilote a hincar.

Dentro de los martinetes de impacto también se encuentran los de acción doble, donde además del peso propio del ariete se tiene una fuerza adicional producida por aire comprimido o vapor a presión.



Un martinete muy usado en México es el de diesel, que a la caída por gravedad se suma una fuerza combinada de aire comprimido con una proveniente de la explosión del diesel que ocurre en el momento del impacto.

La verticalidad de los pilotes deberá checarsse continuamente mediante alguna guía en el cabezal o cualquier otro dispositivo no debiendo exceder el desplome del 2% de la longitud hincada.

IMAGEN 33

En el hincado de pilotes de punta o de grandes concentraciones de pilotes, se recomienda perforaciones previas cuyo diámetro sea 10 a 15% menor al diámetro o lado del pilote ya que de no ser así se ocasiona que el pilote tenga fricción con los lados opuestos a su longitud, y que el suelo tenga remoldeo y movimientos a estructuras vecinas.

El hincado se debe hacer en forma continua ya que, por características de los suelos, al reiniciarse el hincado del pilote se requiere de una energía mayor.

Es necesario llevar un registro continuo en el cual venga anotado: fecha, localización, elevación del terreno natural antes del hincado a fin de garantizar, en el caso del pilote de punta, su penetración en los estratos recientes mediante la energía de rechazo especificada y conocer la variación de las adherencias, para el caso de la fricción.

Con el fin de evitar daños de consideración en la cabeza del pilote durante el hincado, deberán amortiguarse los impactos del martillo colocando madera (20cms de espesor, aprox.) o cualquier otro material de propiedades semejantes, entre el pilote metálico guía.

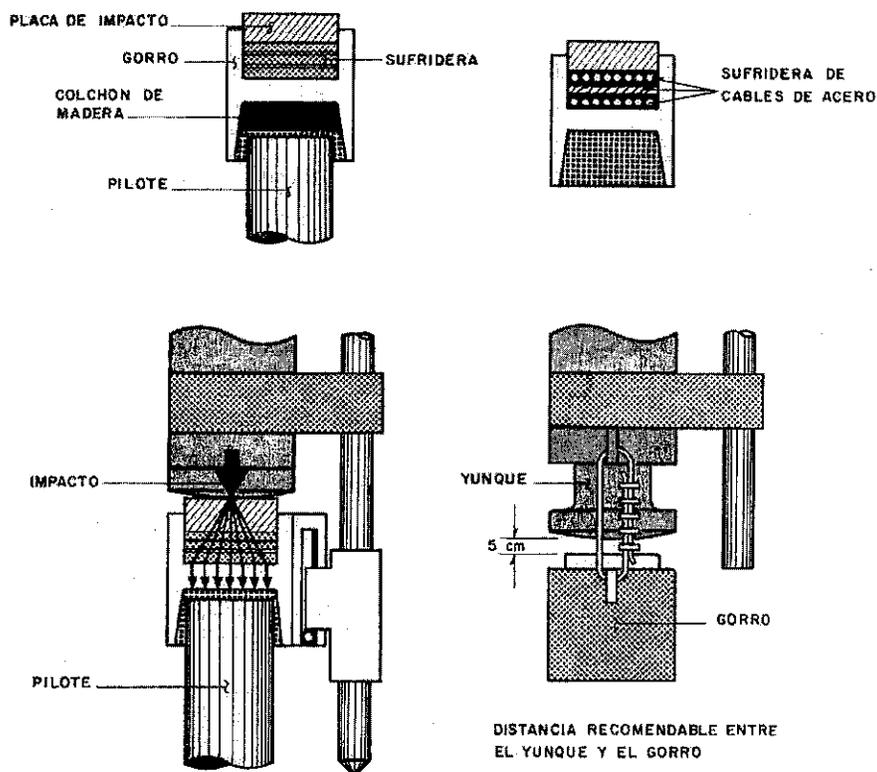


IMAGEN 34

COMPONENTES DEL MARTINETE: La elección del martinete depende del tipo de pilotes, longitud, peso, etc. Para su elección existen los siguientes parámetros.

La energía del hincado en kilogramos – centímetro debe ser igual a $(0.30) \times (\text{área transversal del pilote en m}^2)$

Peso del pilote

Peso partes golpeantes

PISTON. - Embolo metálico que se desplaza en el interior del cuerpo del martillo, es el encargado de golpear y hacer que el pilote penetre en el subsuelo mediante su energía por golpe.

DISPARADOR. - Dispositivo que sirve para izar el pistón y el martillo sobre la resbaladera. Consiste en una leva, dos ganchos de izaje, correderas sobre la resbaladera y polea.

SOPORTE INFERIOR. - Estructura inferior de martillo sobre la cual descargan los impactos del pistón y amortigua los golpes de este.

BOMBA. - Bomba de operación, la cual inyecta diesel y genera el ciclo periódico de explosión.

OPERACIÓN. - Colocando el martilleo en la parte superior del pilote se levanta el pistón mediante el disparador.

Estando en la posición superior generando la caída y compresión de la mezcla de diesel – aire. Con esto se genera una explosión en el martilleo que es la causante del impacto y penetración del pilote.

Los residuos de la explosión son desalojados por ventilas.

CONCLUSIONES

La ingeniería de cimentaciones permite aplicar los principios de mecánica de suelos, predice la respuesta del subsuelo al cambio de las condiciones geométricas y de carga, proporcionando los elementos necesarios para determinar un apoyo adecuado a la superestructura.

Corresponde al Ingeniero o Arquitecto definir el tipo de cimentación adecuada en cada caso, que además de ofrecer un apoyo razonablemente seguro a la obra, le resulte económico.

Las cimentaciones por pilotes están destinadas a repartir sobre el terreno profundo el peso de las partes estructurales de una edificación, es pues conveniente, para determinar su tipo y dimensiones, conocer por una parte el peso total de la obra enteramente terminada, incluidas las sobrecargas "vivas y accidentales", y por otra, la aptitud portante del terreno sobre el cual descansara la construcción.

Es importante seleccionar el tipo de pilote más idóneo y colocar un número adecuado de pilotes, ya que en el caso de ser excesivo la estructura puede emerger, aun cuando no se aplique carga a la cabeza de los pilotes, como ya se menciono, es frecuente observar que edificios cimentados directamente sobre pilotes de punta, se queden fijos, y al no descender junto con el terreno, provoquen daños a los edificios colindantes.

Por el contrario, sí el numero es reducido, la estructura presentara hundimientos, pues los pilotes no podrán rebasar su carga de falla. Debemos asegurarnos de que los pilotes reciban únicamente la carga para la cual fueron diseñados, evitando sobrecargas o inversión de esfuerzos que perjudiquen la estabilidad del edificio.

BIBLIOGRAFIA

- * MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN BARBARA ZETINA FERNANDO/ EDIT. LIMUSA/ MEXICO 1990
- * NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION PLAZOLA/ EDIT TRILLAS/ MEXICO 1988
- * MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION EDIT. DIANA-LA SALLE/ MEXICO TOMO I 1982 TOMO II 1987
- * TRATADO DE CONSTRUCCION TOMO II/ ANTONIO MIGUEL SAAD/ CECSA/ MEXICO 1976
- * DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO NORMAS/ INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM
- * REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.D.F.
- * NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F.
- * FILOSOFIA DE LAS CIMENTACIONES PROFUNDAS ARPAT KEZDI/ SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS/ MEXICO 1976
- * MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PILAS Y PILOTES SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS/ MEXICO 1983

- * EL SUBSUELO Y LA INGENIERIA DE CIMENTACIONES EN EL AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS/ MEXICO 1978
- * CIMIENTOS PROFUNDOS COLADOS EN SITIO SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS LIMUSA/ MEXICO 1989
- * INTRODUCCION A LA MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES AUTOR GEORGE B. SOWERS/ EDIT. LIMUSA/ MEXICO 1988.
- * MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES CRESPO VILLALAZ CARLOS GRUPO NORIEGA/ EDIT. LIMUSA/ MEXICO 1985.

CAJONES DE CIMENTACIÓN (CIMENTACIONES COMPENSADAS)

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

CIMENTACIONES DIRECTAS. SEMIPROFUNDAS

Las cimentaciones directas sub-clasificadas como **semi-profundas** son elementos estructurales que tienen una función fundamental de todos los armazones que componen una edificación arquitectónica de **mediana altura**, pero para las que actúan sobre suelos tan blandos, con alto contenido de agua y de condiciones tan frágiles ante los efectos de los sismos como es el caso del suelo de la ciudad de México, su buen funcionamiento es vital para la estabilidad de la edificación completa.

Si consideramos como ejemplo la gran cantidad de las edificaciones fallidas durante el sismo del año de 1985 sucedido en la Ciudad, en donde una gran cantidad de las fallas estructurales se dieron precisamente en la infraestructura y en la cimentación; fallas por hundimiento diferenciado, por fractura total y parcial y por efectos de bufamiento fueron las causas más frecuentes en las edificaciones analizadas.

A partir del sismo se emitió un nuevo reglamento de construcciones para la Ciudad conteniendo modificaciones importantes en los procesos de diseño y construcción de las cimentaciones en general, mismas que han influenciado en una nueva forma de construir en nuestro entorno arquitectónico. De ahí la importancia de que los alumnos de la carrera tengan el conocimiento actualizado sobre cimentaciones someras.

DEFINICIONES GENERALES

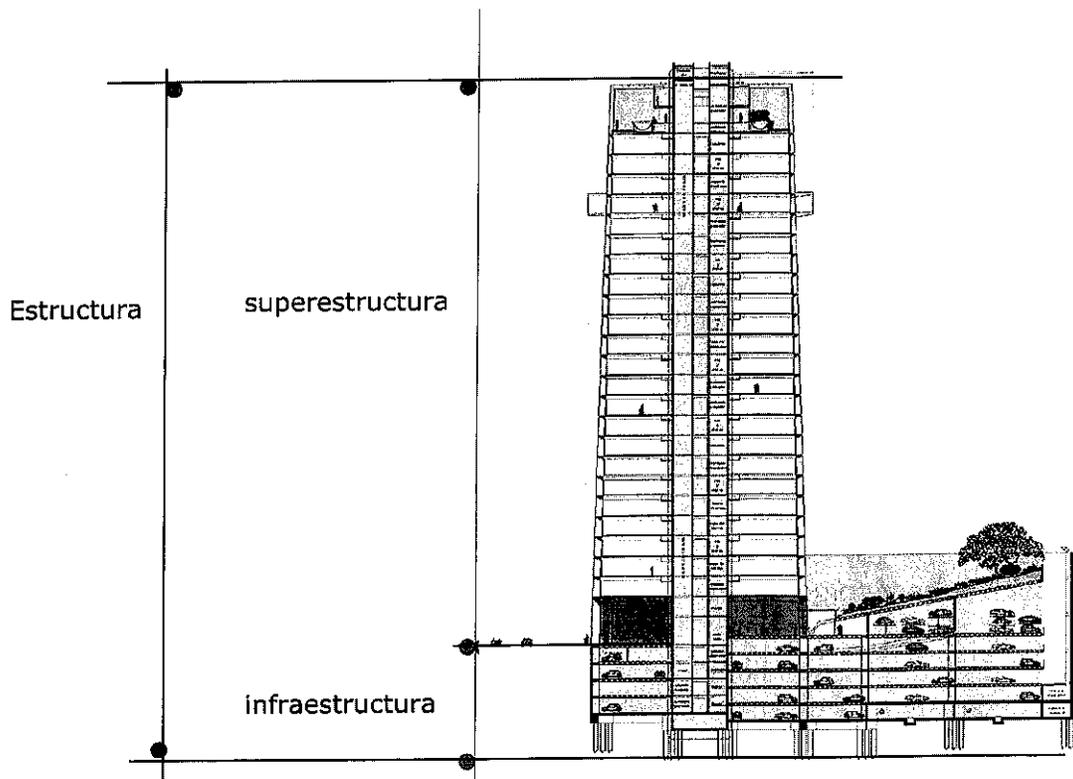
Una edificación cualquiera se divide desde el punto de vista del diseño estructural en:

Estructura. - Considerada desde el inicio del apoyo en el suelo hasta la punta más alta del edificio construido.

Superestructura. - Considerada desde el nivel 0.00 o nivel de banquetta hasta la punta más alta del edificio construido.

Infraestructura. - considerada desde el nivel desde el nivel 0.00 o nivel de banqueta hasta el nivel de apoyo de la cimentación en el suelo

IMAGEN 1



CONCEPTOS ESTRUCTURALES

Según el diseño estructural se define a la estructura como:

ESTRUCTURA

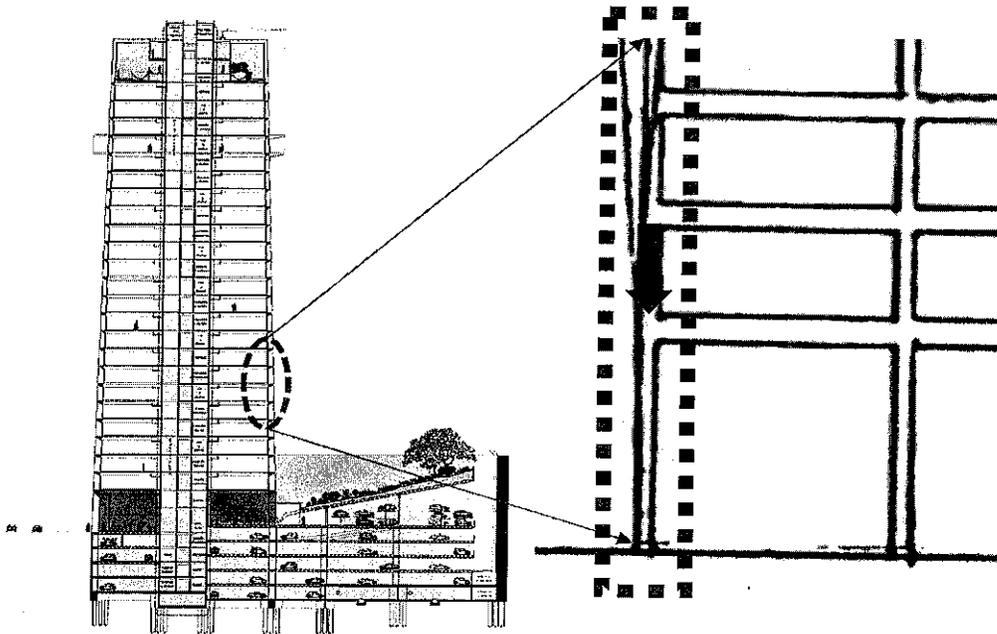
Conjunto estable de elementos proyectados, calculados y construidos para funcionar unitariamente en el sostenimiento y transmisión de las cargas de las edificaciones al suelo en condiciones de seguridad y sin sobrepasar los esfuerzos admisibles en sus miembros.

Según el diseño estructural se define a un elemento estructural como:

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Cada una de las partes constitutivas en que puede ser resuelta por análisis una **estructura**, caracterizadas por tener una calidad unitaria y mostrar un único comportamiento bajo la acción de una carga aplicada

IMAGEN 2



ELEMENTO ESTRUCTURAL

Según el diseño estructural se define a sistema constructivo como la conformación de diferentes materiales de construcción para formar un elemento estructural.

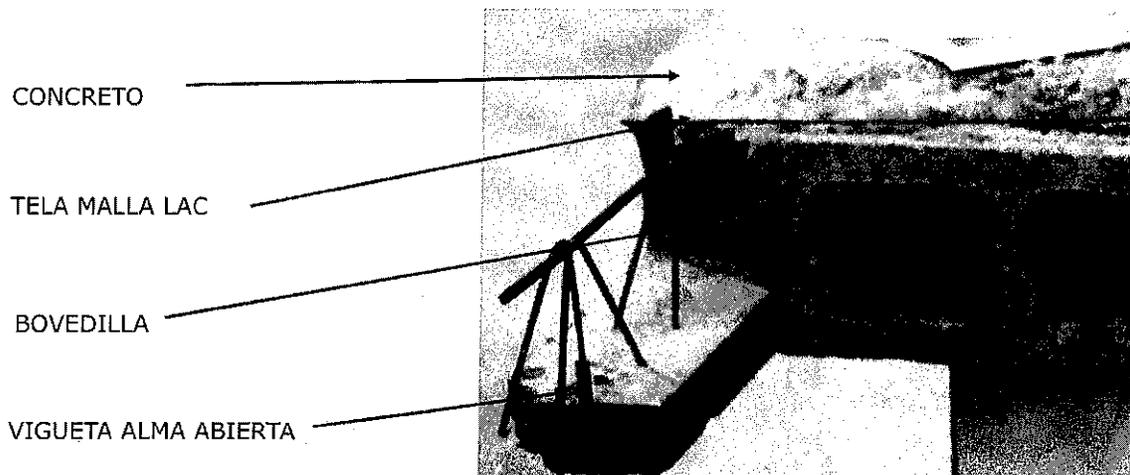


IMAGEN 3

Según el diseño estructural se define a la cimentación como:

La cimentación constituye un elemento de transición entre la estructura y el suelo en que se apoya.

Sus funciones son:

- 1.- Lograr que las fuerzas que se presentan en la base se transmitan adecuadamente al suelo en que se apoya y
- 2.- Dar un anclaje dentro del propio suelo para evitar el volteo de la edificación debido a posibles fuerzas incidentales.

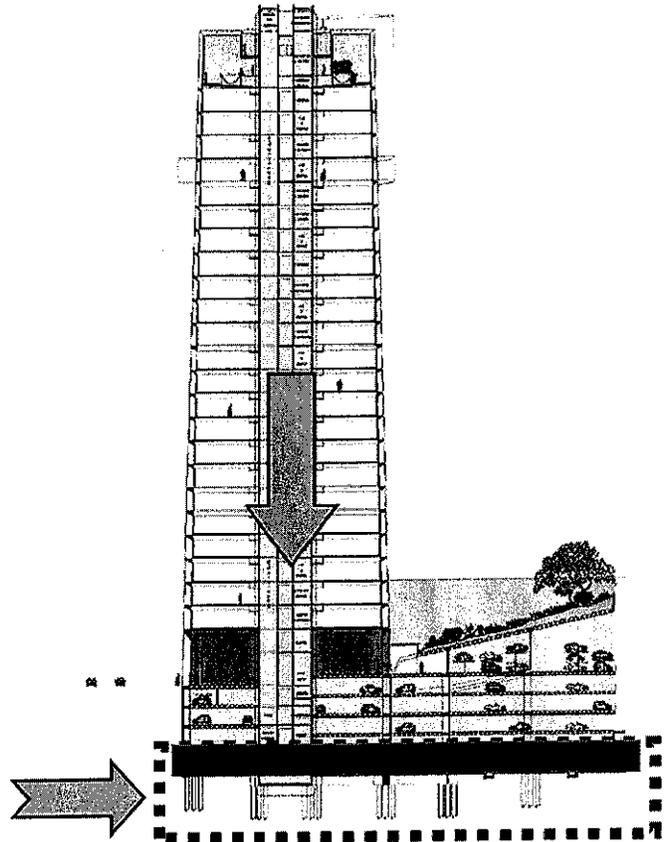


IMAGEN 4

Dar un anclaje dentro del propio suelo para evitar el volteo de la edificación debido a posibles fuerzas incidentales.



IMAGEN 5

Tomando de ejemplo fallas como este edificio el nuevo reglamento de construcciones en sus normas técnicas complementarias plantea como mínimo para el anclaje de los edificios el 10% de la altura total de la super-estructura.

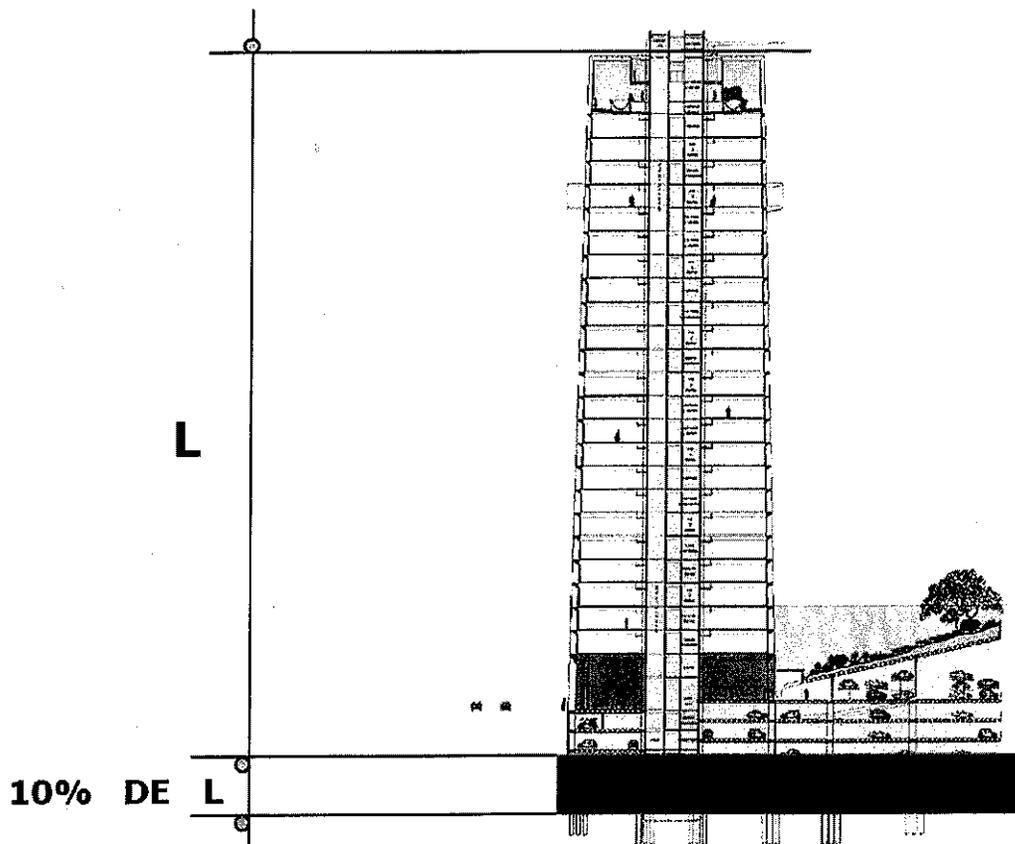


IMAGEN 6

En la mayoría de las clasificaciones de los analistas estructurales a nivel internacional se consideran exclusivamente dos tipos de cimentaciones: las directas y las profundas, sin embargo, por la relevancia que tiene el suelo de la ciudad de México en las estructuras arquitectónicas es necesario aumentar un tercer grupo llamado semi-profundas a esta clasificación.

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS CIMENTACIONES

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS CIMENTACIONES

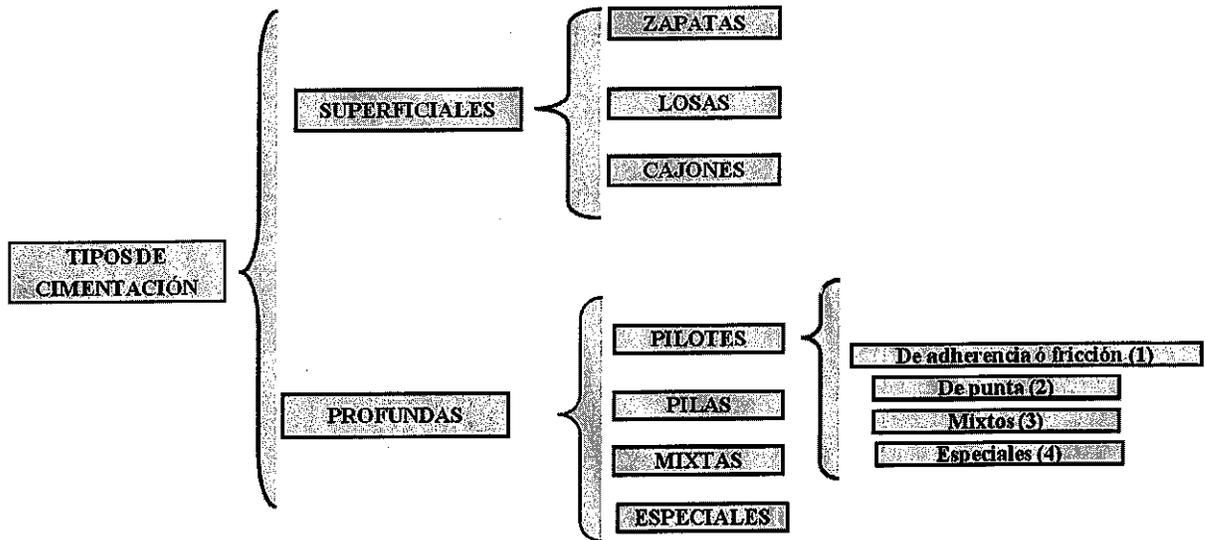


IMAGEN 7

EN MÉXICO

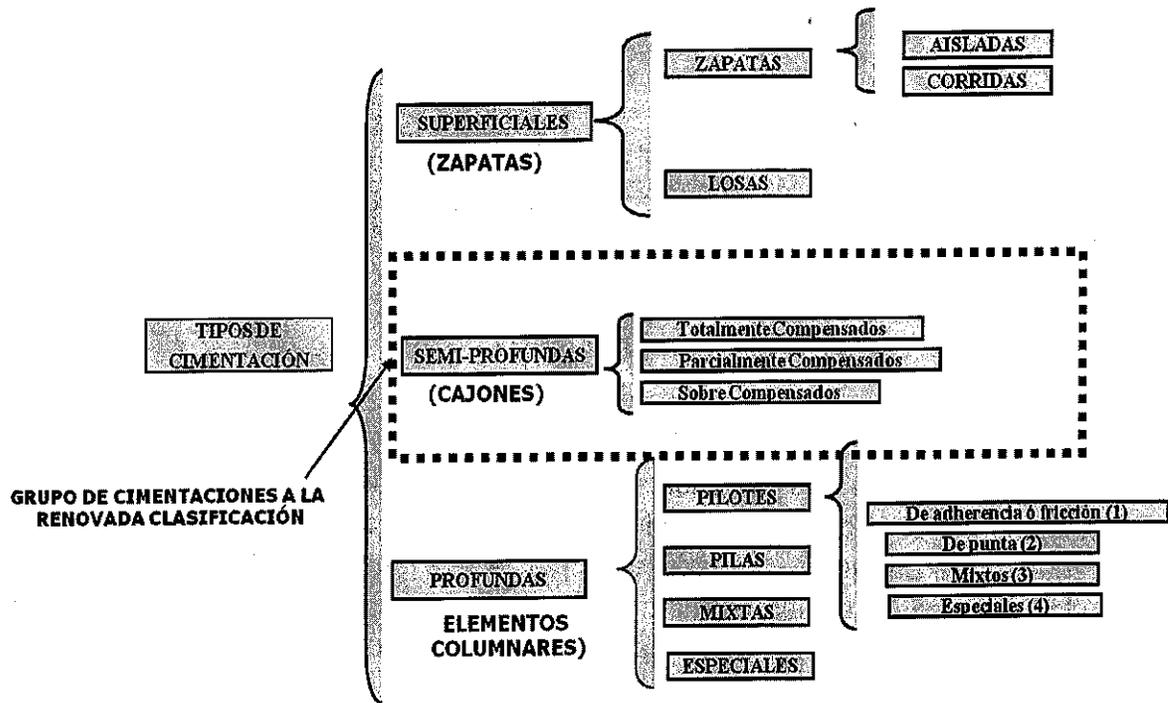


IMAGEN 8

SUBCLASIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES SEMI-PROFUNDAS

A pesar de que las cimentaciones semi-profundas también transmiten las cargas de toda la estructura y las propias sobre un plano horizontal, pertenecen a otra sub-clasificación porque en ellas intervienen otros esfuerzos, como el bufamiento y los hundimientos regionales y locales provocados por los suelos con alto contenido de agua.

Otra diferencia importante es que las superficiales se resuelven ampliando la base de contacto de la cimentación (zapatas) con el suelo y las semi-profundas se resuelven con **cimentaciones de cajón**, que poseen características impermeables.

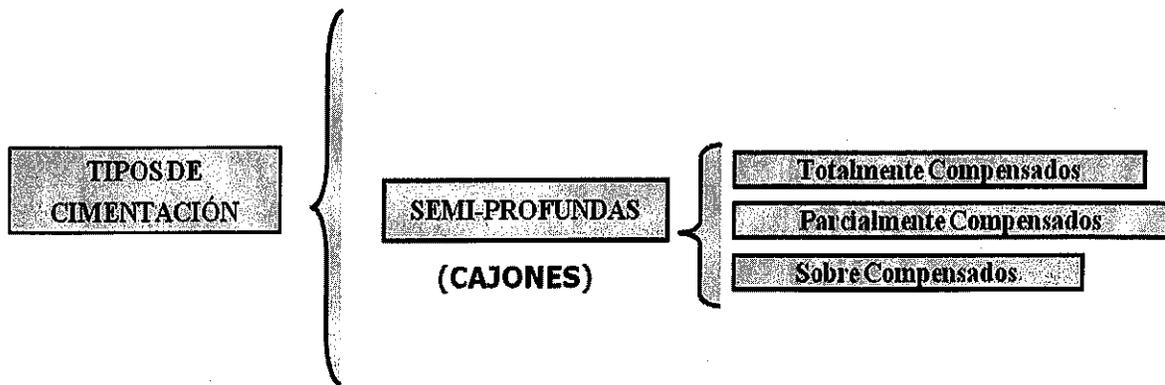
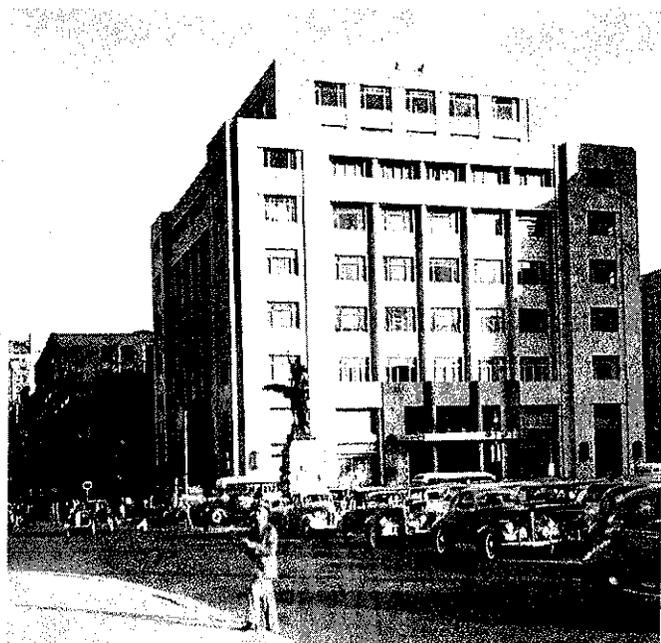


IMAGEN 9

Para la construcción de edificios sobre suelos de compresibilidad alta o media es frecuente la utilización de la cimentación llamada compensadas o por sustitución.

La primera aplicación de esta idea en nuestra ciudad parece deberse al ingeniero Miguel Ángel de Quevedo, quien en la primera década del siglo pasado construyó una tienda departamental y un banco en el Centro con sótano a 4 m de profundidad.

IMAGEN 10





EDIFICIO EL MORO

VENTAJAS DEL DISEÑO

ARQUITECTÓNICO

En las últimas décadas las construcciones de edificios destinados a casa-habitación en condominio vertical han tenido un crecimiento explosivo, debido a la necesidad de aprovechar al máximo los terrenos disponibles en zonas con sobresaturación urbana (Colonias Roma, Polanco, Condesa).

Las ventajas de construir casa-habitación vertical con estructuras medianas son muchas:

IMAGEN 12

CIMENTACIONES

SEMI-PROFUNDAS

Las cimentaciones semi-profundas son diseñadas por definidas como **substitución o compensadas** y son construidas a través de cajones impermeables de concreto, siendo las más utilizadas en la ciudad de México para edificaciones de **mediana altura** (no mayores a 25 metros desde el nivel de banquetta).

Aunque puede utilizarse en edificios altos como la Torre Reforma que se utilizo este método

IMAGEN 11



- APROVECHAMIENTO TOTAL DEL TERRENO,
- COSTOS DE CONSTRUCCIÓN MAS BAJOS,
- CONCENTRACIÓN DE INSTALACIONES,
- MAYOR VELOCIDAD DE CONSTRUCCIÓN,
- ENTREEJES MAS ABIERTOS,
- UNIFICACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS,
- EL CONCEPTO LOFT.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Las características de diseño arquitectónico de una edificación vertical de mediana altura para casa-habitación en la ciudad de México, prácticamente están estandarizadas

- ENTRE-EJES ESTRUCTURALES DE 6.5 METROS
- CONCRETO ARMADO COLADO EN SITIO
- NIVELES SUBTERRÁNEOS PARA ESTACIONAMIENTO
- ELEVADORES
- MUROS DE CARGA DE CONCRETO
- MUROS DIVISORIOS DE MATERIALES PETREOS

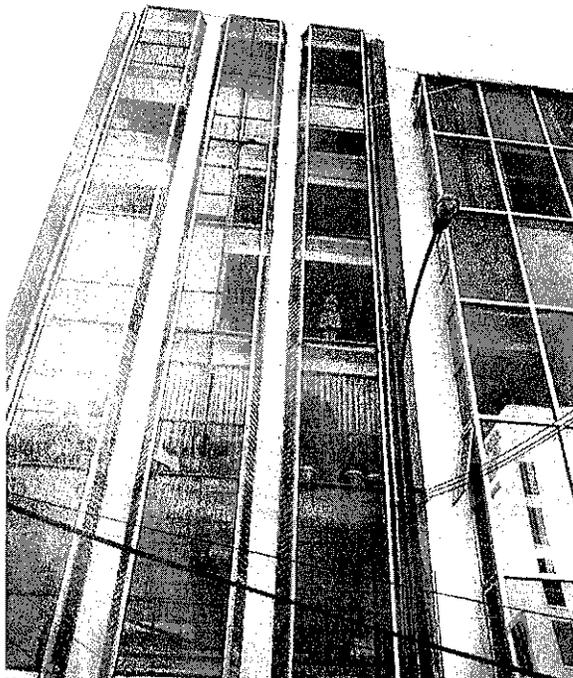


IMAGEN 13

CONDICIONES DE SUELO-DISEÑO

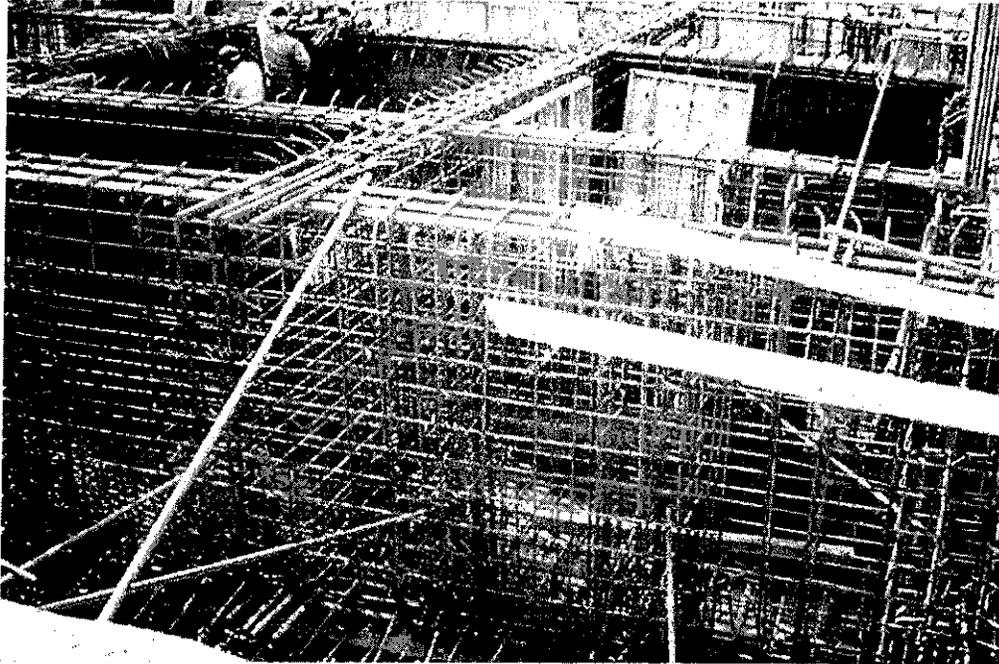
Esta tipología en la distribución arquitectónica y las características del suelo en la zona de lago inciden en que las cimentaciones de cajón sean las más utilizadas.

Se usa en condiciones de:

CUANDO EL EDIFICIO CONTENGA SÓTANOS EN SU DISEÑO ARQUITECTÓNICO

LA COTA INFERIOR SE SITÚE POR DEBAJO DEL NIVEL FREÁTICO.

IMAGEN 14



CONDICIONES DE SUELO

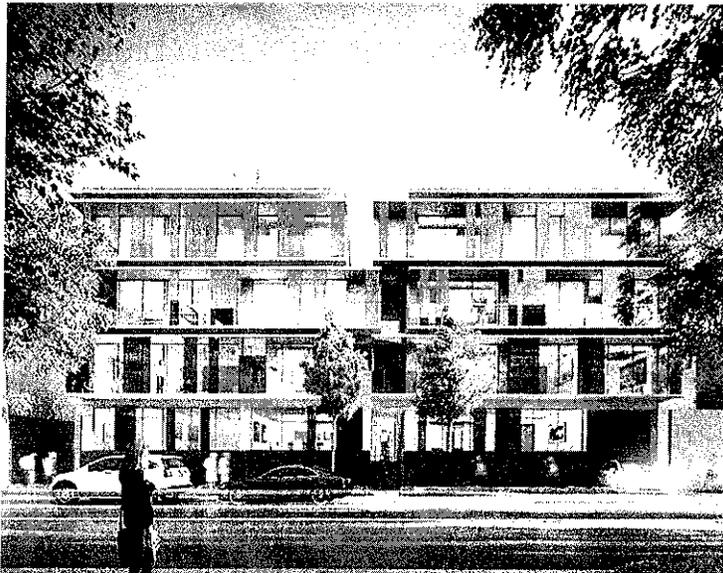
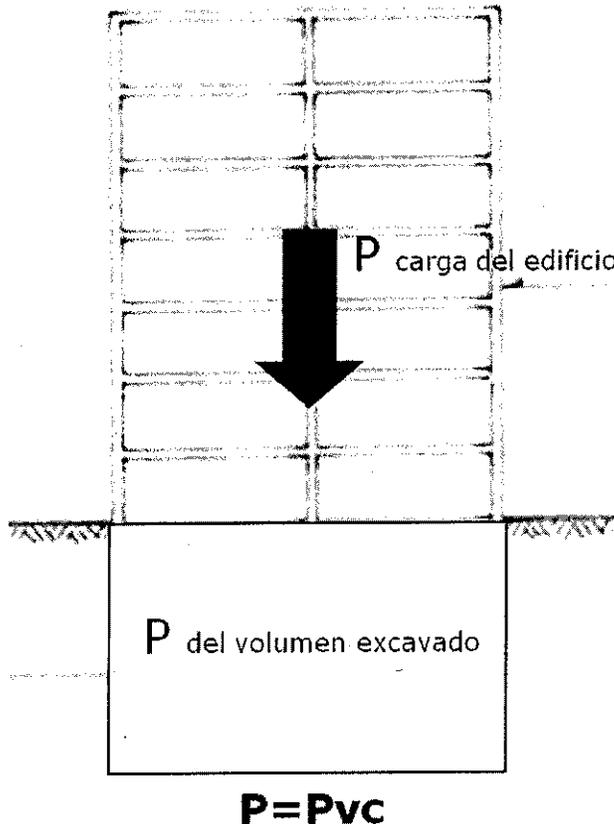


IMAGEN 15

Las cimentaciones por sustitución o compensadas son muy utilizadas en la Cd. de México, por las condiciones que presenta el material suelo fundamentalmente en la zona con clasificación III (del lago).

- Altamente compresible
- Alto contenido de agua
- Sumamente inestable
- Muy baja resistencia
- Cuando existan empujes del suelo en ascenso
- Cuando el suelo deba considerarse en su fase líquida y sólida.



TEORÍA ESTRUCTURAL

A fin de reducir la presión sobre el subsuelo, se introdujo en la ingeniería mexicana el concepto de **cimentación compensada**.

Con este tipo de cimentación se logra el efecto de compensar o substituir parcial o totalmente, el peso del volumen del suelo excavado por el **peso total del edificio construido**

IMAGEN 16

TEORÍA ESTRUCTURAL

El Reglamento de Construcciones del D. F. define en las normas técnicas complementarias a este tipo de cimentaciones como:

3.4 Cimentaciones compensadas

SE ENTIENDE POR CIMENTACIONES COMPENSADAS AQUÉLLAS EN LAS QUE SE BUSCA REDUCIR EL INCREMENTO NETO DE CARGA APLICADO AL SUBSUELO MEDIANTE EXCAVACIONES DEL TERRENO Y USO DE UN CAJÓN DESPLANTADO A CIERTA PROFUNDIDAD.

TEORÍA ESTRUCTURAL

Se le denomina este nombre ya que es en sí una "losa de cimentación", solo que a una mayor profundidad; es una zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura que soporta todos los muros y columnas. La carga del edificio es tan pesada que la presión admisible del suelo es tan pequeña que las zapatas individuales van a cubrir más de la mitad del área del edificio.

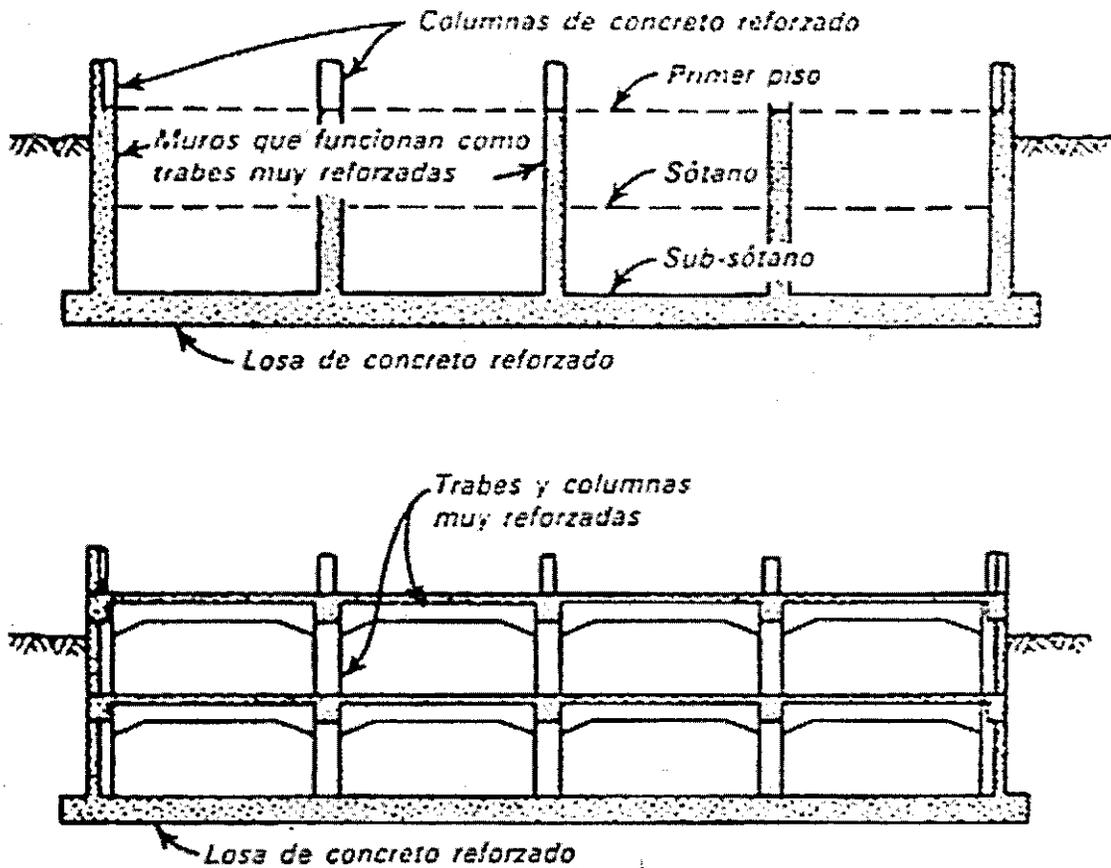


IMAGEN 17

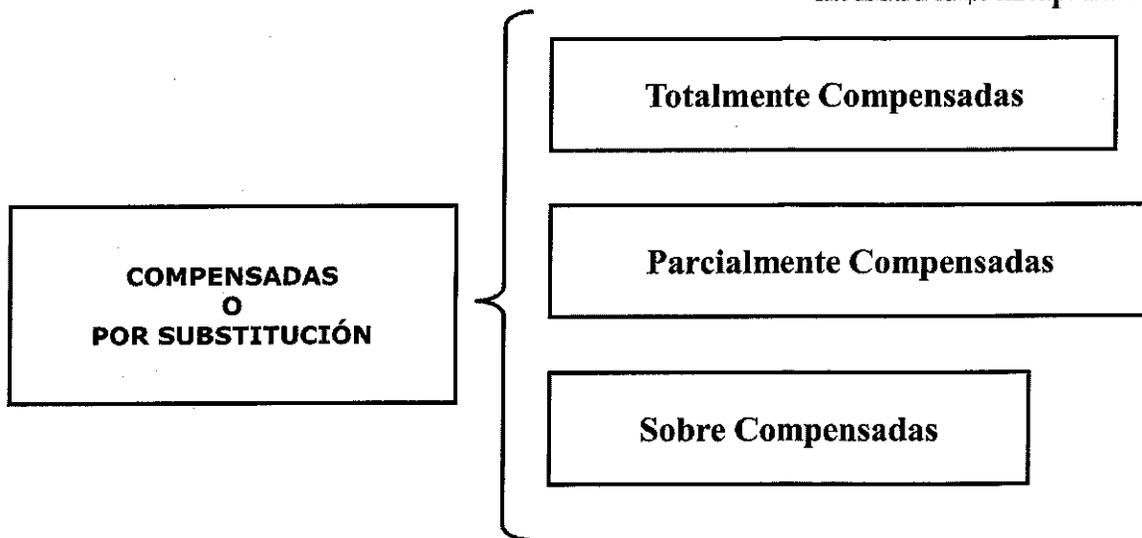
TEORÍA ESTRUCTURAL

Este tipo de cimentación permite contrarrestar o compensar una parte, o toda la carga impuesta por la estructura al suelo por dos efectos:

1. SUBSTITUCIÓN DEL PESO SUMERGIDO DE LOS SÓLIDOS
2. EFECTO DE FLOTACIÓN POR EL PESO DEL LÍQUIDO DESPLAZADO.

SUBCLASIFICACIÓN

Según que el incremento neto de carga aplicado al suelo en la base del cajón resulte positivo, nulo o negativo, las cimentaciones compensadas se denominan:



En donde:

PARCIALMENTE COMPENSADA. - Cuando existe cierta descarga neta, es decir el efecto de flotación y la presión efectiva al nivel de desplante no son suficientes para contrarrestar el peso total de la construcción.

TOTALMENTE COMPENSADA. - Cuando la presión efectiva en el nivel del desplante y el efecto de flotación, en caso de existir, equilibran la descarga total de la estructura.

SOBRE COMPENSADA. - En el caso de la descarga total de la estructura por el efecto de flotación. Cuando el contenido de líquidos en el suelo sobrepasa a los sólidos se diseña la cimentación con anclaje, pilotes de fricción negativa, o anclas.

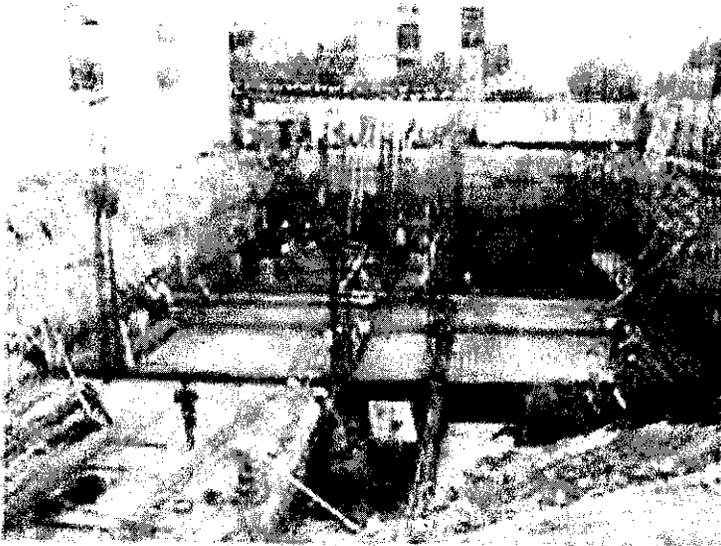
APLICACIONES

Estas se usan para **reducir el asentamiento de la estructura, de las estructuras** situadas sobre depósitos muy compresibles. Bajo estas condiciones la profundidad a la que esta desplantada es tan grande que el peso de la losa está completamente compensado por el peso del suelo excavado. Por lo tanto, el asentamiento de la estructura seria casi insignificante.

Algunos casos donde el terreno cuenta con la probabilidad de **asentamientos diferenciales, o que las columnas no están uniformemente repartidas**, las losas pueden reforzarse para evitar deformaciones excesivas, esto se puede lograr usando **muros divisorios como nervaduras de vigas "T"** construyendo una **cimentación celular**.

Se puede utilizar la rigidez de una superestructura de concreto reforzado, pero entre más costoso resultan los procedimientos, se opta por la cimentación de pilas o pilotes

IMAGEN 18



CONDICIONANTES DE TRABAJO

Las cimentaciones compensadas se diseñan fundamentalmente a través de cajones monolíticos de concreto reforzado.

Para lograr el perfecto equilibrio entre el peso del volumen excavado y el peso de la estructura es necesario que el edificio mantenga siempre sus características planteadas en el diseño original.

- USO DEL SUELO
- MANTENER EL MISMO NUMERO DE NIVELES
- SER IMPERMEABLE

CONDICIONANTES DE TRABAJO

USO DEL SUELO

El uso de suelo en las edificaciones del D.F. continuamente se modifica (casa-habitación, oficinas, escuelas, etc.).

En edificaciones construidas con este concepto **jamás** debe de permitirse alterar el diseño de las cargas por:

CARGA VIVA (derivada del uso del suelo)

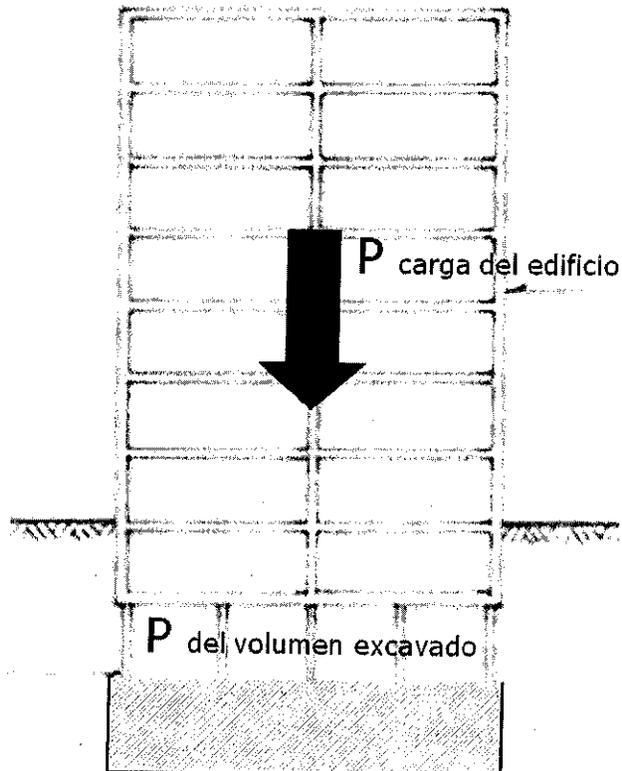


IMAGEN 19

CONDICIONANTES DE TRABAJO

USO DEL SUELO

El uso de suelo en las edificaciones del D.F. continuamente se modifica (casa-habitación, oficinas, escuelas, etc.).

En edificaciones construidas con este concepto jamás debe de permitirse alterar el diseño de las cargas por:

CARGA MUERTA

(por incremento de niveles)

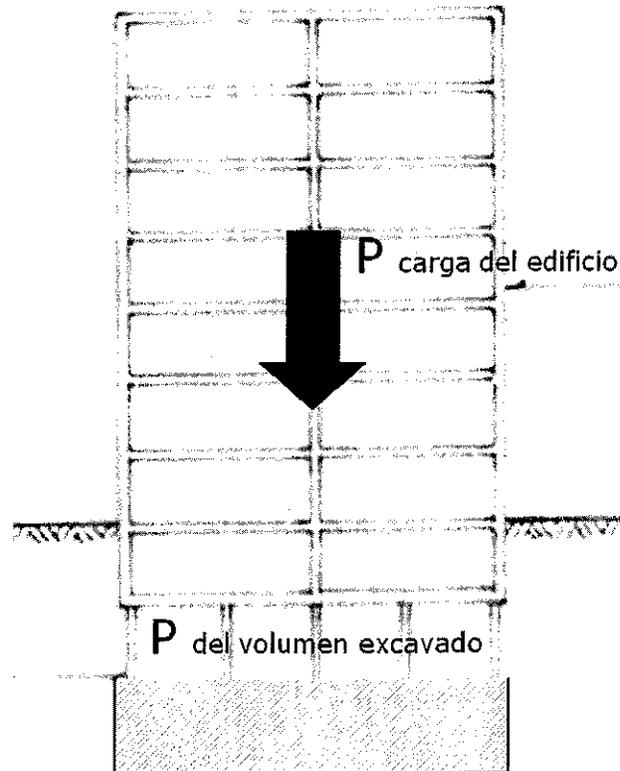


IMAGEN 20

CONDICIONANTES DE TRABAJO

USO DEL SUELO

El uso de suelo en las edificaciones del D.F. continuamente se modifica (casa-habitación, oficinas, escuelas, etc.).

En edificaciones construidas con este concepto jamás debe de permitirse alterar el diseño de las cargas por:

CARGAS INCIDENTALES

(Derivadas de vibraciones de maquinaria)

SER IMPERMEABLE

La impermeabilidad del cajón es una condición que se debe de asegurar en obra, su importancia radica en que la posible penetración del agua en los cajones **alteraría la relación peso del suelo-peso de edificio**

REQUERIMIENTOS PARA HACER UNA SUSTITUCIÓN

1. Evitar el bufamiento
2. Evitar la intemperización del terreno
3. En terrenos grandes atacar por zonas
4. Construyendo con rapidez
5. Lastrando con el mismo material de construcción
6. Seguridad financiera (para comprar los materiales)

CONSTRUCCIÓN

Las cimentaciones compensadas se diseñan fundamentalmente a través de **cajones monolíticos de concreto reforzado**, rigidizado mediante contratraves peraltadas usualmente dispuestas ortogonalmente, con una losa en el fondo que hace contacto con la superficie de desplante, y una losa tapa que cierra las celdas huecas del cajón.

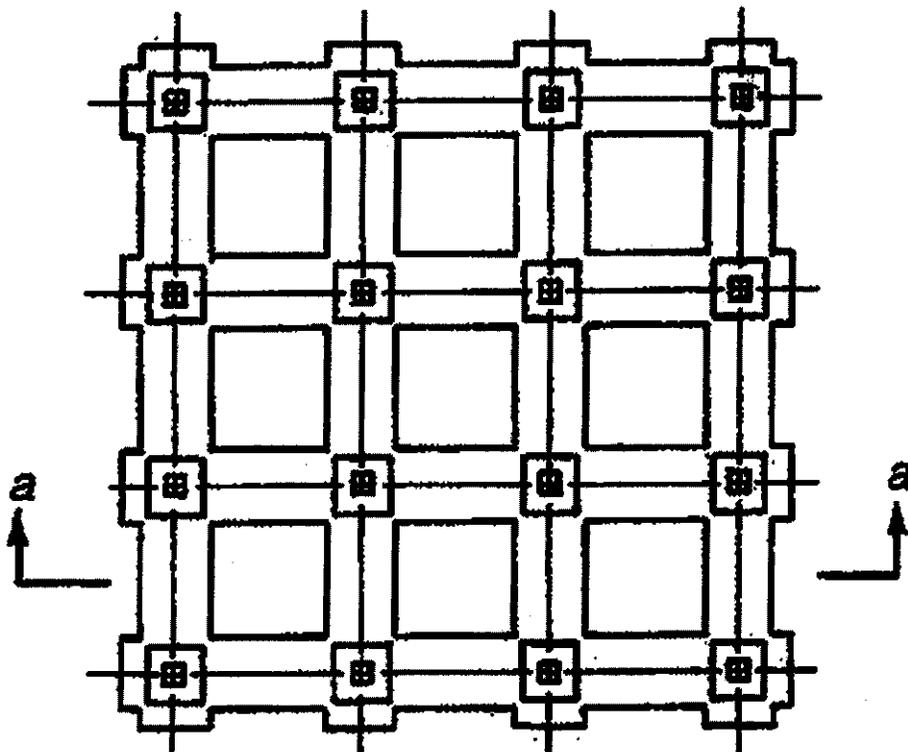


IMAGEN 21

EJES ESTRUCTURALES DISPUESTOS ORTOGONALMENTE EN AMBOS SENTIDOS

CONSTRUCCIÓN

Las cimentaciones de cajón logran que **las fuerzas que se presentan en la base se transmitan adecuadamente al suelo** en que se apoya a través de una excavación semi-profunda y la construcción de una caja reticular impermeable.

Se componen de:

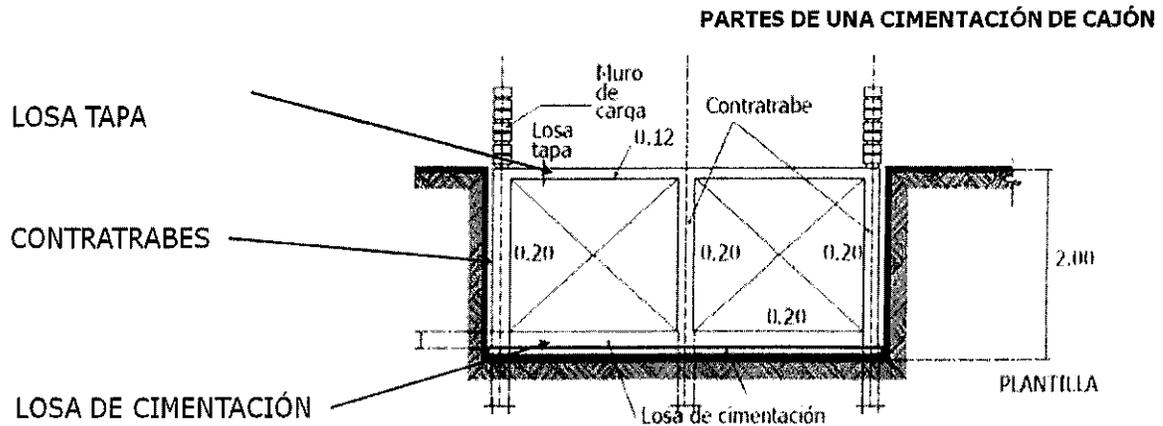


IMAGEN 22

Detalle de cimentación (lindero)

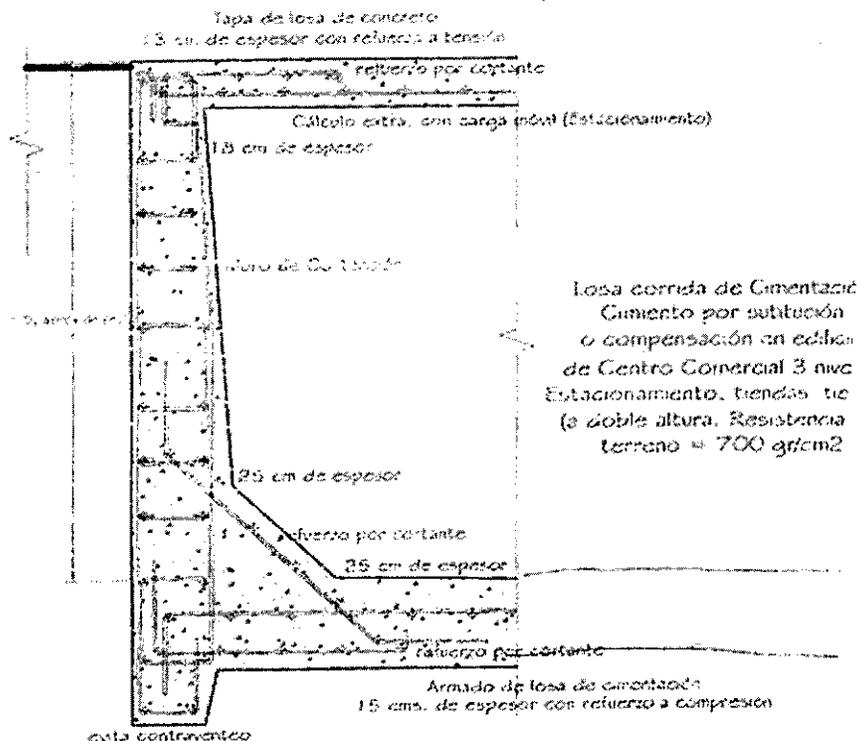


IMAGEN 23

Detalle de cimentación (intermedio)

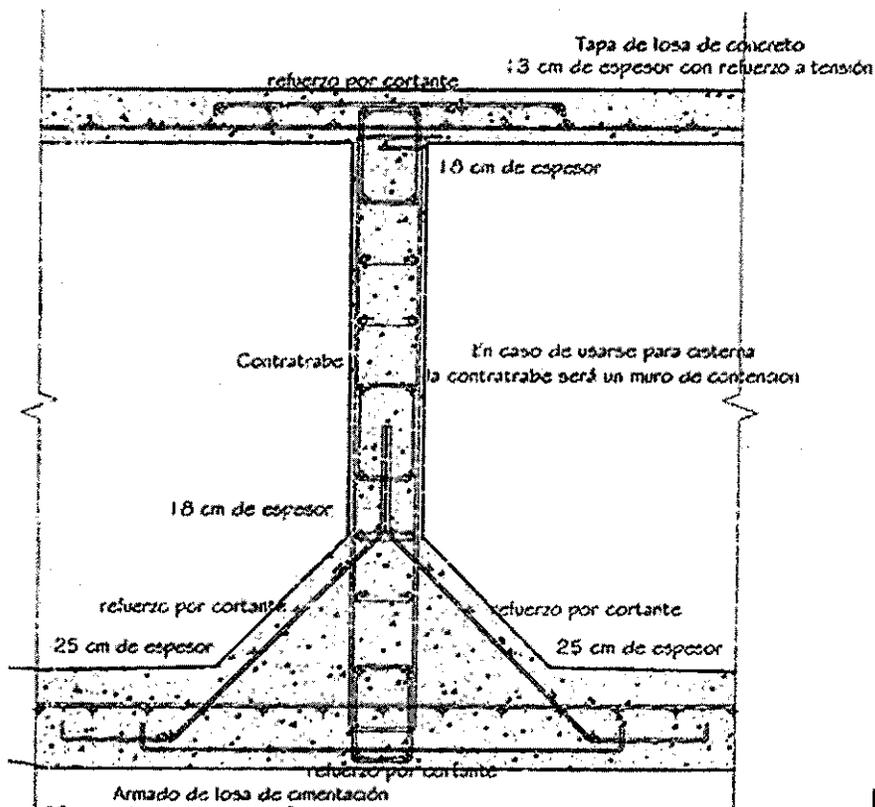


IMAGEN 24

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

El procedimiento de la cimentación de cajón consta de diferentes etapas con concreto armado fundamentalmente:

- CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN
- CONSTRUCCIÓN DE CONTRATRABES
- CONSTRUCCIÓN DE LOSA TAPA

CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN

EXCAVACIÓN

La excavación para la losa de cajón se ejecuta con maquinaria de excavación que debe ser adecuada al área del terreno de construcción.

Normalmente son **retroexcavadoras ligeras** de orugas que puedan desplazarse libremente sobre el área dispuesta.

LOSA DE CIMENTACIÓN

La losa inferior de una cimentación de cajón tiene los mismos componentes de una losa maciza

- ARMADO DOBLE PARRILLA
- CONCRETO MONOLÍTICO
- ANCLAJES DE CASTILLOS ESTRUCTURALES
- PREPARACIONES PARA INSTALACIONES

Con la variante de

ANCLAJE DEL ACERO DE LAS CONTRATRABES

ACERO DE CONTRATRABE

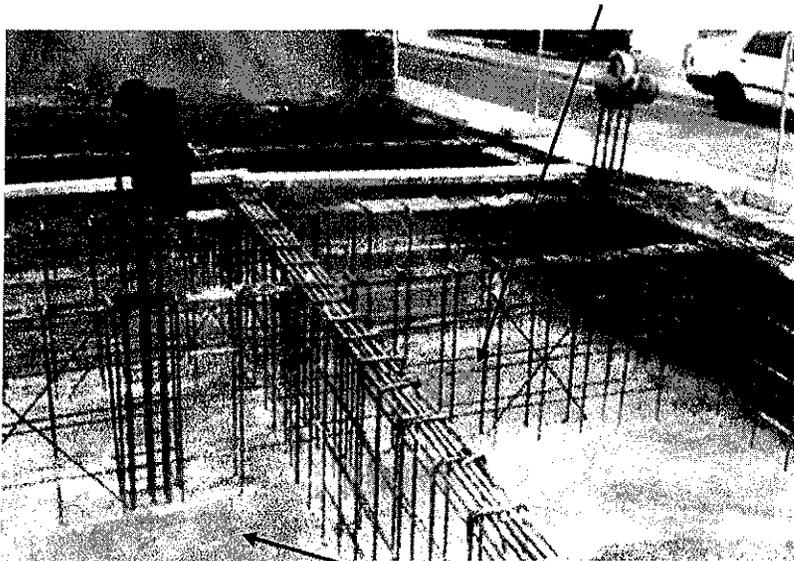


IMAGEN 25

LOSA INFERIOR

CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN

Normalmente las losas inferiores son de espesores muy altos, en razón de que es aquí en donde se aplica en buena medida la característica de substituir peso del suelo de material excavado por peso del edificio.

Estos espesores pueden llegar a 1.00 mt. Para un edificio de 25 mts. de alto

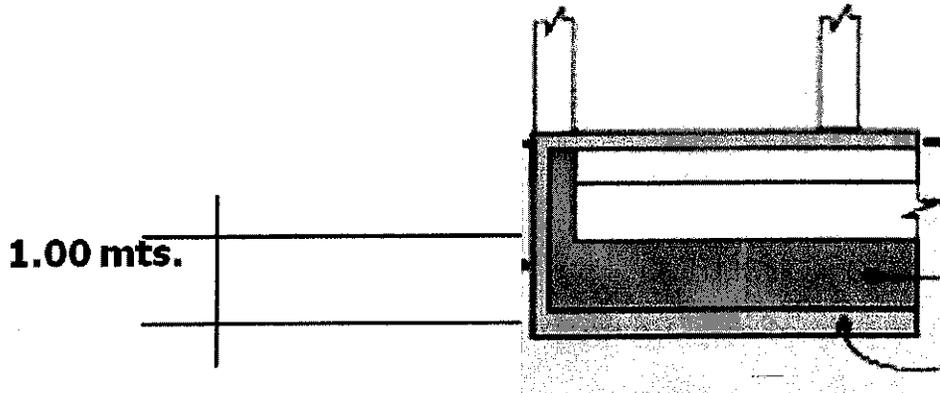


IMAGEN 26

Una forma de evitar losas de gran espesor es hacer una retícula de contra trabes sobre la losa de cimentación.

CONSTRUCCIÓN DE CONTRATRABES

Se llaman contratraves a los componentes estructurales verticales, que son elementos sumamente robustos porque en muchos casos reciben las cargas provenientes de la superestructura.

Su función en la cimentación de cajón es:

1. TRANSMITIR LAS CARGAS VERTICALES AL LA LOSA DE CIMENTACIÓN
2. CONTENER LAS FUERZAS HORIZONTALES DEL SUELO VECINO
3. RECIBIR CARGAS VERTICALES
4. IMPEDIR LA PENETRACIÓN DEL AGUA AL INTERIOR DEL CAJÓN

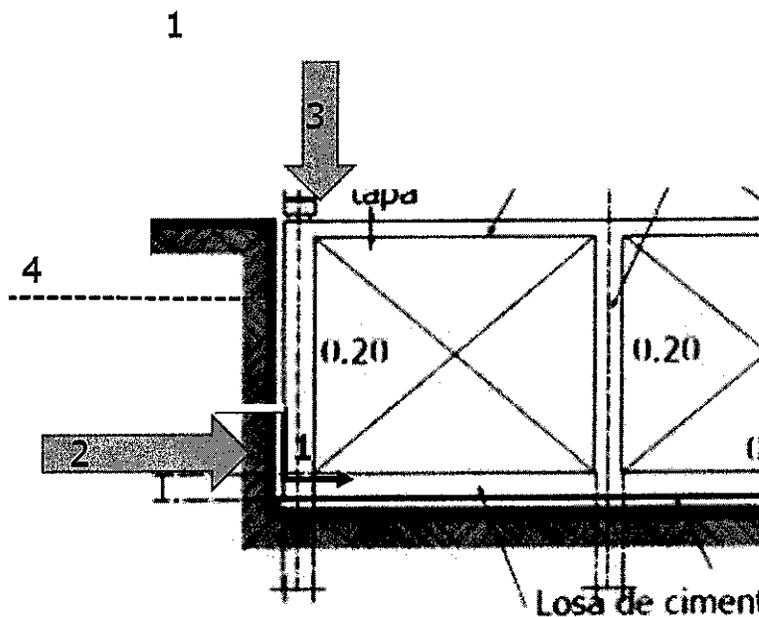


IMAGEN 27

Los contratraves se cimbran y se arman después de haberse colado la losa inferior:

1. CIMBRADO
2. ARMADO
3. PREPARACIÓN ANTI-FILTRACIÓN
4. COLADO

OPCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN.

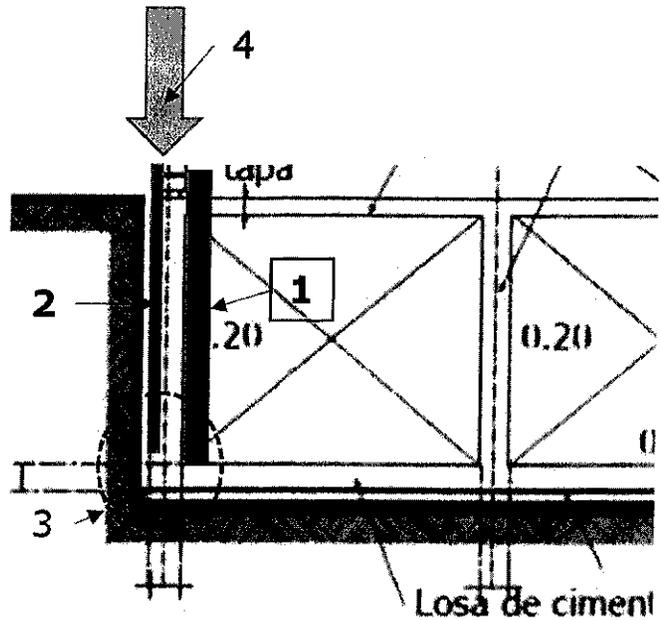


IMAGEN 28

CIMBRADO

Se ejecuta mediante la fabricación de tarimas de triplay y estructura de barrote.

El troquelado se realiza entre las paredes por cimbrar y en ocasiones sobre la losa con patas de gallo.

TARIMAS

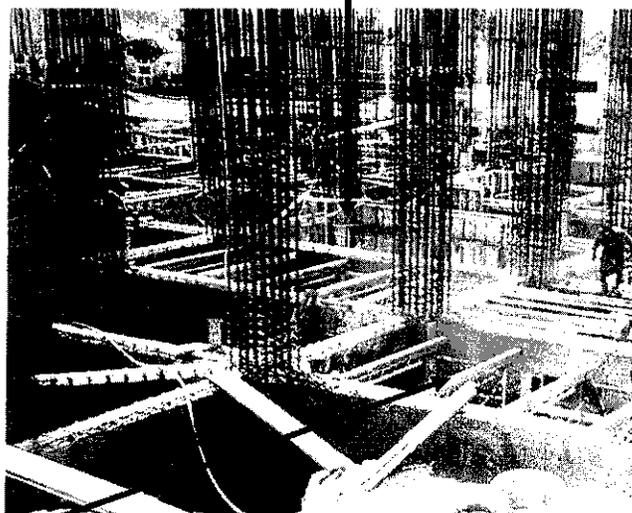


IMAGEN 29

TARIMAS

ARMADO

Se ejecuta con varilla corrugada a doble capa, pudiendo ser de diámetro $\frac{3}{4}$ @ 8 o 10 cms. en ambos sentidos.

En muchas ocasiones el armado del contratrabe se enlaza con el armado de las columnas.

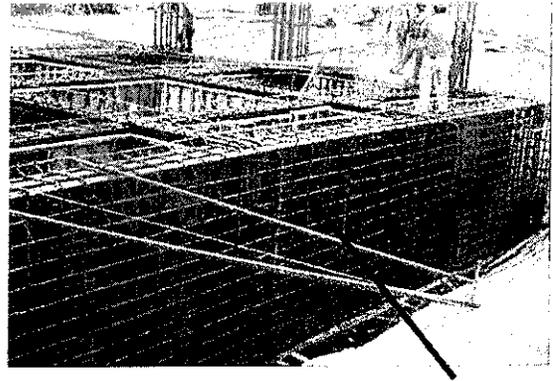


IMAGEN 30

ARMADO DE CONTRATRABES

COLADO

El concreto empleado debe ser de resistencias mayores a 200 kg/cm² en razón de las fuertes cargas que tienen que soportar los contratraves.

Es recomendable utilizar concretos premezclados por rapidez y colados con bomba porque toda las contratraves de la cimentación deben ser coladas monolíticamente.

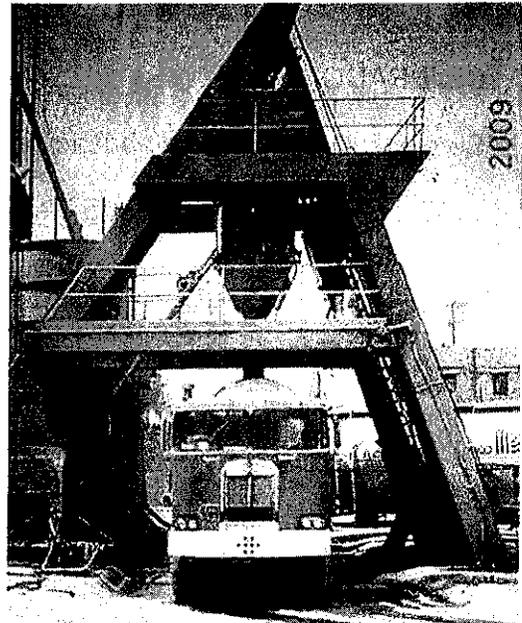


IMAGEN 31

PREPARACIÓN ANTI-FILTRACIÓN

Es necesario impedir la filtración del agua freática a través de la unión fría que se forma entre el colado viejo de la losa inferior y el concreto nuevo de la contratrabe.

Para ello es en este punto donde se emplean bandas de PVC para lograr este propósito

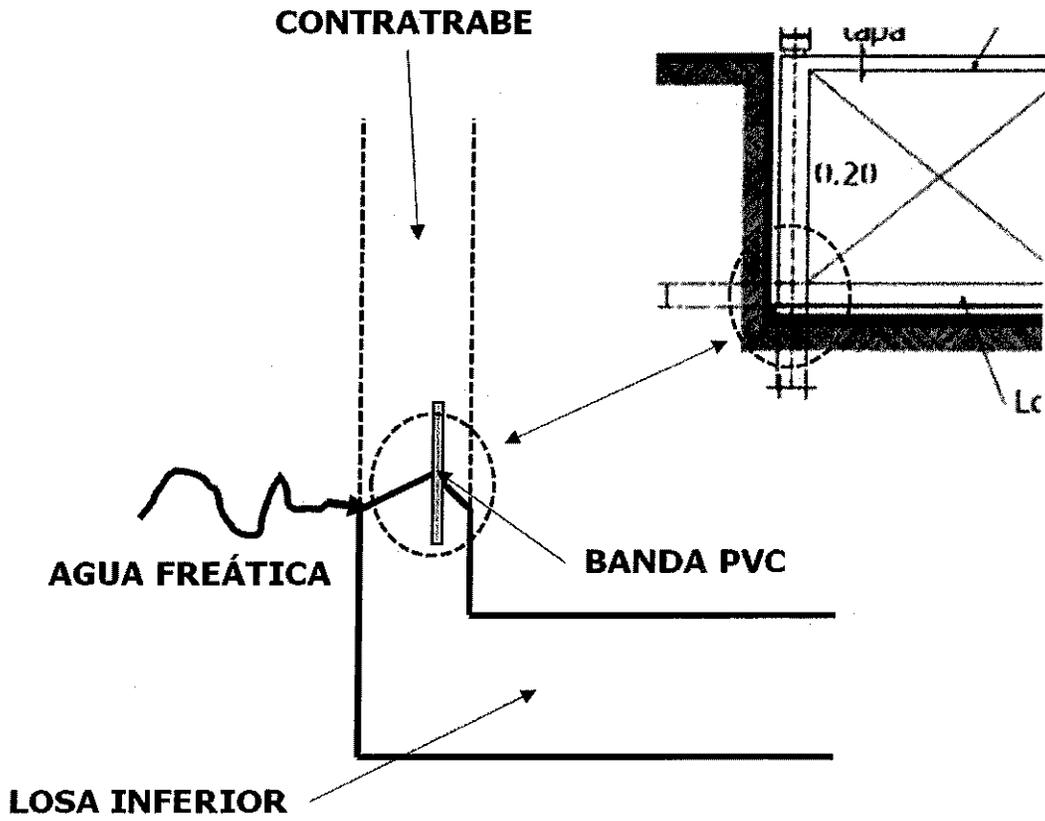


IMAGEN 32

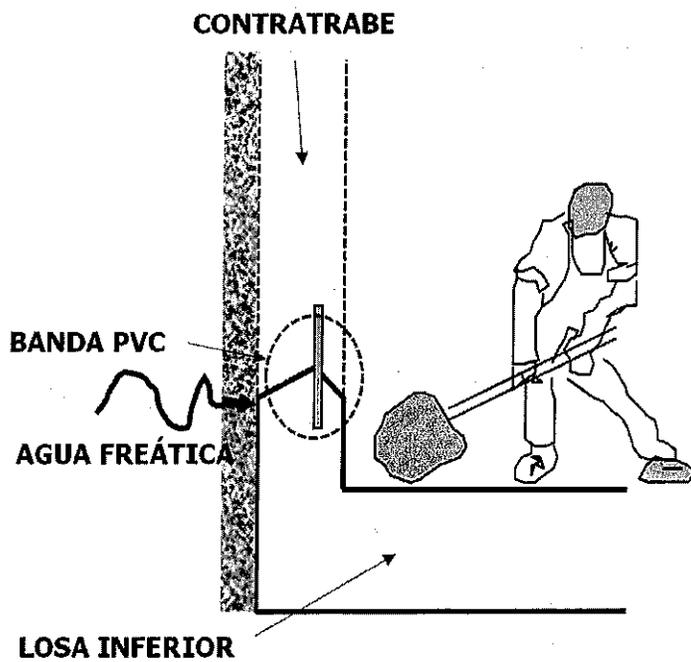
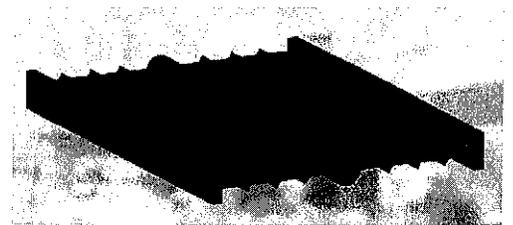


IMAGEN 33



BANDA PVC

IMAGEN 34

OPCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN

Para cumplir con la condición de ser impermeable el cajón, para evitar filtraciones se pueden recurrir a diferentes soluciones:

1. CONCRETOS IMPERMEABLES
2. APLANADOS CON MORTERO IMPERMEABLE EN INTERIOR
3. APLANADOS CON MORTERO IMPERMEABLE EN EXTERIOR



IMAGEN 35

CONCRETOS IMPERMEABLES

Los concretos impermeables se logran mediante eliminar los poros que resultan del colado.

El concreto es un material compuesto por dos

componentes principales: la pasta y los agregados. Esta pasta rodea y cubre los agregados que constituyen la masa dura del concreto.

En el proceso del vaciado del concreto se incrustan porosidades de aire que es por donde se filtra el agua. La eliminación de los poros se puede lograr de dos formas:

1. POR VIBRADO
2. MEDIANTE ADITIVOS QUIMICOS

POR VIBRADO

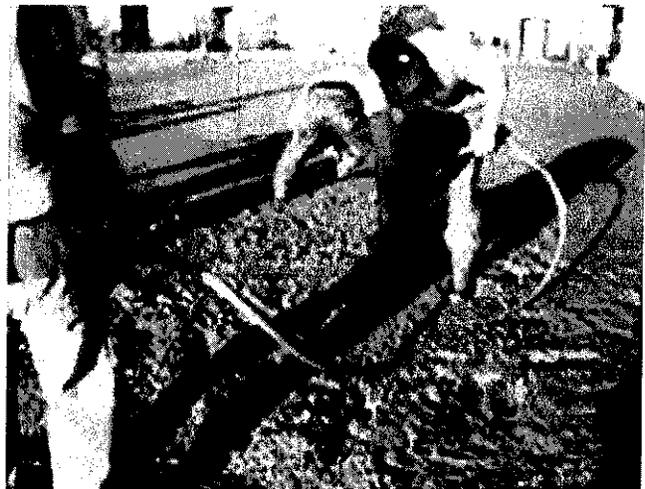
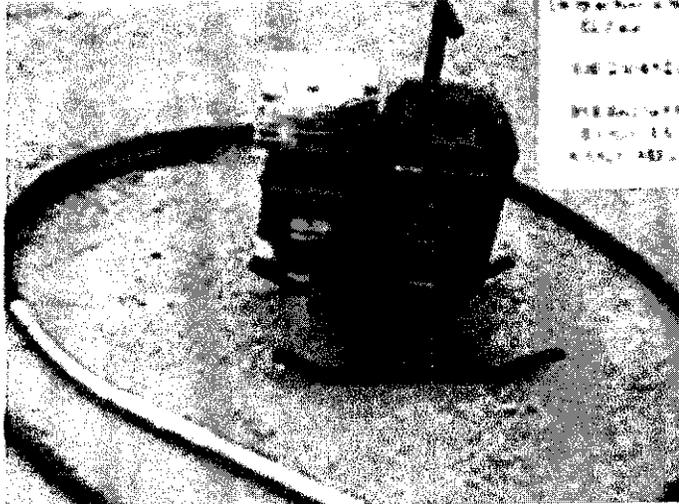


IMAGEN 36



POR VIBRADO

POR
QUIMICOS

ADITIVOS

IMAGEN 37



AL-KOATTM

IMPERMEABILIZANTES

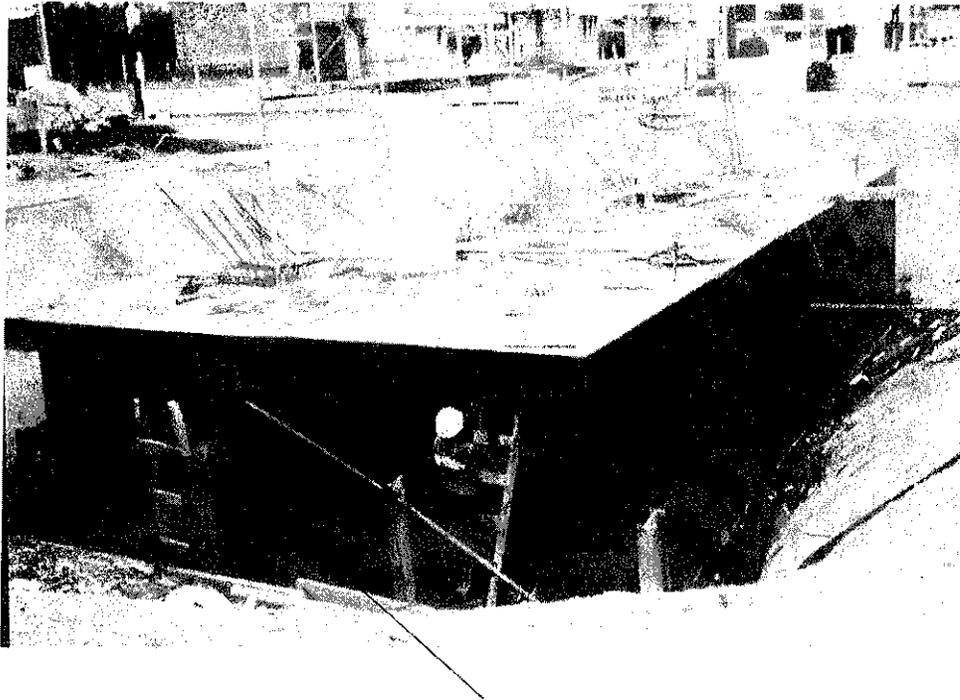


ADITIVOS QUIMICOS

IMAGEN 38

OPCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN

APLANADOS CON MORTERO IMPERMEABLE EN EXTERIOR



IMPERMEABILIZANTE EXTERNO

IMAGEN 39

El drenaje por lo regular es conveniente colocarlo donde las filtraciones son muy pequeñas y el costo de la evacuación del agua es bajo, usualmente por gravedad, por albañales o zanjas. Las instalaciones más frecuentes en este caso son los drenes en las zapatas y los pisos

Hablando de la impermeabilización, se debe tomar en cuenta que la estructura estará sujeta a la presión del agua, y se debe calcular para resistir esta fuerza, en estos casos el método más usado es el de la membrana.

La membrana está construida por capas alternadas de fibra y de material asfáltico. Esta membrana cuenta con las cualidades de ser flexible y dúctil y se aplica en el exterior de la estructura. Para que esta sea 100% efectiva debe de ser aplicada en forma continua, sobre toda el área que estará en contacto con la humedad. Obviamente para la colocación de esta membrana se requiere de algunos detalles especiales.

CALCULO

¿A qué profundidad se requiere excavar para alojar un edificio de 12 niveles y 2 estacionamientos?

Capacidad de carga del terreno = 5 T/m²

Peso promedio unitario del edificio = 900 kg /m²

Peso de la tierra (terreno) = 1.6 Ton./m³

$$\begin{array}{r}
 12 + 2 = \\
 \hline
 14 \quad \text{niveles} \\
 \\
 \times 900 \text{ Kg.} \quad \text{Peso del edificio por m}^2 \\
 \hline
 12,600 \text{ kg.} \quad \text{Peso total de la edificación} \\
 \\
 \times 1.2 \quad \text{Factor de seguridad} \\
 \hline
 15,120 \text{ kg.} = 15.12 \text{ Ton.}
 \end{array}$$

Capacidad de carga

$$15.12 \text{ Ton} - 5.00 \text{ Ton} = 10.12 \text{ kg}$$

$$10.12 \text{ Ton} / 1.6 = 6.325$$

Peso de la tierra

Es decir 6.35 metros aproximadamente de profundidad de excavación

CONCLUSIONES

Como todas las cimentaciones para las estructuras arquitectónicas, las cimentaciones semi-profundas, directas o superficiales dependen en su diseño de dos variables: las características mecánicas del suelo donde se construyen y la carga que el edificio ejercerá sobre el suelo, aunque en la zona III el alto contenido de agua en el suelo es un factor primordial, independientemente a la resistencia al corte o a la compresión del propio suelo.

Por lo general este tipo de cimentaciones es la más utilizada cuando las cargas vivas, muertas e incidentales son relativamente altas por la altura del edificio, siendo las más adecuadas en costo.

En estas cimentaciones la complejidad en su construcción se eleva a tal grado que el uso obligado uso de maquinaria ligera, el empleo de personal obrero con mayor capacidad técnica y la aplicación de materiales más especializados como los impermeabilizantes inciden de forma importante en el costo final de la cimentación.

Se considera que una cimentación de cajón tiene una influencia de 20% del costo total de la edificación, que contrasta con el porcentaje de 40% del costo de la cimentación en las edificaciones altas.

El conocimiento de los alumnos de arquitectura sobre las cimentaciones semi-profundas y sobre sus técnicas constructivas les permitirá forjar criterios para el momento de tomar decisiones para sus proyectos de diseño y para los alumnos con inquietudes de convertirse en actores del mercado de la construcción profesional en México les permitirá desempeñarse con mejores herramientas cuando sean residentes o supervisores de obra.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cajones>

<http://jorgeconstruccion.jimdo.com/1-3-3-cajones-de-cimentaci%C3%B3n/>

<http://victoryepes.blogs.upv.es/2015/05/02/cimentaciones-mediante-cajones-indios/>

"history of buildings foundations in Chicago"/univ. of Ill. Eng. Exp Sta. Bull 373
Pág.. 64/"the albion mill foundations" /Geotechnique, 21, 3, 203-210

"waterproofing buildings below grade"/Civ. Eng ASCE, 29, 1, 3-5





DIVISIÓN
CYAD

CARRERA
ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO
PROCESOS

APUNTES DE CONSTRUCCIÓN II

2ª. PARTE

INSTALACIONES ESPECIALES

AIRE ACONDICIONADO

ELEVADORES

OXIGENO Y OXIDO NITROSO

MTRO. ALEJANDRO CERVANTES ABARCA

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro
RECTOR GENERAL

Dr. Jose Antonio De Los Reyes Heredia
SECRETARIO GENERAL

Unidad Azcapotzalco
Dr. Roberto Javier Gutiérrez López.
RECTOR

Dra. Norma Rondero López
SECRETARIO

División de Ciencias y Artes para el Diseño
Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro
DIRECTOR

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Encargado del Departamento de
Procesos y Técnicas de Realización

Mtra. Verónica Huerta Velázquez
Coordinadora de la licenciatura en Arquitectura

Junio 2018

INTRODUCCIÓN

Para el Arquitecto en el ejercicio profesional de planeación, diseño y construcción de edificios Asistenciales, Comerciales, Habitacionales e Industriales, la necesidad intrínseca de dar satisfactores a través de las instalaciones, para el correcto funcionamiento del inmueble y óptimo ejercicio de todas las actividades que en el interior se vayan a desarrollar, estas son servicios indispensables, a las que el profesionista debe dar respuesta de manera integral, observando todas las reglas, cánones y parámetros que cada tipo de instalación (satisfactor) le impongan. El servicio deberá ser el mínimo suficiente para satisfacer todos los requerimientos que se presenten.

Aunque en la practica el Arquitecto puede y debe asociarse con profesionales, fabricantes y/o distribuidores de cada una de las instalaciones especiales que en el edificio concurren, el debe tener conocimientos suficientes para pre-diseñar, así como para evaluar, coordinar y dirigir todas las intervenciones y aportaciones de los especialistas que coadyuven en el proyecto y en la realización de sus obras.

Para lo cual, él deberá conocer todos los factores que determinan la capacidad de satisfacción del servicio que se pretenda dar, conocer sobre los equipos y sus capacidades, consumos, dimensiones y necesidad del espacio, así como los materiales para su instalación y conducción o distribución a las diversas áreas de la edificación.

Dentro de las varias instalaciones, en esta ocasión, he elegido para su exposición por sus particulares requerimientos y procedimientos constructivos a las siguientes:

- 1.- Instalación de sistemas de aire acondicionado
- 2.- Instalación de elevadores
- 3.- Instalaciones de oxígeno y óxido nítrico para los hospitales.

Para lo cual he realizado una selección ordenada y sintetizada de los conceptos básicos sobre sus temáticas, que considero debe conocer el estudiante o profesionista, y tener como indispensables para la correcta consecución de sus obras. Esperando que los datos y consejos aquí reunidos, les sean de utilidad y de guía para un mejor desempeño en su actividad profesional.

INDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	3
 CAPITULO 1. INSTALACIÓN Y SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE	
Introducción.....	7
Niveles del acondicionamiento del aire.....	9
1.-Ventilación natural.....	9
2.-Inyección y extracción.....	9
3.-Lavado, humidificación y enfriamiento evaporativo.....	11
4.-Calefacción: sistemas, calefacción central, instalación de salidas de temperatura promedio de confort.....	13
5.-Sistemas de aire acondicionado: clasificación de los sistemas.....	18
Sistema unizona	
Sistema multizona	
Multizona conducto dual	
Sistema de manejadoras individuales (Fan-coil)	
Equipos.....	22
Retornos: retornos a cámara plena.....	23
Conductos de aire (ductos): lamina para ductos.....	24
Fabricación de ductos: costuras longitudinales y transversales.....	25
Detalles de instalación de ductos: aislamiento de ductos, paso de ductos por la losa de azotea, soporte de ductos.....	27
Conclusiones.....	30
Tabla de unidades integrales.....	31
 CAPITULO 2. INSTALACION DE ELEVADORES	
Introducción.....	34
Generalidades: La demanda de transporte vertical.....	35
a) Intensidad del tráfico	
b) Evaluación del tráfico	
c) Medición física del tráfico	
Demanda máxima: tendencia estadística.....	37
Capacidad del manejo.....	39

	Pág.
Tiempo de espera: tiempos recomendables; tiempo de viaje redondo; composición del T.V.R.....	39
Control: de corriente continua, de corriente alterna.....	42
Comandos: automático simple, automático colectivo; colectivo selectivo en descenso; colectivo selectivo completo.....	43
Ubicación y diseño de vestíbulos.....	45
Clasificación del transporte vertical.....	46
Clasificación de elevadores.....	46
Instalación de elevadores eléctricos de poleas.....	47
1.- Cubo del elevador.....	47
2.- Cabina para pasajeros.....	48
3.- Cables elevadores.....	50
4.- El contrapeso.....	52
5.- Las guías.....	53
6.- El equipo elevador.....	53
7.- Sistema de mandos.....	54
8.- Mecanismo de seguridad	56
9.- Casa de maquinas.....	57
Montacargas.....	57
Monta paquetes.....	58
Elevadores hidráulicos: tipos de elevadores.....	58
1.- Mando hidráulico directo	
2.- Acondicionamiento hidráulico indirecto	
Trabajos con el contratista o dueño del inmueble.....	61
¿Cuántos elevadores y de que capacidad requiere su proyecto?.....	63
Tabla de selección de elevadores para oficinas en condominio o múltiples empresas.....	65
Escaleras mecánicas.....	66
Reglamento de Construcciones.....	67
Conclusiones.....	70
 CAPITULO 3. INSTALACIONES DE OXIGENO, AIRE Y OXIDO NITROSO PARA HOSPITALES	
Introducción.....	72
Oxido nitroso.....	73
De que constan las instalaciones.....	75
1.-De oxigeno	
2.-De aire comprimido	

3.-De oxido nitroso	
4.-De vacío	
Datos generales en tuberías para oxígeno.....	76
Descripción de las instalaciones.....	77
1.-Tipos de tuberías.....	78
2.-Materiales.....	78
3.-Desgastes.....	79
4.-Mangueras.....	80
5.-Tanques de gas intercambiables.....	80
6.-Proceso de producción.....	81
7.-Instalación de oxígeno.....	82
8.-Sistema de aire comprimido.....	83
9.-Instalación de oxido nitroso.....	84
10.-Instalación de vacío.....	84
11.-Equipos de dosificación (fluómetros).....	85
12.-Alternadores.....	87
13.-El oxido nitroso.....	83
14.-Problemas en las instalaciones.....	83
15.-Tanques.....	83
16.-Evaporizadores.....	84
17.-Carros tanques.....	85
Manera de fijar un medidor de flujo de oxígeno	
En una toma de pared.....	89
Consumo.....	90
Características físicas y químicas del oxido nitroso.....	91
Recomendaciones.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93

CAPITULO 1

INSTALACIÓN Y SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

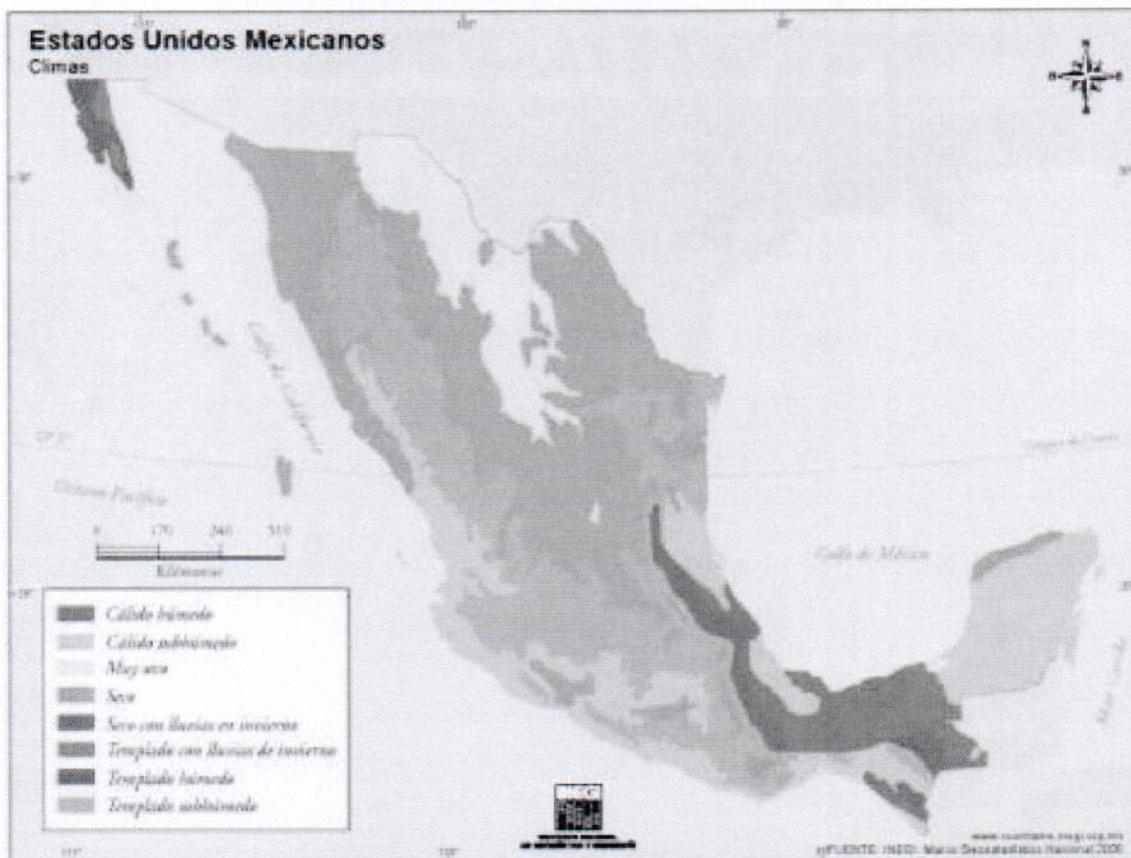
INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de aire acondicionado en los espacios habitables son una necesidad para el confort ambiental y para la eficiencia del trabajo. Sin embargo, en la actualidad el alto costo de los equipos, su ramaleo de construcción y costo de operación han limitado el uso.

En México que cuenta con un clima benigno, sobre todo en la zona del altiplano es considerada como clima templado su uso se ha limitado a aspectos donde son indispensables como hospitales, museos, laboratorios, o donde se requiera para asegurar el proceso de calidad de un producto y a edificios donde el factor económico es recuperable o de poco impacto, como hoteles, teatros, edificios de oficinas y casas de lujo.

En la república mexicana se ha hecho un estudio de las condiciones climáticas considerando la ubicación, posición geográfica y altura sobre el nivel del mar, llegándose a definir tres zonas climatológicas del país; la zona extremosa al norte de la república, que es la que requiere mayores y mejores sistemas de acondicionamiento del aire, la zona del altiplano localizada al centro de la misma comprendiendo además la zona central de Chiapas con clima templado; y la zona tropical que abarca el resto del país comprendiendo el sureste prolongándose

sobre las costas, donde esencialmente se requiere de enfriadores ya que aun en invierno prevalece el clima caluroso.(ver mapa).



MAPA DE ZONAS CLIMATOLÓGICAS

ESPECIALIDAD: INSTALACIONES DEL AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de aire acondicionado tienen como finalidad mejorar las condiciones de aire que respiramos en cuanto a condiciones de limpieza, temperatura y humedad relativa para comodidad y salud del hombre, y en ciertos casos para la realización adecuada de un proceso físico o biológico.

Sin embargo, podremos ventilar un espacio y mejorar las condiciones del aire y su temperatura de forma parcial teniendo diversos niveles de acondicionamiento de acuerdo a las necesidades primordiales y a la disposición de recursos.

De esta manera tendremos equipos para cambiar y renovar el aire, para filtrado, humidificadores (lavadores de aire), calefactores y refrigerantes. Pudiendo distinguir los sistemas en:

NIVELES DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

- | | |
|---|---|
| 1. Renovación o intercambio natural. | -Ventilación a través de ventanas, rejillas, ventilas y puertas. |
| 2. Renovación o intercambio forzado del aire. | -Inyección simple de aire.
-Extracción simple de aire. |
| 3. Inyección con tratamiento primario. | -Inyección de aire lavado (con filtros humidificadores, o enfriadores evaporativos). |
| 4. Calefacción. | -Calderas o radiadores eléctricos. |
| 5. Sistema de aire acondicionado. | -Temporal (calefacción en invierno y refrigeración en verano).

-Anual (calefacción y refrigeración todo el año con termostatos en cada local). |

1. VENTILACION NATURAL.

El uso de ventanas, ventilas, rejillas y puertas nos permiten el intercambio del aire en el interior de un local en base al movimiento natural de vientos, debiendo tener sistemas que permitan su apertura o cierre según sea necesario.

2. INYECCION Y EXTRACCION.

El uso de inyección o extracción de aire por medios mecánicos se realiza con simples impulsores de aire que pueden ser de aspas o de turbina, produciendo una renovación del aire del interior del local (aire contaminado con humos, olores, falta de oxígeno, etc.) por aire nuevo del exterior.

Para la correcta ventilación en salas de reuniones se requiere un volumen de aire $\geq 3 \text{ m}^3$ / persona, debiéndose hacer siete renovaciones para una entrada mínima de 20 m^3 por hora y persona. En locales donde se permite fumar la renovación deberá ser de 10 veces por hora, para una entrada mínima de 30 m^3 por hora y persona.

En edificios con ventanería fija es necesario duplicar la entrada de aire exterior cuidando de no producir corrientes pronunciadas, siendo aconsejable aumentar el volumen del local por persona.

CUÁNDO USAR EXTRACCIÓN Y CUANDO INYECCIÓN

Se usa extracción en un local cuando se quiere tener una presión negativa, esto es, para eliminar el aire contaminado del local evitando que se contaminen los demás locales al abrir puertas de comunicación, así se evitará que salga el olor de los sanitarios, cocinas, laboratorios, salones donde se permita fumar, etc., a los locales contiguos.

Se usa inyección cuando se requiere tener la presión positiva, ésta impide la entrada de aire de otros locales al abrir las puertas que los intercomunican, evitando así la entrada de humos y olores indeseables.

VENTILADORES

Los ventiladores pueden ser de aspas (helicoidales) o centrífugos (de turbina):

- Los ventiladores de aspas o helicoidales, son aquellos en los que el aire entra por la parte posterior y sale por la parte anterior en dirección paralela al eje.
- Los ventiladores centrífugos o de turbina son en los que el aire entra axialmente por el centro de la rueda y es expulsado radialmente hacia la salida colocada en posición tangencial. Los ventiladores centrífugos son los más adecuados para la circulación de aire a presión relativamente alta y son de uso común en las instalaciones con ductos (ver foto 1).

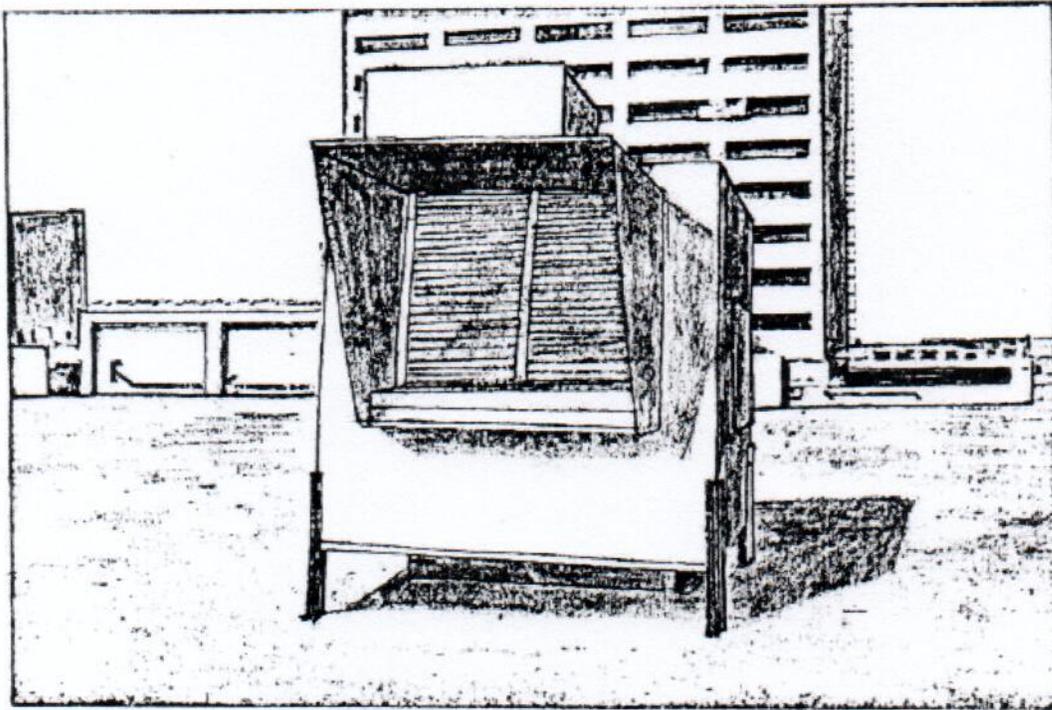


foto 1

Maquinas extractoras de aire ubicada en la azotea que está conectada a ductos de lámina galvanizada que penetra al interior por un hueco dejando en el limitado este por un pretil que impiden entrada de agua de lluvia al local.

3. LAVADO UNIFICACIÓN Y ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN

El lavado del aire elimina el polvo, así como los aerosoles y vapores ácidos cumpliendo los siguientes cometidos: limpieza (filtrado), humificación del aire seco y enfriamiento.

En regiones en que el aire contiene poca humedad nos brinda una económica posibilidad de refrigeración, ya que el aire al saturarse de humedad tiene lugar a un enfriamiento por evaporación siendo ampliamente recomendado para naves industriales, oficinas y casas habitación.

La inyección de aire lavado puede hacerse con o sin ductos, con un mínimo costo y mantenimiento.

Existen esencialmente dos tipos de humidificadores:

- El depósito que se deja escurrir agua por gravedad sobre los filtros de fibra (madera de álamo), impulsando el aire a través de ellos para su lavado y humificación. El agua se recolecta en un segundo depósito para ser elevado nuevamente con una pequeña bomba al depósito superior.
- Los enfriadores de aire evaporativo, en el que el agua se pulveriza muy finamente por medio de bombas y cabezas de rociado, haciéndola circular por una serie de materiales porosos (filtros) a través de los cuales se impulsa el aire.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ENFRIADORES DE AIRE EVAPORATIVOS

1. Los enfriadores operativos totalmente armado y listo para trabajar, no se necesita ensamblar ninguna pieza adicional.
2. En ellos viene incluida su instalación eléctrica y el switch correspondiente.
3. Su depósito de agua está recubierto, o es de fibra de vidrio para evitar la oxidación
4. Están provistos de una pequeña bomba totalmente sellada con forro de acero inoxidable.
5. utilizan turbinas impulsoras de aire balanceado haciéndolas una mente silenciosa (ver foto 2 y 3)

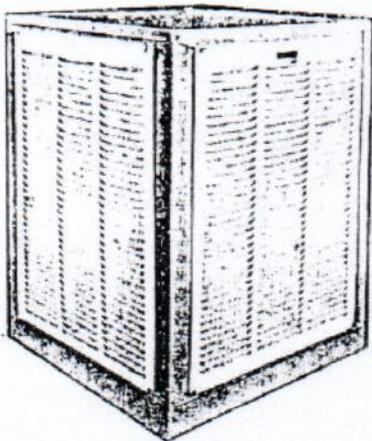


foto 2

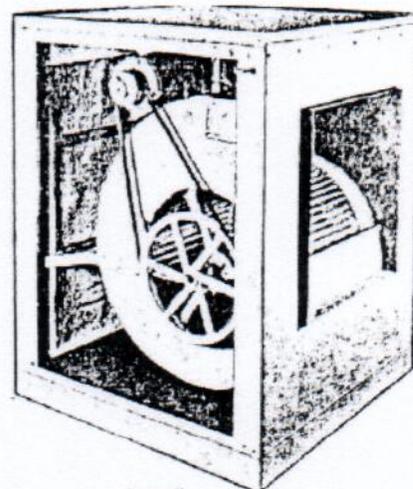


foto3

4.- CALEFACCIÓN

Cuando se elige un sistema de calefacción se debe considerar además del clima de la zona y el periodo promedio de temperaturas bajas, el destino del edificio, es decir el tipo de actividades en el que se va a desarrollar, el presupuesto de la obra, así como el mantenimiento del edificio, el combustible apropiado o disponible, sus necesidades de consumo y almacenamiento, así como las exigencias higiénicas y de seguridad que nos indiquen los reglamentos del lugar.

Para el confort debe suministrarse en invierno una cantidad suficiente de calor, que depende de la humedad y de la actividad de los ocupantes. Se considera que en invierno generalmente la humedad relativa satisfactoria se haya comprometida entre un 35 a 40%.

Con esta humedad una temperatura de 21°C a 24°C resulta confortable, pero con aire más seco sería mayor temperatura. Otro factor sería lograr la renovación del aire.

Los equipos de calefacción se diferencian de los de aire acondicionado, en que sólo produce una elevación de temperatura (calor) en el aire ambiente de las habitaciones donde se instalan, sin producir el grado de humedad adecuado ni directamente la renovación del aire.

De lo anterior se deduce que estos sistemas son imperfectos y su uso se recomienda solamente en zonas con clima benigno que únicamente requieran calor temporalmente durante el invierno o pocos días del año. También se emplean en forma particular los sistemas de calefacción para algún local que lo requiera por razones de funcionamiento, debido a su ubicación o orientación dentro del edificio.

SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Durante las distintas épocas han surgido diversos tipos de calefacción de acuerdo al combustible y material disponible de cada región tales como: chimeneas u

hogares abiertos, o las estufas de diversos materiales y combustibles, como las estufas cerámicas y estufas de hierro (con fuego de leña o carbón) estufas de petróleo, estufas de gas, estufas eléctricas de radiación (infrarrojos o reflectores)

En la actualidad los más usados son los sistemas de calefacción central (calderas), utilizando un sistema indirecto en el que la gente intermedio para transportar el calor, son líneas de tubería de agua caliente o vapor, o un sistema de área de aire calentado en la unidad que es enviado (impulsado) a las habitaciones por medio de ductos.

DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN CENTRAL

A excepción de algunos sistemas que utilizan radiadores eléctricos a base de reflectores o sistemas infrarrojos, hoy en día todos los sistemas de calefacción de gran volumen son sistemas de calefacción central que calienta el aire en forma indirecta, es decir son sistemas calentadores de agua o vapor dentro de depósitos (calderas), en los que el primer intercambio térmico se produce entre la flama directa del combustible (gas, diesel etc.) y el depósito de agua y el segundo intercambio térmico se efectúa entre las tuberías con agua caliente o vapor dispuestas en serpentines, que en contacto con el aire le transmiten el calor.

De ese modo el calentar el aire no se quema el oxígeno necesario para el hombre, ni se contamina los gases producto por la combustión.

INSTALACIÓN DE SALIDAS

Existen básicamente dos sistemas: circulación natural de aire y circulación forzada (con ventilador).

El sistema de circulación natural de aire te afecta efectúa básicamente con dos equipos: los radiadores y los convectores:

- Los radiadores son equipos que calientan el aire por contacto y se colocan generalmente abajo de las ventanas para compensar la pérdida de calor

que se tiene a través de ellas y para calentar el aire que pueda entrar por ventana o ventilas.

- Los convectores que son más avanzados provocan por su diseño el movimiento del aire dentro del local (no su renovación) distribuyendo los más uniformemente.

Para su instalación se requiere espacio arriba de los plafones o en los muros para las tuberías de alimentación y retorno de agua caliente o vapor, existiendo diversos tipos de convectores algunos con válvulas y termostatos que regulan a voluntad la temperatura con arrancadores automáticos.

La circulación forzada se hace con impulsores (ventiladores) a través de ductos con aislante térmico llevan al aire calentado hasta las habitaciones, en las que se enfría y como aire recirculado es devuelto a las cámaras con serpientes que se encuentra junto a los calentadores, dónde por medio de registros de aire se mezclan con aire del exterior para ser calentado y reenviado a los locales.

La circulación forzada acelera la calefacción de las habitaciones, disminuye las secciones de los ductos de aire y produce una buena regulación, además que al mezclar aire recirculado con aire del exterior va afectado la renovación del local.

TEMPERATURA PROMEDIO DE CONFORT

Si el propietario del inmueble no define otros valores los cálculos del consumo de calor se harán a partir de los siguientes valores, que consideran la actividad que en ellos se realizan.

Valores base para la temperatura de los distintos locales*

1. Edificios de vivienda	
• Salas de estar, dormitorios, cocinas.....	+20°C.
• Vestibulos, pasillos, w.c.....	+15°C.
• Cajas de escalera.....	+10°C.
• Baño.....	+22°C.
2. Edificios comerciales y de oficinas	
• Despachos, oficinas, restaurantes, habitaciones de hoteles, tiendas.....	+20°C.
• Cajas de escaleras, pasillos, w.c.....	+15°C.
3. Escuelas	
• Salon de clases, salas de conferencias, oficinas.....	+20°C.
• Cocinas, cuartos de material, gimnasio, guardatropas.....	+15°C.
• Baños y vestidores.....	+22°C.
• Consultorios médicos.....	+24°C.
• Pasillos, escaleras, salas de recreo cerradas, w.c.....	+10°C.
• Auditorio, aula magna.....	+18°C.
• Jardin de niños.....	+20°C.
• Pasillos, escaleras y w.c. en jardines de niños.....	+15°C.

*De arte de proyectar en Arquitectura/Neufert/ pág. 72

Nota: Aunque se consideran sistemas de temporada y ofrecen resultados imperfectos para la comodidad de las personas, los sistemas de calefacción son de costo más bajo que los de aire acondicionado por lo que en climas benignos son de uso frecuente.

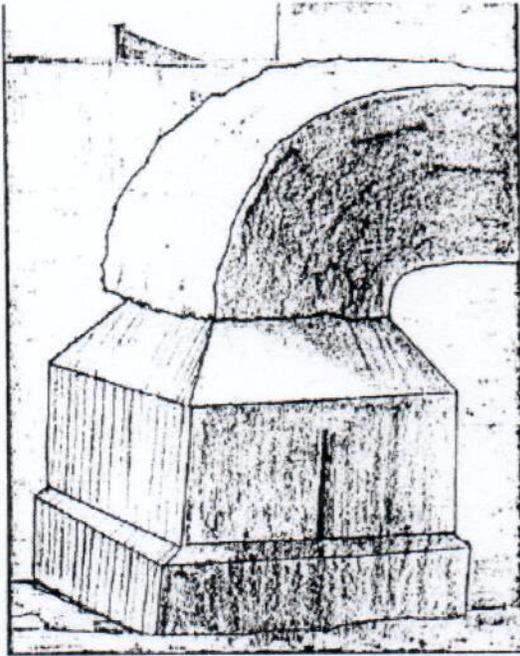


FOTO 4

ENTRADA DE DUCTO POR AZOTEA

Cuando los calefactores se localizan en azotea, la acometida de los ductos al interior del edificio se podrá hacer por la misma azotea colocando pretilas para recibir la campana del ducto



FOTO 5

Recubrimiento de los ductos con fibra de vidrio papel kraft y papel aluminio para un máximo aislamiento térmico.

5.- SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema de acondicionamiento del aire se define como el proceso para cambiar y controlar la temperatura, humedad, filtrado y movimiento del aire de un local determinado, con el objeto de crear condiciones ambientales adecuadas a la actividad interior.

Para cumplir lo anterior se sigue a grandes rasgos el siguiente proceso.

1. Toma de aire exterior y/o recirculado del interior. Cuando la temperatura del exterior es muy baja o muy alta al costo para modificarla es muy elevado, por lo que se sugiere una mezcla de aire recirculado con un porcentaje de aire nuevo del exterior.
2. Eliminar las impurezas que contenga por medio de filtros y humidificadores.
3. Enfriado o calentado en las cámaras por contacto con tubería de agua fría o caliente (vapor) proveniente de los equipos de refrigeración o calefacción.
4. Mezclado de aire frío o caliente en proporciones adecuadas, pasándolo a través de compuertas que regulan la mezcla.
5. Envío por medio de impulsores (ventiladores) y ductos con ramaleo a los locales.
6. Recuperación de una parte del aire por medio de ductos de retorno o retorno a cámara plena para ser mezclada con aire nuevo y repetir el ciclo.
7. La mezcla de aire frío y caliente se controla por medio de termostatos instalados en los mismos locales

El proceso general antes descrito tendrá algunas variantes, dependiendo en los equipos y sus componentes cuyas características mencionamos más adelante.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS

Se considera aire acondicionado anual (verano – invierno) el que cuenta con refrigeración y calefacción permanentes, y aire acondicionado temporal el que cuenta únicamente con refrigeración en verano y calefacción en invierno.

En la zona del altiplano que como ya se mencionó ya se mencionó cuenta con un clima templado dónde ni el verano es tan caluroso ni el invierno tan crudo, podemos tener un sistema económico de aire acondicionado temporal, combinado los equipos que se describen en los puntos 3 (enfriador evaporativos) y 4 (calefactores), ya que utilizados para regiones en que el aire contiene poca humedad los enfriadores evaporativos nos brindan una económica posibilidad de refrigeración en verano, sirviéndonos además para filtrar y humidificar el aire en invierno usándolo en combinación con el sistema de calefacción.

SISTEMA UNIZONA

Un sistema unizona es aquél en el que toda el área (zona) o conjunto de habitaciones o locales alimentados por sus ductos tendrán la misma temperatura en sus salidas.

En un equipo único ubicado en el cuarto de máquinas o área especial, el filtrado del aire, sus humificación, la generación de calor y de frío, estará regulado por un termostato de aire a una sola temperatura y humedad, siendo impulsado por medio de un ventilador para que circule a través del ducto, que se ramifica hasta las salidas de toda el área o las diversas habitaciones.

DUCTOS

Siendo un sistema de baja velocidad la sección de un ducto y ramificación tiende a ser de grandes dimensiones, por lo que hay que prever el espacio correspondiente para su paso vertical y su alejamiento, que generalmente será entre la losa y el

falso plafón, debiendo considerar además de la sección del ducto, su forro de aislamiento térmico (generalmente de fibra de vidrio) que evita las pérdidas o ganancias de calor durante su recorrido, el cual tendrá de 20 a 25 mm. de espesor para ductos pequeños y hasta 75 mm. para los grandes ductos. Sobre la fibra de vidrio se coloca una capa de papel kraft y una de papel aluminio.

SISTEMA MULTIZONA

En un sistema multizona se puede solicitar y controlar desde cada local o área la temperatura ambiente necesaria para su confort o actividad realizada, por medio del termostato de zona. Este regula a base de compuertas con motor la mezcla de aire caliente y frío a la salida de la unidad, por lo cual saldrán de la máquina tantos ductos como zonas en condiciones diferentes de temperatura se requieran (un máximo de 12).

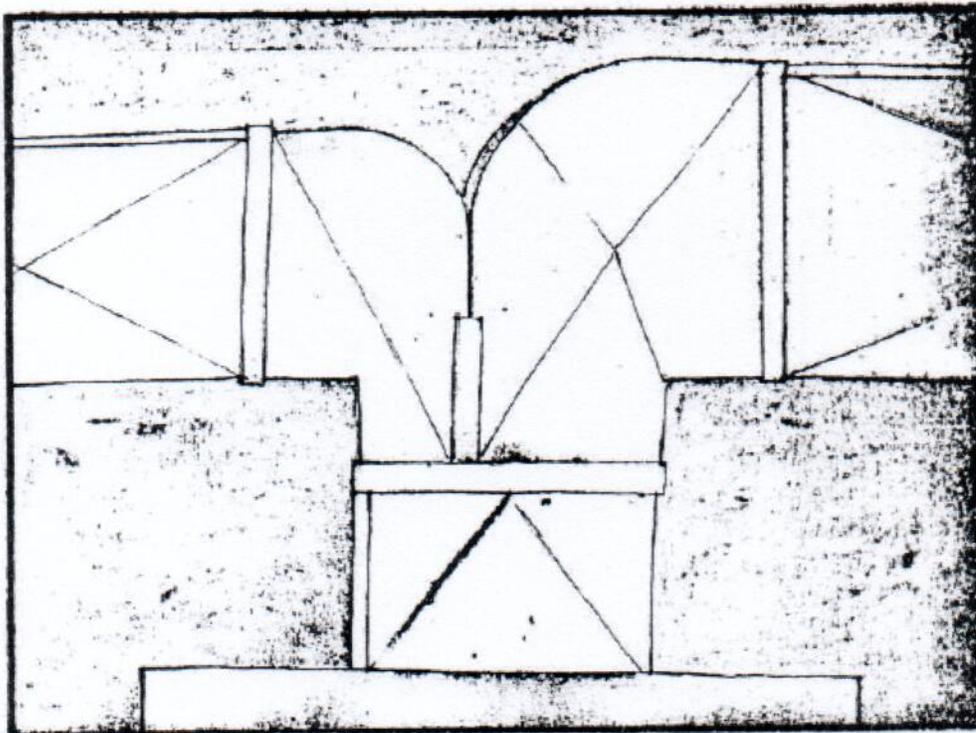


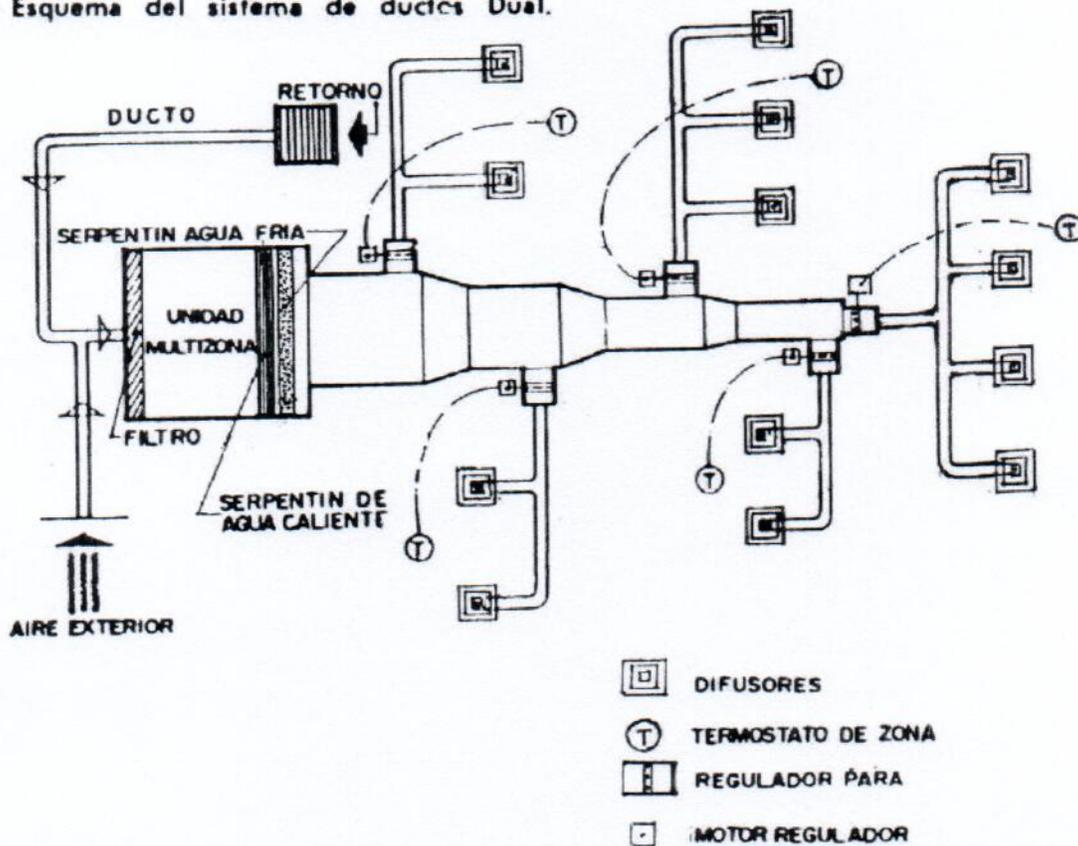
Foto 6

Detalle de salida de ductos de la manejadora con ramaleo asimétrico.

En edificios de poca magnitud se podrá tener una sola unidad multizona en el cuarto de máquinas, conectada directamente a los equipos generadores de calor y frío, pero para grandes recorridos horizontales o verticales es conveniente tener varias unidades multizona (llamadas manejadoras de aire) en las diversas áreas o niveles del edificio, que se alimentarán desde la casa de máquinas por medio de tuberías de agua caliente y fría.

Considerando que son equipos de grandes dimensiones, se debe proveer su espacio en la distribución del edificio, requiriéndose tantos locales como manejadoras se tengan. Así mismo se deben proveer el paso vertical de los ductos en las diversas plantas y el espacio requerido entre la losa y el falso plafón para alojarlos.

- Esquema del sistema de ductos Dual.



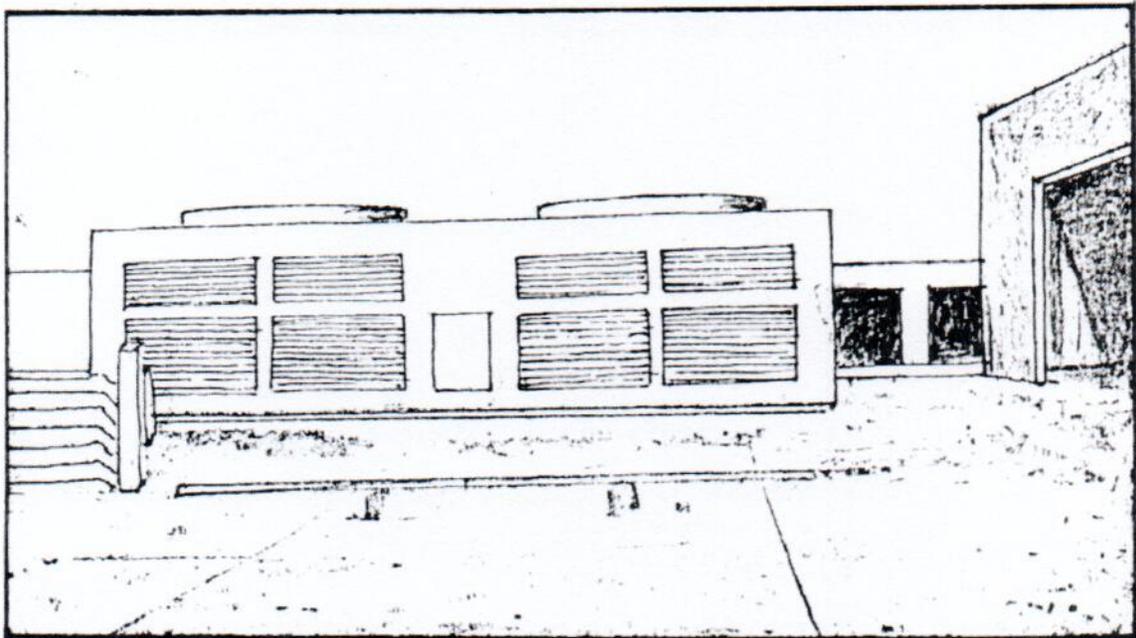
MULTIZONA CON DUCTO DUAL

En el sistema multizona las cámaras en las que se produce el aire caliente o frío se prolongan en forma de ducto dual, que es un ducto rectangular dividido en dos secciones, la superior para aire caliente y la inferior para aire frío en cuyas ramificaciones por zona o locales, se instalan las compuertas con motor que regulan la mezcla de aire frío y caliente para controlar la temperatura deseada.

Con éste sistema se puede aumentar el número de zonas diferenciadas por temperaturas, tanto como se desee.

Foto 7

ACONDICIONADOR MULTIZONA



Sistema multizona de aire acondicionado que se encuentra en la parte superior de un edificio el cual es alimentado tanto de agua fría como de agua caliente por medio de tuberías provenientes de calderas y enfriadores. Está programada por medio de termostatos para regular la temperatura solicitada en cada zona.

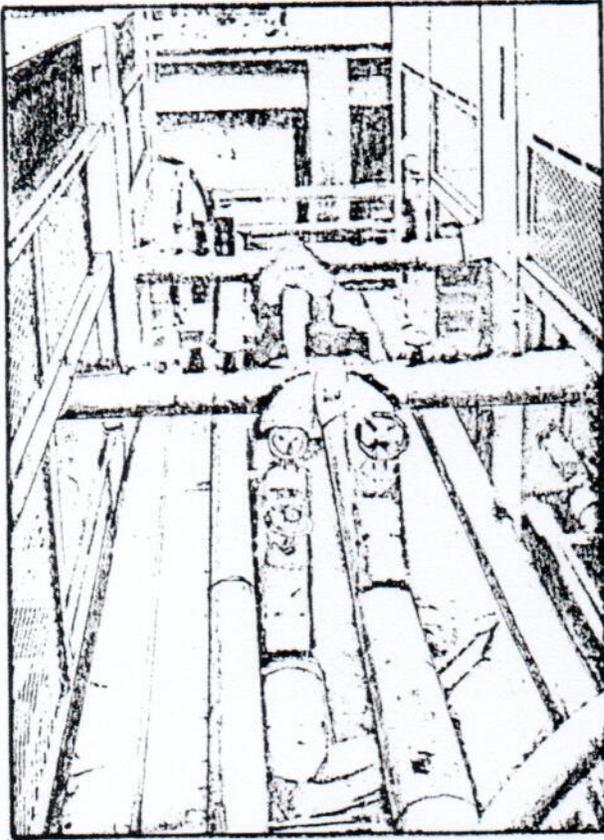


Foto 8

En el ducto dual la velocidad del aire baja (10 mts/seg.) por lo que los ductos son de grandes dimensiones debiéndose proveer el espacio para alojarlos arriba de falso plafón y de preferencia sobre la zona de pasillos, donde se tenga también los registros para revisar los motores y compuertas, con el fin de evitar molestias a los ocupantes de los locales.

DOCTO DUAL DE ALTA VELOCIDAD

La diferencia con el sistema anterior radica en que se usan

ductos de sección menor pero la lámina más gruesa para soportar la alta velocidad de aire (30 mts/seg).

Esta variante constituye un recurso cuando se tiene poco espacio entre el falso plafón y la losa, pero en general no se recomienda su uso ya que pueden ser ruidosos, no obstante que se instalan en las terminales, aparatos que reducen el ruido y la velocidad de salida del aire.

SISTEMA DE MANEJADORES INDIVIDUALES (FAN-COIL)

El sistema se compone de un gran número de pequeñas manejadoras de aire que sirven cada una para un solo local, cada unidad toma el aire del exterior (generalmente ventanas) o aire que circula en los pasillos proveniente de otro sistema de ventilación, lo pasa por filtros y por serpentines alimentados con agua

fría o caliente proveniente de la casa de máquinas, su ventilador gradúa la cantidad de aire que se proporciona al local.

Cada local tiene su termostato para guardar la temperatura deseada.

EQUIPOS

En México la mayoría de los equipos que se utilizan los sistemas armados y diseñados con nominaciones y especificaciones de países de habla inglesa, lo que dificulta la comprensión de sus capacidades y/o valores de trabajo, que ya que estos expresan en pies cúbicos de aire por minuto, y BTU/ hora

Para facilitar su comprensión a continuación se da una forma de convención de datos y se dan parámetros de amplificación práctica de los mismos.

La capacidad de inyección de aire de un sistema esta expresada en pies cúbicos por minuto (sistema inglés) y para su conversión al sistema métrico decimal (m^3/min) tenemos las siguientes equivalencias:

Un pie cúbico= a 0.02837 metros cúbicos

Un metro cúbico = a 35.345 pies cúbicos

La capacidad de enfriamiento está dada en BTU/hora (British Thermin Unit) unidad térmica británica.

En México la capacidad de enfriamiento para sistema de aire se mide en "TR" Toneladas Métricas de Refrigeración y su valor de conversión será de:

1 TR (Tonelada de Refrigeración) = 12,000BTU/hora

En la práctica para las condiciones de temperatura promedio de la Ciudad de México se considera que un TR (toneladas de refrigeración) satisface los requerimientos de un área de 20 mts², o un volumen de aire de 60 mts³.

Con los datos anteriores estaremos en posibilidad de evaluar los equipos comerciales y conocer de una manera fácil que equipo satisface nuestras necesidades.

Nota: Ver tabla de unidades integrales. (Página 28)

RETORNOS

En los sistemas de calefacción y de aire acondicionado es conveniente el uso de ductos de retorno de aire a los calentadores o manejadoras, donde se puede mezclar con una porción de aire tomado del exterior para ser nuevamente tratado y reticulado, esto evitará un uso adecuado y consumo excesivo de los calefactores y enfriadores, ya que el aire del exterior estará a una mayor o menor temperatura que la interior y su modificación para obtener la temperatura deseada puede resultar muy costosa.

RETORNO A CAMARA PLENA

El retorno a cámara plena es una solución práctica y económica para devolver el aire (tratado e inyectado a los locales), nuevamente al sistema para reiniciar el proceso de tratamiento y ser reticulado.

Este consiste en colocar rejillas libres (sin ducto) en el falso plafón del edificio, distribuidas estratégicamente para que al inyectar los difusores de la salida el aire a un local, el aire excedente de la habitación pase a través de las rejillas libres a la cámara (plena) formada por una losa, los muros otra vez y el falso plafón, colocados en un extremo cercano al sistema, un extractor que regrese el aire de esta cámara (por medio de un ducto) al equipo central de calefacción y refrigeración, o a las manejadoras.

CONDUCTOS DE AIRE (DUCTOS)

El espesor de la lámina de los conductos estará en función de su dimensión mayor y de la velocidad del aire que circula dentro del mismo.

La velocidad del aire en un ducto debe ser suficiente para distribuir el aire uniformemente (sin estratificación por el local acondicionado. La velocidad promedio recomendable es de 10 mts/seg., para que no provoque ruido en los ductos o en los difusores y suficiente para distribuir el aire adecuadamente en las habitaciones.

LÁMINAS PARA DUCTOS

Para la construcción de los ductos, en México se emplea la lámina de acero galvanizada y en menor escala el aluminio.

Los espesores mínimos de la lámina para la construcción de ductos que se expresan en la tabla siguiente, corresponden a la escala de galgas americana:

Dimensión mayor del ducto		lámina de acero galvanizada	lámina de aluminio
de hasta	30 cms.	# 26	# 24
de 30	a 75 cms.	# 24	# 22
de 75	a 150 cms.	# 22	# 20
de 150	a 225 cms.	# 20	# 18
de 225	en adelante	# 18	# 16

Las láminas de espesor delgado (26, 22 y 22) se suministran en rollo con un ancho de 1.22 mts y grandes longitudes, mientras que las de calibres mayores (20, 18 y 16) vienen en piezas planas de 1.22 mts de ancho por 2.44, 3.05 y 3.66 mts de longitud.

FABRICACIÓN DE DUCTOS

La fabricación de ductos se realizan la misma obra, donde se van tomando las medidas necesarias según el diseño y cálculo del proyecto, corroborándose con las medidas y problemática que se presenta en la construcción, por radios de giro en cambio de dirección, pases en losas, salidas de cuartos de máquinas, posiciones exactas de los locales y sus necesidades de ramaleos, así como los

requerimientos de anclaje y sujeción de las líneas, coordinando con las demás instalaciones del proyecto.

Para ello se requiere llevar a la obra la maquinaria necesaria como cortadoras, dobladoras, punteadoras y soldadoras, así como destinar un área para almacenar de materiales y un espacio para habilitado y construcción de los ductos. (ver foto 9)

La fabricación de los tramos de ductos se realiza doblando la lámina y uniéndola por medio de costuras longitudinales de la misma lámina, por punteado o soldadura.



Costuras longitudinales (croquis 1)

La unión de los tramos de ductos (generalmente tramos de 2.40 mts) se hace con costuras deslizantes, que permiten hacer pequeños ajustes y observar movimientos de dilatación o contracción de los mismos.



Costuras transversales deslizantes (croquis 2)

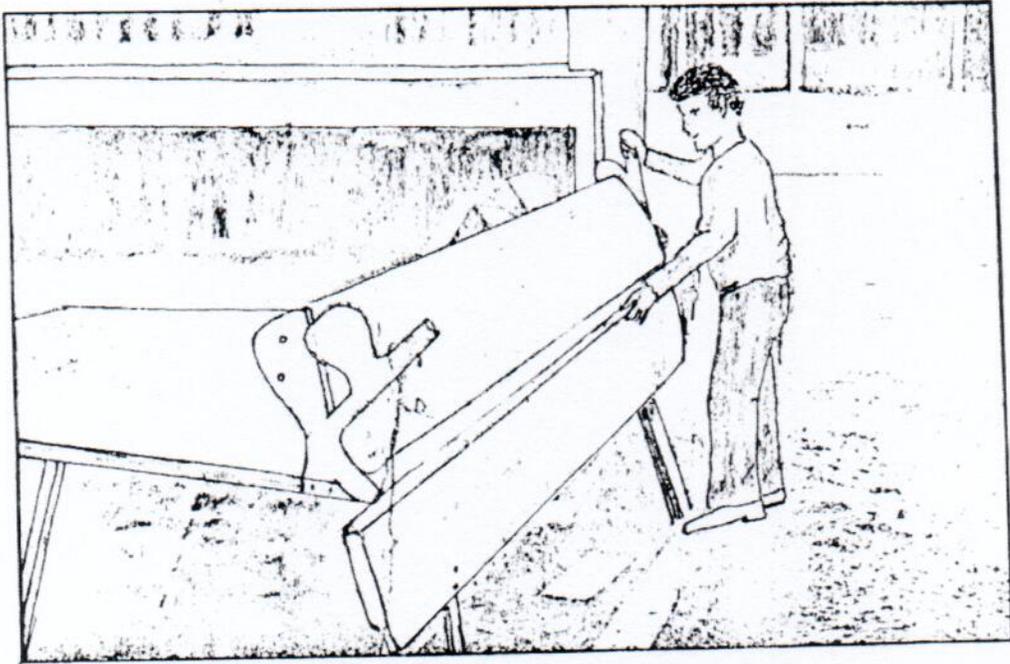


Foto 9
Dobladora de lámina para fabricación de ductos.

Cuando las piezas son de más de 65 cms. de ancho se refuerzan con fierro ángulo de 38 mm (1 ½”).

Es de vital importancia que el arquitecto encargado de proyecto conozca desde el inicio del diseño el volumen de aire que se manejará y sus requerimientos para conducirlo (ductos) tanto de alimentación como de retorno, ya que éstos llegan a adquirir grandes proporciones, debiéndose prever el espacio para su alojamiento que generalmente será entre la losa y el falso plafón, por lo que estas instalaciones afectan o definen la altura de los entrepisos, lo que impacta a su vez en altura total del edificio.

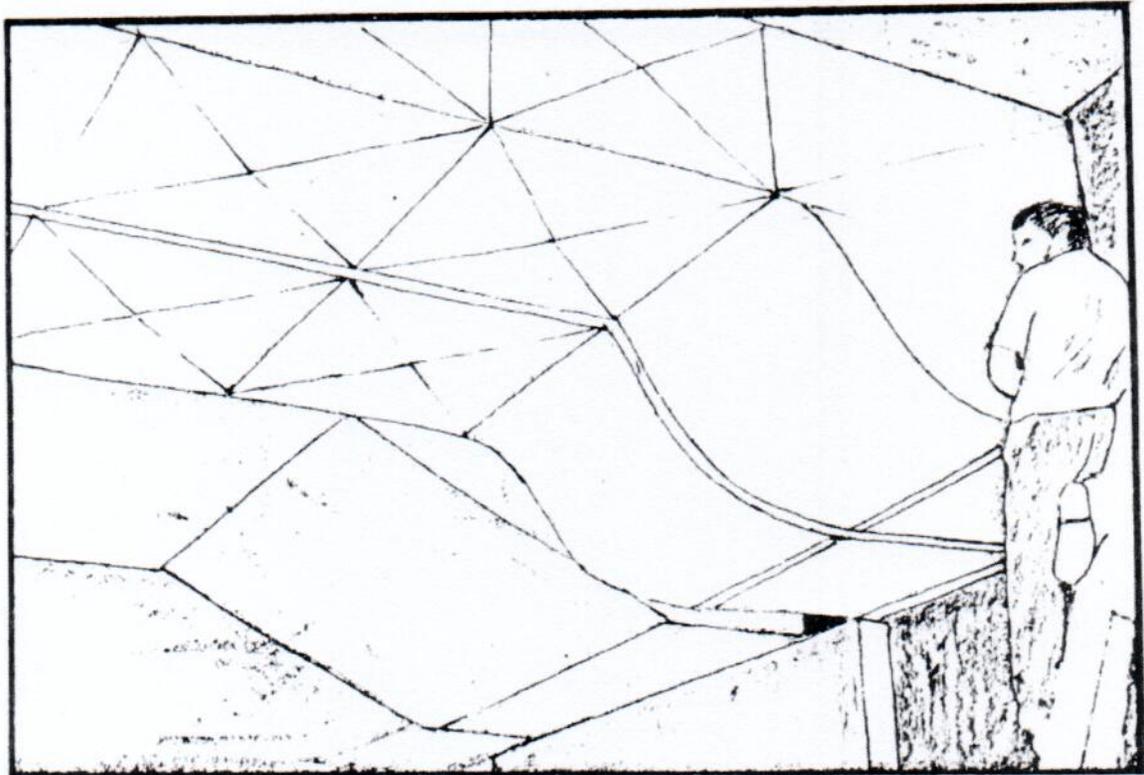


Foto 10

Instalación de ductos de aire acondicionado entre losa y falso plafón. El ducto de inyección con forro para aislamiento térmico el ducto de retorno sin forro.

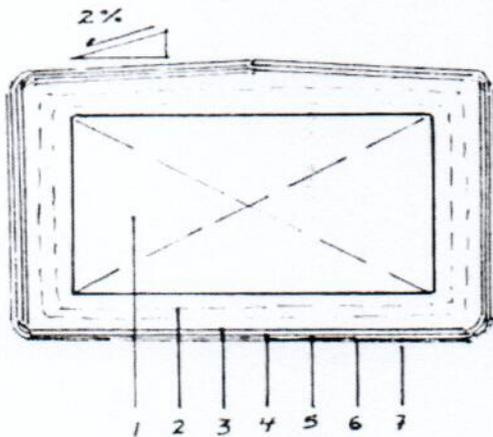
DETALLES DE INSTALACIONES DE DUCTOS.

Para evitar pérdidas o ganancias de calor, los ductos de inyección del aire acondicionado se recubren con un aislante térmico, lo que reduce el consumo y el tiempo de trabajo de los enfriadores y calefactores.

El recubrimiento principal de los ductos será generalmente de fibra de vidrio, que a su vez está recubierta con otros materiales según la ubicación y características del sistema. Así tendremos que los ductos interiores se recubre la fibra de vidrio únicamente con dos capas de papel kraft, o una capa de papel kraft y una de aluminio, éstos protegen a la fibra de vidrio, mejoran el aislante y protegen al personal que realiza otras instalaciones y al de mantenimiento, del contacto con la fibra de vidrio (pica pica)

Los ductos de intemperie requieren además un recubrimiento que asegure la impermeabilidad de los mismos, como el papel o plástico al afectado calafateado, un sellador y pintura reflejante de los rayos solares. Además su diseño contemplara un lomo en la cara superior para que el agua de lluvia puede escurrir. (Ver croquis 3)

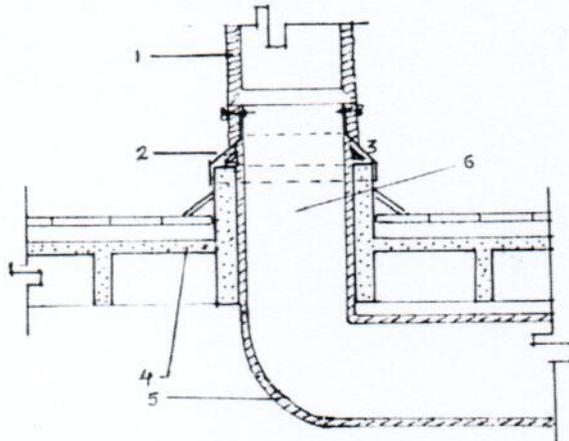
AISLAMIENTO DE UN DUCTO DE
INTEMPERIE (croquis 3)



- 1- Ducto
- 2- Aislamiento de fibra de vidrio de 25 a 50 mm de espesor.
- 3- Papel Kraft.
- 4- Papel aluminio.
- 5- Papel calafateado (dos capas)
- 6- Sellador
- 7- Pintura

Cuando por así convenir al proyecto las unidades manejadoras de aire se instalen en azoteas, el paso de los ductos en la losa requiere de un sistema que evite la entrada de agua de lluvia al interior de los locales, por lo que la losa tendrá un hueco, de las mismas dimensiones que el ducto, delimitado por un pretil de superficie altura, rematado en chaflán sobre el cual se apoyará el ducto de entrada cubriéndolo con bota aguas. (Ver croquis 4)

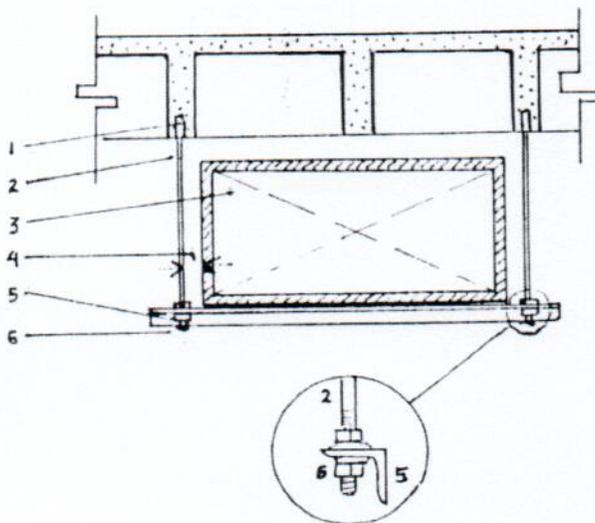
PASO DE DUCTO EN LOSA DE AZOTEA (croquis 4)



- 1- Aislamiento para intemperie
- 2- Bota aguas
- 3- Pretil
- 4- Losa
- 5- Aislamiento para interior
- 6- Ducto.

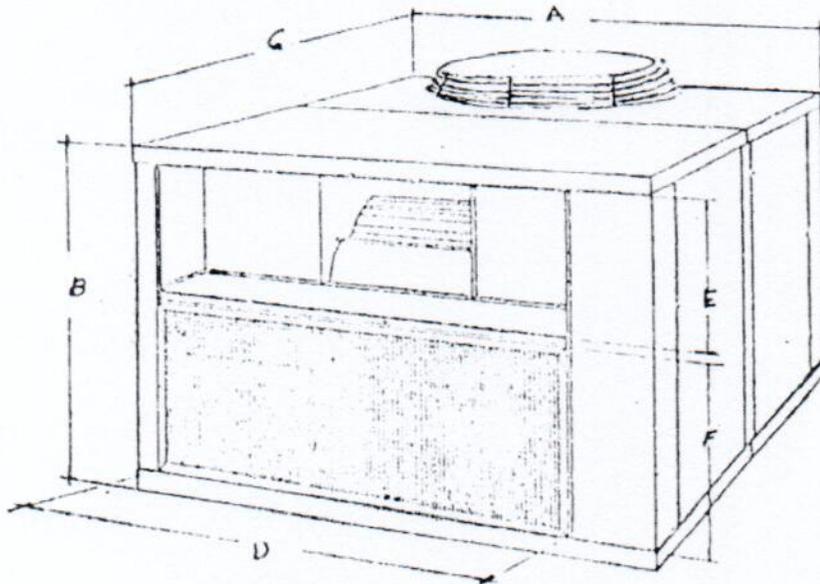
Los ductos principales y sus ramales se fijan generalmente a la losa, para lo que se colocan taquetes expansivos en el lecho bajo de la losa para anclar colgantes de alambre galvanizado o varillas roscadas, que sujetaran los soportes generalmente de fierro ángulo de 25x 25mm hasta 50x50mm dependiendo del tamaño de los ductos. (Ver croquis 5)

SOPORTERIA DE DUCTOS (croquis 5)



- 1- Taquete de expansión
- 2- Varilla roscada de 6.3 mm
- 3- Ducto
- 4- 25 mm libres entre la varilla y el ducto (generalmente con aislamiento).
- 5- Fierro ángulo de 38x38x4 mm
- 6- Tuerca de 6.3 mm con rondana

Unidades integrales (Int)



RLA. AMPERAJE DE CARGA NOMINAL C.F.M. PIES CUBICOS POR
MINUTO

LRA. AMPERAJE ROTOR TRABADO



ESPECIFICACIONES											
MODELO	BTU/HR	C. F. M. INYECCION	COMPRESOR		MOTOR CONDENSADOR			MOTOR EVAPORADOR		CONDUCTOR MINIMO RECOMENDADO	PESO KG.
			RLA	RLA	CANT.	H. P.	AMPERAJE	H. P.	Amp/Placa		
INT-050	60,000	2000	21.5	132	1	1/2	4.4	3/4	5.2	No. 8	291
INT-075	90,000	3000	37.5	145	2	1/2	4	1	3.5	No. 6	525
INT-100	120,000	4000	47.5	203	2	1/2	4.7	2	6.5	No. 4	596
INT-130	156,000	5200	69.0	284	2	3/4	4.7	2	6.5	No. 2	600
INT-150	180,000	6000	69.7	308	2	3/4	4.7	3	9.1	No. 2	650

CONCLUSIONES

El diseño de un sistema de aire acondicionado para un determinado edificio varía de acuerdo con su tamaño, tipo de estructura, orientación, condiciones climáticas, actividad y número de sus ocupantes, disposición de recursos, espacio para máquinas y ductos y otros factores particulares.

Con un minucioso análisis de los conceptos anteriores, podemos determinar qué tipo de equipo es necesario para las diferentes áreas que componen al proyecto o

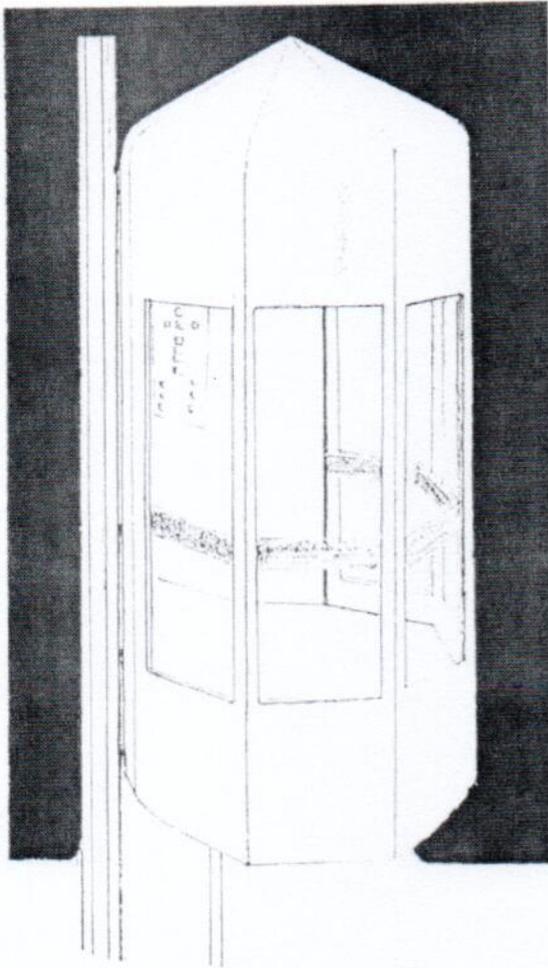
para el edificio en su conjunto, pudiendo tener equipo de inyección, extracción, humidificación o lavado de aire, calefacción y/o un sistema de aire acondicionado temporal o anual.

Es necesario que el arquitecto diseñador tenga un amplio conocimiento de los equipos e instalaciones y accesorios, para poder tomar las decisiones pertinentes sobre el sistema que se adoptará y sus implicaciones, como: prever el espacio necesario de la casa de máquinas para los equipos que son de grandes dimensiones, evaluar el sistema de calefacción tomando en cuenta que tipo de combustible utilizara, la capacidad y ubicación del tanque de almacenamiento de acuerdo al reglamento, en equipos con manejadoras, destinar locales por zonas o niveles, debiéndose conocer el peso del equipo, su base y forma de fijación así como un sistema de amortiguamiento para que no transmita vibraciones y ruido a las estructura.

En el diseño y distribución de los conductos se debe considerar las grandes proporciones que estos alcanzan así como el espesor del forro de aislamiento térmico que evita las pérdidas o ganancias de calor durante su recorrido.

Siendo las instalaciones de mayor sección de los en los edificios es imperativo prever el paso a través de sus losas y el espacio correspondiente para alojar sus ductos, que generalmente será entre la losa y el falso plafón, ya que esto regirá o modificara la altura de los entre pisos y por lo tanto impactará en la altura total del edificio.

CAPITULO 2



INSTALACION DE ELEVADORES

MTRO. ALEJANDRO CERVANTES
ABARCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO

División de ciencias y artes para el diseño.

Departamento de procesos y técnicas de realización.

Capítulo 2.

INSTALACIÓN DE ELVADORES.

INTRODUCCIÓN:

Debido al alto costo que han adquirido los terrenos en las principales ciudades de la República Mexicana, los estudios de rentabilidad y de mejor uso de suelo, nos impone tener que prorratear este alto costo, entre un área mayor de construcción, lo que a su vez nos obliga cada día más a construir en forma vertical.

En la ciudad de México, el reglamento de construcción nos permite construir edificios que consten de planta baja y 4 niveles, sin contar con servicio de elevadores, esto sin tomar en cuenta cuartos de servicio u otras instalaciones en azotea. Para edificios mayores de hasta 10 niveles, se requiere la instalación de un elevador como mínimo en forma obligatoria y para edificios de más de 10 pisos, se tendrá un mínimo de 2 elevadores. Debiéndose hacer estudio de tráfico abalado por una compañía proveedora de estos equipos.

Además, para muchos edificios de pocos niveles (de 2 a 4) con gran afluencia de público como almacenes, tiendas, terminales de transportes, etc. la instalación de un sistema de transporte vertical, es indispensable para su correcto funcionamiento.

De lo anterior se desprende que la necesidad de transportar personas y mercancías en forma vertical en los edificios ha adquirido gran importancia y son un servicio indispensable, que el Arquitecto diseñador tiene que prever, analizar y solucionar, seleccionando el equipo (técnico-económico) más adecuado a cada tipo de edificio.

Es por ello que, en este capítulo, presentamos una selección ordenada y sintetizada de los factores y conceptos esenciales, que debe dominar el Arquitecto, para que tenga un criterio suficiente preselección del equipo requerido y

a la vez conozca sobre los requerimientos de espacio imprescindible, para la instalación y buen funcionamiento de los elevadores y sus equipos, conociendo el proceso constructivo y sus implicaciones.

GENERALIDADES

LA DEMANDA DE TRANSPORTACIÓN VERTICAL.

La planeación del sistema de elevadores para un edificio, se inicia con la determinación de las necesidades de servicio, tomado en cuenta el tipo de edificio y las actividades que en él se desarrollan, número de habitantes y de visitantes, distribución por piso, horario de mayor tránsito y ubicación de los elevadores. Complementándose con un estudio detallado de factores de tiempo.

El número de elevadores, su capacidad y la velocidad de operación (cantidad de servicio), depende de la intensidad de tráfico vertical, dado en número de personas y/o materiales a transportarse en un periodo dado. La prontitud con que se atienda, nos dará el nivel de calidad del servicio.

A) INTENSIDAD DEL TRÁFICO.

El número de personas que se desplazan verticalmente dentro de un edificio no es ni mucho menos uniforme en el transcurso del día. En lapsos cortos varía desde inexistente o moderado, hasta alcanzar su máximo valor y viceversa. También varía la dirección pasando de ascendente a descendente y a la inversa o una combinación de ambas direcciones.

En general debe considerarse que la determinación de la intensidad de tráfico y su distribución durante el día, constituye el fundamento de la planeación del sistema de elevadores de un edificio.

B) EVALUACIÓN DEL TRÁFICO.

Para un edificio que se proyecta construir, el método más fácil para estimar su tráfico vertical, consiste en comparar edificios habitados similares a éste.

C) MEDICIÓN FÍSICA DEL TRÁFICO O "CONTEO".

Se selecciona un edificio similar al proyectado y se procede a contar una a una, las personas que usan el elevador para transportarse de un piso a otro. Se registran periodos de 5 minutos, por ser los lapsos más pequeños capaces de detectar una demanda máxima del servicio de elevadores.

Es claro, que si el conteo se realiza con dispositivos electrónicos de detección en cada puerta de elevador o extremo de una escalera y dentro de cada instante del día con absoluta certeza. Si la selección de la muestra comparativa es adecuada, con una computadora digital analógica, puede diseñarse un modelo matemático del tráfico probable en el edificio proyectado.

Al seleccionar edificios muestra las características comunes más importantes a considerarse:

1. Mismo destino (residencia, comercial, hospitalario, etc.), misma área y número de niveles, similar número y distribución de su población, así como nivel económico de rentabilidad.
2. Mismo tipo de servicios extraordinarios que impliquen tráfico vertical adicional o que afecten de algún modo la movilidad normal, como garajes, restaurantes, bancos, salones de conferencias o banquetes, etc.
3. Localización similar de los edificios, referente a la zona de la ciudad y sus alrededores.

Por ejemplo, la demanda de servicios bancarios es mayor en zonas comerciales o industriales, que en un suburbio habitacional apartado.

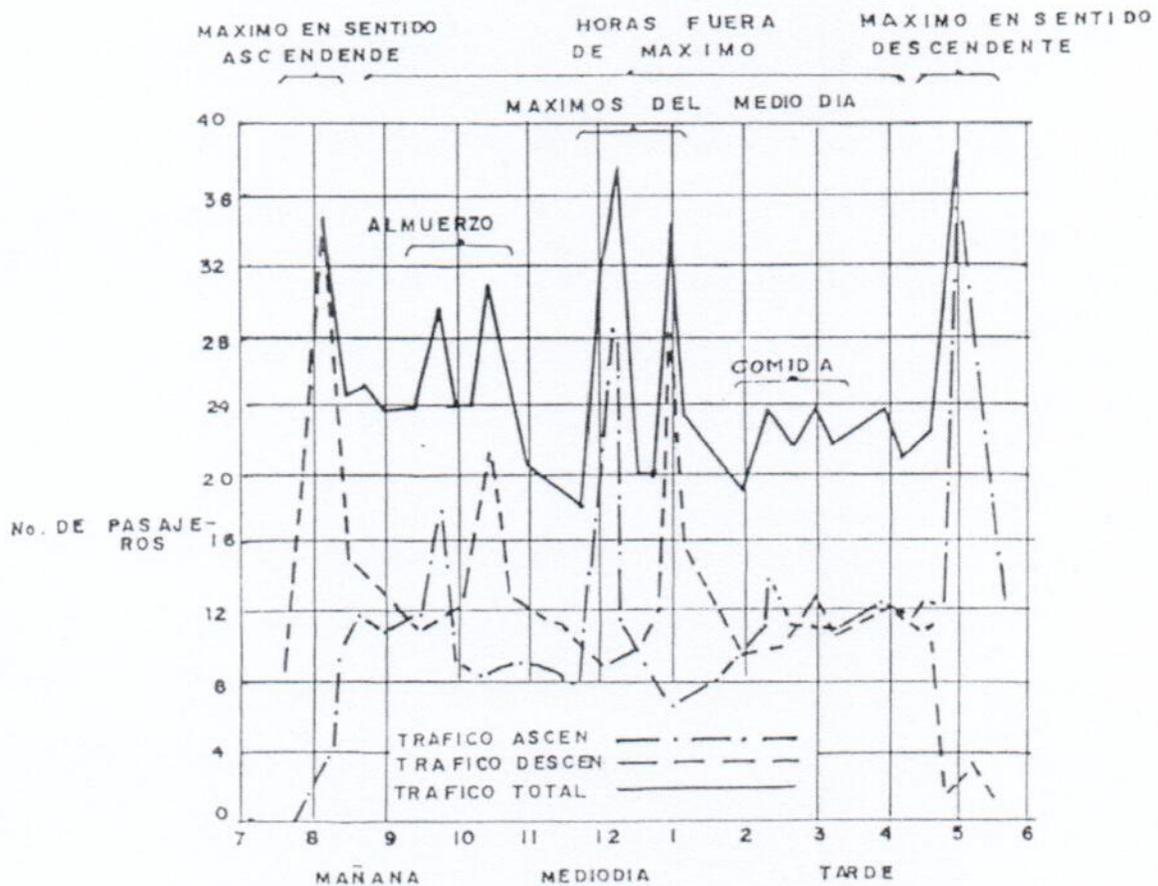
DEMANDA MÁXIMA.

Una vez evaluado el comportamiento del tráfico, se precisa el lapso en el que la movilidad es más intensa. A este lapso se le nombra, de demanda máxima y está cuantificado, en número de personas que requieren el servicio durante los 5 minutos de mayor demanda.

El objetivo fundamental de la planeación del sistema de elevadores, lo constituye la satisfacción de la demanda máxima, pues la hacerlo todas las demás demandas de servicio podrán manejarse con solvencia.

Con base a la infinidad de análisis que las compañías de elevadores realizan día con día se han podido establecer patrones típicos de tráfico de elevador, para diversos tipos de edificios.

GRÁFICAS DE DEMANDAS PROMEDIO PARA EDIFICIOS DE OFICINAS.



Tendencia estadística de la demanda máxima de servicio de elevador, expresada en porcentaje de la población del edificio (en periodo de 5 minutos)

EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS.

De alta rentabilidad:	5%	Generalmente ocurre por las tardes al coincidir el horario del regreso del trabajo con el de salidas a diversión y compras (tráfico ascendente y descendente)
De rentabilidad media:	6.7%	Misma condición de tráfico anterior.
Económico y de interés social:	8%	Por lo regular ocurre en las mañanas a la salida de los niños (generalmente numerosos) a la escuela y de los adultos al trabajo

EDIFICIOS DE OFICINAS.

Ocupados por una sola empresa:	15.25%	Suele servir de base el período de tráfico intenso de "entrada" o "salida". Sin embargo, si se espera un tráfico pesado entre los niveles, posteriormente al "pico de entrada o salida" deberá escogerse el mayor.
Ocupado por diversas empresas:	12 a 15%	El tráfico más significativo para efectos de diseño es el que se presenta a la hora de "entrada" aun cuando al más intenso suele presentarse a la hora de "salida".
Hospitales Generales:	10 a 15%	Presentándose en las horas de cambios de personal, a la hora de las comidas y dentro de los horarios de visitas (sin considerar el tráfico de camillas, limpieza, ropa, alimentos, etc.)
Hoteles:	7 a 12%	Por lo general se presenta en la llegada o salida de excursionistas, inicio o término de convenciones y en horas de comida.

TIENDAS DEPARTAMENTALES.

La mayor movilidad:	90 a 95%	De la población se realiza por medio de escaleras eléctricas, quedándose el resto de la población para ser manejado por elevadores
---------------------	----------	--

La capacidad de transporte de un sistema de elevadores está medida por el denominador “tiempo de espera”

CAPACIDAD DE MANEJO.

Con este parámetro, medimos el porcentaje en qué se satisface la demanda máxima y está en función del número de personas, que el sistema de elevadores puede transportar en 5 minutos y se expresa como una fracción porcentual del total de la población del edificio, cuando la capacidad de “manejo” es igual o mayor a la “demanda máxima”, se dice que se ha logrado el diseño correcto del sistema en cuanto a capacidad de transporte.

La capacidad de manejo se obtiene con la siguiente ecuación (1)

$$C. M. = \frac{C. E. \times 300}{T. V. R.} \times \frac{N}{P} \times 100$$

En donde:

C.M = Capacidad de manejo.

C.E = Capacidad efectiva de la cabina (en número de personas)

T.V.R = tiempo de viaje redondo del elevador (en segundos)

N = Número de elevadores del sistema.

P = Población total del edificio (en número de personas)

El factor 300 corresponde a 5 minutos, convertidos a segundos.

TIEMPO DE ESPERA.

El tiempo de espera o “intervalo”, constituye el otro parámetro principal que condiciona a un buen sistema de elevadores.

El intervalo (I) o lapso de espera que transcurre en promedio, desde que el servicio es solicitado hasta que es atendido por el elevador, se obtiene al dividir el tiempo de viaje redondo de cada elevador, entre el número de elevadores del sistema (2)

$$I = \frac{\text{Tiempo de viaje redondo}}{\text{No. de elevadores del sistema}}$$

TIEMPOS DE ESPERA RECOMENDABLES.

Hoteles	40-60 segs.
Edif. de departamentos.	
• De lujo	50-70 segs.
• Rentabilidad media	60-80 segs.
• Económicos y de interés social	80-120 segs.
Edif. de oficinas	
• De prestigio	25-30 segs.
• Otros tipos	30-45 segs.
Nota: los tiempos anteriores se refieren al periodo de tráfico de entrada.	
Tiendas	30-50 segs.
Hospitales	30-50 segs
Edificios de estacionamientos de autoservicio	40-50 segs.

TIEMPOS DE VIAJE REDONDO.

De las ecuaciones de la "capacidad de manejo" e "intervalo" se evidencia la importancia del "tiempo de viaje redondo".

El segundo miembro de la ecuación de la "capacidad de manejo" está constituido por dos grupos de factores muy definidos. la relación:

$$\frac{C. E. \times 300}{T. V. R.} N$$

representa la capacidad de transporte de los "N" elevadores del sistema, en los 300 seg. de tráfico máximo.

El grupo 1/p 100 es el factor para referir la capacidad de transporte en porcentaje (%) de la población del edificio.

Ya que el número de elevadores "N" de un sistema debe ser el mínimo necesario para un buen servicio, y si consideramos que aproximadamente $TVR = 5$ C.E; se demuestra que el tiempo de viaje redondo es el factor más determinante del diseño del sistema, ya que determina la "capacidad de manejo" requerida para que satisfaga la "demanda máxima".

(C.M = D. máx) y además condiciona la cantidad del servicio, o sea, el tiempo de espera, según la ecuación No. 2

COMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE REDONDO.

El tiempo de viaje redondo estimado en horas de tráfico unidireccional máximo, está compuesto por la suma de los siguientes tiempos parciales que emplean un elevador en hacer un viaje completo partiendo de la P.B.

En planta baja:

- a) Tiempo de apertura de puertas.
- b) Tiempo para que se llene el elevador
- c) Tiempo para que cierre las puertas y arranque

En cada parada superior, en viaje ascendente:

- d) Tiempo de apertura y cierre de puertas
- e) Tiempo de salida de las personas.

En todo el recorrido:

- f) Tiempo de aceleración y desaceleración
- g) Tiempo neto de viaje ascendente y descendente

La suma de los tiempos de (a) (b) (c) (d) y (e), representa el tiempo muerto o del elevador parado.

El tiempo muerto depende de los siguientes factores:

1. Del número de paradas que hace el elevador.
2. De la capacidad efectiva (C.E) o sea, el número de pasajeros dentro de la cabina, en cada viaje.
3. De la geometría de la cabina.
4. Del claro y tipo de puertas de la velocidad de apertura y cierre.

El número de paradas que hace el elevador está expresado por la ecuación de paradas probables, en función del número de pasajeros "C" dentro de la cabina y del número de pisos "S" servidos por el elevador:

$$\text{Paradas probables} = S - (S-1) \frac{(S-2)}{(S-1)} c$$

CONTROL.

Los dos tipos de control usados en el equipo de transporte vertical de pasajeros son de corriente continua y de corriente alterna. El tipo de control óptimo para una instalación lo definen los requerimientos específicos de servicio de la misma.

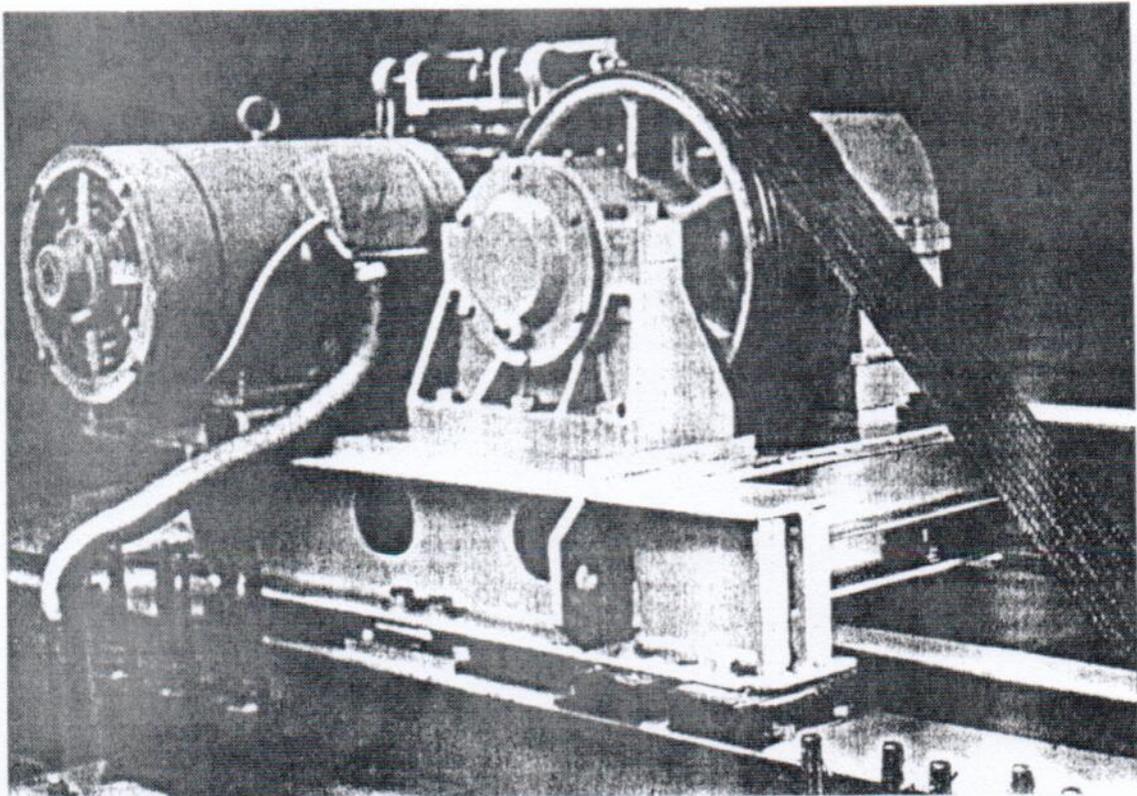
CONTROL DE CORRIENTE CONTINUA.

Es el control preferido para la mayoría de aplicaciones, debido a su gran flexibilidad, uniformidad, preciso control de velocidades de transición del elevador y confiabilidad y admite regulación precisa y control de todas las velocidades del elevador, incluyendo la baja velocidad de desembarque.

Proporciona un gran rango de velocidades de subida, requeridas para grandes edificios, con todas permite precisión de paradas, uniformidad de aceleración y desaceleración rapidez y suaves.

CONTROL DE CORRIENTE ALTERNA.

El más conveniente para velocidades bajas, edificios de poca demanda donde el elevador tiene poco uso y donde es necesario limitar la inversión en equipo. Con motor de una velocidad no es adecuado su uso; con motor de dos velocidades puede ser usado para proveer una gran precisión de parada, desaceleración más suave y más larga vida del equipo.



Las maquinas comprenden un amplio rango de carga y velocidad, ya sea con motores de corriente alterna o corriente continua.

COMANDO.

Es el sistema de programa e funcionamiento del elevador o grupo de elevadores según los requerimientos del tráfico, su selección reviste gran importancia, ya que una elección inadecuada se reflejará en el servicio que proporcionen los

elevadores. Su selección debe basarse de acuerdo a las características del edificio.

TIPOS DE COMANDOS.

AUTOMÁTICO SIMPLE.

Recomendados únicamente en elevadores para carga y un elevador para pasajeros que den servicio a un máximo de dos niveles. Atiende una sola llamada a la vez, no acumula llamadas ni diferencia la dirección de estas. Las llamadas de cabina tienen prioridad sobre las llamadas de piso.

AUTOMÁTICO COLECTIVO.

Utilizado en elevadores para pasajeros que sirven a pocos niveles. Las llamadas son atendidas tan pronto como el elevador alcanza los pisos. El sistema acumula llamadas, pero no diferencia la dirección de estas.

COLECTIVO SELECTIVO EN DESCENSO.

Atiende las llamadas en cuanto alcanza los pisos, acumula llamadas y sólo registra la dirección de estas en sentido descendente. Se aplica en elevadores para pasajeros con control de corriente alterna, óptimo para edificios de departamentos.

COLECTIVO SELECTIVO COMPLETO.

Las llamadas son atendidas en el orden en que se alcanzaban los pisos y según la dirección de viaje del elevador, sin importar la secuencia en que hayan sido registradas.

Para mayor rapidez y economía, el carro invierte automáticamente la dirección de viaje, después de atender la llamada más alta o más baja, para atender después las llamadas en la dirección opuesta.

El carro se estacionará con las puertas cerradas en el último piso atendido o en el elegido como estacionamiento preferencial. Óptimo para edificios de oficinas de pocos niveles que cuenten con un solo elevador.

El más avanzado sistema de comando adapta automáticamente el servicio a la demanda existente reaccionando instantáneamente a un número ilimitado de condiciones de tráfico. (por ejemplo: Mark IV de IEM)

Se aplica en baterías de elevadores de hasta de 8 carros operando en conjunto, en edificios de tráfico intenso y con exigencias de demanda muy intensa (tiempos picos), en una sola dirección.

El computador del sistema de selección reconoce ocho tipos de demanda:

- 1.- Demanda de piso principal
- 2.- Demanda preferencial de piso principal
- 3.- Demanda de piso principal durante tráfico intenso de subida.
- 4.- Demanda de bajada
- 5.- Demanda preferencial de bajada
- 6.- Demanda de subida
- 7.- Demanda preferencial de subida
- 8.- Demanda durante tráfico leve

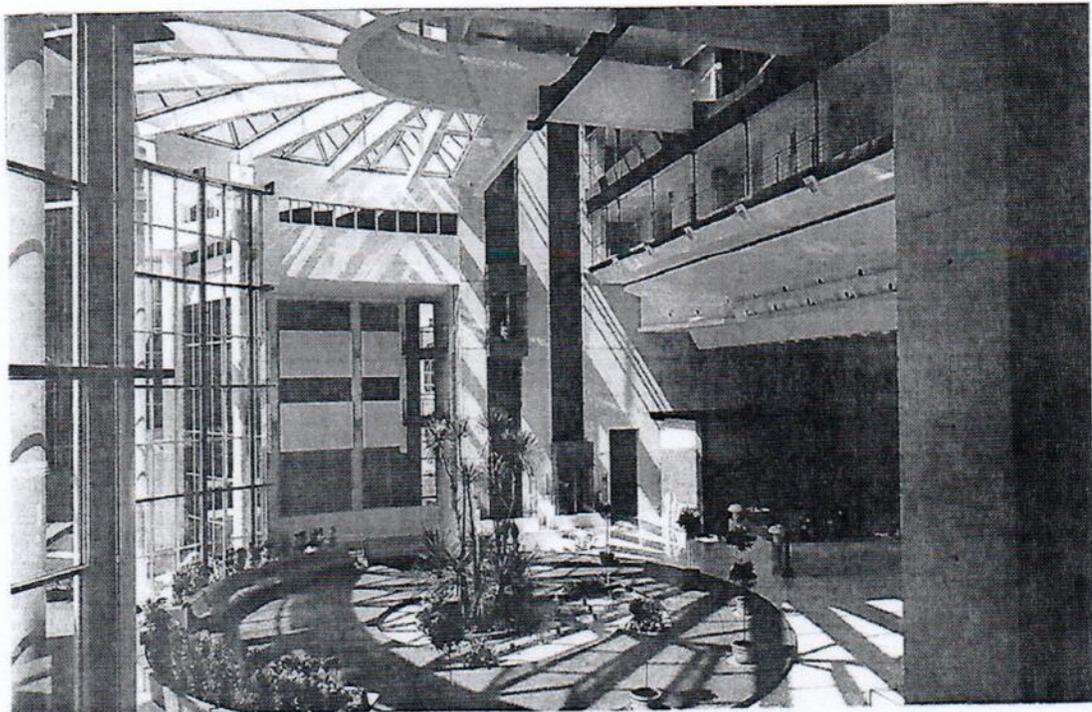
El sistema satisface las demandas conforme se van presentando, desconectando las unidades innecesarias, las cuales son puestas automáticamente en servicio al registrarse nuevas llamadas.

UBICACIÓN Y DISEÑO DE VESTIBULOS

Un aspecto que se debe tomar en cuenta, al proyectar los elevadores de un edificio, es que el área de acceso a los mismos sea adecuada en cuanto a diseño, comunicación y dimensionamiento, a fin de dar máximas facilidades a los usuarios para su movilidad, ya que si está resulta reducida, se originaran grandes concentraciones de usuarios en los accesos con el consecuente retraso y enfado de los mismos.

Esto a su vez provocará un servicio insuficiente del sistema de elevadores, ya que los tiempos de abordaje y desalojo serán mayores.

Consecuentemente el vestíbulo de los ascensores es el punto de partida para la distribución y de ahí surgen todos los pasillos que dan acceso a los diferentes locales o habitaciones del edificio; esos vestíbulos tienen que estar uno encima del otro por la disposición vertical de los elevadores. En el piso principal el vestíbulo debe de estar cerca y bien comunicado al acceso del edificio.



El diseño de la cabina y su acceso (puertas) o presentación debe concebirse para aceptar cualquier tipo de elemento decorativo, permitiendo la incorporación de los elevadores a la decoración general del edificio.

CLASIFICACION DEL TRANSPORTE VERTICAL

En el sistema de transporte vertical podemos distinguir:

- Elevadores o ascensores para personas o para personas y objetos.
- Elevadores hospitalarios semejantes a los de pasajeros, pero utilizan cabinas especiales, cuyas dimensiones y formas son adecuadas para el transporte de pacientes en camillas o camas estándar de hospital, junto con las enfermeras o personal que lo acompañan.
- Montacargas o elevadores de carga para transporte de vehículos o mercancías de gran volumen que puede ir con un operario y/o las personas necesarias para cargarlos y descargarlos.
- Mota paquetes, que se utilizan para el transporte de mercancías pequeñas en lugares como farmacias, zapaterías, bibliotecas y empresas en general.
- Escaleras eléctricas, que se prefieren en edificios con grandes concentraciones de personas, en movimiento constante como: tiendas departamentales, estaciones de metro, terminales aéreas o de autobuses.
- Elevadores para discapacitados

CLASIFICACION DE ELEVADORES

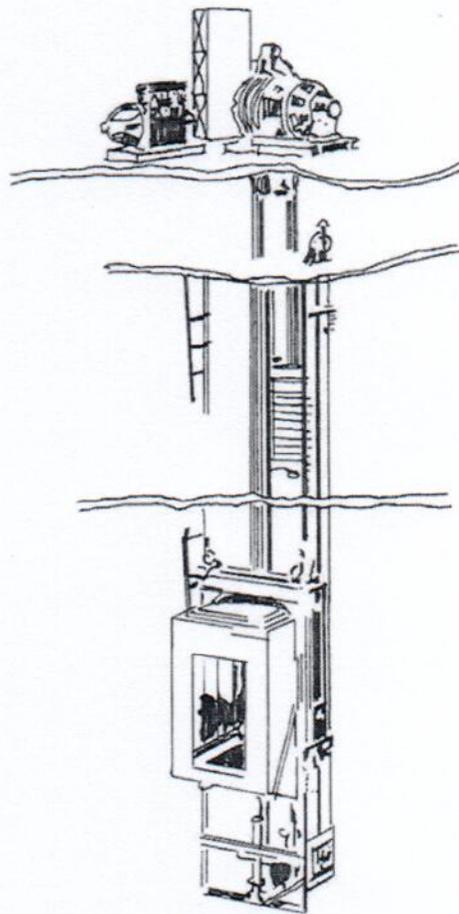
Por lo general los elevadores se clasifican en eléctricos e hidráulicos.

- La cabina de los elevadores eléctricos (de poleas) pende de una serie de cables que sujetan al elevador por la parte superior y avanzan mediante poleas accionadas por motores eléctricos de corriente continua o de corriente alterna (ver control de corriente pag. 41).
- La cabina de los elevadores hidráulicos es desplazada mediante un líquido a presión contenido en el interior de un cilindro que encierra un pistón. Tales ascensores no requieren normalmente ningún tipo de construcción en la azotea, pero si una perforación en el terreno. Su uso más común es para ascensores de carga o para pocos niveles.

COMPONENTES ESENCIALES DE UNA INSTALACION DE ELEVADORES ELECTRICOS (de poleas).

Los componentes más importantes de la instalación de elevadores eléctricos (de poleas) lo constituyen:

- 1.- El cubo o hueco del elevador
- 2.- La cabina para pasajeros
- 3.- Los cables elevadores
- 4.- El contrapeso
- 5.- Las guías
- 6.- El equipo elevador
- 7.- El sistema de mandos
- 8.- El mecanismo de seguridad
- 9.- La casa de maquinas



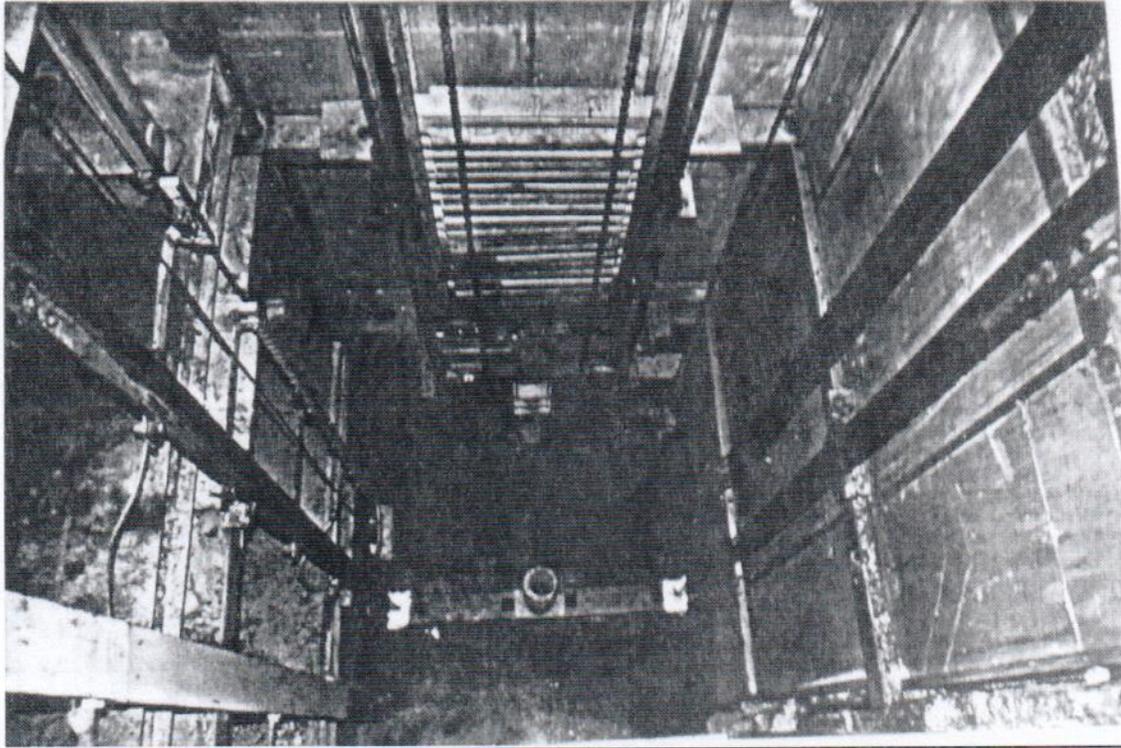
1) EL CUBO O HUECO DEL ELEVADOR

Es el espacio o ducto vertical por el cual se desplazan la cabina y el contrapeso.

Sobre sus muros se instalan las guías que los conducen, así como las puertas del cubo y algunos de los mecanismos de los sistemas de mando.

La parte inferior del cubo se prolonga formando un "foso" empotrado en el terreno, cuyo fondo se instalan los amortiguadores para cabina y contrapeso; y la parte

superior se continúa sobre la azotea o última parada constituyendo el “sobre peso”. La losa superior lo separa de la casa de máquinas y sostiene la maquinaria.



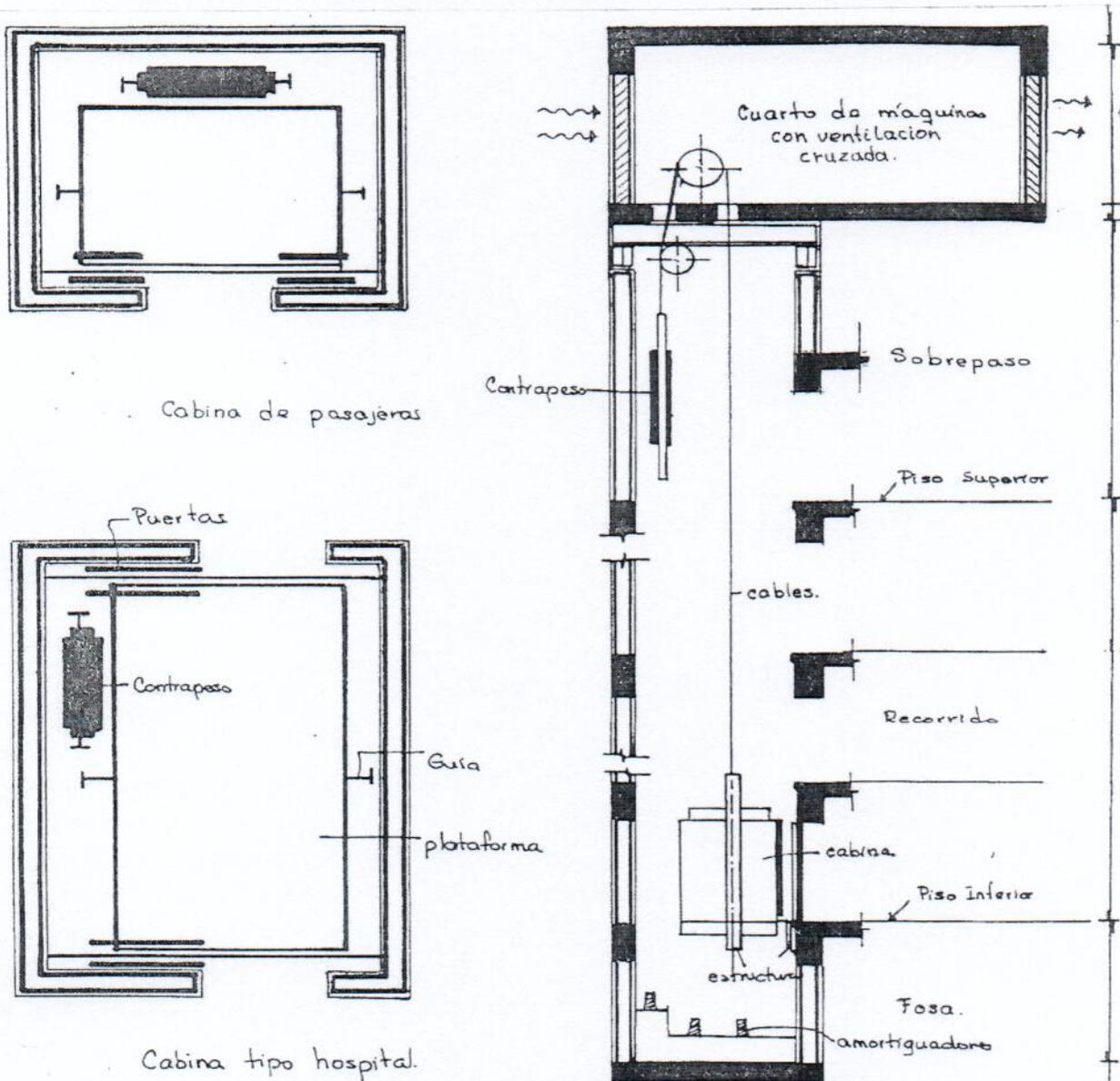
Cubo del elevador con guías de cabina y contrapeso, al fondo los amortiguadores

2) CABINA PARA PASAJEROS

La cabina y su acceso es lo único con lo que el usuario está familiarizado, por lo que su diseño, comodidad, acceso, puertas, decorado y tableros de manejo y señalización son componentes importantes. Gran del éxito del Arquitecto, depende de que la cabina tenga un diseño agradable.

La cabina consta esencialmente de una caja de metal ligero, cristal laminado o ambos (para cargas ligeras puede ser de madera), soportada por un marco de acero, en cuyo extremo superior se coloca una polea por la que pasan los cables que vienen de la casa de máquinas o se anclan directamente por medio de zapatas, según el sistema seleccionado. La cabina ira guiada en todo su recorrido por medio de carriles provistos de guías de deslizamiento o de rodillos.

La cabina estara equipada con: puertas de acceso (de seguridad), cuadro de manejo, indicadores de posición, iluminación, ventilación, pasa manos, zoclos y puertas de emergencia.



PLANTAS Y CORTES DEL CUBO DE ELEVADORES

Nota: Ver tabla de dimensiones comerciales de elevadores para pasajeros (pág. 60)

- a) Las puertas de elevadores pueden ser sencillas, que abren lateralmente y se componen de una sola hoja, de puertas doble que abren hacia el mismo lado y la bipartible formada por dos secciones que se apartan una de la otra simultáneamente. También existe la bipartible en forma de cuchilla que se utiliza solo para elevadores de carga.
- b) El cuadro de manejo consta de un tablero que integra botones de registro de solicitudes, donde podemos indicar nivel al que deseamos desplazarnos, botones para abrir y cerrar las puertas y botones de emergencia, también puede constar con servicios especiales como bomberos, servicio expreso, servicio independiente e intercomunicador de emergencia. Por lo general, se instala en el panel frontal del carro, al lado derecho.
- c) El indicador de posición nos señala el nivel de piso y la dirección de desplazamiento (ascendente y descendente), pudiendo ser independiente, colocado sobre el cuadro de manejo.
- d) Una iluminación adecuada en el interior de la cabina es un elemento indispensable para su funcionamiento ya que son cajas cerradas.
- e) Por la razón anterior, también se hace necesario un sistema de ventilación, el cual estará provisto de interruptores automáticos, que lo hagan funcionar solo cuando el elevador este prestando un servicio.
- f) El pasamano es un elemento indispensable para la seguridad de los pasajeros, por ser un local en movimiento, debiendo estar perfectamente sujeto a la cabina a una altura de 80 cms. Del piso.
- g) La puerta o escotilla de emergencia es un implemento por reglamento, para seguridad del usuario en caso de detención del servicio, en el que las puertas queden entre dos niveles.

3.- CABLES ELEVADORES

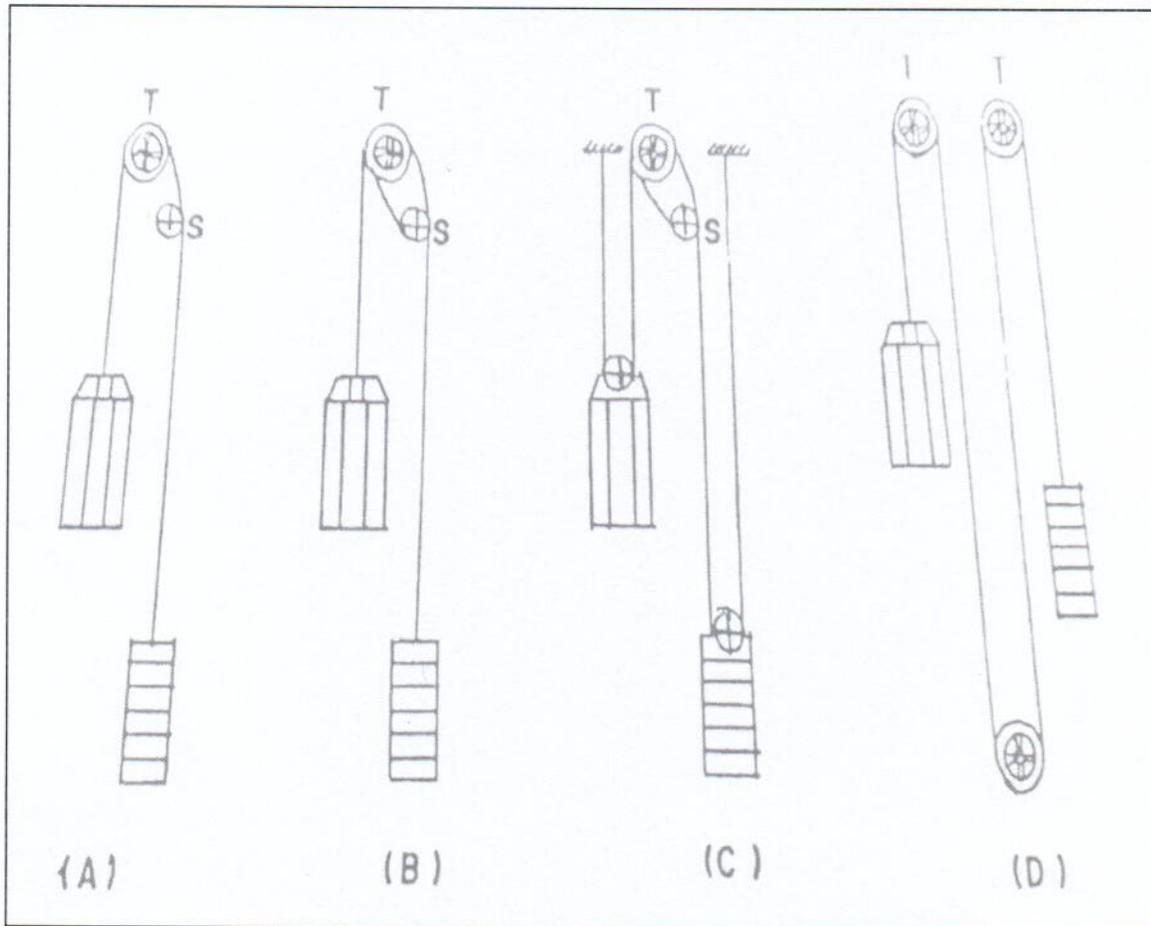
Los cables elevadores o descienden a la cabina, en su recorrido por el cubo del elevador. Lo usual es colocar juegos de 3 a 8 cables paralelos, distribuyendo uniformemente entre ellos el peso de la cabina y su carga. Los cables se anclan en la parte superior del marco de la cabina, por medio de zapatas para cable, que aseguran una perfecta sujeción. De ahí suben al cuarto de máquinas, donde se enrollan a las poleas del equipo motor y vuelven a descender para sujetarse al bastidor del contrapeso, por medio de zapatas.

Cuando los cables de tracción pasan simplemente por el tambor del motor y equilibran por medio del contrapeso, el esfuerzo lo ejerce el tambor. Este puede clasificarse como de simple enrollamiento del cable sobre el tambor. La polea solo sirve de guía fija. (fig. a).

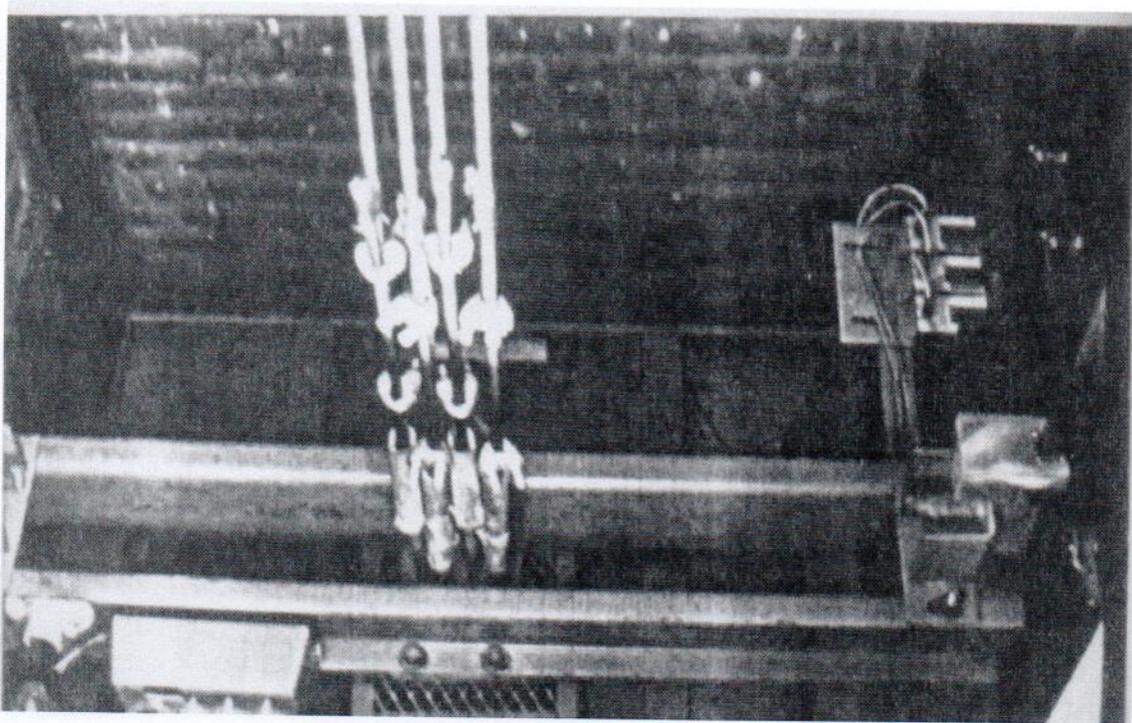
Cuando los cables que van de la cabina se enrollan primero en el tambor, después en la polea y nuevamente al tambor y a la polea, para descender al contrapeso, se llama doble enrollamiento (uno a uno) y se consigue un mayor esfuerzo de tracción que en el caso anterior (fig. b).

En la "fig. c" la velocidad periférica de tambor, es el doble de la velocidad vertical de la cabina. A este mecanismo se la llama de doble enrollamiento, dos a uno. Su mayor aplicación es para elevadores y montacargas, con gran peso y corto recorrido y generalmente velocidades inferiores a 2.5 mts. / seg.

En los 3 tipos descritos (a, b, y c), la maquinaria se instala encima del cubo del elevador. Cuando el equipo se instala en la planta baja, debe utilizarse otro tipo de montaje de cables y tambores para conseguir los mismos resultados (fig. d), el cual requiere mayor longitud de cables y por lo tanto mayor supervisión y mantenimiento.



CABLES ELEVADORES



Detalle de cabina de elevador donde podemos apreciar los cables con que izamos la cabina, las guías y controles (vista superior)

4.- EL CONTRAPESO

Con el contrapeso, se pretende reducir la potencia necesaria para elevar la cabina y proporcionar cierta desaceleración, que ayude a controlar la velocidad de descenso de la misma.

El contrapeso se compone de un bastidor o marco estructural, donde se apilan piezas pre coladas de fierro fundido estandarizadas, en número suficiente para equilibrar el peso total de la cabina más el 45% de la carga útil máxima.

El porcentaje puede variar en la proporción que convenga el diseño, para reducir el máximo el consumo de energía utilizada. La energía consumida impacta únicamente al arrancar o frenar el elevador.

El contrapeso al igual que la cabina va guiando en todo su recorrido.

5.- LAS GUIAS

Las guías son los carriles verticales que rigen la trayectoria de la cabina y el contrapeso. Las guías de la cabina como el contrapeso son de acero estructural mecanizado en forma de "T" con ensamble de cola de pato, cuidadosamente plomeados para asegurar el peso de los carriles (zapatas) y rodillos de la cabina. Estas zapatas fijadas a los lados del bastidor de la cabina tienen un canal que se ajusta a la forma saliente de la guía.

La fijación de las guías a sus soportes y a la estructura del edificio debe permitir compensar por simple alineación las desviaciones debidas a los asentamientos normales del edificio y a la concentración del concreto.

Así mismo, la forma de fijación debe ser tal, que no permita que se suelte la guía por esfuerzos o deformaciones eventuales.

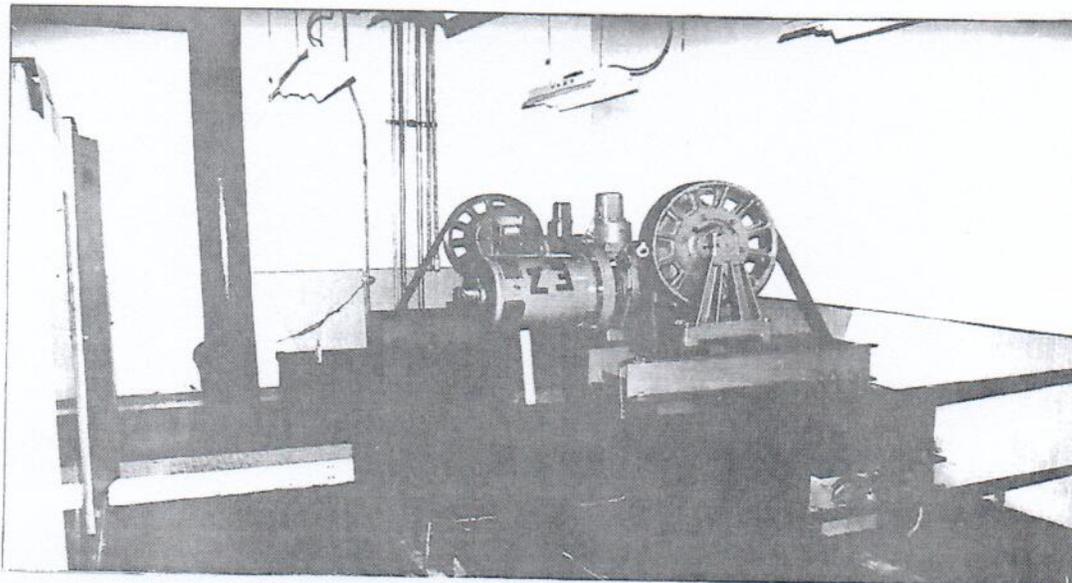
Cuando el claro de entrepiso o la velocidad y capacidad del elevador sean importantes, la fijación de las guías en cada nivel de entrepiso no es suficiente pues la guía y la cabina tendrán vibraciones perjudiciales al sistema y al usuario, por lo que debe diseñarse y colocarse una dala intermedia en cada nivel, con sección suficiente para sujetar la guía en claros convenientes.

6.- EL EQUIPO ELEVADOR

El equipo o mecanismo elevador, da la fuerza de giro al tambor y hace subir o bajar la cabina. Esta consiste en una estructura robusta, sobre la que se instalan el motor y el tambor, los frenos, el drenaje, las poleas secundarias, el regulador de velocidad y en algunos casos el grupo motor-generador.

Mecanismo de acoplamiento directo

Consiste en un motor de corriente continua, cuyo eje está conectado directamente con el tambor. La ausencia del engranaje significa que el tambor, va a la misma velocidad que el motor. Al tener menos elementos móviles es más eficiente, más silencioso y requiere menos recambio de piezas.



Mecanismo elevador en la casa de máquinas

Este mecanismo se usa para velocidades de 2 a 6 mts/seg. Y motores con potencia, que van de 20 a 150 C. V.

Mecanismo de tornillo sin fin.

En este sistema la transmisión entre el motor y el tambor se realiza mediante un mecanismo de tornillo sin fin, accionado por motores de corriente alterna o corriente directa. El motor puesto en marcha por reóstato puede funcionar a velocidades elevadas, más económicas, de 600 a 1800 R. P. M.

La potencia de los motores varía desde 3 a 100 C. V.

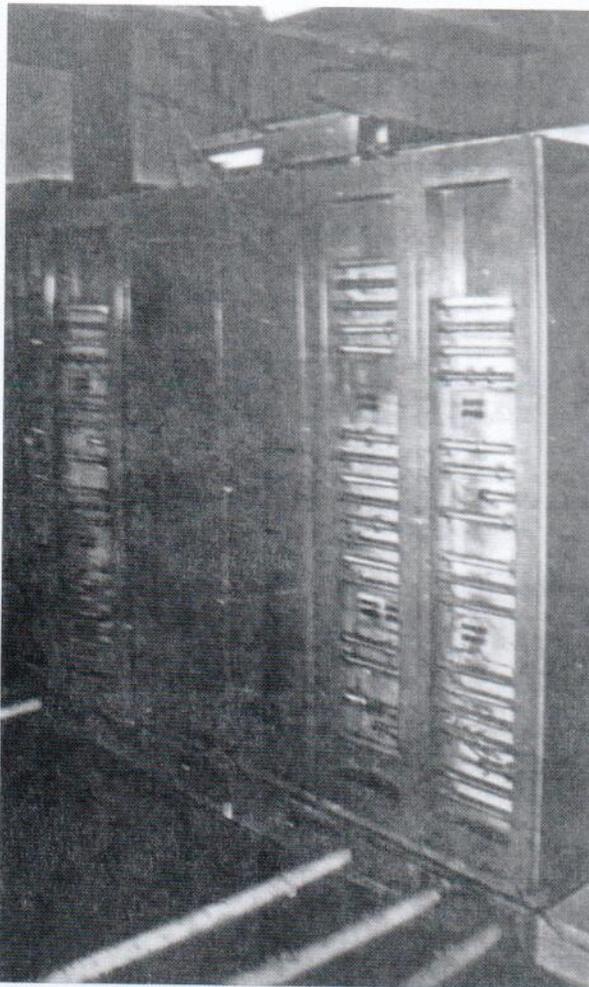
Sistema de contención variable.

Este sistema requiere un grupo motor generador, para suministrar la corriente eléctrica de contención variable al motor principal. El motor y el arrancador deben estar acordes, a la clase de corriente que se disponga en el edificio. El generador del grupo lleva su excitatriz, si la corriente que lo alimenta se alterna.

7.- EL SISTEMA DE MANDOS

El sistema de mandos se compone esencialmente de dos equipos; el cuadro de maniobras y el selector de paradas, los cuales se alojarán en la casa de máquinas.

- a) El cuadro de maniobras es el equipo que combina, contactos, redes, levas y dispositivos de funcionamiento automático o manual para las maniobras de los puertos y para el arranque, aceleración, desaceleración, ajuste de nivel y paro de la cabina. Así mismo los interruptores eléctricos para detención automática de la cabina, las luces pilotos, indicadores de si la cabina sube o baja y los dispositivos de ajuste de nivel, son elementos del equipo de maniobras.
- b) El selector de paradas se compone de botones de registro de llamadas, indicador de posición de piso, botones de alarma de emergencias, apertura y cierre de puertas y otros servicios especiales.



Con este sistema el pasajero que solicita el servicio, obtiene el paro en el piso en que se encuentre y en el de su destino, ya que el dispositivo selector establece los contactos eléctricos necesarios para registrar y ordenar todas las llamadas y hace funcionar las señales de posición, tanto en la cabina como en todos los pisos

Selector de paradas y Cuadro de Maniobras

8.- El mecanismo de seguridad

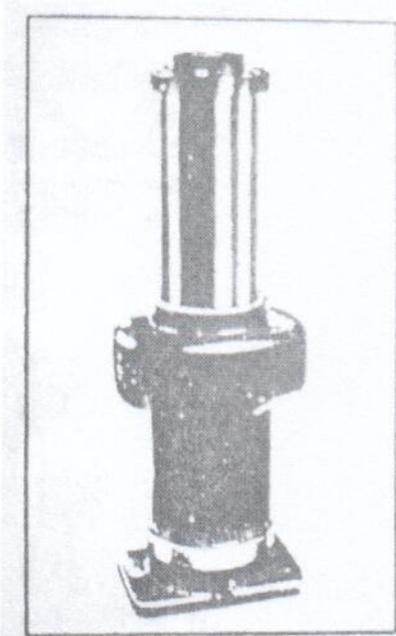


El freno principal de un ascensor actúa directamente sobre el eje del mecanismo elevador, accionado por unas zapatas que están sostenidas, por medio de unos muelles contra el tambor del freno. El freno se afloja por la acción de un electroimán de corriente continua y se pone en acción, por medio de los muelles situados cuando no pasa corriente continua por el electroimán. Con motores de corriente continua el ascensor, se desacelera por la acción del freno dinámico del motor y el freno actúa sujetando el tambor y manteniendo la cabina en el piso.

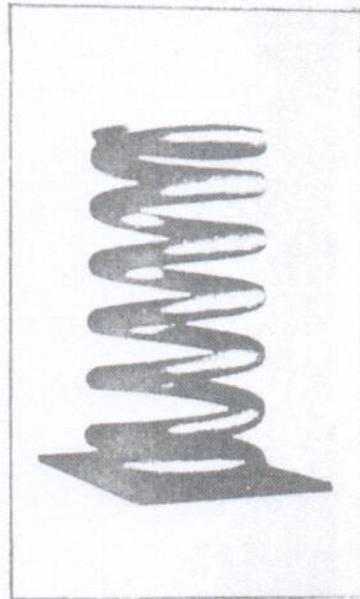
Freno de seguridad: Sirve para detener automáticamente la cabina antes de que adquiera velocidad excesiva. Este mecanismo está accionado por un dispositivo de bolas o pesos centrífugos que funcionan independientemente de resto de la

maquinaria del ascensor.

A velocidades normales, éste dispositivo no efectúa ninguna acción; cuando la velocidad es excesiva, corta la corriente del motor de corriente continua y pone en acción el freno. Generalmente éste detiene la cabina, pero si la velocidad todavía aumentase, actúa sobre dos frenos de cuña colocados debajo de la cabina, una a cada lado que actúa sobre las guías comprimiéndolas.



Amortiguador hidráulico empleado en los ascensores de media y alta capacidad



Amortiguador a muelles empleado en los ascensores de baja velocidad

Los amortiguadores instalados al fondo del foso, también forman parte del mecanismo de seguridad, para casos en que la cabina en descenso rebase el límite inferior del recorrido, estos dispositivos absorben la energía cinética de la cabina en el fondo del foso, amortiguando el impacto que se pudiera presentar.

Existen 2 tipos de amortiguadores: el de resortes para pesos y velocidades menores, que se basa en la tensión elástica de un muelle helicoidal; y el hidráulico que utiliza la presión hidráulica ejercida por un pistón, sobre un cierto volumen de aceite. En ambos casos atenúan el impacto, haciendo que la cabina llegue al fondo desacelerando en forma gradual.

9.- LA CASA DE MAQUINAS

Es el local ubicado inmediatamente encima del cubo del elevador, para alojar al equipo elevador y al sistema de mandos.

Este local requiere de un área aproximadamente el doble de la del cubo del elevador, y su losa de piso debe de estar debidamente calculada y reforzada, para recibir las cargas de los equipos, la cabina y el contrapeso.

Todos los elementos de la maquinaria y equipo de control que pueden generar o transmitir ruido o vibración a la estructura, deberán ser aislados y acondicionados para funcionamiento silencioso.

La casa de máquinas requiere una buena ventilación, para disipar el calor generado por las máquinas y equipos instalados, así mismo contara con acceso fácil y seguro que permita introducir los equipos que ahí se instalen.

Nota: El reglamento de construcción prohíbe alojar y almacenar, otras instalaciones o equipos ajenos a los sistemas de elevación en esta casa de máquinas.

MONTACARGAS

El montacargas de poleas funciona de la misma manera que el elevador, teniendo una cabina más grande y lógicamente un mayor contrapeso. Al igual que en el elevador, el cuarto de máquinas se localiza sobre el recinto. El montacargas se utiliza principalmente en: estacionamientos, imprentas e industrias a gran escala.

El moto generador y la máquina de tracción en el montacargas no se encuentra sobre el piso, si no sobre una base de concreto. Esto se debe a que la vibración ejercida por el moto generador es muy alta y la base absorbe parte de ella evitando que se dañe el piso del cuarto de máquinas.

La base consiste en bloques de concreto de 40 cm. aproximadamente y sobre ellos directamente la maquina sujeta por tornillos y escuadras de acero.

MONTAPAQUETES

El monta paquetes también tiene el mismo mecanismo solo que más pequeño y omite algunos elementos como los resortes amortiguadores, ya que siendo más ligero que el ascensor y el montacargas no cae con la misma fuerza.

La mayor parte de estos los encontramos en oficinas y bodegas, pueden carecer de puertas.

Los monta paquetes utilizados en la mayoría de las oficinas son de una sola cabina, pero existen también monta paquetes de canastillas, como en las zapaterías.

Los rieles no necesitan estar adosados pueden ser en el fondo del recinto y por su tamaño disminuye el costo en la instalación, el sistema de doble poleaje se encuentra en la parte superior del recinto.

ELEVADORES HIDRAULICOS

Los elevadores hidráulicos tienen varias ventajas respecto a los eléctricos; son más simples, la cabina y su marco descansan sobre el pistón hidráulico que los eleva o baja; no hay necesidad de cables de acero, equipo de soporte vertical, cuarto de máquinas en la azotea, ni contrapeso, no se necesitan dispositivos de seguridad ni reguladores de velocidad ya que la cabina y su carga no pueda descender a una velocidad mayor que la normal; la velocidad de estos elevadores es baja, por lo que bastan resortes gruesos para amortiguar la parada en el nivel inferior.

Para edificios de hasta 40 mts. de altura puede usarse un equipo hidráulico para generar la fuerza de empuje necesario de ascensión. En tal sistema la cabina se apoya sobre un pistón, el cual está alojado a su vez dentro de un cilindro presurizado. Se utiliza aceite como liquido de presión, la cual se genera por medio de una bomba de desplazamiento positivo, accionada por un motor y controlada por un sistema de control electrohidráulico.

Para elevar la cabina se arranca la bomba, que introduce aceite en el cilindro presurizado e impulsa el pistón hacia arriba. Una vez que el elevador llega al nivel deseado, la bomba se detiene. Para bajar la cabina, se extrae el aceite de el cilindro presurizado y se retorna a un tanque de almacenamiento.

Los diámetros del pistón para los diversos tipos de elevadores van desde 6.3 mm (2 ½") para los de baja capacidad y hasta 457 mm (18") para los de trabajo pesado.

TIPOS DE ELEVADORES HIDRAULICOS

El tipo de elevadores se refiere a la manera en que está colocado el pistón, pues existen de la siguiente forma:

1.- De mando hidráulico directo. Sirven para pasajeros y carga mayor, no requieren construcción en la azotea, pero lleva perforación en el terreno para alojar el cilindro hidráulico tradicional y se subdividen en:

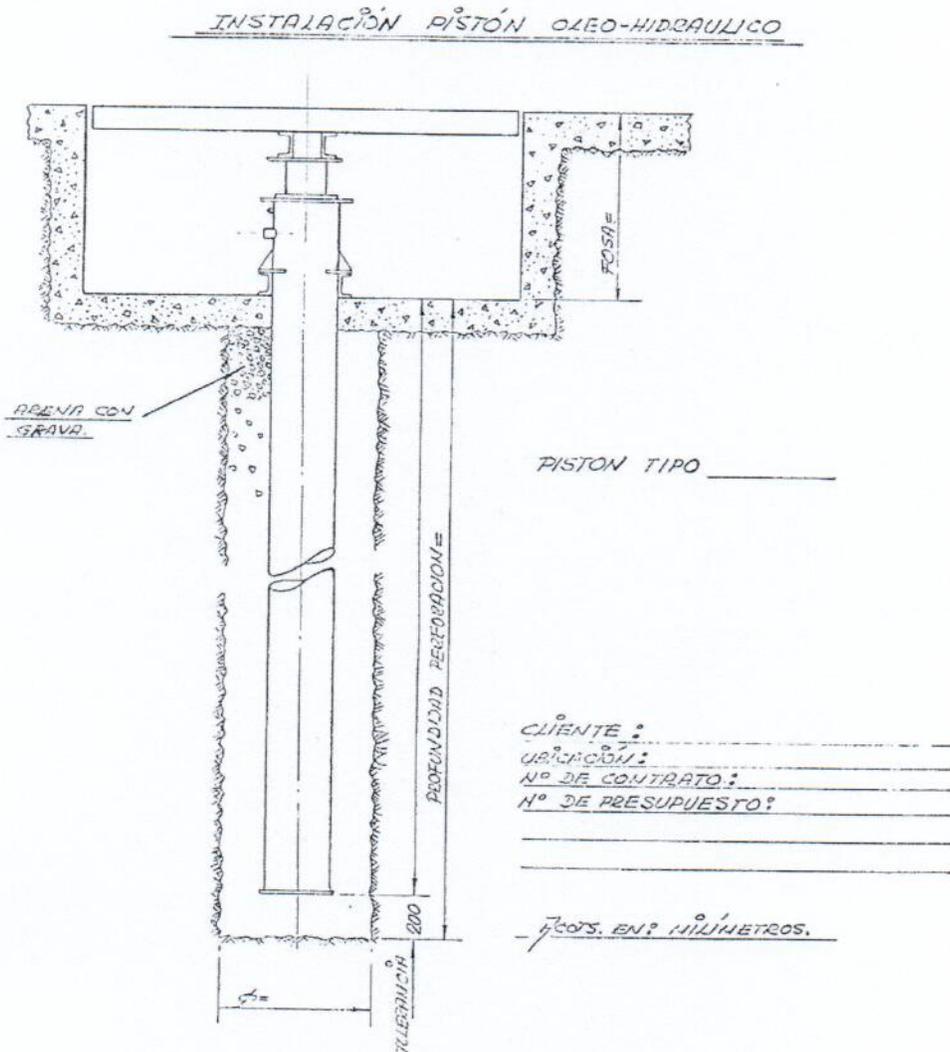
- a) Cilindro telescópico central. Este diseño es especial para proyectos con un rango de hasta 20 toneladas, utiliza el principio tradicional de cilindro central combinado con la tecnología actual del cilindro telescópico, el cual requiere solo la mitad o la tercera parte de la profundidad del peso de un cilindro de un solo paso.
- b) Pistones gemelos. Este tipo de elevador se utiliza para carga de automóviles y carga de almacén, este sistema hidráulico nos sirve para elevadores industriales de muy alta capacidad, ya que se fabrican con capacidades de hasta 70 toneladas.

2.- De accionamiento hidráulico indirecto para el transporte de personas o de carga menor, no lleva perforación en el terreno ni construcción en la azotea dado que el embolo hidráulico ca situado a un costado del recinto. En este sistema el cuarto de máquinas puede situarse en cualquier lugar del edificio cercano al ascensor (no más de 20 mts. de distancia) y la altura del transporte es hasta de 40 mts. y velocidad de 1.5 mts. / seg. y pueden ser:

- a) De sistema en la parte trasera. Sirve para elevadores de pasajeros y de carga menor.
- b) De sistema lateral que sirve para pasajeros y carga menor, este diseño requiere el doble de fuerza con respecto al anterior, pero se compensa

debido a que la velocidad de la cabina es menor. Son excelentes para elevadores panorámicos con cabinas transparentes.

Existen ya medidas estándares de cubos, cabinas y ancho de desembarque de elevadores para uso en condominios, hoteles, oficinas y hospitales con sistema hidráulico indirecto (en un costado del cubo).



¿CUÁNTOS ELEVADORES Y DE QUE CAPACIDAD REQUIERE SU PROYECTO?

Naturalmente, este es el cuestionamiento primordial que se nos presenta al diseñar el transporte vertical de nuestro edificio; y como ya mencionamos al principio del capítulo, la comparación con edificios muestra similares al nuestro, no conduce a una preselección.

Cuando una compañía, cotidianamente realiza este tipo de evaluación de edificios muestra, llega a tener un cumulo de datos estadísticos que le permiten ordenarlos, evaluarlos y sintetizarlos, para generar una tabla a donde podamos recurrir de manera práctica. Esto fue lo que hizo la compañía de elevadores IEM Villares S. A. y que aquí reproducimos para su beneficio.

Si su proyecto corresponde a un edificio de oficinas de uso diversificado, la tabla de selección que aparece en la siguiente página, fue elaborada de acuerdo a las normas de uso universal aplicables a este tipo de edificios. Los parámetros considerados fueron:

- 1.- La población se estimó a razón de una persona por cada 11 m² de área neta rentable de las plantas tipo.
- 2.- Los elevadores deben manejar en 5 minutos, un mínimo de 12% de la población de oficinistas.
- 3.- El tipo de control debe ser de voltaje, a 45 segundos.
- 4.- La suma del "intervalo" más el tiempo normal del viaje (durante los "picos de tráfico") entre las paradas extremas, debe ser inferior a 150 segundos.
- 5.- El tipo de control debe de ser voltaje variable, mediante unidades motor generador, para evitar fallas por calentamiento, dado el número lato de arranques que presentan los edificios de oficinas.
- 6.- El sistema mínimo de manejo debe ser Colectivo Selectivo Completo, debiéndose incluir un sistema supervisorio de operación de grupo, para dos o más elevadores.

TABLA DE SELECCION DE ELEVADORES PARA OFICINAS EN CONDOMINIO O HABITADO POR MULTIPLES EMPRESAS.

Cifra entre paréntesis= Número de elevadores
 Cifra entera junto al paréntesis= Capacidad del elevador en número de personas
 Cifra con decimales= Velocidad del elevador en Mts/Seg.

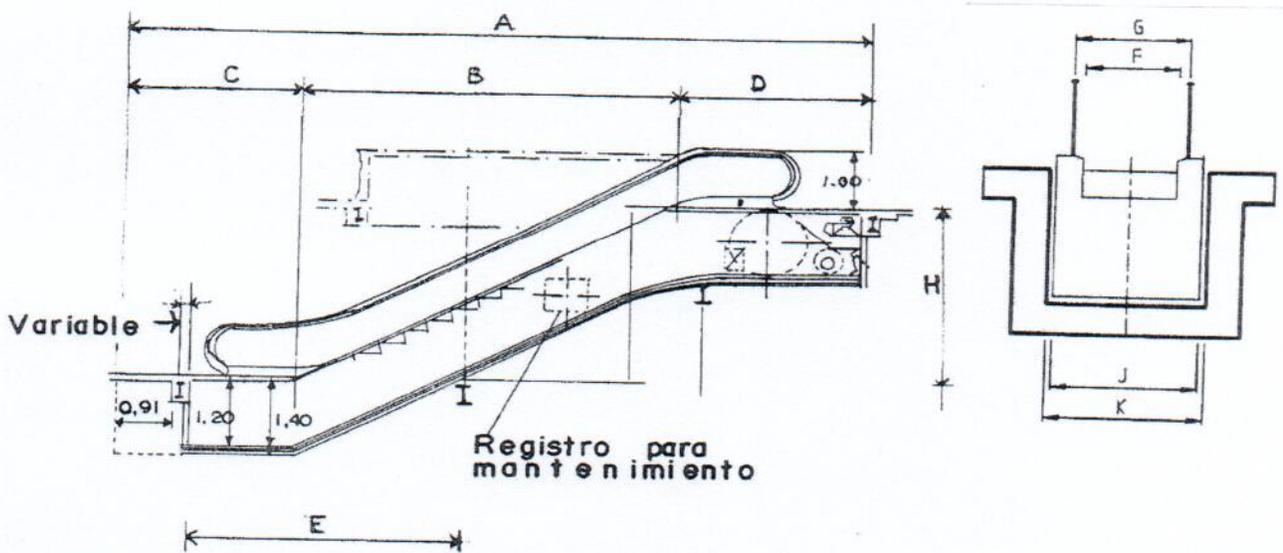
		Nº DE PLANTAS TIPO																		25	35	+
		7.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	26	35→				
1000	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00																				
1250	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00																			
1500	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00																			
1750	(1) 8 1.00	(1) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.25																		
2000	(1) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.25																		
2250	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.25	(2) 8 1.25																	
2500	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.25	(2) 8 1.25																	
2750	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.25	(2) 8 1.25	(2) 8 1.50	(2) 8 1.50															
3000	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 10 1.25	(2) 10 1.25	(2) 8 1.50	(2) 8 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.75													
3250	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 10 1.25	(2) 10 1.25	(2) 8 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.75													
3500	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 10 1.25	(2) 10 1.25	(2) 10 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.75	(2) 10 2.00	(2) 10 2.00												
3750	(2) 8 1.00	(2) 8 1.00	(2) 8 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.25	(2) 10 1.50	(2) 10 1.75	(2) 10 1.75	(2) 10 2.00	(2) 13 1.50	(2) 10 2.00	(2) 13 2.50	(2) 13 2.00									
4000		(2) 8 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.50	(2) 10 1.75	(2) 10 1.75	(2) 10 1.75	(2) 13 1.50	(2) 13 1.75	(2) 13 1.75	(2) 13 2.00	(2) 13 2.50	(2) 13 2.00	(2) 13 2.50								
4500		(2) 10 1.50	(2) 10 1.75	(2) 10 1.75	(2) 10 1.75	(2) 13 2.00	(2) 13 1.50	(2) 13 1.50	(2) 13 1.75	(2) 13 2.00	(2) 13 2.50	(2) 13 2.50	(2) 16 2.00									
5000		(2) 10 1.50	(2) 10 2.00	(2) 13 1.25	(2) 13 1.50	(2) 13 1.50	(3) 10 1.50	(3) 10 1.50	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 1.50	(3) 10 1.75	(2) 16 2.00	(2) 16 2.50	(3) 13 2.50							
5500		(2) 10 2.00	(2) 13 1.75	(3) 8 1.50	(2) 13 1.75	(2) 13 1.75	(3) 10 1.50	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 13 2.00	(3) 13 2.50	(3) 13 2.50	(3) 13 3.00							
6000		(3) 10 1.50	(3) 10 1.50	(3) 10 1.75	(3) 10 1.75	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 13 1.50	(3) 13 1.75	(3) 13 2.00	(3) 13 2.50	(3) 13 2.50	(3) 13 3.00							
6500		(3) 10 1.50	(3) 10 1.75	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 1.75	(3) 13 1.50	(3) 13 1.75	(3) 13 2.00	(3) 13 2.50	(3) 13 2.50	(3) 13 3.00	(3) 16 2.50							
7000			(3) 10 1.75	(3) 10 2.00	(3) 10 2.00	(3) 10 2.00	(3) 10 2.00	(3) 13 1.50	(3) 13 1.75	(3) 13 2.00	(3) 13 2.50	(3) 13 2.50	(3) 16 2.50	(3) 16 3.00	(3) 16 3.00							
7500				(3) 10 2.00	(3) 13 1.50	(3) 13 1.50	(3) 13 1.75	(3) 13 2.00	(3) 16 1.75	(3) 16 2.00	(3) 16 2.50	(3) 16 2.50	(3) 16 3.00	(3) 20 2.50	(3) 20 3.00							
8000					(3) 13 1.50	(3) 13 1.75	(3) 16 1.75	(3) 16 2.00	(3) 16 2.50	(3) 16 2.00	(3) 16 2.50	(3) 16 2.50	(3) 16 3.00	(3) 20 2.50	(3) 20 3.00							
8500					(3) 13 1.75	(3) 16 1.50	(3) 16 1.75	(3) 16 2.00	(4) 13 1.75	(4) 13 2.00	(4) 13 2.50	(4) 13 2.50	(4) 13 3.00	(4) 13 3.00	(4) 13 3.50	(4) 20 3.00						
9000								(4) 13 1.50	(3) 16 2.00	(4) 13 1.75	(4) 13 2.00	(4) 13 2.50	(4) 16 2.50	(4) 16 3.00	(4) 16 3.00	(4) 16 3.50	(5) 16 3.00					
9500								(4) 13 1.75	(4) 13 2.00	(4) 16 1.75	(4) 16 2.00	(4) 16 2.50	(4) 16 2.50	(4) 16 3.00	(4) 16 3.00	(5) 16 3.00						
10000									(4) 16 1.50	(4) 16 1.75	(4) 16 2.00	(4) 16 2.50	(4) 16 2.50	(4) 16 3.00	(3) 20 2.50	(5) 20 2.50	(5) 16 3.00					
10500	EJEMPLO:									(4) 16 1.75	(4) 16 2.00	(4) 16 2.50	(4) 16 2.50	(3) 20 2.50	(4) 16 2.50	(5) 20 2.50	(5) 20 3.00					
11000	4 Elevadores									(4) 16 2.00	(4) 16 2.50	(4) 16 2.50	(4) 16 2.50	(3) 20 2.50	(4) 20 2.50	(4) 20 3.00	(5) 20 3.00	CAP > 20				
11500			(4) 13 2.50									(3) 20 2.50	(4) 16 3.00	(4) 20 3.00	(4) 20 3.00	(6) 16 3.00	(5) 20 4.00					
12000													(4) 20 2.50	(4) 20 3.00	(4) 20 3.00	(6) 16 3.00	(5) 24 3.50	V > 35				
12500														(4) 20 3.00	(5) 13 2.50	(6) 16 3.50	(8) 20 4.00					
13-15000	* Entrepiso = 3.00 m.														(5) 16 3.00	(5) 24 3.00	(5) 24 4.50					
15-18000															(5) 20 3.50	(6) 20 2.50	(5) 24 5.00					

ESCALERAS MECANICAS

Las escaleras mecánicas son la solución adecuada para aquellos edificios donde un gran número de personas, se encuentran distribuidas en un área que comprende un cierto número de niveles, movilizándose casi constantemente, de un sitio a otro y deteniéndose en cada sitio muy poco tiempo.

Este personal que estará desplazándose constantemente tanto hacia arriba como hacia abajo y tienen un número bastante uniforme, es el que se toma como base para efectos de cálculo con máximos solo ocasionales.

Por lo tanto, la escalera mecánica es más apropiada para grandes tiendas y almacenes, para los sótanos y primeros niveles de supermercados y otras tiendas departamentales y para trasladar de un piso a otro al usuario en las estaciones del metro, ferrocarriles y estaciones terminales de autobuses.



TIPO	CAPAC. PERS/H	ESCALON F	VELOC. M/S	RECORRIDO (H)		A	B	C	D	E	G	J	K	
				MINIMO	MAXIMO									
32-UB-SL	4500	610	0.50	30°	2000	6100	B + 5358	H × 1.732	2516	2842	4782	920	1230	1330
48-UB-SL	9000	1017			4500	1327						1638	1737	
32-UB-SL	5000	610	0.50	35°	2300	6100	B + 5516	H × 1.428	2609	2907	4596	920	1230	1330
48-UB-SL	9000	1017			4500	1327						1638	1737	

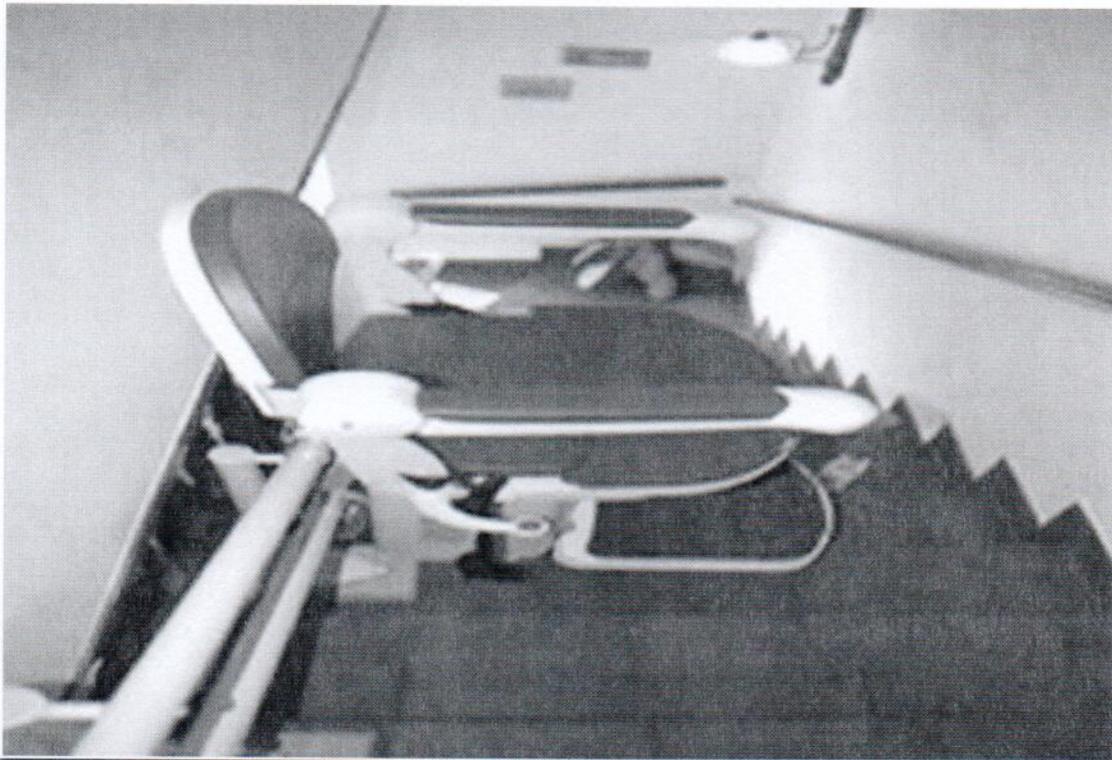
ELEVADORES PARA DISCAPACITADOS

Los elevadores son una gran ayuda para los minusválidos, ya que les ayudan en gran parte a realizar sus tareas cotidianas.

Hay elevadores de minusválidos para escaleras, donde se instalan al lado de la pared del edificio, por lo que hay un espacio especial para poner una silla para poder subir al minusválido, y la otra parte de la escalera deja un espacio libre para poder subir a pie.

Hay otro tipo de instalación que es similar al de la silla, pero en vez de la silla va instalada una plataforma que ayudaría a subir con silla de ruedas y la instalación es muy parecida.

También existen elevadores para viviendas unifamiliares, que se instalan como si fuera un ascensor normal y corriente.



ELEVADORES PARA DISCAPACITADOS

Reglamento de construcción Ciudad de México

4.1.5 ELEVADORES

En el diseño y construcción de elevadores, escaleras eléctricas y banda transportadoras se debe cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-053-SCFI, “Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga –

Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos” y con lo establecido en el Artículo 620 “ascensores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas” de la Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEDE “Instalaciones eléctricas (utilización)”. Cuando existan 4 cabinas en un edificio, deberán dividirse de manera tal que se provean por lo menos dos cubos de elevador separados. De existir más de 4, la cantidad de cabinas dentro de un único cubo no deberá exceder de 4.

4.1.5.1 ELEVADORES PARA PASAJEROS

Las edificaciones deberán contar con un elevador o sistema de elevadores para pasajeros que tengan una altura o profundidad vertical mayor a 13.00m desde el nivel de acceso de la edificación, o más de cuatro niveles, además de la planta baja.

Quedan exentas las edificaciones plurifamiliares con una altura o profundidad vertical no mayor de 15.00m desde el nivel de acceso o hasta cinco niveles, además de la planta baja, siempre y cuando la superficie de cada vivienda sea, como máximo 65 m² sin contar indivisos.

Los cuartos de máquinas que contengan equipamiento para elevadores, deberán estar provistos con sistemas independientes de ventilación o de aire acondicionado de manera tal que se mantenga la temperatura adecuada para la operación por bomberos de los elevadores en caso de emergencia.

La temperatura de funcionamiento será establecida por el fabricante del elevador. Adicionalmente, deberán cumplir con las siguientes condiciones de diseño:

I. Los edificios de uso público que requieran de la instalación de elevadores para pasajeros, tendrán al menos un elevador accesible con capacidad para transportar a personas con discapacidad. Las dimensiones en el interior de la cabina estarán de acuerdo a la demanda, tipo de servicio (general, prioritario o exclusivo para personas con discapacidad), número y posición de las puertas (para cabinas de una puerta o dos puertas opuestas mínimo 1.10m por 1.40m de longitud y para cabinas de dos puertas en ángulo mínimo 1.40m por 1.40m de longitud);

II. Los elevadores o plataformas accesibles cumplirán con las siguientes condiciones de diseño:

a) Contar con un espacio horizontal fuera de la cabina del elevador en cada piso, de 1.50m de ancho que coincida con el vano de la puerta del elevador y con el área de controles y una longitud de 1.50m. En dicho espacio no se colocará ningún elemento que obstaculice su uso, y se debe contar con pavimento táctil de advertencia paralelo a la puerta del elevador con un

ancho de 1.50m que coincida con el espacio horizontal fuera de la cabina y una longitud mínima de 0.30m;

b) La distancia entre el piso exterior y el piso de la cabina en el plano vertical y horizontal debe ser de máximo 3.5cm;

c) El ancho libre mínimo de la puerta a la cabina deberá ser de 0.90m, de apertura automática y contar con un sensor capaz de detectar objetos a una altura de 0.20m y 0.70m sobre el nivel de piso terminado;

d) Contar con un pasamano mínimo en la pared donde están ubicados los controles o en la pared adyacente a la puerta y cumplir con el numeral 2.3.9 de pasamanos y barandales;

e) Los botones de control en el exterior e interior de la cabina se ubicarán entre 0.70m y 1.20m de altura. Los botones interiores deben colocarse en alguna de las

paredes laterales a una distancia de mínimo 0.40m de las esquinas en el plano horizontal. Los botones estarán acompañados por caracteres o números arábigos táctiles en alto relieve y en braille con color contrastante, colocados inmediatamente a la izquierda o parte inferior del botón que representan.

Los botones deben tener indicadores visuales que muestren que la llamada ha sido registrada. Dicho indicador debe apagarse cuando la cabina efectúe la acción (arribo de cabina o al piso asignado);

f) La cabina contará con un indicador sonoro y visual de parada y de información de número de nivel.

CONCLUSIONES

Hoy en día una de las decisiones más importantes con las que se encuentra el Arquitecto al proyectar un edificio, es la selección del transporte vertical; el cual debe ser diseñado de tal modo, que propicie el acceso a todos los niveles del edificio, en tal medida que el servicio sea el mínimo suficiente para satisfacer todos los requerimientos que se presenten.

Un factor muy importante será considerar que, del costo de la construcción, el sistema de transporte vertical representa el 10" y el 15% o más; por lo que si el sistema seleccionado es excesivo, este puede gravar significativamente el costo de la construcción y desperdiciar áreas rentables; y en caso contrario un equipo insuficiente requeriría en corto tiempo, una enmienda muy costosa, incluyendo los inconvenientes de obra y/o remodelación en vestíbulos de todos los niveles. Además, si la deficiencia no es subsanada, el funcionamiento y prestigio del edificio estarán disminuidos de por vida, con la consiguiente de rentabilidad.

De lo anterior, se desprende la importancia de que el Arquitecto Diseñador conozca los factores y conceptos esenciales requeridos para una selección adecuada (técnica y económica) y oportuna del sistema de comunicación vertical

en los edificios. Considerando que en los elevadores, las características de un servicio ideal son:

- Acceso inmediato a las cabinas en todas las plantas.
- Rapidez en el transporte.
- Suavidad en el movimiento durante los periodos de aceleración de velocidad constante y de desaceleración.
- Entrada rápida y salida sin molestias.
- Funcionamiento rápido y silencioso de las puertas.
- Visibilidad de los indicadores de los pisos y de los pulsadores.
- Funcionamiento silencioso, suave y seguro de los dispositivos de seguridad.
- Iluminación adecuada.

CAPITULO 3

INSTALACIONES DE OXIGENO, AIRE Y OXIDO NITROSO PARA HOSPITALES

MTRO. ALEJANDRO CERVANTES ABARCA



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO

División de ciencias y artes para el diseño.

Departamento de procesos y técnicas de realización.

INSTALACIONES DE OXIGENO, AIRE Y OXIDO NITROSO PARA HOSPITALES

INTRODUCCION

En la terapéutica moderna de padecimientos del corazón tórax, vías respiratoria s u otras es muy frecuente la aplicación de oxígeno, ya sea directamente por medio de mascarillas en la boca y nariz o inyectando oxígeno a un espacio cerrado pequeño, llamado tienda de oxígeno en el cual el paciente efectúa la aspiración.

El oxígeno que se emplea en la medicina se obtiene del aire mediante un proceso químico que se realiza en plantas industriales. Estas plantas suministran el oxígeno a los hospitales en estado de gas comprimido o líquido, en la actualidad en este último.

En cuanto a la forma de surtir oxígeno a los hospitales depende del consumo que se haga, de la distancia de la planta de producción y de las posibilidades de estas, lo cual determina la elección de alguna de las tres formas que son: por cilindros, en batería y por medio de un gran depósito estacionario.

Los tanques de oxígeno son de acero, capaces de resistir presiones de más de 2200 libras por pulgada cuadrada, presión común en un tanque de oxígeno.

En un extremo del tanque hay una válvula que abre o cierra el orificio de salida del oxígeno y está construido para soportar altas presiones, a las que está sometido al estar cerrado. Cada tanque tiene un capuchón de acero con rosca que se pone en la parte superior para proteger la válvula cuando esta no se usa.

Cuando el oxígeno va a obtenerse de tuberías de abastecimiento, se deja un sitio especial para colocar una o varias válvulas en la pared.

Hay dos clases de tomas en el sitio de la válvula:

- Una funciona en forma manual girando una perilla.

- Otra que consiste en un aparato de acoplamiento llamado conexión rápida en la cual puede conectarse un medidor de flujo enchufándolo a la válvula.

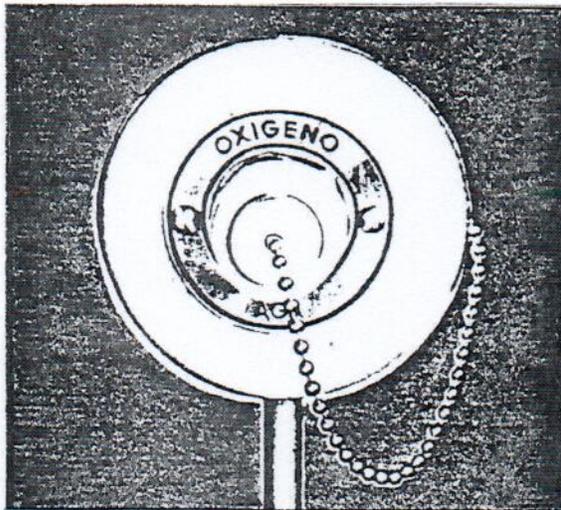
El oxígeno fluye a través de las tuberías con una presión baja que suele ser de 50 a 60 libras por pulgada cuadrada.

VAVULA DE SALIDA EXPUESTA (VISIBLE)

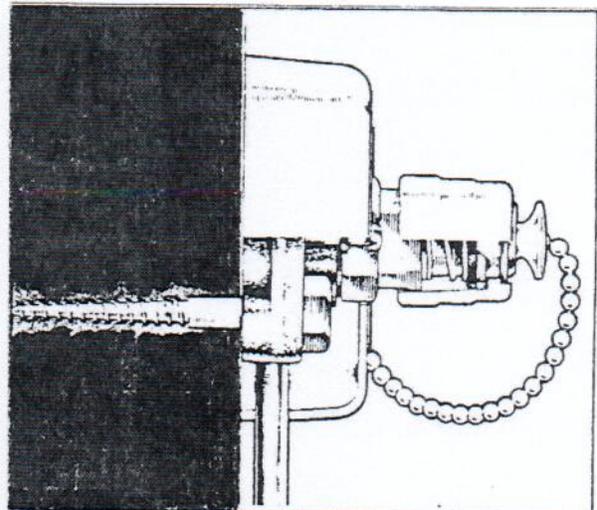
OXIDO NITROSO

Es un gas que se emplea en los hospitales como anestésico en operaciones quirúrgicas, combinado con otros anestésicos. Mezclando solamente con el oxígeno el óxido nitroso tiene aplicación en odontología (gas hilarante), en ortopedia y obstetricia.

La ventaja de su empleo consiste en que no ofrece riesgos de explosión en los



Una válvula de salida para montaje visible consiste en el mismo mecanismo de la válvula de cierre automático de enchufe rápido, como una válvula de salida de empotrar.



Y en lugar de la placa impulsadora de apertura, hay un manguito de plástico.

La distancia del centro al centro de la válvula deberá ser de 210 mm. mínimo.

quirófanos como sucede en el ciclo propano, pero no es un sustituto en forma absoluta por que el grado de anestesia que produce es menor.

Las plantas que producen el óxido nitroso lo surten a los hospitales en estado líquido, comprimido en cilindros de unos 40 kg. Que por disposición reglamentaria solo pueden llenarse a las $\frac{3}{4}$ partes de su volumen.

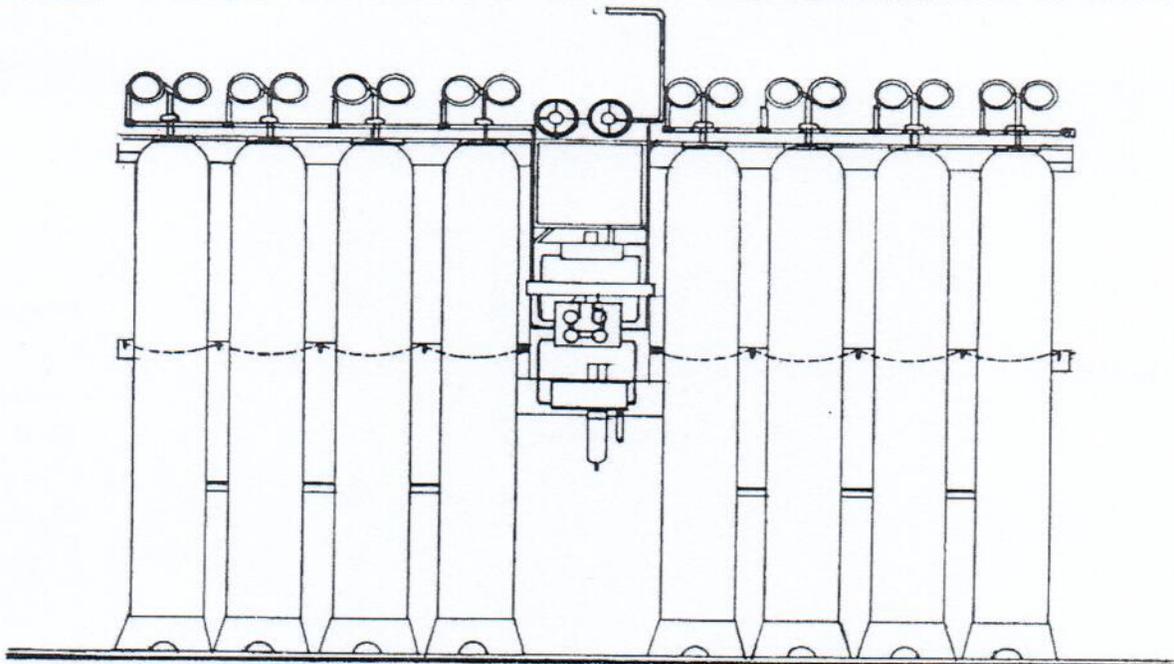
El consumo de óxido nitroso es aún más difícil de prever que el oxígeno pues depende de las técnicas médicas establecidas en cada institución, de manera que antes de proceder a realizar la instalación debe consultarse con los médicos asesores del programa y con las casas proveedoras.

LAS INSTALACIONES CONSTAN DE:

- Gases medicinales
- Centrales de gas

Que se dividen en 4 para hospitales:

1. Instalación de oxígeno



CENTRAL DE OXIDO NITROSO CON TANQUES DE 40 Kgs (2 x 4)

2. Instalación de aire comprimido
3. Instalación para óxido nitroso
4. Instalación para vacío

1.- La instalación de oxígeno consta de:

- Termo para el oxígeno líquido
- Central manifold
- Tubería de distribución
- Válvula de zona o seccionamiento
- Tomas para salidas murales
- Equipo de dosificación (fluxómetros)

2.- La instalación de aire comprimido consta de:

- Compresores con alternadores
- Tubería de distribución
- Válvula de zona o seccionamiento
- Válvula de salida murales
- Equipo de solución

3.- La instalación para óxido nitroso es similar a la del oxígeno, pero no se usa tanque termo.

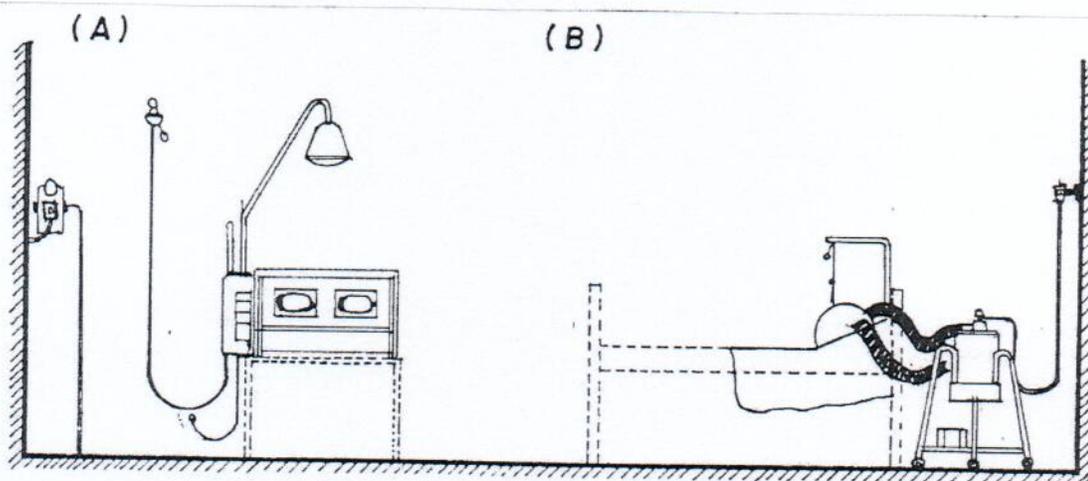
4.- La instalación para vacío consta de:

- Bombas de vacío
- Tanque de almacenamiento de vacío
- Tubería de distribución
- Válvulas de seccionamiento
- Válvulas de salida
- Equipo de vacío

DATOS GENERALES EN TUBERIAS PARA OXIGENO

- Tubo de cobre tipo "L", superficie lisa, 100 años o más de duración, poco desgaste.

- Conexiones de cobre forjado unido con soldadura de plata o sustituto de plata
- Lavado con tricotileno
- Prueba de hermeticidad con nitrógeno a 14 kg. Durante 48 horas sin que se presente caída de presión.
- Los soportes son de solera de fierro con abrazaderas de cobre para sujetar los tubos y se sopletea con nitrógeno.



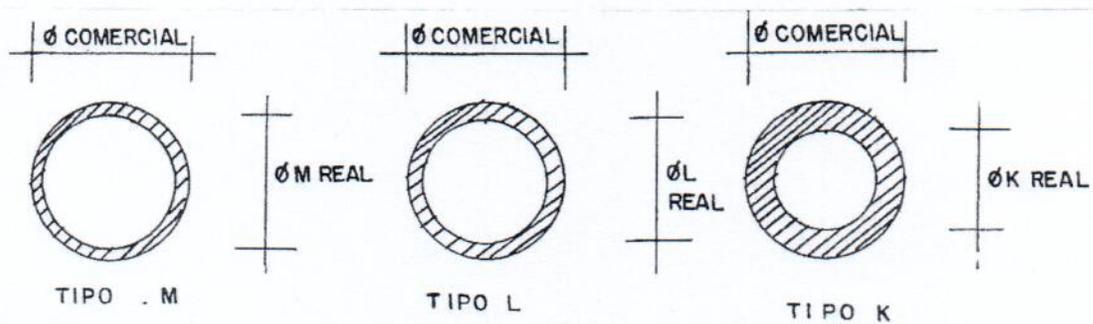
- Las válvulas y todas sus conexiones deben ser lavadas o desaguadas para usos especiales.
- Los compresores estarán equipados con alternadores
- Las dimensiones de tuberías, válvulas y compresores será de acuerdo al consumo previsto, por medio del cálculo de gasto.
- La caída de presión permitida es de 0.250 kg.

DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

1.- Tipos de tuberías, medidas y características

Las medidas de las tuberías dependen de la cantidad de flujo, volumen de gas que se vaya a utilizar en un hospital, por ejemplo digamos que existen 500 tomas se tendrá un ramal principal que podrá ser de 50 mm. (2") de diámetro con ramaleos secundario con diámetros menores.

ESQUEMA DE TOMAS DE OXIGENO PARA INCUBADORAS Y CAMAS



En instalaciones donde se requieran 4 o 5 salidas de óxido nitroso u oxígeno puede usarse tuberías de diámetro muy bajo 9.4 mm. (3/8 ").

Para el cálculo de los diámetros se parte de la fórmula física, gasto igual a velocidad por sección, se reduce la sección dependiendo del gasto y la velocidad de flujo que se tenga.

2.- MATERIALES

Normalmente se utiliza cobre (cu), el hierro no es utilizado porque el oxígeno es ávido de cualquier metal, produciéndole corrosión.

En el mercado de la industria se puede contar con 3 tipos de tubería de cobre que son los siguientes:

- Tipo M-Delgada
- Tipo L-Normal
- Tipo K-Gruesa

ITS. - Es similar a la galvanizada para agua (en espesor).

Dependiendo de las presiones se usa el tipo de tubería, normalmente se usa tubería tipo "L" o "K".

El tipo "L" se usa para agua generalmente y la "K" es para altas presiones por lo que se debe especificar el tipo de tubería y su diámetro (calculado).

Hace 40 años en todas las instalaciones se utilizaban cobre tipo "K", por seguridad debido al desconocimiento del comportamiento de muchos de los gases, si se usaba la tubería delgada se corría el riesgo de que explotase optándose por la tubería más gruesa para evitar daños.

Actualmente ya se tiene el conocimiento de que tipo de tubería se puede emplear, la "L" para bajas presiones y para altas presiones se utiliza acero inoxidable con tubería cedula 180.

3.- DESGASTE

En las tuberías de cobre no hay desgaste por que la fricción del gas con el material es cero.

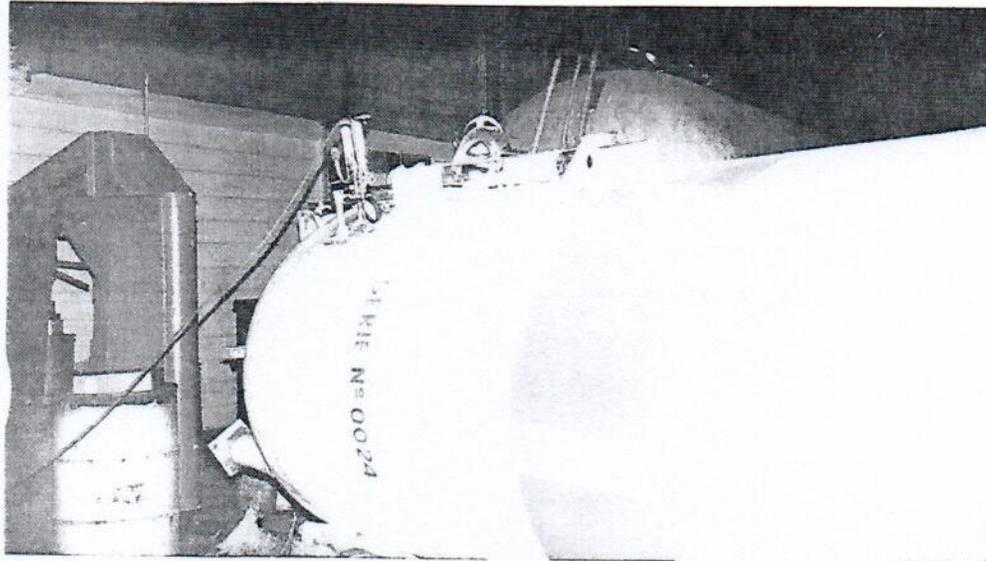
Por corrosión, si se presenta el desgaste, el hierro tiene una vida útil mucho menor, dependiendo de las condiciones atmosféricas donde se encuentre, en donde se presentan muchos gases de azufre, se le forman sulfatos de cobre que influyen directamente en la tubería (corrosión).

En un hospital el cobre es prácticamente eterno y el fierro dura de 30 a 50 años dependiendo del espesor, si esta tubería es muy delgada tendrá una vida útil de 10 años puesto que presentaría corrosión interna y humedad (no corrosión externa).

4.- Mangueras

En general en las instalaciones no se utilizan mangueras, están son empleadas en las salidas de las tuberías como seria para las mascarillas o tiendas, puesto que no tienen presión, son de cualquier material preferentemente vinilo por ser más flexible, se puede utilizar hule, pero se ensucia más fácilmente por dentro siendo difícil su detección y en cambio en vinilo es más líquido.

5.- Tanques de gas intercambiables



Tanque termo de oxígeno líquido con capacidad de 6000 lts. Al cual se le están haciendo pruebas ya que perdió el vacío por fisuras.

Para instalaciones chicas se siguen utilizando tanques pequeños de 4 a 6 metros cúbicos, existen otro tipo de tanques llamados semi-trailers que son tanques más grandes de una capacidad de 20 metros cúbicos con cilindros y consta de 15 o 20 cilindros en cada tráiler.

Otros son los tanques termos y en los hospitales por lo general se utilizan tanques termos de poca capacidad ya que existen desde 1500 hasta 50000 litros de oxígeno líquido y este se pasa por intercambiadores de calor para que se vuelva gas.

Los tanques estacionarios no son utilizados para almacenar gas si no que este se almacena como oxígeno líquido. El líquido al transformarse es gas es 700 veces su volumen, es decir cada litro contiene 700 litros de gas.

TANQUE EN CASA DE MAQUINAS DE UN HOSPITAL

Cuando un tanque pierde el vacío, se prueba introduciendo gas helio a compresión y con un manómetro conectado a un sistema electrónico detecta las fisuras, entonces se recubre con plástico al cual se le van haciendo hoyos por secciones y

se repiten las pruebas, así se prueba todo el tanque. Con una pequeña fisura el tanque puede perder 2% de su carga al día.

6.- Proceso de producción

El proceso en general es el siguiente; para obtener oxígeno líquido se parte de la utilización del aire atmosférico como materia prima que se pasa por los filtros (filtros absolutos) y posteriormente se empieza a comprimir.

Al comprimirse baja su temperatura, cuando la temperatura es de -170° centígrados empieza a presentarse la transformación del aire a líquido de tipo compresión.

Al volverse líquido el aire se destila o sea que se separa por fracciones de temperatura dando por resultado la separación del argón, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno.

Para este proceso se utilizan unas torres, llamadas columnas de destilación, ahí se destilan y se separan los gases por temperatura exclusivamente.

El proceso de compresión es muy costoso, así como sus instalaciones, la destilación se lleva a cabo con sumo cuidado, contando además con compresores especiales, ya que el oxígeno combinado con grasa es altamente explosivo, por lo que el personal que participa en este proceso es sumamente especializado, igual que el equipo y las instalaciones.

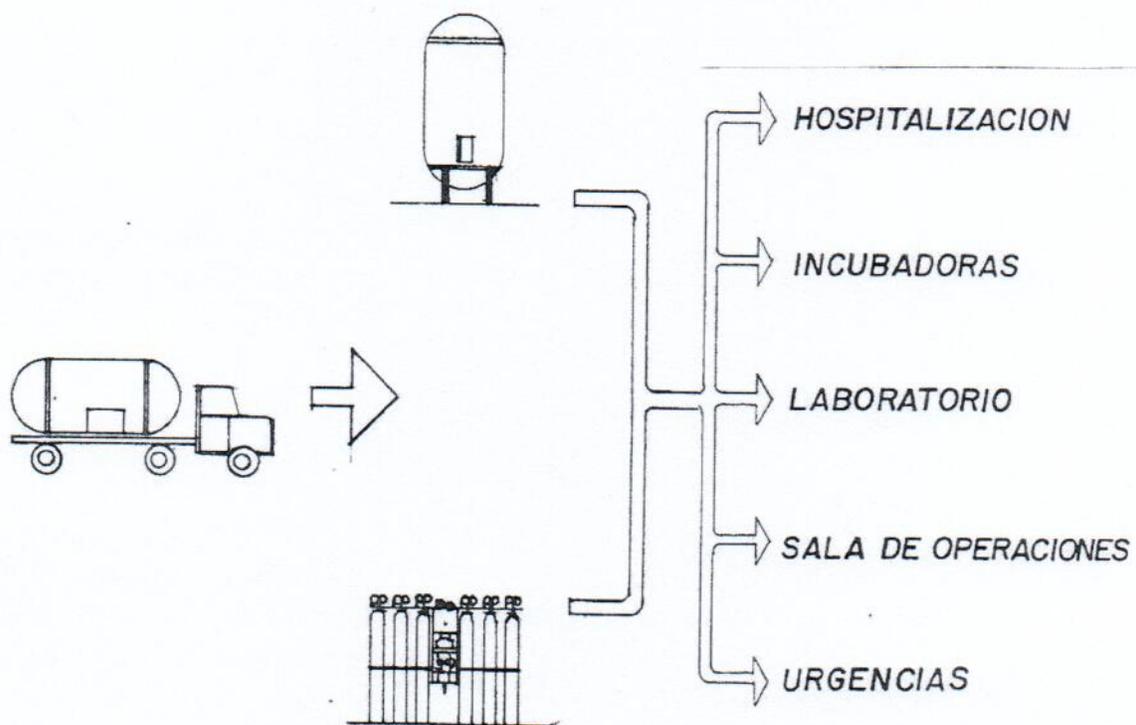
Después de obtenido el oxígeno es almacenado en tanques o tráiler y es transportado a los sitios de consumo transfiriéndolos a los tanques del lugar. De los tanques, el gas líquido es pasado a un evaporador con un gasificador y es utilizado como gas (sistema utilizado para un alto consumo).

Para mediano consumo se utilizan tanques puestos en un pequeño tráiler y para bajo consumo se utilizan 4 o 6 cilindros intercambiables.

7.- Instalación de oxígeno

De una central de abastecimiento se pasa a un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser trasladado el oxígeno a una línea con regulador principal, con una línea de abastecimiento general y ramaleos dirigidos a las salidas de cada cuarto, normalmente este tipo de instalaciones se seccionan, dependiendo de la magnitud de las instalaciones; son secciones con válvulas de interrupción por áreas, si son grandes se harán dos o tres secciones y en caso de ser pequeñas se tiene una por piso.

La salida en cada cuarto depende del número de camas, para tres camas se pondrán dos salidas, una sencilla y la otra doble, en caso de ser dos camas se propone una salida doble o consola de salidas dependiendo de cómo se utilice.



ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCION DE OXIGENO

8.- Sistema de aire comprimido

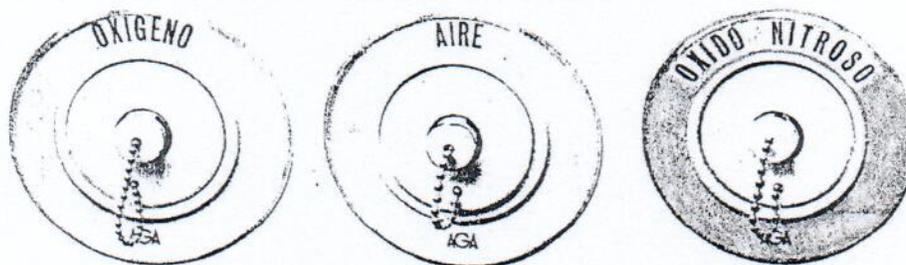
Se emplea para succión, esta se hace mediante trombas, o sea se inyecta aire comprimido por medio de un venturi (una reducción con un orificio por medio del

cual se jala aire de junto provocando un vacío) esto se conectan al aire comprimido formando así un vacío que sirven para succionar flemas, sangre, etc.

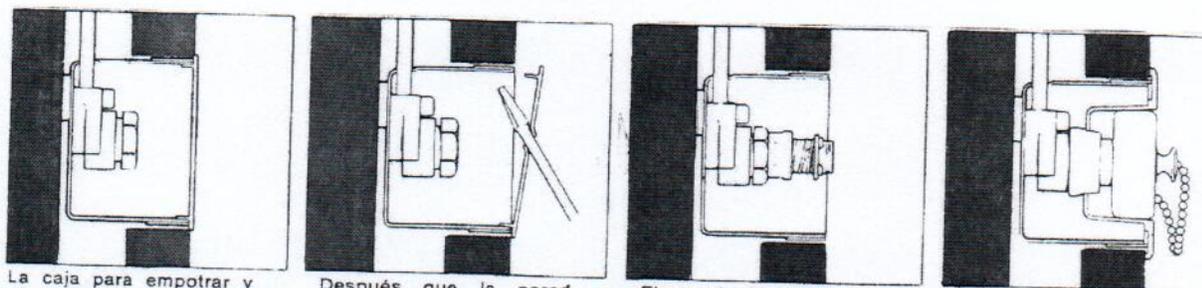
Su instalación es similar a la del oxígeno en cuanto a características de tubería, soportería, válvulas, etc. Pero en lugar de que en la central sean tanques, se utiliza una compresora de aire, estas instalaciones vienen por piso, plafón o por la central de enfermeras, con alarma donde se indica si hay aire u oxígeno en las líneas, para que en un momento dado no se quede sin el oxígeno el paciente por no haber previsión o por que la compresora se trabo, se quemó, etc.

9.- Óxido nitroso

Solo se utilizan en las salas de operaciones (considerando un anestésico) con instalación similar a la del oxígeno, en tomas, con diferentes placas, diferentes roscas para no conectar el equipo equivocado, o con leyendas.



Tornas diferenciadas con leyendas y diferentes roscas para no conectar el equipo equivocado



La caja para empotrar y el cuerpo de la válvula con tapón están montados en una pared o en un tablero, listos para la prueba del sistema de tubería.

Después que la pared ha sido pintada y terminada, la tapa de protección se quita con un cuchillo o desarmador y se desatornilla el tapón.

El enchufe rápido se atornilla fuertemente en el cuerpo de la válvula. Se puede ordenar una llave especial y usarla, lo que facilitará el montaje.

El cojinete de goma se presiona dentro del acoplamiento. Se inserta la caja de plástico en el anillo cubridor y después se ajusta alrededor del cojinete de goma.

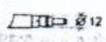
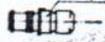
TOMAS DE OXIGENO, AIRE Y OXIDO NITROSO

10.- Instalaciones para vacío

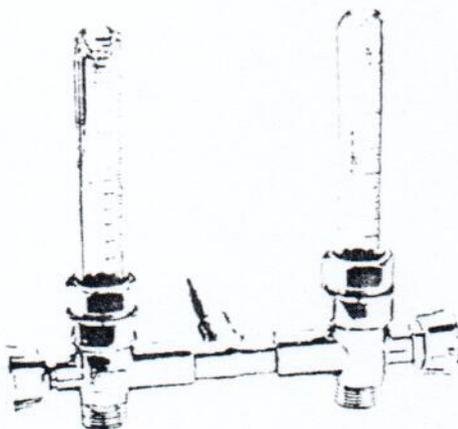
Se usaron en una época, no es conveniente por que la fricción por vacío es muy alta, se necesitarían maquinas sumamente grandes para hacer vacío, se sabe que el máximo de vacío que puede existir en la tierra es de 1 kg/cm, en cambio en presiones se pueden dar de 15 a 25 kgs. Hay menos perdidas por fricción y tendrían un diámetro muy grande para provocar ese vacío y el vacío a su vez succionaría parte de la humedad ambiente que tenga aceite de la máquina que es muy costoso, se usó data de 40 años atrás.



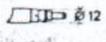
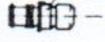
Fluómetro Sencillo para Oxígeno
graduado de 1 - 15 Lts./Min.

		
Enchufe Rápido MC	Enchufe Rápido VT	Volante ESTRELLA
611L00	611H00	611A00

Especifique Tipo de Conector.



Fluómetro Doble para Oxígeno
graduado de 1 - 15 Lts./Min.

		
Enchufe Rápido MC	Enchufe Rápido VT	Volante ESTRELLA
611M00	611J00	611D00

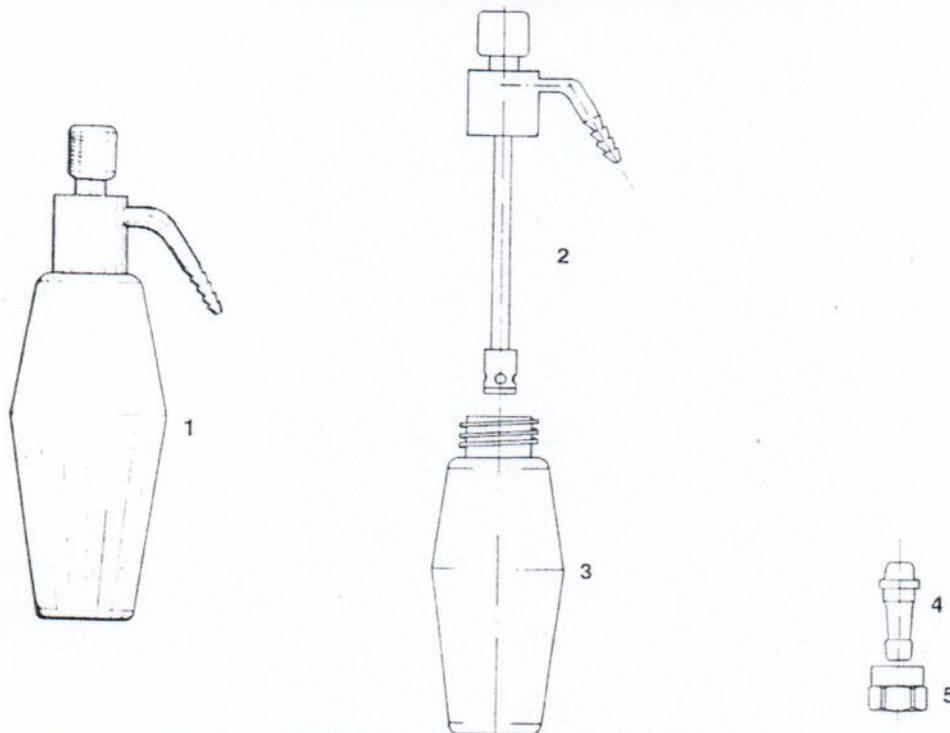
FLUOMETROS AGA PARA OXIGENO

11.- Equipo de dosificación

Flujómetros: tubo cónico con una pequeña esfera o una barrera que a medida que aumenta el gasto del flujo del gas, va subiendo la barrita por la velocidad que adquiere, la cual le da el cubo cónico, a mayor gasto debe tener una mayor área, la velocidad no es igual, sube y marea dependiendo de las condiciones del paciente, para especificar la cantidad de oxígeno o la cantidad de vacío que se suministra.

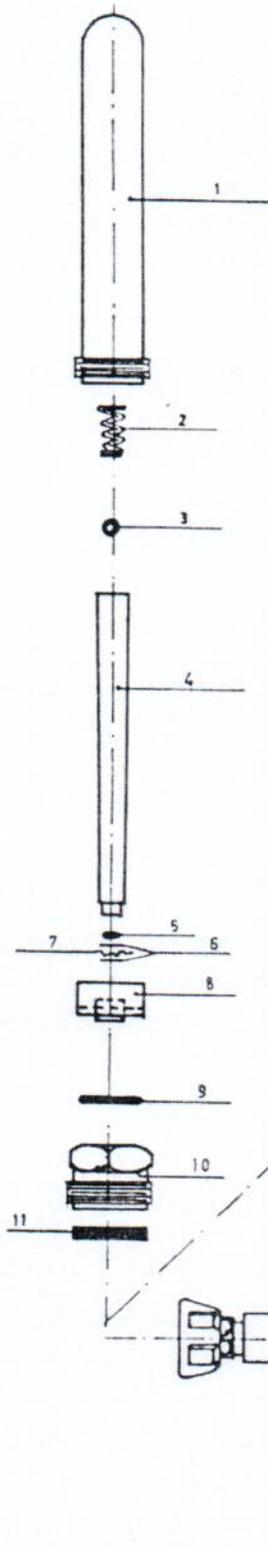
La instalación de oxígeno debe de contar además con una botella con agua debido a que el oxígeno viene anhidrido completamente y las mucosas nasales se resacarían y habría complicaciones serias y así con el oxígeno pasándolo por el agua se humedece.

HUMEDECEDOR AGA ME-800

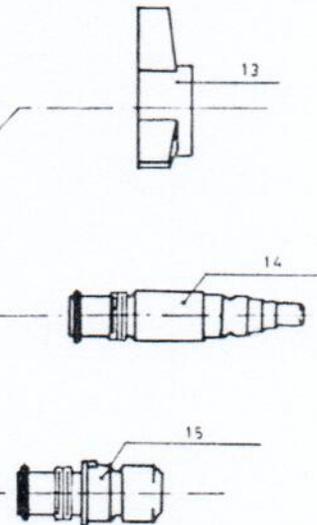


No.	DESCRIPCIÓN	CLAVE
1	Humedecedor AGA ME-800 con Frasco de Plástico	591I00
2	Humedecedor AGA ME-800 sin Frasco	621Y01
3	Frasco de Plástico para Humedecedor	621Y22
4	Niple para Manguera	621Y13
5	Tuerca para Niple	611Y12

PARTES DE FLUOMETROS PARA OXIGENO AGA



No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	611Y05	Tubo de Plástico Graduado
2	611Y07	Resorte
3	611Y06	Bolita Indicadora de Flujo
4	611Y04	Tubo de Vidrio Cónico
5	611Y09	Rondana de Hule 3.3 x 2.4 mm.
6	611Y01	Filtro de Alambre
7	611Y02	Filtro de Tela
8	611Y21	Tuerca y Niple 4 Agujeros
9	611Y08	Rondana de Hule
10	612A01	Tuerca Cromada para Sujetar Tubo
11	611Y03	Empaque de Hule 7 Agujeros
12	611A15	Cuerpo con Valvula de Salida
13	611L07	Conector para Volante Estrella
13	611A02	Volante Estrella
14	611L06	Conector a Valvula V T
15	611L01	Conector a Válvula M C



12.- Alternadores

Se utilizan dos compresoras para instalaciones grades para usar uno y otro tenerlo como reserva para emergencia.

13.- Óxido nitroso

Solo se almacena en tanques y la ramificación seria rígida a la zona de quirófanos únicamente, puesto que es considerado un anestésico.

14.- Problemas en las instalaciones

Por lo general en donde se llegan a presentar problemas en las instalaciones es debido a falla del material.

Para llevar a cabo las pruebas en cuanto a la resistencia del material debido a la presión, se debe llevar por ella una presión de $\frac{1}{2}$ k, esta debe permanecer 24 horas con la misma temperatura ambiente, se pasa a la lectura al día siguiente y si es igual a la fijada, esto nos indicara que no hay fallas en la tubería y se puede seguir la prueba.

Posteriormente se inyecta una presión de 2 Kg. aumentándola gradualmente hasta llegar a 10 kgs.

Las pruebas se inician con el ramal principal para posteriormente ir probando las secciones. Si en las tomas de lectura se presentan un baja de presión se prosigue a hacer revisiones por secciones controladas por válvulas.

15.- Tanques

Son probados a altas presiones y sometidos a un vacío de 25 micrones.

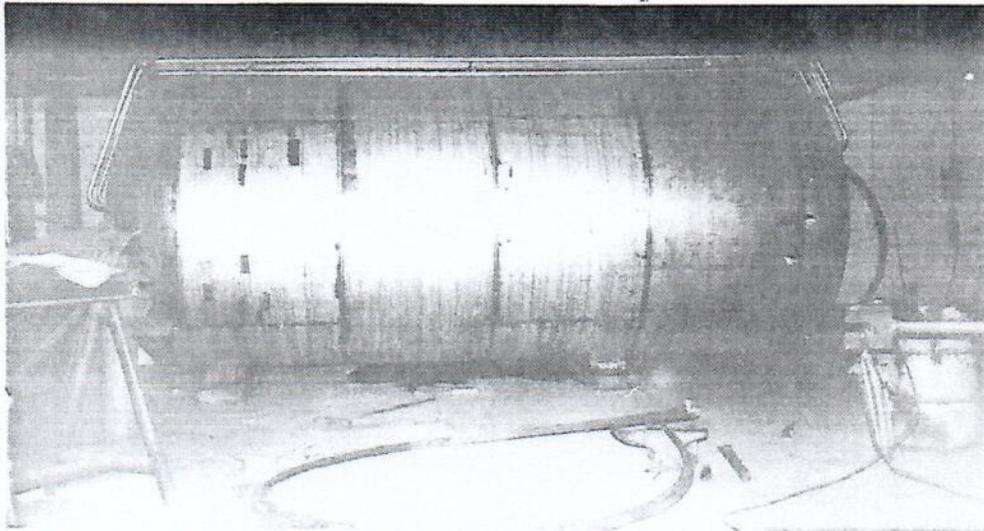
Cada tanque debe llevar un expediente de registro donde se lleva el record de horas, que vacío se tiene, que temperatura y los días, así como record de la fabricación, etc.

Sus capacidades varían desde 50000 litros a más chicos de hasta 1500 litros.

16.- Evaporizadores

El oxígeno líquido es introducido por una de las entradas a -190° C. pasado por todo el recorrido de los tubos del vaporizador, que consta de aletas que ayudan a dispersar el frío radiándolo al medio ambiente dando como resultado gas.

CONSTRUCCION DE UN TANQUE TERMO

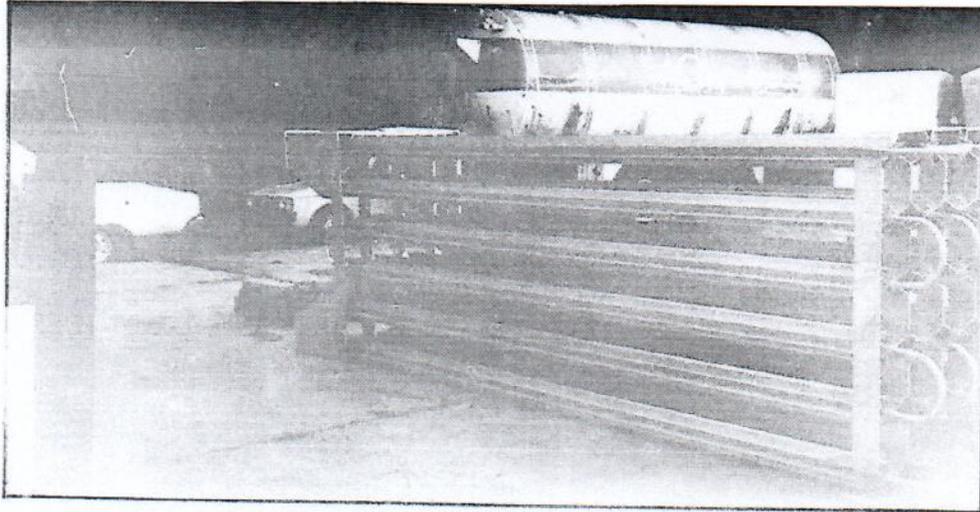


Tanque interior que está en los tanques y va colgado. Entre el tanque interior y el exterior, hay un espacio aislado a alto grado de vacío (25 a 100 micrones) ese vacío se debe mantener mucho tiempo. El tanque interior es inoxidable, lleva varias válvulas y se prueba antes de colocarse por medio de radiografías.

El recorrido depende del volumen de gas que se requiera, también dependiendo del tamaño o número de unidades es el volumen de gas que se va a usar.

No hay peligro de fallas ya que el oxígeno es introducido a una temperatura menor a -100 grados centígrados. Si se presentase una falla, esta se mostraría en forma de hielo (se congelaría) en las aletas, no representando ningún riesgo (son probados a alta presión).

EVAPORIZADORES



Evaporizadores en los cuales entra el oxígeno a -198°C . pasa y va dando vuelta a las aletas disipando el frío y radiando al ambiente para que salga el gas. Hechos de aluminio para que radie mejor el calor ya que lo toma y lo transmite fácilmente y además para que no se oxide al estar a la intemperie.

El material empleado en las aletas es el aluminio puesto que radia mejor el calor en comparación con los demás materiales, además no se oxida aun estando en la intemperie (toman el calor y lo transmiten fácilmente).

17.- Carros tanques

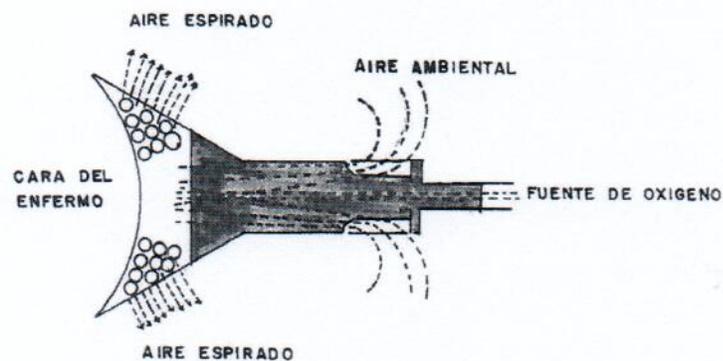
Se utilizan tanques termo de doble pared entre las que se han hecho vacío, y son llenado por medio de bombas que pasan el gas líquido del tanque de almacenamiento al carro-tanque para posteriormente pasar a los vaporizadores y finalmente el uso.

MANERA DE FIJARSE UN MEDIDOR DE FLUJO DE OXIGENO EN UNA TOMA DE PARED.

- Primero se cierra la válvula de ajuste a flujo.
- Introduzca un adaptador del medidor de flujo de oxígeno en la abertura de la toma de la pared y oprima.

Las tomas de pared tienen una guía de seguridad, de manera que el equipo de oxígeno solo puede conectarse en la válvula de oxígeno y el equipo de aspiración solo en la de aspiración.

MANERA DE FIJARSE UN MEDIDOR DE FLUJO DE OXIGENO EN UNA TOMA DE PARED.



PRINCIPIO DE CORRIENTE DE AIRE CON ENRIQUECIMIENTO DE OXIGENO.

CONSUMO

Es difícil de establecer coeficientes para el cálculo teórico de consumo de oxígeno en los hospitales, pues ello depende de los casos que tengan de diversos padecimientos y de los tratamientos establecidos por el personal médico. Sin embargo, tratándose de hospitales generales pueden tomarse en cuenta los siguientes datos.

El gasto de oxígeno en los cuartos de enfermos se considera que en general es de 4 lt/minuto/salida y en algunos casos 6 lt/minuto/salida.

En relación con el número de camas se ha experimentado que los hospitales de Neumología y Cardiología requieren depósitos de oxígeno a razón de 6 metros

cúbicos por cama con toma. Estos datos se suponen un abastecimiento normal de dos veces por semana.

Nota: Un litro de oxígeno líquido contiene 700 litros de gas.

OXIDO NITROSO

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

El óxido nitroso es el único gas inorgánico que se emplea para anestésicar al hombre, es incoloro, de olor dulzaino, no irritante. Su peso molecular es de 44.02 y es específico 1.527 (aire=1). Es fácilmente comprensible a 50 atmósferas de presión a 28 grados centígrados en forma de líquido claro e incoloro cuyo punto de ebullición es de 89° centígrados.

No es inflamable ni explosivo, pero favorece la combustión de otras sustancias, aun en ausencia de oxígeno, puesto que a temperaturas superiores a 450° centígrados se descompone en Nitrógeno y Oxígeno.

Se presenta en el comercio en cilindros azules de varios tamaños y comprimidos hasta el estado líquido, a una presión de 800 libras por pulgada cuadrada.

Para probar los partos anestésicos antes de proceder a una anestesia, el personal de anestesia debe tener acceso a tomas de oxígeno, óxido nitroso y aire comprimido, fuera del área cerrada de la sala de operaciones. Cuando se requiere de utilizar anestesia inhaladora se debe, si es posible, colocar tomas por acoplamiento de aparatos de anestesia y de succión en la sección de rayos x.

En la sala de partos el regulador de la presión del aparato de óxido nitroso, debe de estar colocado permanentemente en la válvula de toma, esta válvula debe de estar provista por lo tanto de un tapón roscado. Debe haber también tomas de oxígeno con mecanismo para hacer manualmente respiración artificial.

En todos los sitios en que se necesite gas o succión, se deben instalar tomas, de esta manera se aprovechan todas las ventajas derivadas por la instalación central de gas en cuanto a economía, racionalización, seguridad e higiene se refieren.

RECOMENDACIONES

Los depósitos e instalaciones de oxígeno no estarán expuestos a daños mecánicos, no estarán inmediatos a líneas de energía eléctrica ni a depósitos o tubería de gases y líquidos combustibles flamables.

El pavimento de los accesos de los vehículos que surten el oxígeno se recomienda que no sea asfáltico o bituminoso.

En los códigos norteamericanos, que pueden servir de guía se especifican las distancias mínimas que deben mantenerse entre los depósitos de oxígeno y los siguientes elementos:

- Edificios cuyo tipo de construcción sea combustible o por el contrario incombustible, puertas y ventanas de los mismos.
- Depósitos de combustibles tomando en cuenta su volumen, clase de combustible y material de que están contruidos.
- Espacios abiertos vecinos libres o confinados entre construcciones.
- Sitios de reunión y áreas ocupadas por pacientes hospitalizados.

Importa mucho que el técnico a quien se le encomienda el proyecto de la instalación de oxígeno sea responsable del cumplimiento de las precauciones aconsejables para evitar un siniestro.

Las tuberías estarán exentas absolutamente de aceites o grasas que al introducir el oxígeno provocarían explosión, por lo cual, al ejecutar las instalaciones, deben de tomarse las medidas necesarias para evitar dichas materias y una vez concluidas, se realizaran pruebas rigurosas antes de poner la red en servicio.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Calefacción y climatización
Enciclopedia CEAC de la construcción / Barcelona España / 1978
- ❖ Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire
Cusa Ramos Juan / CEAC / Barcelona España / a978
- ❖ Manual de refrigeración y Aire Acondicionado
Air Condition and Refrigeration Institute / Prentice Hall Hispanoamericana /
Méx. 1987
- ❖ Refrigeración y acondicionamiento del Aire
W. F. Stoeker / Edit. Mc Graw Hill / México 1978
- ❖ Manual de Aire Acondicionado
Carrier / México 1995
- ❖ Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración
Hernández Goribar Eduardo / Edit. Limusa / México
- ❖ Elevadores
Rodríguez de la Cruz Héctor / Tesis UNAM / 1981
- ❖ Arte de Proyectar en Arquitectura
Ernest Neufert / Edit. Gustavo Gilli / España 1988
- ❖ Manual de Elevadores
IEM Villares S. A. / México
- ❖ Transporte Vertical
George R. Strakosch / Edit. Macombo / Barcelona España
- ❖ Manuales de AGA de México S. A.
Division Medical / Anestesiología / Willie W. D. And Churchill-Davison
Edit. Salvat / México 1969
- ❖ Drugs in Anaesthetic
Wood-Smith F. G. / Edit. Appleton-Century-Crofts / N. Y. 1978