



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS  
ÁREA ACADÉMICA DE ARQUITECTURA**

**LICENCIATURA EN ARQUITECTURA**

**ANTOLOGÍA  
"MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS I"**

**RESPONSABLES DE LA RECOPIACIÓN Y SELECCIÓN DEL MATERIAL  
DOCUMENTAL *ARQ. MARCO ANTONIO FLORES CHÁVEZ E ING. MAURICIO  
GUERRERO RODRÍGUEZ.***

Enero 2005

## INTRODUCCIÓN

Las especificaciones de construcción que se presentan, tienen por objeto, sentar las bases técnicas y legales, a la que deberá sujetarse la ejecución de proyectos de edificación e infraestructura.

El proceso de la construcción es el medio de ejecutar y delimitar los espacios para múltiples actividades (habitacional, comercial, industrial, de esparcimiento y de infraestructura) a través de la implementación de técnicas y procedimientos en constante evolución y con la utilización de materiales artesanales e industrializados propios de la zona o entorno del proyecto.

Es frecuente comenzar la obra lo antes posible, sin esperar el tiempo necesario que requiere la elaboración de planos, con la idea, que durante el proceso de la construcción se podrán resolver las dificultades, pero cuando se adopta esto, surgen problemas que deterioran la casa o edificio y disminuyen su eficiencia.

De esta manera se pretende decir, que la construcción siempre estará junto a la Arquitectura.

## **CONTENIDO.**

### **UNIDAD I.** Etapas previas a la construcción.

Conceptos generales.  
Datos de investigación.  
Antecedentes generales  
Conocimiento del predio.  
Investigación general.  
Reglamentos en vigor.  
Planos generales y especificaciones generales.  
Programación y organización de obras.  
Programa de barras.  
Investigación del terreno.  
Clasificación de los terrenos.  
Resistencia del terreno.  
Pasos a seguir para ejecutar una obra arquitectónica.  
Limpieza del terreno.  
Trazo y nivelación.  
Señalamientos.  
Trazos perpendiculares.  
Anchos de excavación.  
Niveles de piso terminado.  
Nivel a manguera.  
Nociones de topografía.  
Oficinas y bodegas provisionales.  
Oficina provisional.  
Almacenes o bodegas.  
Especificaciones de construcción de obra provisional.  
Distribución de la obra y bonificación.  
Procedimientos de excavación.  
Implementos de excavación.  
Excavaciones superficiales.  
Excavaciones profundas.  
Abundamiento.  
Consolidaciones superficiales.  
Plantillas.  
Rellenos.  
Equipos y maquinaria pesada para la construcción.

### **UNIDAD II.** Obras de protección.

Obras provisionales.  
Protección al público peatonal.  
Protección a la vía pública.

Protección al obrero.  
Protección de la obra.  
Ademes o apuntalamientos.  
Ataguías.  
Cimentaciones provisionales.  
Cimentaciones de mampostería.  
Cimentaciones aisladas.  
Cimentaciones con pendientes.  
Cimentaciones con relleno.  
Cimentación con terreno fangoso.  
Cimentación corrida.  
Cimentaciones colindantes.  
Precauciones para el drenaje.  
Aglomerados y morteros.  
Maderas.  
Cimentaciones superficiales de concreto.  
Diagrama y momentos flexionantes.  
Cimentación de concreto simple y ciclópeo.  
Contratraves y columnas.  
Anclaje y adherencia.  
Cimentación de colindancia.  
Losa de cimentación.  
Cimentaciones profundas.  
Pilotes.

### **UNIDAD III. Estructura.**

Muros.

- Especificaciones generales
- Divisorios
- De carga
- Contención

Tipos de refuerzos

- Horizontales
- Verticales

Armado de elementos estructurales

Firmes.

Rellenos.

Entrepisos.

Cubiertas.

Impermeabilización en cubiertas.

Escaleras exteriores.

Escaleras interiores.  
Cálculos en escaleras.

#### **Unidad IV** Cimbras

- Cimbras de madera
- Procedimientos constructivos
- Cimbras metálicas
- Andamios tubulares

#### **Unidad V** Concreto

- Generalidades del concreto
- Agregados y aditivos
- Métodos de dosificación
- Premezclado

## UNIDAD I.-TRABAJOS PRELIMINARES ETAPAS PREVIAS A LA CONSTRUCCIÓN



### 1.1- Conceptos Generales:

En esta unidad, es conocer antecedentes de construcción, predios para construcción, planos generales para la ejecución de obras arquitectónicas, reglamentos, tramites oficiales, equipos y maquinaria pesada para la construcción.

Así también se conocerán los procedimientos que se realizan en la ejecución de obras, hasta la fase de obra negra.

### 1.2- Datos de Investigación:

Es realizar visitas a las oficinas de licencias y permisos para construcción, para integrar la documentación necesaria para tramitar la aprobación.

### 1.3- Antecedentes Generales:



La construcción es el medio de formar y delimitar los espacios habitables-vacios, constituyendo el espacio construido. Pero siendo la construcción una acción de carácter físico, es una limitante ineludible de la concepción imaginativa de los espacios.

Las posibilidades de edificación dependen de 3 factores básicos:

- 1.- Leyes de gravedad
- 2.- Los esfuerzos mecánicos a que están sujetos los materiales.
- 3.- Las propiedades físicas de estos, sean naturales a artificiales.

ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULUM.



#### **1.4- Conocimiento del Predio:**

Se deberá conocer ciertas características o condiciones físicas para la obra como son:

- Clima.
- Configuración del terreno. (topografía)
- Resistencia del terreno.
- Vientos dominantes
- Estudios Sismografitos. (Según el lugar de la obra)
- Pluviométrica.
- Asoleamiento.
- Vegetación.

#### **1.5- Investigación General:**

Para edificar una obra se tiene que realizar una investigación para saber si se Cuenta con los servicios principales.

- VÍAS DE COMUNICACIÓN.
- LOCALIZACIÓN DE ZONAS.
- INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO.
- LUGAR ELEGIDO.
- LOCALIZACIÓN DEL PREDIO.
- RESISTENCIA DEL TERRENO.
- SERVICIOS PARA EL PREDIO.

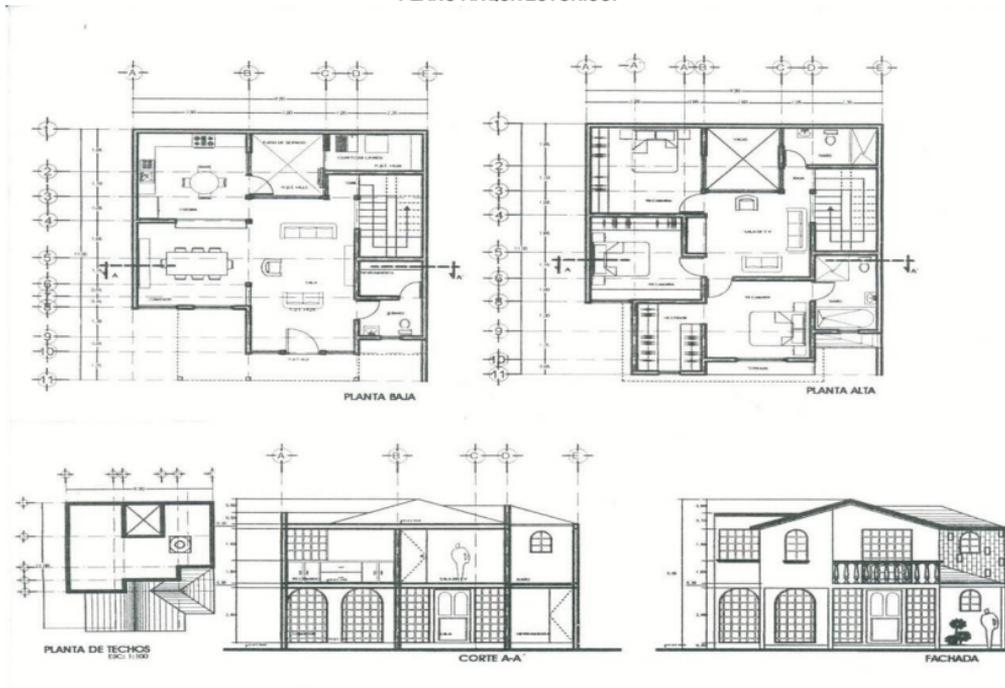
#### **1.6- Reglamentos en Vigor:**

A continuación se mencionan los reglamentos:

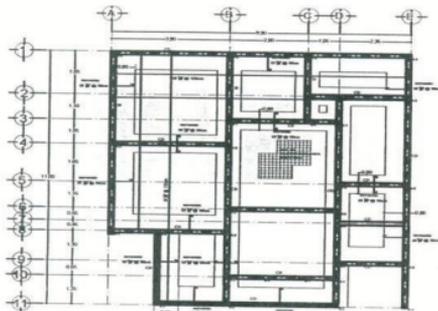
- Reglamento de construcciones del Municipio o del lugar donde se ejecute la obra.
- Reglamento de uso del suelo: I.N.V.I.D.A.H.
- Se puede consultar el reglamento del Distrito Federal por ser uno de los más completos y por estar en Área de Sismos.

## 1.7- Planos Generales y Especificaciones Generales.

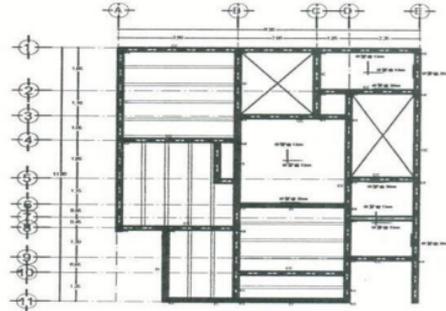
### PLANO ARQUITECTÓNICO:



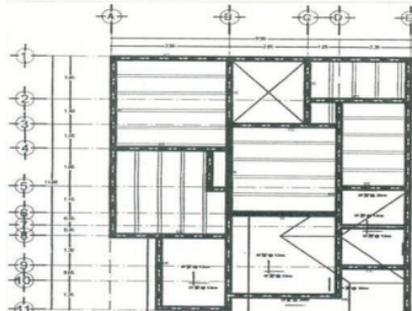
**PLANO ESTRUCTURAL:**



PLANTA DE CIMENTACIÓN



LOSA DE ENTREPISO



LOSA DE AZOTEA

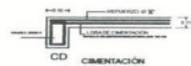
Desplantes



Castillos



Cerramientos



LOSA MACIZA

**ESPECIFICACIONES**

- 1. MATERIALES:
  - 1.1. CEMENTO: Tipo 3000, marca Portland Cement Co. o equivalente.
  - 1.2. AGUA: Limpia y potable.
  - 1.3. ARENA: Limpia, de grano mediano, con un contenido de humedad no mayor del 10%.
  - 1.4. GRAVA: Limpia, de grano mediano, con un contenido de humedad no mayor del 10%.
  - 1.5. ACERO: Tipo A-36, marca American Iron and Steel Institute o equivalente.
  - 1.6. MADERA: Tipo 2, marca American Lumber Co. o equivalente.
- 2. CONSTRUCCIÓN:
  - 2.1. EL CONCRETO DEBE SER DE GRADO 3000 PSI.
  - 2.2. EL ACERO DEBE SER DE GRADO 60,000 PSI.
  - 2.3. EL CONCRETO DEBE SER CURADO DEBIDAMENTE.
  - 2.4. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA EL FRIJO.
  - 2.5. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CORROSIÓN.
  - 2.6. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CONTAMINACIÓN.
  - 2.7. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CONTAMINACIÓN.
  - 2.8. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CONTAMINACIÓN.
  - 2.9. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CONTAMINACIÓN.
  - 2.10. EL CONCRETO DEBE SER PROTEGIDO CONTRA LA CONTAMINACIÓN.







## 1.8- Programación y Organización de Obras:

### a.- Formulación del Programa:

- El arquitecto responsable de la ejecución de la obra será el encargado de elaborar los programas de obra por edificio y frente de ataque dentro de los plazos establecidos por el contrato, detallado e nivel conceptos la secuencia lógica de los trabajos, considerando únicamente los días de trabajo.
- 2.- Los programas de trabajo deberán incluir recursos de mano de obra, volúmenes de obra y tiempo de suministro de los materiales. Estos documentos siempre deberán aparecer firmados por el arquitecto y el contratista.
- 3.- Dichos programas deberán actualizarse semanalmente, a fin de llevar un control preciso y evitar los atrasos.

Visita de Obra y Supervisión.



## 1.9- Programación de Barras.

En la programación intervienen 18 partidas de obra:

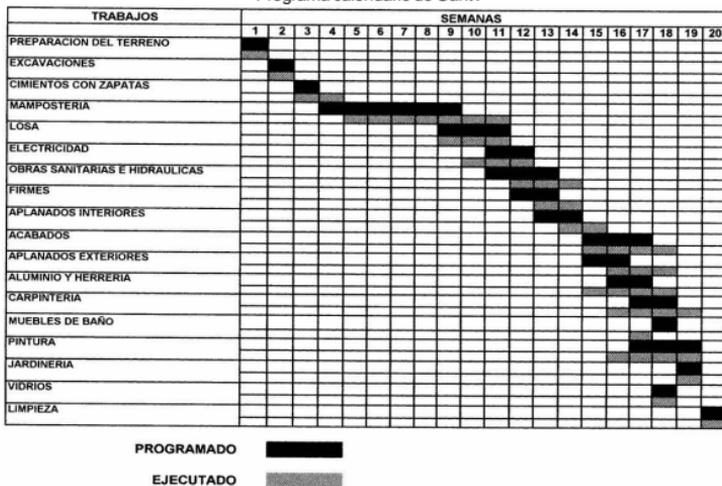
- 1.- Tramites oficiales.
- 2.- Preliminares y terracerías.
- 3.- Cimentación.
- 4.- Estructura de concreto y acero
- 5.- Albañilería.

- 6.- Instalación Hidráulica.
- 7.- Instalación Eléctrica.
- 8.-Instalación Sanitaria.
- 9.-Instalaciones Especiales.
- 10.- Acabados.
- 11.-Muebles de baño.
- 12.-Herrería.
- 13.-Aluminio.
- 14.-Vidrios, Acrílicos y Espejos.
- 15.-Carpintería y Cerrajería.
- 16.-Urbanización.
- 17.-Jardinería.
- 18.-Limpieza General.

- Estructura de Concreto.  
- Albañilería.



Programa calendario de Gant :



### 1.10- Investigación de la Resistencia del terreno:

Se hace generalmente de cuatro maneras:

- 1.- Por comparación.
- 2.- Investigación directa.
- 3.- Extracción de muestras.
- 4.- Por perforación.

#### 1.- POR COMPARACIÓN.

Se hace mediante la comparación del comportamiento del terreno de las construcciones vecinas. La observación cuidadosa del estado de los edificios en la misma zona es quizá la investigación mas sencilla y conveniente en un terreno, y haciendo un análisis del sistema constructivo empleado en cada construcción.

#### 2.- POR INVESTIGACIÓN DIRECTA:

La investigación directa consiste en aplicar una carga sobre una o varias superficies del terreno; por ejemplo, por medio de una mesa a la que se ha aplicado determinada carga y observar cuanto resiste el terreno sin asentarse.

Este procedimiento solo es útil para investigar la resistencia inicial de la capa donde se aplica una carga, ya que las capas profundas reciben una presión muy pequeña.

### 3.- POR EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.

La investigación de muestras obtenidas por extracción a diferentes profundidades es buena, y más cuando necesariamente se requiere una perforación previa.

Dependiendo de las necesidades del proyecto es más perfecto que el simple sondeo.

Para una cimentación lo importante es tener conocimiento de la naturaleza del terreno:

- a) El espesor del estrato (son capas uniformes de terrenos sedimentarios; el material por sedimentación en su estado natural resiste mucha carga, pero fuera de su medio se separa.
- b) La profundidad de cada una de ellas.
- c) La resistencia a la compresión.

### 4.- POR PERFORACIÓN.

La perforación es una forma muy correcta de investigación la cual se hace por medio de barretones que se hincan con martinete, siendo una serie de tubos que se van atornillando a medida que penetran.

La resistencia que a diferentes profundidades va oponiendo el terreno a la penetración, indica la capacidad de carga y el espesor de las diversas capas de terreno.

#### 1.11- Clasificación de los terrenos:

- Se clasifican según su tamaño y resistencia.
- Clasificación granulométrica del terreno:

- |                         |              |
|-------------------------|--------------|
| 1. Limos.               | 1 mm.        |
| 2. Arenas.              | 1 a 3.5 mm.  |
| 3. Gravilla o granzón.  | 3.5 a 10 mm. |
| 4. Grava tamaño máximo. | 10 a 38 mm.  |
| 5. Cantos rodados.      | 38 mm.       |

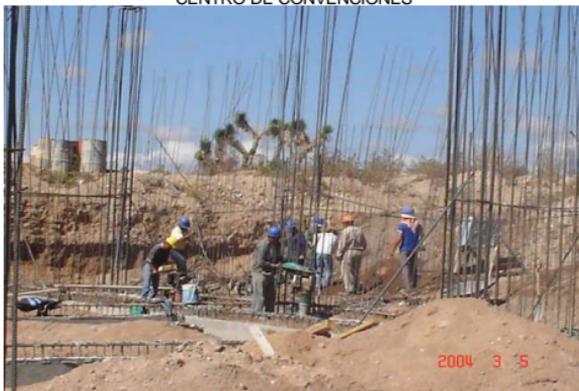
#### 1.12- Resistencia del terreno:

Se dividen en Suaves y Duros:

Terrenos Suaves:	Resistencia. ton/m <sup>2</sup>
1.- Gravas y arenas mezcladas con arcilla seca.	40 a 60
2.- Arcilla seca en capas gruesas.	40
3.- Arcilla medianamente seca en capas gruesas.	30

4.- Arcillas blandas.	10 a 15
5.- Arena compacta, conglutinada compacta.	40
6.- Arena limpia y seca, en sus lechos naturales y compactos.	20
7.- Tierra firme seca en sus lechos naturales.	4
8.- Terrenos de aluvión.	5 a 15
9.- Los terrenos del Valle de México.	2 a 5
<b>Terrenos Duros:</b>	
1.- Roca granítica.	300
2.- Piedra caliza, en lechos compactos.	250
3.- Piedra arenisca, en lechos compactos.	200
4.- Conglomerados o brechas.	80 a 100
5.- Roca blanda o Esquistos.	80 a 100
6.- Gravas y arenas compactas.	60 a 100
7.- Gravas, secas gruesas, compacta.	60

CENTRO DE CONVENCIONES



### 1.13, 1.14 - Pasos a seguir para ejecutar una obra arquitectónica:

- **TRAMITES OFICIALES:**
  - Documentación para la instalación de tomas domiciliarias.
  - Diferentes tipos de tomas de agua.
- **CONEXIONES:**
  - Solicitud de Drenaje.
  - Acometida Eléctrica.
  - Tipos de tableros.
- **SOLICITUDES:**
  - Solicitud de licencia de construcción referente al I.M.S.S.

### 1.15- Limpieza del terreno:

La limpieza consiste en quitar la maleza, hierba, sácate o cualquier otra clase de residuos que impidan, realizar maniobras del obrero y la maquinaria.

### 1.16.- TRAZO Y NIVELACIÓN.

La localización general de trazo, ejes principales, alineamientos, bancos de referencia y niveles de trabajo para el desplante de la obra serán marcados en campo por el contratista.

El contratista aume la responsabilidad absoluta de la correcta ejecución de los trabajos, localización, trazo, alineamientos, dimensiones y elevaciones fijadas para el desplante.

### 1.17- Señalamientos de Comunicación y Prevención:



### 1.18- Trazos Perpendiculares:

Es el trazo que forma un ángulo de 90 grados con una línea recta.

Para este tipo de trazos en el terreno de construcción se tendrá que realizar escuadras, utilizando hilos de trazo. Las medidas más comunes para sacar escuadras son:

- 3.00 x 4.00 x 5.00 m.
- 0.60 x 0.80 x 1.00 m.

Para el trazo de espacios mas grandes y para una mayor precisión se recomienda usar aparatos de topografía como transitó, y baliza o estación total y prisma.

### 1.19- Ancho de Excavación:

Excavación: Conjunto de operaciones necesarias para la remoción y extracción de materiales del suelo o terreno.

El ancho mínimo de una excavación (para una cepa) hecha a mano es de 0.60 m. Hasta 1.50 m. de profundidad, normalmente en terreno suave, aumentando 0.50 m. Por cada metro de profundidad.



### **1.20- Niveles de Piso Terminado:**

El N.P.T. 0.00 Sirve de referencia para conocer las alturas reales de la planta baja, (entradas, salidas), entresijos y azotea.

En la construcción el N.P.T. Se emplea para saber a que altura estarán los elementos visibles después de la cimentación.

Con el N.P.T. Se conoce la altura a la que se construyen los registros.

### **1.21- NIVEL A MANGUERA:**

Es un elemento, a base de una manguera transparente que es llenada con agua y no debe tener burbujas de aire.

Es utilizado en espacios interiores y exteriores, trazos y desplantes.

### **1.22- Topografía:**

De acuerdo a su extensión los levantamientos se dividen en:

**1.- LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS:** Son los que se realizan sobre una porción relativamente pequeña de la superficie de la tierra.

**2.- LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS:** Abarcan grandes extensiones de terreno y en ellos es necesario tomar en cuenta la forma de la tierra.

**3.- LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS,** por su calidad se dividen en:

**1.-PRECISOS:** Son los que se realizan por medio de triangulaciones o poligonales de precisión. Se emplean para fijar límites entre naciones o estados.

**2.-REGULARES:** Se realizan por medio de poligonales, levantados con tránsito y cinta. Se usan para levantar linderos de propiedades, para el trazo de vías de comunicación y ciudades pequeñas.

### **1.23, 1.24- Oficinas y Bodegas Provisionales:**

#### **➤ OFICINAS PROVISIONALES:**

Esta área tendrá una superficie de 36 m<sup>2</sup>, el cual estará dividida por lo menos en dos partes, y en la cual se destinará en áreas para residentes, secretaría y archivo, para la construcción de este local se hará de lamina zinco, pero este tipo de lamina a utilizar no es limitado.

➤ **BODEGA PROVISIONAL CUBIERTA:**

Se lleva a cabo con maya ciclónica y postes a cada 4m. Y con una altura de 2.5m. y techada con lamina zintro y tendrá por lo menos una área de 8x8 m.

➤ **BODEGA PEQUEÑA:**

Se elaborara de pedacería de madera y laminas de cartón, sus dimensiones van a depender del proyecto o construcción a ejecutar. Se recomienda un firme pobre o pedacería de tabique o madera.

**1.25- Almacén Cubierto:**

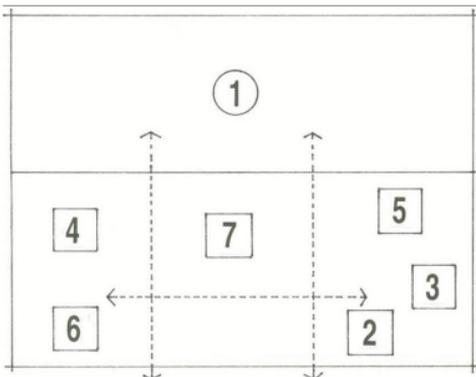
Esta bodega únicamente se øercara con poste, maya ciclónica y techada con lamina zintro, el piso de esta bodega se propone de pedacería de madera o desecho de cimbra.

**1.26- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE OBRA PROVISIONAL PARA OFICINAS:**

- PISOS.
- MUROS.
- HERRERÍA.
- INSTALACIONES.

**1.27- Distribución de la Obra y Zonificación:**

- 1.- El área de la construcción.
- 2.- Bodega cubierta.
- 3.- Almacén cubierto.
- 4.- Agregados.
- 5.- Aceros.
- 6.- Tabique, block, etc.
- 7.- Elaboración de morteros.



## 1.28- Procedimientos de Excavación.

### 1.29- GENERALIDADES:

#### a).- EXCAVACIÓN A MANO:

El sistema mas sencillo es aquel en que se utiliza la pala y pico como herramientas de ataque y la carretilla como elemento de transporte, este sistema de excavación, es recomendado y usado en predios urbanos, donde existen terrenos blandos y medianos.

#### b).- EXCAVACIÓN SEMIMECANICA:

En determinados lugares es costumbre hacer excavaciones por medio de ruédela, tiradas por animales, por lo general se usan en lugares alejados de la mancha urbana.

#### c).- EXCAVACIÓN MECÁNICA:

Si la excavación por hacer es de grandes dimensiones y de gran profundidad, el procedimiento más económico, sin duda alguna, es hacerla con maquinaria.

Las maquinas mas usuales para este tipo de trabajos en construcción urbana son las excavadoras de tipo Pala mecánica o Dragas.

### 1.30- Implementos de excavación:

Antes de efectuar cualquier trabajo de excavación se deberá tener planeado de antemano, la forma de extracción del material, utilizando implementos como:

- Palas de mano y mecánicas.
- Zapapicos.
- Carretillas.
- Pizones.
- Aplanadoras.
- Explosivos.
- Barretas.
- Cinceles.
- Marros.





### **1.31- Excavaciones Superficiales:**

Las excavaciones son de 2 tipos: SUPERFICIALES Y PROFUNDAS.

#### **EXCAVACIÓN SUPERFICIAL:**

Generalmente se hace en terrenos suaves, pudiendo servir para construcciones ligeras, o bien para ver el tipo de terreno que se tiene hasta un límite de profundidad.

### **1.32- EXCAVACIONES PROFUNDAS:**

Es la excavación hasta 2.5 m. de profundidad, se tendrá que efectuar por medio de procedimientos que logren que las construcciones vecinas y servicios no sufran movimientos.



### 1.33- Abundamiento:

Es bien sabido que todo material al ser excavado aumenta de volumen, ya sea porque pierde su cohesión entre partículas o bien porque los materiales excavados dejan grandes huecos entre si.



### 1.34- Consolidaciones Superficiales:

Se pueden hacer mediante varios procedimientos:

#### a) MANUALES:

Son aquellas donde el área es pequeña y se utilizan pisones de mano, hechos en la obra, ya sea de concreto o de madera o bien metálicos, para que lo pueden trabajar una o dos gentes.

#### b) SEMIMECÁNICAS:

Son mediante rodillos lisos o bien pata de cabra (rodillo dentado en toda el área de asentar) pudiéndose manejar manual o mecánicamente.

#### c) MECÁNICAS:

Son las que necesitan mayor peso para la compactación, y si el área es extensa se utilizaran aplanadoras (ligeras, de 3 a 4 ton. o pesadas, de 10 a 25 ton) con rodillos normales o con pata de cabra, se utilizan bailarinas

### 1.35- Plantillas:

#### DESVENTAJAS DE LAS PLANTILLAS:

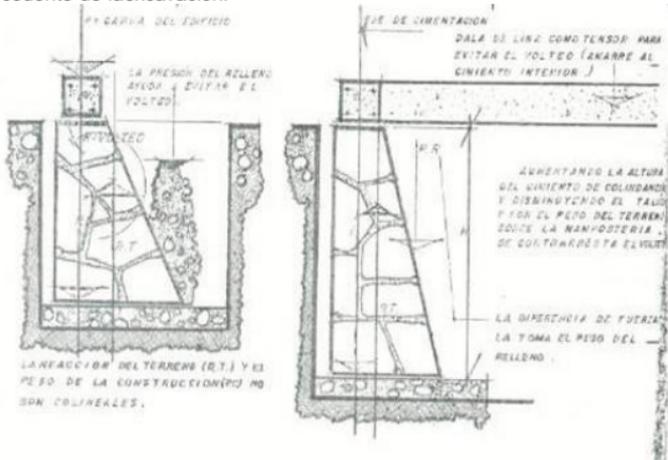
1.- En ocasiones puede cambiar la estructura del terreno por el uso excesivo de compactación, ocasionando daños a la plantilla.

## TIPOS DE PLANTILLA

- 1.- Pedacería de tabique.
- 2.- Pedacería de tabique y concreto pobre.
- 3.- Tezontle y mezcla pobre.
- 4.- Pedacería de piedra y mezcla pobre.
- 5.- Pedacería de piedra, tabique y mortero.
- 6.- Concreto pobre.

### 1.36- Rellenos:

- Cuando se lleva a cabo la cimentación, posteriormente es el relleno.
- Los rellenos se ejecutan, en capas no mayores de 10 cms. Con riego abundante de agua y completamente compactadas.
- Siempre se debe procurar hacer los rellenos con materiales homogéneos con una misma resistencia y no con materiales de desperdicio.
- Estos rellenos se podrán hacer con tepetate o con la misma tierra arcillosa procedente de la excavación.



### 1.37- Equipos y Maquinaria pesada para Construcción:

- 1.- TRACTORES.
- 2.- BULLDOZER.
- 3.- ESCREPAS.
- 4.- VAGONES DE VACIADO.
- 5.- MARTILLOS ROMPEDORES.
- 6.- TRANSPORTADORES DE BANDA.
- 7.- MOTOCONFORMADORA.
- 8.- COMPACTADOR DE RELLENOS.
- 9.- VIBRADOR.
- 10.- DRAGA.
- 11.- RETROEXCAVADORA.
- 12.- PLUMA.
- 13.-CAMIONES.
- 14.- COMPRESORAS.
- 15.- TRAXCAVO.
- 16.- COMPACTADORAS.
- 17.- OLLAS PARA CONCRETO.
- 18.- BOMBAS PARA CONCRETO.
- 19.- REVOLVEDORAS.
- 20.- CORTADORAS.
- 21.- PALA MECÁNICA.



## **UNIDAD 2.- SUB-ESTRUCTURA OBRAS DE PROTECCIÓN.**

### **2.1.- Obras provisionales:**

Dentro de las obras provisionales, debemos considerar a las bodegas, almacén cubierto, oficinas de campo y obras de protección.

### **2.2.- PROTECCIÓN AL PÚBLICO PEATONAL:**

Estas protecciones se pueden elaborar desde polines y lamina de cartón hasta malla ciclónica y poste. Estas protecciones se utilizan en forma de cerca perimetral.

### **2.3.- PROTECCIÓN A LA VÍAPÚBLICA (VEHICULAR):**

Son protecciones elaboradas con polines y lamina de cartón o con malla ciclónica y poste.

Son utilizadas en remodelaciones o en construcciones de edificios que den hacia la banqueta, colocando señalamientos.

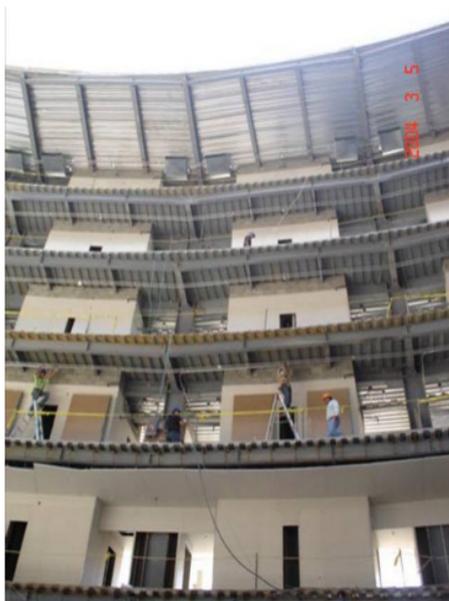
### **2.4.- Protección al Obrero:**

En este caso tenemos que proteger a nuestro obrero si la obra lo requiere. Por ejemplo:

En construcciones grandes, es recomendable abastecerlos de casco y guantes por lo menos.

### **2.5.- PROTECCIÓN DE LA OBRA:**

Esta se realiza con el fin de llevar a cabo la protección del obrero y de la misma obra durante su ejecución, durante la prueba de los sistemas del inmueble, como son electricidad, agua, vapor, aire acondicionado, intercomunicación, sonido y telefonía.



## 2.6.- 2.7.- Ademes o Apuntalamientos:

- Es la construcción y colocación de apoyos metálicos, madera u otro material que se emplea para asegurar temporalmente la estabilidad de una construcción o parte de ella.
- En el apuntalamiento se emplean polines o vigas metálicas para soportar el empuje horizontal del terreno.

## 2.8.- Ataguías:

Estos elementos auxiliares pueden ser de diferentes materiales:

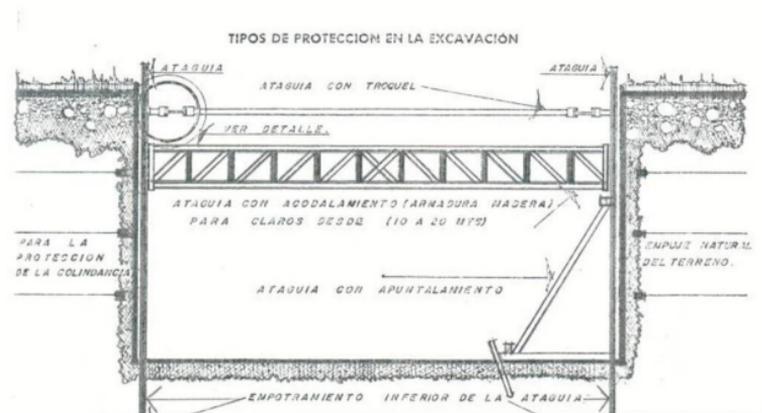
- **ATAGUÍAS DE MADERA:**  
Se recomienda usar tablonces que deben estar ligados entre sí, para que ayuden al trabajo en conjunto y por otra parte que impidan el paso de material o agua, a través de ranuras o de uniones.

➤ **ATAGUÍAS METÁLICAS:**

Se pueden utilizar, viguetas, canales o laminas de acero. Son muy caras pero tienen una ventaja que se pueden recuperar hasta un 95% íntegramente y sin deterioro.

➤ **ATAGUÍAS DE CONCRETO:**

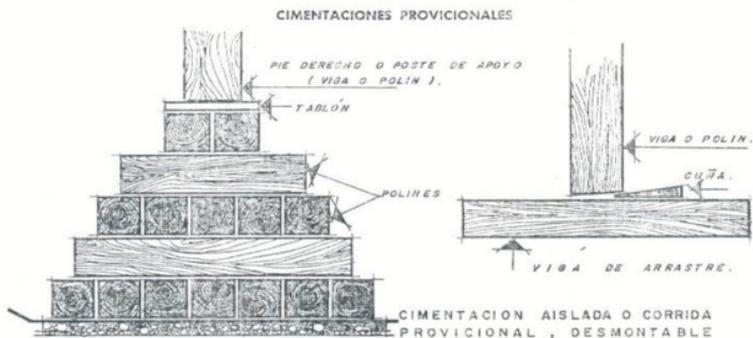
Pueden ser de 2 formas, ya sea a base de pilotes precolados que se hincan en el lugar en forma normal o bien colados en el lugar, constituyendo de hecho un muro de contención.



**2.9.- Cimentaciones Provisionales:**

➤ **CIMENTACIONES DE MADERA:**

En este tipo de cimentación se utilizan polines, tablón, viga de arrastre y cuña, se puede construir aislada o corrida y su montaje y desmontaje debe ser rápido.

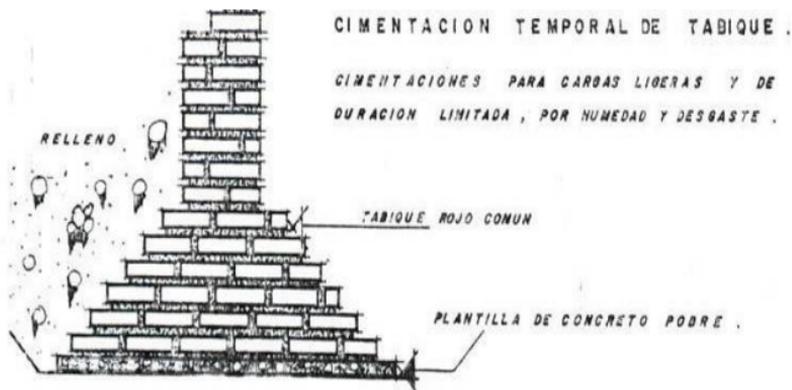


➤ **CIMENTACIONES DE PLACAS DE ACERO:**

Siempre en la utilización de cimentaciones metálicas, se deberá tener una protección especial con elementos anticorrosivos. Se utiliza columna de concreto o metálica.

➤ **CIMENTACIONES DE TABIQUE:**

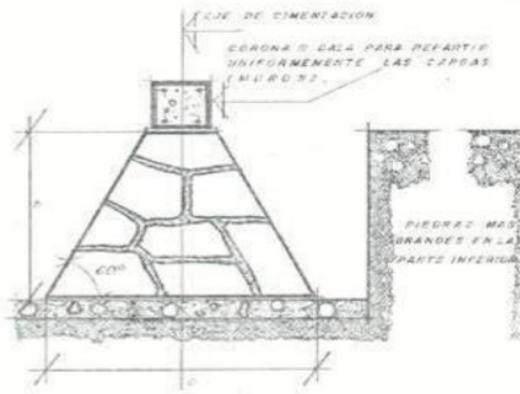
En la construcción de este tipo de cimentación se utiliza una plantilla, para tratar de lograr una mayor uniformidad, para el desplante del tabique.



## CIMENTACIONES DE PIEDRA

### 2.10.- Cimentaciones de Mampostería:

En la utilización de la mampostería con piedra brasa se utiliza una plantilla de concreto  $f'c= 150 \text{ kg/m}^2$ , la cual deberá humedecerse previamente, las piedras mas grandes se colocaran en la parte inferior, utilizando una junta con mortero prop. 1:6 no se deberá tener huecos formando un ángulo de reposo, que no será menor de 60 grados y una corona de 30 cms.



### 2.11.- Cimentaciones Aisladas:

En cimentaciones aisladas, es conveniente tener una unión con contratraveses de liga que son generalmente de concreto y de secciones regulares de: 15x15, 15x20, 20x20 y 20x30, armadas con 4 o 6 varillas de 3/8", con estribos de diámetro de 1/4" a cada 20 o 30 cms.

### 2.12.- CIMENTACIONES CON PENDIENTES:

En terrenos con pendientes se tendrá una cimentación escalonada, igualando la altura de la cimentación con cadenas de desplante, de una sección mas peraltada o mediante muretes de tabique utilizando en este caso una 1ra. Cadena de

desplante y la 2da. Cadena de enrase, colocando impermeabilizante en los muros, en sus dos caras.

### 2.13.- Cimentaciones con Relleno:

Para igualar el nivel de cimentación, apoyada en capas resistentes a un nivel mas profundo con el nivel general de piso, se logra mediante muretes de tabique, con cadenas de refuerzo, 1.- de desplante, 2- intermedia y 3 de enrase y con su debida impermeabilización (aluminio o asfáltico).

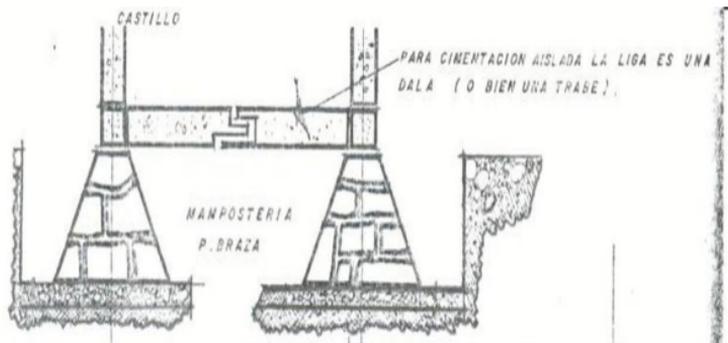
### 2.14.- CIMENTACIONES CON TERRENO FANGOSO:

Quando se realiza la cimentación sobre este tipo de terrenos que tienen su mayor resistencia a un nivel mas profundo, se recomienda utilizar una losa de cimentación con su armado y sección según el cálculo estructural.

Otra opción es mediante pilotes de concreto apoyados en el terreno resistente

### 2.15.- Cimentación Corrida:

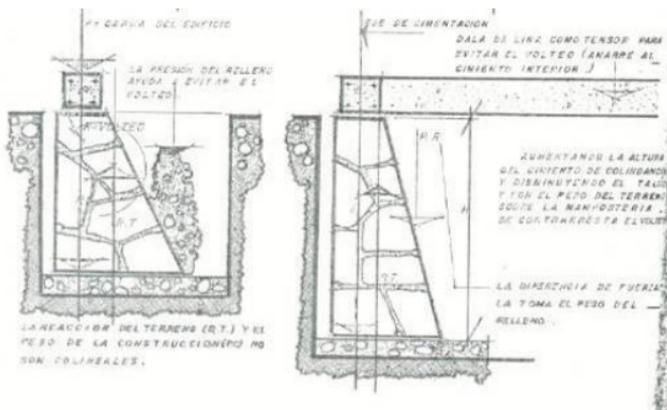
Puede usarse para estructuras en muros de carga, generalmente se utiliza en edificios con claros de 5m. entre muros o con una altura total de 12m.



### 2.16.- Cimentaciones Colindantes:

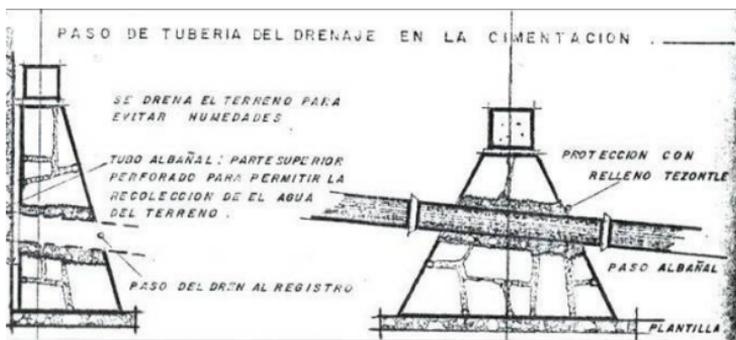
Si el cimientto es de piedra en la colindancia, se coloca solamente a un talud de piedra.

Aumentando la altura del ábiento y disminuyendo el talud. Cuando el claro es muy grande se utiliza una dala de liga como tensor para evitar el volteo.



## 2.17.- Precauciones para el Drenaje:

Al estar ejecutando la cimentación se habrá planeado la instalación de los elementos del drenaje, teniendo pasos de ductos en la mampostería. Antes de proceder a la colocación de los tubos del drenaje se dejara firme el fondo de la excavación para evitar asentamientos.



## **Aglomerados y Morteros.**

### **2.18.- Cal-hidratada:**

- Cal –hidra: Es utilizada para señalamientos de trazos  
Para juntas constructivas cem: cal: arena. Prop. 1:3:10
- Yeso: Es utilizado para aplanados interiores de muros y plafones.
- Mortero: Es un cementante de gran adhesividad y resistencia.  
Es utilizado para aplanados interiores y exteriores.

### **2.19.- TIPOS DE MADERAS**

**1.- MADERAS DURAS:** Árboles que generalmente son corpulentos y de crecimiento lento y que nos da una madera compacta y muy resistente. Encino, Roble, Fresno, Eucalipto, Ahuehuete, etc.

**2.- MADERAS BLANDAS:** Árboles de crecimiento rápido que dan una madera blanda y de poca resistencia. Álamo, Sauce, Abedul, etc.

**3.- MADERAS RESINOSAS:** Proviene de coníferas, siendo estas más ligeras, los troncos resinosos se forman en dos capas anuales, una blanca y esponjosa y la otra dura y rojiza. Pino, Ocote, Oyamel, etc.

**4.- MADERAS FINAS:** Empleadas generalmente en muebles de decoración y en algunos casos en lambrines. Caoba, Nogal, Palo de rosa, Ébano, etc.

**5.- MADERAS TROPICALES.** Proviene del sur y sureste de la República y pueden ser empleadas en la fabricación de triplay, duelas y lambrines de decoración. Sac-Chacac, Checheim.

### **2.20.- Cimentaciones Superficiales de Concreto:**

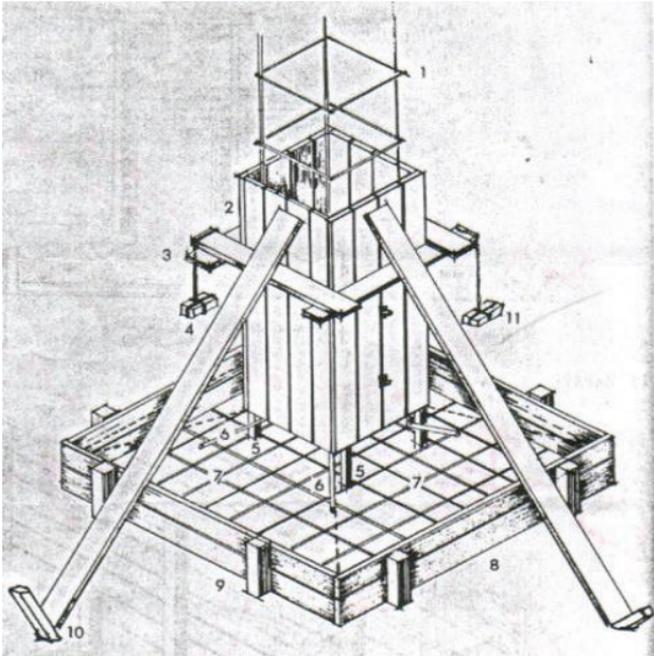
Las cimentaciones superficiales se dividen en:

- 1.- Aisladas.
- 2.- Corridas.
- 3.- Losas de cimentación.
- 4.- Mixtas.

Las zapatas corridas o aisladas se usan cuando un cimiento de mampostería mide más de 1.50m. En su base o cuando tenemos claros mayores de 6.00m. La cimentación de este tipo depende del terreno y los diferentes niveles.

El cemento corrido se utiliza si se tiene un terreno poco resistente y es muy común cuando se trata de edificios o casas-habitación.

#### ZAPATAS AISLADAS Y COLUMNA:



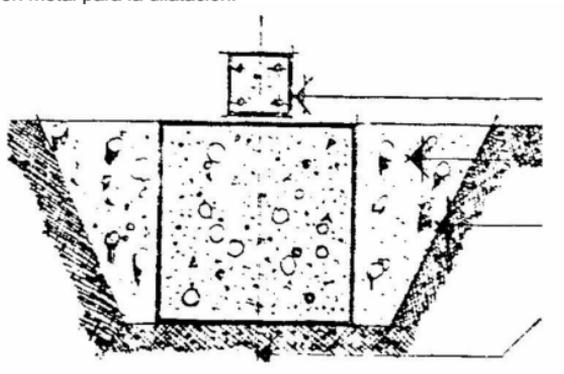
#### 2.21.- Diagramas y momentos flexionantes en zapatas:

##### ESFUERZOS CRÍTICOS:

- 1.- Compresión de la columna sobre la base.
- 2.- Presión del terreno sobre la zapata.
- 3.- Esfuerzos diagonales de tensión.
- 4.- Esfuerzos de flexión del acero.
- 5.- Esfuerzos de compresión del concreto.
- 6.- Esfuerzos de adherencia entre el concreto y el acero.

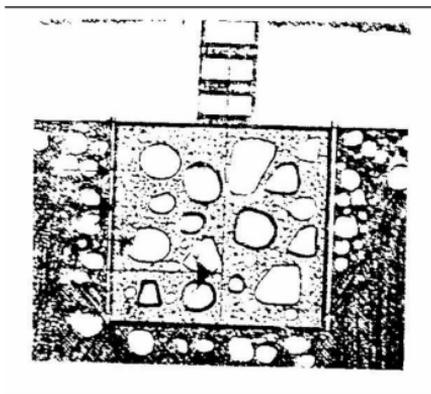
### 2.22.- Cimentaciones de concreto simple:

Se utilizan cimentaciones de concreto simple, sin refuerzos cuando soportan un peso no excesivo, se suprime el armado de hierro en tensión, pero es conveniente armarlos con metal para la dilatación.



### 2.23.- Cimentación de concreto ciclópeo:

Este procedimiento consiste en vaciar la revoltura de concreto y piedras de 5 a 35cm. al mismo tiempo, llenándose todos los huecos y enrasando hasta el nivel del terreno.



## 2.24.- Columnas y Contratraves:

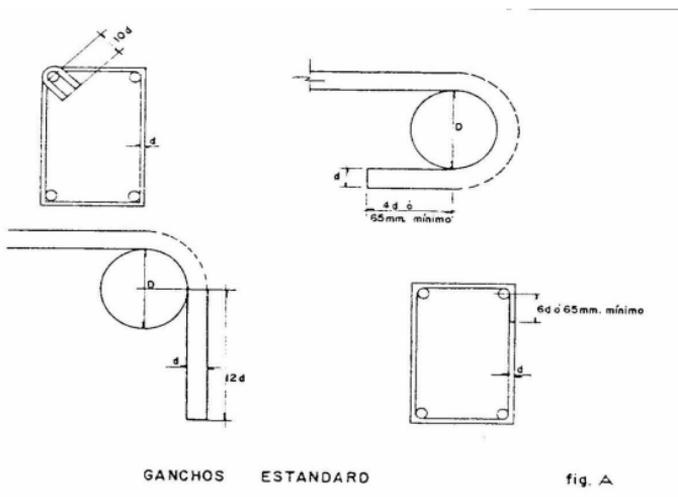
Las columnas si son circulares deberán tener un diámetro no menor de 25cm.

Las columnas si son cuadradas deberán tener 25cm. por lado y un área no menor de 625 cm<sup>2</sup>.

Contratraves:

- El armado de una contratrabe es contrario al de una trabe normal, y sirve para la repartición uniforme de cargas sobre el cimiento.

## 2.25.- Anclaje del acero de refuerzo:



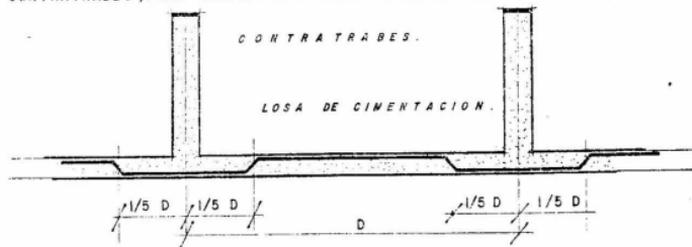
## 2.26.- Cimentación de Colindancia:

Este procedimiento es con zapata de colindancia y con una contratrabe para tener una unión o liga, con la cimentación interior más cercana y así evitar el volteo de la zapata.



## 2.27.- Losa de Cimentación:

AL LLEGAR A APROXIMARSE DICHS ELEMENTOS ESTRUCTURALES OPTAREMOS POR UTILIZAR LA LOSA DE CIMENTACION , EXISTIENDO DESDE LUEGO LAS CONTRABES , PARA RECIBIR LAS CARGAS CONCENTRADAS (COLUMNAS, MUROS ETC)



## **2.28.- Cimentaciones Profundas:**

Se dividen:

### **1.- POR SUSTITUCIÓN:**

Es mediante una excavación en el terreno y el peso del material extraído será igual o proporcional al peso de la construcción.

Se debe conocer el tipo de estrato, para considerar el peso volumétrico para que este sea exacto y pueda nivelarse con el de la construcción que previamente es conocido.

### **2.- POR FLOTACIÓN:**

Se basa en el principio de Arquímedes y por esta razón se deben ejecutar perfectamente impermeables.

Este tipo de cimentación aumenta el costo por tener problemas desde la excavación, consolidación, protecciones colindantes y de la obra misma.

### **3.- POR PILOTACIÓN:** Se dividen en:

#### **3a.- PILOTE DE APOYO DIRECTO:**

Trabajan como columnas transmitiendo cargas del edificio a una capa inferior más resistente y se considera como columna corta.

#### **3b.- PILOTE POR FRICCIÓN:**

Estos trabajan a base de adherencia o fricción en las capas del terreno transmitiendo a las capas profundas la carga recibida.

#### **3c.- PILOTES DE TRABAJO MIXTO.-**

Para la cimentación con pilotes con apoyo directo y mediante la fricción será solo para una estructura que sus necesidades así lo requieran, o que sus capas resistentes estén muy profundas.

## **TIPOS DE PILOTES.**

**1.- PILOTES DE MADERA:** Son generalmente de tramos de 6.00 m. o mayores pudiendo ser de pino, roble y abeto, estos pilotes no son muy usados en construcciones de gran peso.

**2.- PILOTES DE TUBO DE ACERO:** Este tipo de pilote presenta dificultad para hincarlos sobre el nivel de las aguas freáticas, se deberá tener otro material para evitar su oxidación y destrucción.

**3.- PILOTES DE CONCRETO:** Se tienen diferentes tipos y medidas que pueden ser las precoladas que miden de 6 a 12m. Y sus diámetros pueden variar.

## UNIDAD III.- ESTRUCTURA

### 3.1.- TIPOS DE MUROS

Ésta se hace de acuerdo con su función: a) cargar, b) aislar, c) separar, d) decorar, e) contener; su trabajo mecánico: a) cargar, b) dividir, c) contener o retener; su posición: a) interiores, b) exteriores; su constitución: a) opacos, b) translúcidos, c) transparentes, y por su posición dinámica: a) fijos, b) móviles.

#### 3.1.1.- MUROS DE CARGA

Función principal: cargar y soportar esfuerzos de compresión. Para su resistencia se toma en cuenta el aglutinante y sus dimensiones.

Si altura  $8 b$  (base) muro bajo.

Si altura  $8 b$  muro alto.

Fórmula de resistencia de un muro alto ( $p'$ ):

$$p' = p \cdot 1.05^{-1} \\ 1140 b$$

donde:

$p'$  resistencia muro bajo  
1.05, una constante

*Condiciones que deben reunir*

El espesor de un muro de carga se halla en relación directa con el peso que soporta y la fatiga de trabajo de sus componentes.

- **MATERIALES NATURALES**

Piedra en sillares, piedra braza, piedra laja, piedra bola con calidades de: 1. Ajuste de caras a hueco y labrados, poco mortero; 2. Libertad en juntas y cantidad de mortero; 3. No se buscan caras ni juntas, poca calidad.

La piedra braza es la más empleada por su fácil manejo y resistencia al desgaste. No son muy necesarios el castillo y la cadena. Este material se clasifica en piedra limpia (40/40); revuelta, de diferentes tamaños, y china, como recubrimiento.

- **MATERIALES ARTIFICIALES**

Concreto armado, tabique de barro, tabique de cemento, piedra artificial, block cemento, block hueco y adobe.

## TIPOS DE TABIQUE

### *Tabique de tepetate*

Dimensiones: 21 X 28 X 42 cm, 21 x 28 X 56 centímetros.

Su peso volumétrico es 1.200 kg/m y 2.4 kg por pieza. Su desplante en rodapié de piedra, material que contiene salitre, combinándolo con tabique da mejor resultado.

### *Tabique de barro cocido*

Muy usado, moldeado a mano y a máquina. Tamaños: 7X14X28 y 6.5X13X27. Existen tres clases de este material:

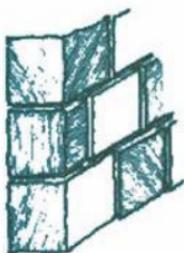
- a) Tierno o anaranjado (bayo). Tiene más arena y menos cocción, poca resistencia a los agentes exteriores.
- b) Recocido (color rojo). Su horneado es uniforme, recomendable para muros de mampostería, con un coeficiente de trabajo de 11 kg/cm y de 90 kg/cm a la rotura.
- c) Recorcho (color amoratado). Vidrioso debido al cocimiento excesivo, con una resistencia a la compresión de 15 kg/cm y de 120 kg/cm al rompimiento. No es recomendable por: irregularidad de forma y poca adherencia con el mortero. Puede usarse en desplantes de muros debido a su poca absorción de humedad.

### *Tabique de barro comprimido*

El mejor en calidad y cualidades de trabajo. Su resistencia a la compresión es de 12 kg/cm; sus medidas generales, 6 X 10 X 20 cm; su secado se hace en dos partes: natural (se evitan las corrientes de aire) y artificial (se hornea a 850° C).

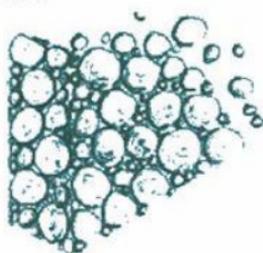


MUROS DE PIEDRA

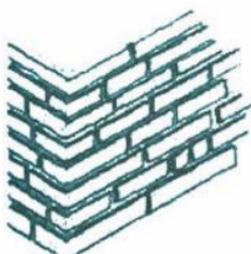


ESTRUCTURA

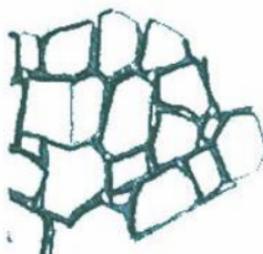
TIPO DE INTERALOS



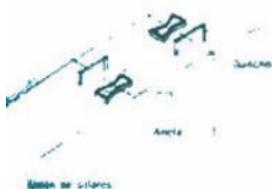
TIPO DE PIEDRA



TIPO DE PIEDRA



TIPO DE PIEDRA



TIPO DE SILLARES

ARRILAS Y GANCHOS PARA SILLARES

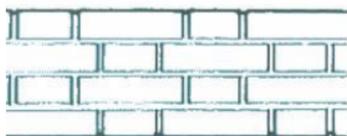


TIPO DE SILLARES

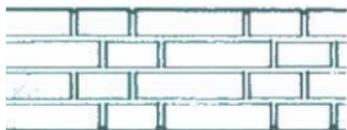


TIPO DE SILLARES

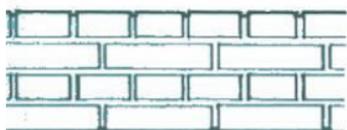
## APAREJOS Y CUATRAPEOS



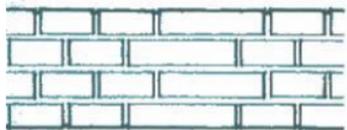
Aparejo flamenco



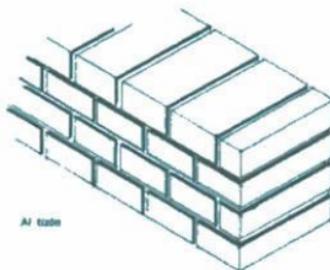
Aparejo holandés



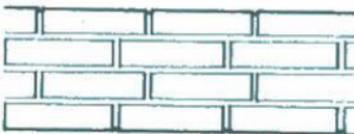
Aparejo simple



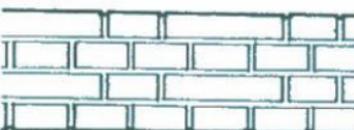
Aparejo francés



Aj tañón



Aparejo inclinado



Alternado en cruz

## TIPOS DE BLOCK

- *Block hueco de cemento o concreto*

Tamaños: 10 X 20 x 40, 12 X 20 X 40, 17 X 20 X 40 y 20 x 20 X 10. Tienen impermeabilidad, resistencia y uniformidad en dimensiones; su capa de aire interior sirve de aislante y a su vez evita peso muerto. Hay tres clases:

- I. Livianos: 1,200 kg/m, usado en muros interiores, divisorios y ligeros. Mortero:

1:3 (cal hidratada, arena).

II. Pesados: 1,800 kg/m, empleado en muros exteriores, bardas y cargas ligeras. Mortero: 1:1:6 (cemento, cal hidratada, arena cernida). Para su colocación deben estar perfectamente secos y localizar refuerzos verticales y horizontales (concreto con refuerzos metálicos).

- *Block hueco de barro comprimido*

Block prensado con máquina. Sus buenas cualidades son: resistencia a la compresión y perfecta adherencia de mortero.

Debido a las altas temperaturas a que se somete en su fabricación, se logra una vitrificación de las pastas, con lo que se obtiene una mayor impermeabilidad.

En su parte hueca pueden ponerse refuerzos horizontales (castillos armados sin necesidad de cimbra) y la colocación de instalaciones hidráulicas, eléctricas y de gas. Son muros aislantes, térmicos y acústicos.

Cuando se desea dejar el muro aparente, se mezcla agua con 5% de ácido muriático, que se aplica con una escobeta; después se lava con agua para dar brillo a la superficie, lo que también se logra con barniz impermeabilizante.

- *Vtriolita*

Block de barro esmaltado, muy utilizado en edificios públicos, escuelas, fábricas, etcétera; tipo de construcciones en el que se precisa no tener gastos de conservación y mantenimiento.

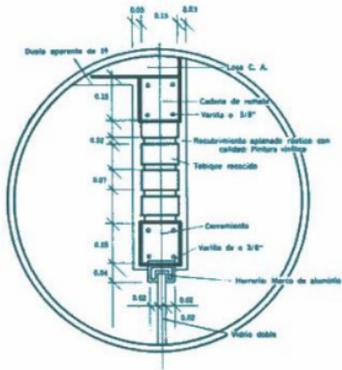
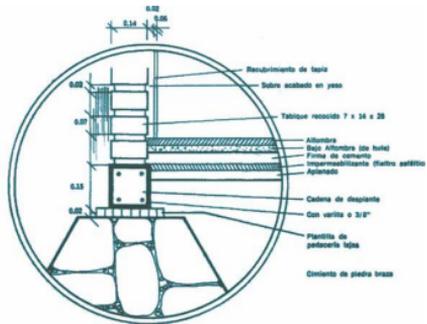
Hay una gran variedad de colores (15) y medidas (10 X 10 X 20) y (15 X 10 X 20), con un peso de dos y tres kilogramos por pieza; el esmalte puede ser en una, dos, tres y cuatro caras según su requisito.

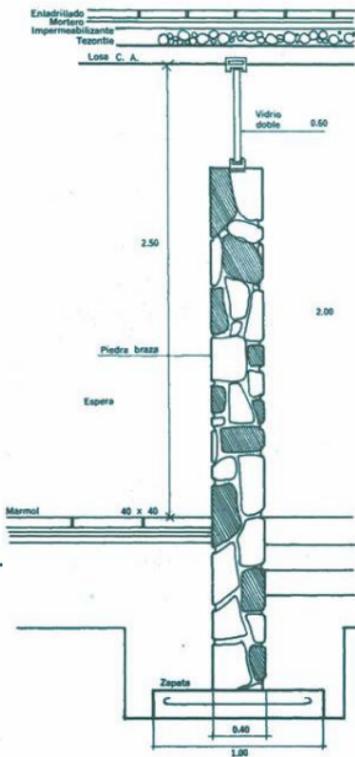
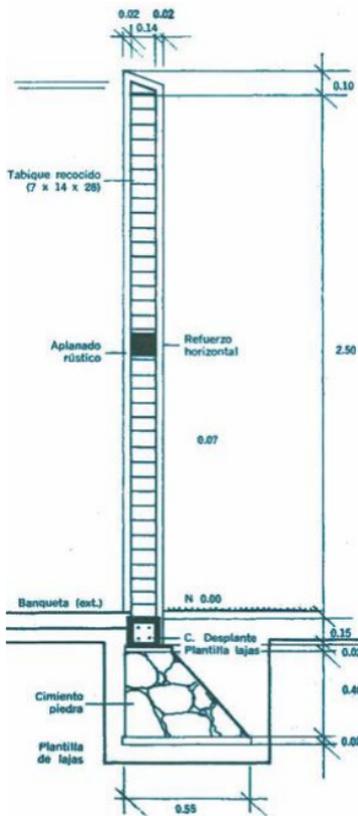
- *Adobe*

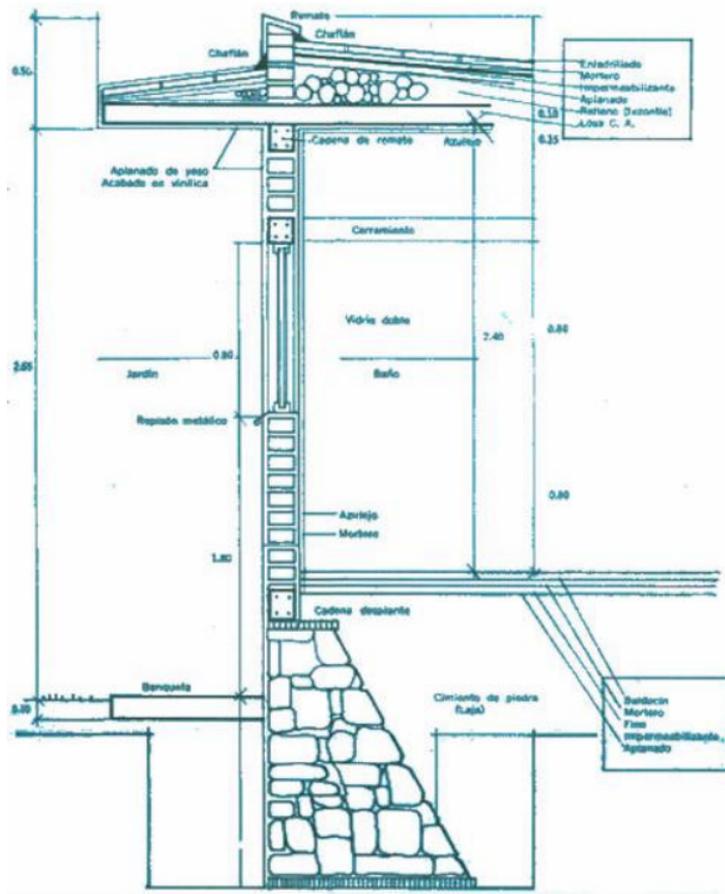
Las medidas de este material son variables, está elaborado a base en arcillas, zacate o paja, para darle consistencia; hecha la mezcla de estos elementos se vacía en moldes (gavetas) y se apisona. Su secado tarda cuatro meses; después puede usarse.

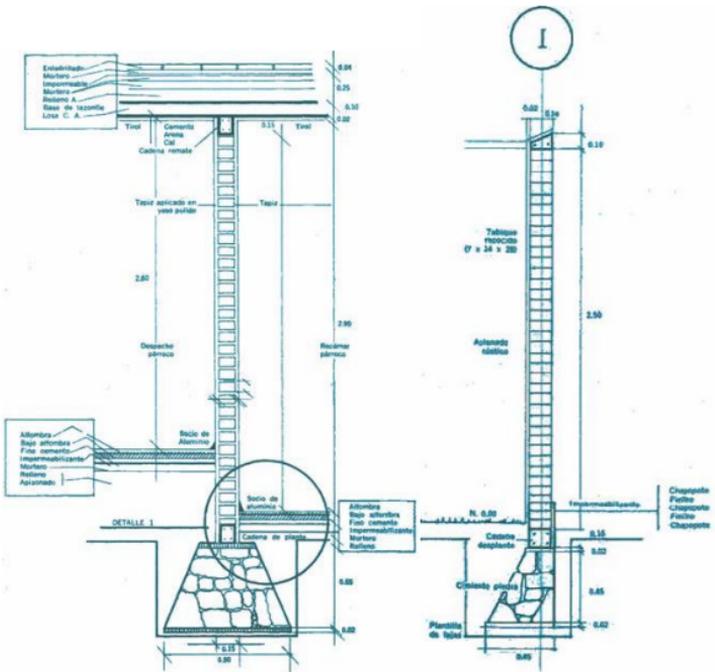
Material desgastable, con poca resistencia a la compresión, fricción y humedad, y muy salitroso.

Su resistencia es 1 kg/cm y su peso, 1,800 kg/m. Se desplanta sobre rodapié, el mortero de barro y se refuerza con rajuelas de piedra o pedacería de tabique para evitar erosión en juntas.

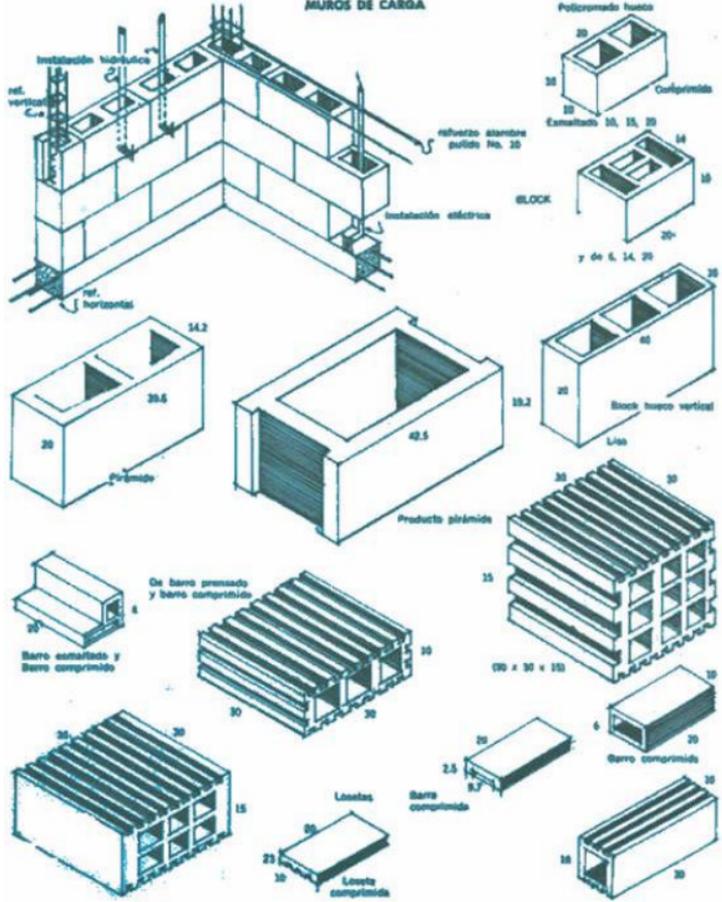




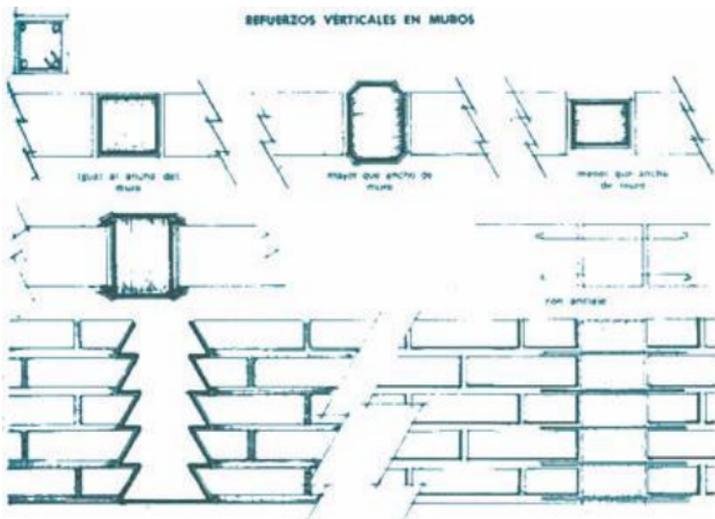




# MUROS DE CARGA



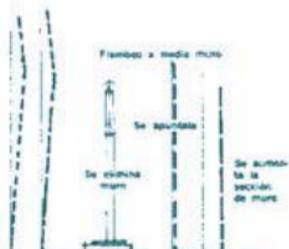
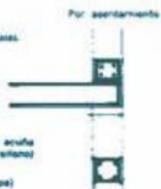
### REFUERZOS VERTICALES EN MUROS



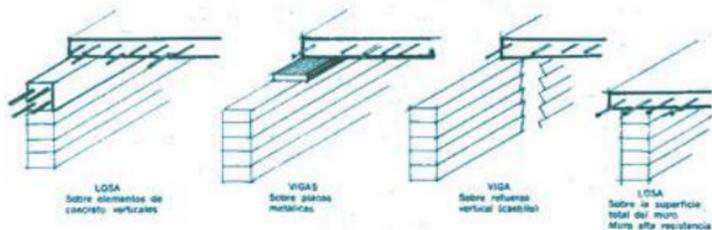
### CUARTASABURAS EN MUROS POR HUNDIMIENTO

Selección y objeto:

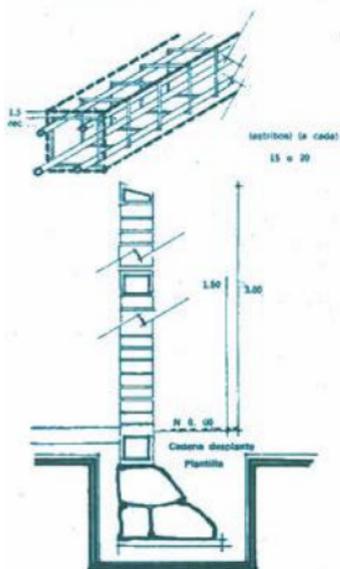
- a) Tener el fuste (cuña de piedra o piedra)
- b) Hacer que vuelva a cargar parte inferior



### APOYOS DE VIGA Y LOSAS EN MUROS



### REFUERZOS HORIZONTALES EN MUROS



#### Ventajas:

1. Anclar entre sí dos muros.
2. Evitar flambeos.
3. Evitar cuatradas.
4. Evitar asentamientos desiguales y hundimientos superficiales en cimentación.
5. Ligar muros y estructura (rigidez).
6. Como cerramiento.
7. Funciona en caso como contrarabe.

#### Sección:

- 15 x 15 — 11 x 11  
 15 x 20 — 11 x 15  
 20 x 20 — 16 x 16

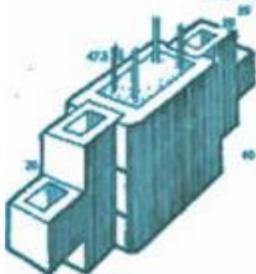
## PRODUCTOS PIRÁMIDE

### Módulos para columnas

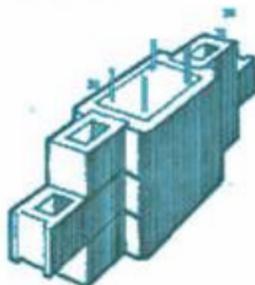


Con el uso de estos bloques se logra la ventaja de poder disponer convenientemente cualquier número de barras de refuerzo.

### PIEZA OC PARA COLUMNAS AISLADAS SIN MUROS



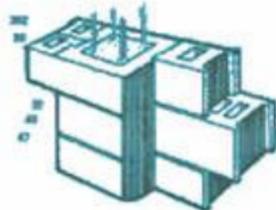
Pieza 237 para muro  
altura de 25 cm.



Pieza 237 para muro  
altura de 20 cm.



Pieza 238 para muro de  
altura de 25 cm.



Pieza 238 para muro de  
altura de 20 cm.

## CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE MUROS

1. A plomo.
2. Hiladas horizontales a nivel.
3. Juntas uniformes de 1.75 a 2 cm.
4. Adherencia completa en sus componentes.
5. Paño y contrapaño.

Si un muro se flambee es preciso desbaratarlo y volver a levantarlo. En caso de muro aparente, el plomo debe hacerse a cada hilada; en muro normal, cada tres hiladas. En muros de carga el aparejo será cuatrapeado y la, mezcla repartida con uniformidad. En muros aparentes la mejor cara del tabique debe estar en el paño escogido. Si en los dos paños se quiere aparente, es preferible el tabique elaborado con máquina.

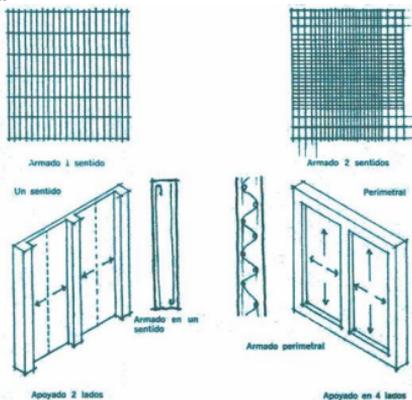
### MUROS DE CONCRETO ARMADO

Estos muros presentan la ventaja de resistir, además de los esfuerzos de compresión, los de flexión, así como empujes horizontales.

Por consiguiente, los muros de concreto armado se emplean sólo cuando se necesita dar a la estructura un elemento rígido capaz de soportar empujes laterales, por ejemplo el caso de temblores, o como muros de contención.

### ARMADOS

Si se encuentra sujeto en las partes superior e inferior, el fierro vertical será el que trabaja; pero si están sujetos en sus cuatro lados lo harán tanto el fierro vertical como el horizontal.



### 3.1.2.- MUROS DE CONTENCIÓN Y RETENCIÓN

Su finalidad es contener o retener líquido, material granulado o viento.

Trabaja con dos cargas, la vertical, su peso propio y la horizontal, del elemento a contener; asimismo, con cargas adicionales sobre el muro, con lo que hace la función de muro de carga.

- **BARDAS**

Deben tener resistencia al empuje del viento de  $75 \text{ kg/m}^2$  de presión; a los temblores un 10% del peso total (hasta 25%).

Materiales más usados en bardas: tabique, blocks, piedra, concreto (prefabricado), así como láminas de metal, plástico o asbesto.

En bardas de mampostería de tabique se recomienda dala de desplante y corona (remate) con refuerzos (castillos) horizontales y verticales a cada 3 m.

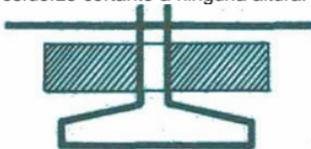
En bardas de asbesto, con refuerzos precolados a cada 2 m y con un anclaje mínimo de 50 cm en un lado. La sección de los postes debe estar de acuerdo con la altura de la barda.

- **FRONTONES**

Existen colindantes y libres; aquéllos se calculan con base en columnas en cantiliver, siendo su problema el empuje del viento, pues tienden a girar; este problema se resuelve añadiendo al desplante unas aletas ahogadas en el terreno. Cuando son de tabique se ponen dala horizontales a distancias de uno a 2.50 m.

#### CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR:

1. No se voltearán.
2. No se desplazarán.
3. No se flexionarán.
4. No deben fallar por esfuerzo cortante a ninguna altura.



#### Modo de tomar los esfuerzos y evitar fallas

1. Volteo: se aumenta la base de peso.
2. Desplazamiento: empotre en el terreno, aumento del peso, refuerzos.
3. Flexión: cálculo a flexión (sólo en muros de concreto y fierro).

#### 4. Cortante: cálculo a cortante.

La resultante de las fuerzas que actúan sobre un muro de contención debe caer en el tercio medio de la base; para líquidos, en el tercio bajo.

En albercas o aljibes el muro de contención es mixto y su cálculo es para líquidos y tierra. La excavación y el colado se hacen por partes.

#### 3.1.3.- MUROS DIVISORIOS Y CANCELES

Son aquellos que al separar los espacios no soportan cargas estructurales y son generalmente ligeros.

Según sus materiales, hay de dos tipos: estructurales, que son recubiertos de diversos productos y muros de mampostería, y aglutinantes, de constitución ligera, que deberán contar con cualidades térmicas, acústicas, impermeables, de acuerdo con las necesidades y actuar ya interna o externamente en variados espacios; pueden ser prefabricados o hechos en obra. Hablando de este tipo de productos que son empleados para recubrimientos, podríamos señalar que, considerando las medidas existentes en el mercado de madera, fierro o inclusive plástico, debemos planear la estructura según los requerimientos, sujetándonos a los tamaños y especificaciones que el mercado ofrece, con lo que obtendríamos óptimos resultados con máxima economía y perfecto funcionamiento; debemos también señalar que la variedad de uso de estos materiales ha aumentado por la arquitectura funcional que, igualmente por razones económicas y de tiempo, aunadas a la plasticidad y movilidad del espacio moderno, ha creado un gran número de ellos.

La función de los muros divisorios es separar, aislar; sus peculiaridades pueden ser: acústicas, aislantes, térmicas o impermeables.

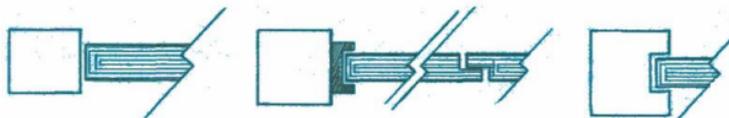
Los materiales para hacer este tipo de construcción son diversos: tabique rojo, de piedra pómez, hueco, de tezontle, de cemento hueco, de cal hidra hueco, de siporex; madera, metal y plástico, etcétera.

#### TIPOS DE MUROS DIVISORIOS Y CANCELES

##### a) De SIPOREX



b) De asbesto cemento



c) De madera (con bastidor o entablados)

Para esta clase de muros pueden emplearse productos tales como celotex (para exposiciones), permoplay, fibracel (3 y 5 mm), lignoplay, lecocel, triplay, duela, tablón, etcétera.

Están constituidos por una estructura soporte llamada bastidor, cubierta por madera ya laminada en tabloncillos machihembrados o continuos, ya por sus derivados industriales a los que puede dársele una calidad muy variada en acabado, aunque deberá tenerse en cuenta especialmente las medidas comerciales con las que se distribuyen y considerar como básicos para un bastidor.

d) Canceles de madera IRGSA

- Cancel doble

Los cancelos de madera IRGSA, formados por un bastidor de pino, están forrados con láminas de chapa de 14 mm de espesor. En su parte interna están rellenos de material acústico compacto a base de fibras de vidrio y algodones sintéticos. Existe la posibilidad de poner repisa y vidrios en su parte superior; ésta tiene dos ranuras en las que se mete el vidrio o plástico, sea transparente, sea traslúcido, dejando una capa de aire muerto que favorece la absorción de la acústica. Sus acabados son en caoba o nogal y su colocación se realiza con taquetes de plomo o fierro, puestos arriba y abajo, quedando fijos, pero desmontables a la vez.

- Cancel sencillo

Este, lo mismo que el anterior, tiene su bastidor hecho de pino, con revestimiento de chapa de 14 mm. Igualmente, no contiene el elemento antiacústico, en este caso de varillas de aluminio, sólo cuenta con un canal para vidrio.

- Cancel de fibracel

Bastidor de pino recubierto con lámina fibracel de 13 mm (2.40 m altura máxima). Se le da cualquier acabado a base de pintura de hule. Su panel de fibracel interno le brinda una amplia resistencia y, por su repisa a media altura, da la oportunidad de colocar vidrio o plástico como revestimiento, o bien como de ventanilla. Su instalación fácil, limpia y sin necesidad de taquetes o tornillos, se efectúa mediante dos estacas a presión que entran y se encuentran en la parte

superior, cubriéndose después éstas por el zoclo continuo superior para lograr absorber el empuje lateral. Los bastidores se unen lateralmente por un sistema de clips de acero que actúan como machihembrado.

e) Muros divisorios ACSA

Construidos en bastidor de pino, está forrado de fibracel o triplay de pino, cedro o caoba, teniendo en su interior un aislante acústico de fibra de vidrio.

La variedad de los cancelos ACSA, prefabricados y listos para colocarse, lo que se hace rápidamente, ofrece diversas alternativas, desde los elementos completos hasta la barandilla, pasando por puertas y secciones con diferentes tamaños de ventanas. Su espesor máximo es de 6 cm.

f) Muros corredizos lumex

Los muros corredizos que fabrica Lumex, y cuya técnica de pliegues por secciones facilita la división temporal de espacios, permite también acabados en fibracel con pintura ahulada, o madera de pino, roble, caoba, chechem, etcétera, así como diferentes tonalidades de los mismos. Sus sistemas a base de tabloncillos verticales unidos por secciones de hule pegados en prensa, dan a estos productos posibilidad de adaptación y utilidad, pudiendo cerrarse permanentemente mediante su conjunto de cerrojos; su colocación rápida sólo requiere del riel superior en el que se cuelga.

Con bastidor de pino y revestimientos tales como los señalados en lambrines, existen muchas posibilidades de adaptación, como se mencionó antes. Cuentan, asimismo, con muros completos de recubrimiento de piso a techo, en maderas o con repisa y ventanilla cubierta por vidrio y sobre el canal.



Sección completa



Sección con ventana alta



Sección con ventana media



Sección con ventana baja



Puerta con antepecho de vidrio



Sección con ventana media y antepecho

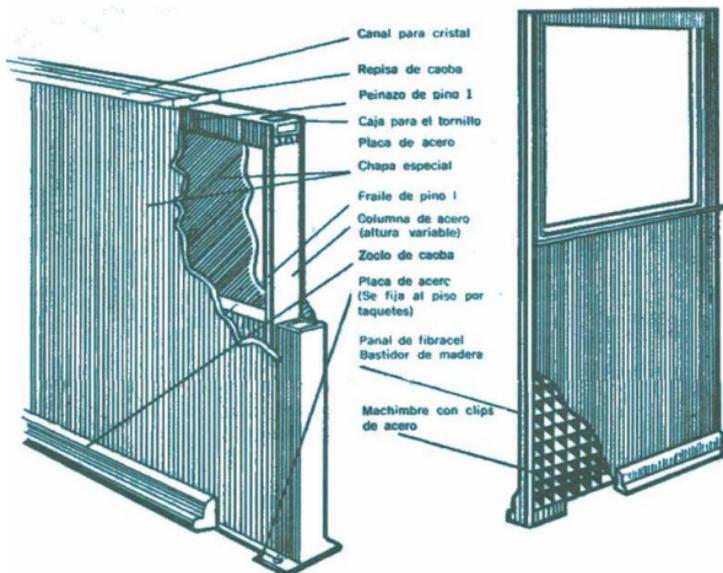
**CANCELES DE MADERA ACSA**



Sección de media altura con ventana media



Barranquilla



#### g) Muros divisorios de metal

Formados por bastidores de secciones metálicas, su revestimiento puede ser metálico o no; si fuera lo primero, debe ser tratado contra oxidaciones a base de pintura gruesa sometida a 300° F, con lo que también se evitan abolladuras y lo ruidoso de la hojalata.

#### h) Canceles de aluminio HB

Si el interés por los cancelles es motivado por su instalación rápida y económica, para un mejor resultado y beneficio existe la cancelería HB a base de elementos de aluminio barra continua, que permite cómoda colocación y perfecto acabado, además por su moldura grande, el peso y la instalación del sistema eléctrico, y en su tablero el acoplamiento de cualquier material y un sistema de ventanillas con adaptación de vidrios o materiales traslúcidos de una altura total de 2.57 y 3.60 m. Sus secciones no necesitan medios especiales para emplazarlas y son completamente recuperables. Consta, asimismo, de un sistema de moldura chica, que aunque no facilita la instalación eléctrica, refuerza los tableros o vitrinas.

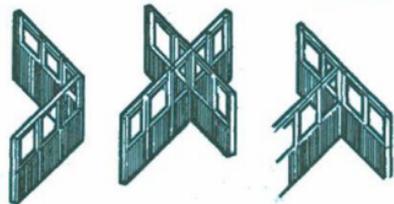
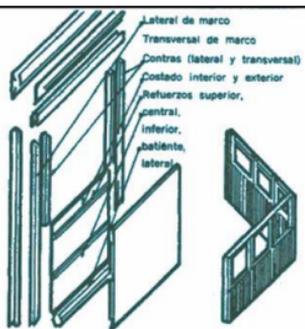
Su moldura de esquina, en ángulo reforzado de 45° y sus partes

intermedias, también de aluminio, hacen de este producto por su resistencia, durabilidad y sencilla adaptación, así como rapidez de obra, una cancelería limpia y eficiente. El mínimo obtenible en el mercado, en cuanto al ancho, es de 4 cm en sección.

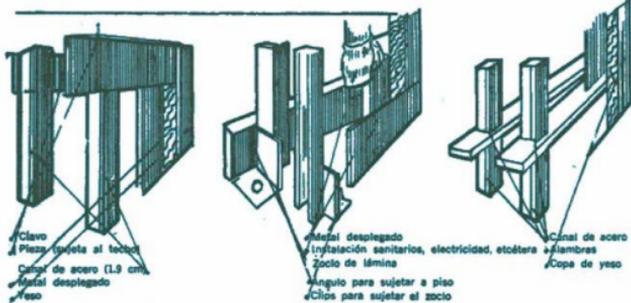
La cancelería metálica DM Nacional cuenta con el sistema estándar de colocación en línea recta, ya sea en escuadra o en formas de t o cruz, y por sus secciones de un metro de separación a ejes entre columna y columna varía en tres alturas; la primera es dada por doble sección de 1.10 m de alto, cubriendo la inferior con lámina a prueba de oxidación, abolladuras y ruido, aumentando su resistencia, y una segunda sección fijada sobre el refuerzo que permite poner vidrio belga, mismo que se rigidiza por la sección superior y los laterales dependientes de las columnas. Su colocación en el piso se logra formando una sección con dos columnas, unidas éstas por los refuerzos (travesaños) horizontales, sobre los que se acomodará la lámina a presión de arriba abajo; la sección atornillada se fija al piso sobre los taquetes de acero o plomo, con pijas. Semejante método se utilizará para unirla a elementos verticales, empleándose un tornillo de mariposa sobre el refuerzo horizontal superior para fijarla al techo. Los utensilios de herrería y cerrajería, vidrios, baleros de primera, se usarán de varios calibres, laminados y reforzados, cerrajería Schlog, baleros SKF para las puertas de acción, etcétera. Se distribuyen asimismo barandillas de 1.70 m, pero la sección superior de vidrio se fabrica únicamente en medida de 60 cm sin refuerzo horizontal y columnas con capiteles de acero inoxidable como término de sección.

También hay en el mercado barandillas de 1.10 m de alto, cuya única sección inferior de acero inoxidable, acaba en forma de U invertida que es a manera de pasamanos.

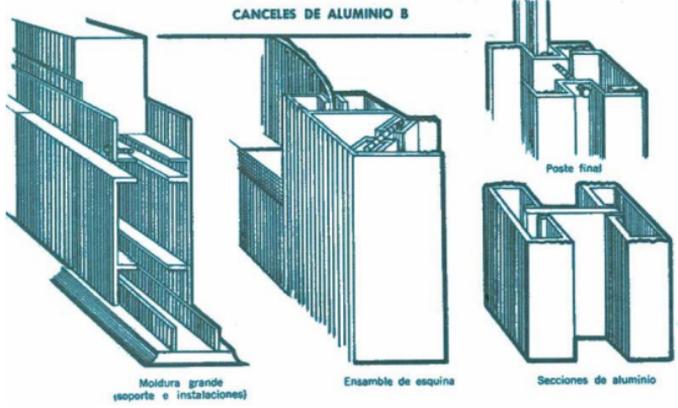
Las puertas tienen las mismas características, al igual que el cancel grande con vidrio arriba y abajo; las puertas de doble giro funcionan por medio de baleros. El anclaje de las dos barandillas en el piso se realiza mediante placas en forma de L y atornilladas sobre taquetes, pudiéndose poner diez para las barandillas de 1.70 m de alto, sin necesidad de apoyo lateral, y veinte secciones en las de 1.10 m.



**MUROS DE METAL DESPLEGADO**



**CANCELES DE ALUMINIO B**



i) Muros divisorios de plástico

Con refuerzo de fibra de vidrio.  
Con refuerzo de plástico acrílico.

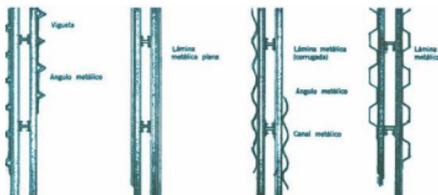
Pueden ser de láminas lisas o acanaladas; para su fijación se utilizan bastidores de madera.

j) Paneles prefabricados

Los más usados son los de fibra de vidrio con refuerzo interno de fibracel.

k) Muros varios

Postes y alambrado, cortinas metálicas, plegadizos, celosías variadas; todos estos elementos son muros móviles.



### ACERO DE REFUERZO.

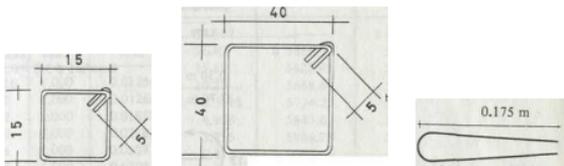
Existen tres tipos de aceros de refuerzo, definidos por S'J "límite plástico" (Fyp) o "límite elástico aparente" (LEA) o bien "límite de fluencia" (LF), es decir, el punto de fatiga en el cual después de aplicada una carga, el material ya no se recupera siguiendo la ley de Hooke.

Los 3 aceros mencionados son de: límite de fluencia  $2,530 \text{ k/c}^2$  llamado comúnmente acero normal, de límite de fluencia  $4,000 \text{ k/c}^2$ , llamado acero alta resistencia y de límite de fluencia  $6,000 \text{ k/c}^2$ , llamado comercialmente AR-80. Es práctica aceptada que el costo unitario del acero de refuerzo contenga el porcentaje necesario de traslapes, ganchos, dobleces y alambre para sujetar el refuerzo en su sitio antes y después de vaciado de concreto.

**ALAMBRÓN.** Se denomina comúnmente "alambren" al acero de refuerzo que se usa principalmente para tomar esfuerzos de tensión diagonal, se fabrica en acero f y p =  $2,320 \text{ Kg/cm}^2$ .

En los ejemplos a continuación ilustrados, planteamos dos casos comunes con el

fin de Usar en adelante el consumo promedio de alambre para amarrar.



CASO1

CASO2

Alambre Núm. 18 =0.0143 kg./ml.

Alambrón 0 1/4 =0.251 kg./ml.

Longitud de alambre para amarre.

Peso por amarre = 0.175 x 2 x 0.0143 =0.005 kg./amarre.

Por lo tanto, para los casos 1 y 2 supondremos:

4 amarres x 0.005 =0.020 kg./estribo.

Peso estribo Núm. 1 = [0.15 m x 4.00 + 2 x 0.05 ] 0.251 =0.176 kg.

Peso estribo Núm. 2 = [0.40 m x 4.00 + 2 x 0.05 ] 0.251 = 0.426 kg.

Por lo tanto,

0.020 kg

Caso Núm.1-----x 1 000= 113.64 kg de alambre/T. de alambrón

0.176 kg

0.020 kg. Caso núm. 2— ----x 1 000 = 46.95 kg de alambre/T. de alambrón

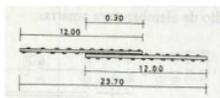
0.426 kg

Promedio 80.30 kg. alambre/T. de alambrón

#### ANÁLISIS DE COSTO TIPO

CONCEPTO ALAMBRON	Un.	Cant.	P.U.	Importe
Fyp-2 320 kg/cm2. Liso 1/4"				
1.000 Ton. alambrón 0 1/4" + 2% desperdicio	Ton.	1.020	5000.00	\$5100.00
80.30 kg. alambre Núm. 18 + 10% desperdicio	kg.	88.33	8.50	750.81
				\$5850.81
TOTAL \$5,850.81/Ton				

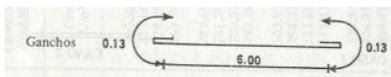
VARILLA CORRUGADA. Analicemos ahora el caso del acero de refuerzo grado normal diámetro 3/8" (número 3) considerando condiciones promedio de instalación, tanto en traslapes como en ganchos, en una losa hipotética común.



Traslapes

Peso/ml  $\phi$ 3/8=0.566

$$0.30 \text{ m} / 23.70 \text{ m} = 0.0126 = 1.26\%$$

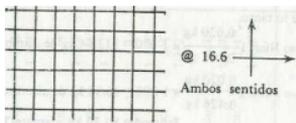


$$0.26 / 6.00 = 0.0433 = 4.33\%$$

Alambre 36 amarres x 0.35 mts x 0.0143 kg/mi = 180 gr/m<sup>2</sup>.

Varilla 12 m x 0.56 kg/m = 6.72 kg/m<sup>2</sup>  
 1 000 kg/m<sup>2</sup> / 6.72 kg. = 149m<sup>2</sup>

149 m<sup>2</sup> x 180 gr./m<sup>2</sup> = 26.82 kg de alambre/tonelada de varilla  $\phi$  3/8



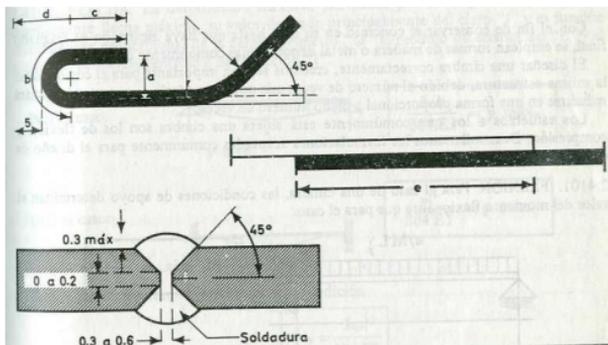
#### ANÁLISIS DE COSTO TIPO

CONCEPTO ACERO	Un.	Cant.	P. U.	Importe
Fyp 2320 kg/cm <sup>2</sup> de 3/8"				
1.000 T. varilla + 3% desp.	Ton.	1.030	\$5000.00	\$5 150.00
Traslapes	Ton.	0.0126	5000.00	63.00
Ganchos	Ton.	0.0433	5000.00	216.50
26.82 alambre núm. 18 +10% Desperdicio	Kg.	29.50	8.50	250.75
				\$5 680.25
<b>TOTAL \$ 5.680.25/TON.</b>				

#### TABLA DE ACEROS

##### ACEROS NORMAL Y ALTA RESISTENCIA

Diámetro pulgadas	Varilla ton.	Traslape ton.	Ganchos ton.	Alambre Kg.	COS Fyp 2320 \$/ton.	TOS Fyp 4000 \$/ton.
5/16	1.000	0.01254	0.0366	38.682	-----	\$6027.16
3/8	1.000	0.0126	0.0433	26.82	\$5680.27	5680.27
1/2	1.000	0.01695	0.0507	15.10	5629.43	5629.43
5/8	1.000	0.0213	0.0633	10.25	5668.84	5668.84
3/4	1.000	0.0257	0.0866	6.7113	5774.25	5774.25
7/8	1.000	0.0305	0.0994	4.933	5845.62	5845.62
1	1.000	0.0345	0.1255	3.715	5984.73	5984.73
1 1/4	1.000	0.0435	0.1413	2.415	6096.58	6096.58
1 1/2	1.000	0.0504	0.1742	1.677	6288.68	6288.68



DIMENSIONES Y PESOS									Empalme: e(f'c en Kg/cm <sup>2</sup> )			
DIÁME pulg	TRO cm	Perímetro cm	Área cm <sup>2</sup>	Peso Kg/m	a	b	c	d	Losa y f'c=150	Columna f'c=200	Nerva f'c=150	dura f'c=200
1/4	0.64	2.00	0.32	0.25	4	9	3	7	40	25	60	40
5/16	0.79	2.48	0.49	0.39	5	11	3.5	7.5	40	27	60	42
3/8	0.95	2.99	0.71	0.57	6	13	4	8	40	30	60	45
1/2	1.27	3.99	1.22	1.00	8	17	5	10	50	40	75	60
5/8	1.59	4.99	1.93	1.57	10	21	6	11	65	50	95	70
¾	1.91	5.99	2.64	2.26	11	26	8	12	75	60	115	85
7/8	2.22	6.98	3.87	3.07	14	30	9	13	90	70	135	100
1	2.54	7.98	5.03	4.00	15	34	10	14	100	75	135	100
1 1/8	2.86	8.98	6.39	5.08	17	38	11	15	115	85	170	130
1 ¼	3.18	9.98	7.87	6.27	19	43	13	16	125	95	190	145
1 ½	3.81	11.97	11.35	9.02	23	51	15	18	150	115	230	170

Diám.Pulg	ÁREAS									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5/16	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.43	3.92	4.41	4.90	
3/8	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26	4.97	5.68	6.39	7.10	
½	2.44	3.66	4.88	6.10	7.32	8.54	9.76	10.98	12.20	
5/8	3.86	5.79	7.72	9.65	11.58	13.51	15.44	17.37	19.30	
¾	5.68	8.52	11.36	14.2	17.04	19.88	22.72	25.56	28.40	
7/8	7.74	11.61	15.48	19.35	23.22	27.09	30.96	34.83	38.70	
1	10.06	15.09	20.12	25.15	30.18	35.21	40.24	45.27	50.30	
1 1/8	12.78	19.17	25.56	31.95	38.34	44.73	51.12	57.51	63.90	
1 ¼	15.74	23.61	31.48	39.35	47.22	55.09	62.96	70.83	78.70	
1 ½	22.70	34.05	45.40	56.75	68.10	79.45	90.80	102.15	113.50	

### 3.47.- Firmes:

- 1.- Retiene el crecimiento de hierbas en la obra.
- 2.- Retiene microbios.

3.- Evita la humedad.

4.- Nos crea una superficie plana para recibir nuestro acabado final.

### **3.48.- RELLENOS:**

Es la elevación de los niveles en azotea con materiales ligeros (piedra pomex o tezontle).

Estas elevaciones son para dar salida a las aguas pluviales.

### **3.49.- Entrepisos:**

Es un elemento constructivo, arquitectónico y estructural que separa horizontalmente los diferentes niveles y que constituye a la vez el piso de uno de ellos y el techo del otro.

### **3.50.- CUBIERTAS:**

#### **1.- DE CONCRETO ARMADO:**

Elemento estructural construido a base de concreto y acero de refuerzo, diseñado para resistir las diferentes cargas e intemperismo.

El concreto que se utiliza es de resistencia  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> o  $f'c=250$  kg /cm<sup>2</sup>.

#### **2.- DE VIGUETA Y BOVEDILLA:**

Elemento constructivo cuya finalidad es proteger y su colocación debe garantizar su estabilidad estructural.

#### **3.- LOSA NERVADA:**

Elemento estructural utilizado como losa, este procedimiento es a base de traveses de secciones de 15x 15, 15x20 y 15x25 y casetones de polietileno o prefabricados (cemento-arena- pomex)

#### **4.- LOSA DE MADERA:**

Se utilizan vigas de madera y tableros, se tendrá que utilizar un recubrimiento para proteger a la madera de la intemperie y puede ser con teja de barro o galvateja.

#### **5.- LOSACERO:**

Este tipo de estructura es a base de lámina de acero galvanizada y su fabricación le permite tener adherencia con el concreto, trabajar como cimbra y contribuir como acero de refuerzo del concreto.

## **6.- LAMINA DE PLÁSTICO:**

Elemento constructivo y arquitectónico que se construye a base de montenes o perfiles que serán la base de la lámina.

Existen de diferentes tipos y medidas, diferentes colores o transparentes y la lamina de policarbonato celular.

## **7.- LAMINA ACANALADA:**

Es utilizada en cubiertas provisionales o en cubiertas que solamente soportan su propio peso (bodegas, talleres o cocheras) y su base puede ser de montenes, perfiles o polines.

### **3.51.- Impermeabilización en cubiertas**

#### **INSTALACIÓN:**

- **IMPERMEABILIZACIÓN Y APLICACIÓN EN FRÍO:** Estos se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, son dúctiles y flexibles, son resistentes al intemperismo.
- **IMPERMEABILIZACIÓN PREFABRICADA:** Tienen la ventaja de poseer un espesor uniforme controlado en fabrica. Sus colores y texturas son de fabrica y únicamente se tendrá cuidado en su colocación, aplicando un adherente en la superficie a cubrir.
- **IMPERMEABILIZACIÓN Y APLICACIÓN EN CALENTE:**

Son mas económicos, forman carpetas resistentes a la penetración, al tránsito y al uso rudo, su uso es recomendable en techos que serán recubiertos con el petatillo.

Su aplicación se recomienda a una temperatura de 220 °c y no se debe calentar el material por más de 10 hrs. Estos impermeabilizantes no se adhieren en superficies húmedas.

**3.52.- Escaleras exteriores:** Serie de escalones se utilizan para subir o bajar.



**3.53.- Rampas exteriores:** Elemento construido en un plano inclinado, se utiliza en espacios donde pueden asistir personas en silla de ruedas.



### 3.54.-Escaleras interiores.

De emergencia: Se utilizan en teatros, hoteles y edificios, deben tener salida hacia el exterior.



### 3.55.- Escaleras interiores.

En casas: Es un elemento que se construye con diseño de formas.



### 3.56.- Escaleras interiores eléctricas:



### 3.57.- Diseño de Escaleras:

HUELLA		CONTRA -HUELLA	
LO MAS LARGO	30 CMS.	14 CMS.	LO MAS BAJO.
LO MÁS LARGO	28 CMS.	15 CMS.	LO MAS BAJO.
ADECUADO	25 CMS.	17 CMS.	ADECUADO.
ADECUADO	23 CMS.	18 CMS.	ADECUADO.
LO MAS CORTO	20 CMS.	19 CMS.	LO MAS ALTO.
HOSPITALES	45 A 52 CMS.	12 CMS.	ADECUADO

## UNIDAD IV.- CIMBRAS

### 4.1. CIMBRAS DE MADERA

#### GENERALIDADES

Para poder colar todos aquellos elementos como: dadas de repartición, zapatas de cimentación, contratrabes, castillos, columnas, trabes, losas, etcétera, se emplean moldes. Estos moldes pueden ser de fierro o de madera, principalmente, además de aquellos hechos con materiales muy diversos como fibras comprimidas, asbesto cemento, etcétera.

1. Se usan moldes de fierro cuando se desea un acabado perfecto. Por lo elevado del costo de la cimbra metálica, su uso es restringido, utilizándose sobre todo cuando se tienen elementos modulados, es decir, cuando se tienen columnas o trabes tipo, etcétera, y en cantidad tal que amerite hacer el gasto de formas metálicas.
2. Los moldes de madera son los más usados, por su fácil adaptabilidad y manejo.

Todas las formas, sean metálicas, de madera o de cualquier otro material, deberán llenar ciertos requisitos, como los que a continuación se indican para cimbras de madera.

Deberá cuidarse que la madera que se emplee sea de primera calidad, exenta de nudos que comprometan la estabilidad de los moldes. En todos los casos, el diseño se ajustará a especificaciones que se anotarán en los planos de detalle.

- a) Las dimensiones de las formas estarán anotadas claramente en los planos de diseño correspondientes. Dichas formas deben reforzarse para evitar que se deformen. Cuando se construyan de madera deberán tener el mismo grueso evitando irregularidades mayores de 3 mm y aberturas entre tabla y tabla de 5 mm como máximo.
- b) La escuadría de las piezas de madera por usar deberá ser tal, que tenga la resistencia y rigidez necesarias y suficientes para soportar las cargas verticales y los empujes laterales; asimismo, al calcular el espesor de la cimbra, deberán tomarse en cuenta las cargas adicionales propias de las operaciones que se ejecutan al vaciar y compactar el concreto.
- c) Los moldes deben sujetarse firmemente a fin de evitar deformaciones en la superficie del concreto; asimismo, deben evitarse todas aquellas hendiduras por las cuales pueda escaparse la lechada de cemento, evitando así acabados defectuosos.

d) Todos los amarres o soportes que sean utilizados para sujetar firmemente los moldes, deben removerse y sacarse una vez vaciado el concreto, con excepción de los soportes metálicos que pueden dejarse ahogados en él.

e) Cuando se usen moldes de madera debe protegerse su superficie con una mano de lubricante (aceite mineral incoloro, diesel, etcétera) para conservar la cimbra y evitar que se adhiera el concreto a ella. Antes de vaciar el concreto a los moldes deben estar perfectamente mojados para evitar que la madera absorba agua del concreto.

f) Antes de que se lleve a cabo el colado deben revisarse meticulosamente todos los moldes, puntales, amarres, distribución y colocación de fierro, etcétera, a fin de percatarse que las operaciones propias del colado de concreto se harán en un plan de absoluta seguridad y, asimismo, deberán removerse o modificarse aquellos que se encuentren defectuosos.

Antes del colado todo molde deberá barrerse, limpiarse y lavarse perfectamente, dejando además la superficie libre de cualquier material extraño. Cuando la superficie de concreto no vaya a ser aplanada posteriormente y por el contrario, se pretenda dejarla aparente, se cimbrarán con madera labrada aquellas partes que estén en contacto con el concreto, cuidando que el colado se haga con minuciosidad y esmero para que el aspecto final sea uniforme. Se evitarán en todos los casos remiendos y desportilladuras.

g) La cimbra podrá quitarse después de veinte días en todos aquellos elementos como losas y trabes, siempre y cuando se apuntalen siete días más. Un día cuando se trate de "cachetes" de cadenas, cinco días después del colado en elementos como columnas, castillos, cachetes de trabes, etcétera y diez días para postes aislados, tomándose las precauciones necesarias con el objeto de no perjudicar el acabado. Una vez descimbrado no deben colocarse cargas sobre el concreto fresco.

En losas de concreto para techos y entrepisos, el cimbrado se hará con la madera y en la forma que indican las especificaciones generales de concreto, apoyándose exclusivamente en puntales y puentes, sin deteriorar los muros con perforaciones de ninguna especie (machinales). Los puntales se contraventearán y acuñarán descansando en su base sobre vigas no menores de 1.00 m, como arrastre. En caso de apoyarse en piso de tierra se apisonará previamente. La cimbra se nivelará y mojará hasta saturarse antes de iniciar el colado, habiendo sido clavada con anterioridad, dejando la separación necesaria en caso de usarse madera nueva. Toda la madera será del mismo grueso en cada losa. Cuando el colado de losas de entrepiso se lleve a cabo con cemento de fraguado rápido, podrá descimbrarse después de 7 días, apuntalando tres días más. Tratándose de losas de entrepiso de edificios de varios niveles, en todos los casos las losas de los niveles inmediatos inferiores al que se está colando, deben ser apuntaladas.

Normalmente, la madera que se utiliza para cimbrar cualquier elemento estructural, es pino de segunda sin nudos, estufada y entregada labrada de acuerdo con las necesidades y escuadría particulares. En aquellos casos en los que se necesite mejor acabado, el llamado aparente, se usa madera de primera de pino inclusive triplay de 16 mm de espesor.

Es necesario hacer la consideración especial para la llamada obra falsa en la cual la madera se armará siguiendo en forma estricta el diseño, dimensiones y demás especificaciones que aparecen en los planos respectivos, tomando muy en cuenta que todos y cada uno de sus elementos deben satisfacer los requisitos siguientes:

En todos los casos las superficies horizontales deben quedar a nivel y a hilo, las verticales a plomo y a hilo y aquellas que por el diseño deban conservarse inclinadas, deberán estar a hilo y con la pendiente que marquen los planos respectivos.

La flecha máxima permisible de cualquiera de los casos anteriores deberá ser de 1/500. La superficie que deba quedar aparente será cepillada y lijada.

En vigas y traveses interiores se considerará una contraflecha igual a 1/400 del claro libre. En las losas la contraflecha medida desde el centro de los apoyos largos al centro del tablero será de 1/400 del lado corto. Cuando se trate de tramos discontinuos, cuando menos en un apoyo y en tableros en esquina el valor anterior 1/400 se aumentará a 1/200. Cuando se trate de voladizos el aumento será de 1/400 a 1/100 tomando en cuenta el punto de empotramiento hasta el extremo libre.

Generalmente en obras de poca consideración los andamios se hacen con gente por día, sin embargo es conveniente fijar un precio por este concepto, ya sea por lote o por metro cuadrado. En este último caso cuando se trate de trabajos especiales que se hagan a alturas mayores de 4.00 m, como por ejemplo para pintura y acabados en general de muros laterales de cines, teatros, frontones, gimnasios, etcétera, las operaciones deben sufrir un sobreprecio por metro lineal de altura y por metro cuadrado.

Asimismo se consideran cimbras de tipo especial aquellas que se usan para isópticas, graderías, cascarones y losas con cierta curvatura.

Para el cálculo de cimbras de madera se han hecho las siguientes consideraciones generales: como las operaciones de armado de fierro y colado del concreto son pasajeras, las cargas que soportan las cimbras son eventuales, y como consecuencia de lo anterior, al calcular los espesores de la madera, podemos considerar esfuerzos mayores de los de costumbre. Todas las piezas de la cimbra están sujetas a esfuerzos de 60 Kg/cm<sup>2</sup> a flexión y 10 Kg/cm<sup>2</sup> en esfuerzos cortantes, pudiendo aumentarse hasta un 50% tratándose de maderas de primera calidad.

**Maderas de primera.** Son aquellas que presentan nudos firmes no mayores de 2.5 cm, sin torceduras o deformaciones longitudinales y están exentas de rajaduras.

**Maderas de segunda.** Son las que presentan nudos flojos pequeños hasta de 1.5 cm o nudos firmes mayores de 2.5 cm, pero sin exceder de 3/10 el ancho de la pieza, puede tener rajaduras longitudinales menores del ancho de la sección, o grietas que no lleguen a V2 del espesor y con longitudes de 1/6 de la pieza.

**Maderas de tercera.** Son las maderas que rebasan las especificaciones anteriores y sólo deben usarse en construcciones provisionales o secundarias.

**Módulo de elasticidad.** El módulo de elasticidad de la madera, para calcular las deflexiones, es de:

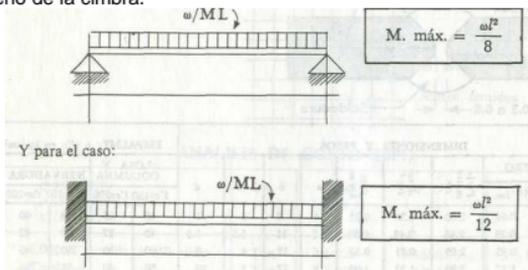
$$E = 70\ 000 \text{ a } 100\ 000 \text{ Kg/cm}^2$$

**Momento de inercia.** En todos los casos se considera el momento de inercia de una faja elemental de tablón de  $Wz'' \times 4''$ , tomando en cuenta un peralte de XVz'' (3.81 cm), y un ancho de 1 cm. En estas condiciones el momento de inercia es:

**Deflexiones.** Las deflexiones, una vez colada la pieza, no deben de notarse; por eso es necesario tomar muy en cuenta las deformaciones de la cimbra. En general, deben relacionarse los valores de las flechas. Por una parte sabemos que el valor de la flecha es de  $L/500$  del diámetro (para columnas), o  $L/500$  del claro (apoyo de los tablonés), cuando se trata de elementos horizontales;

El diseñar una cimbra correctamente, creemos sea tan importante para el costo, como la misma estructura, debido al número de veces que podamos usarla, y que su valor podrá reducirse en una forma proporcional a dicho número de veces.

Los esfuerzos a los que comúnmente está sujeta una cimbra son los de flexión y compresión. Desarrollaremos las formulaciones aceptadas comúnmente para el diseño de la cimbra.



### Flexión.

Para el caso de una cimbra, las condiciones de apoyo determinan el valor del momento flexionante que para el caso:

Por tanto es deseable diseñar para una condición promedio:

$$M. \text{ flex. máx.} = wl^2/10$$

Después de obtenido el momento máximo podremos dimensionar nuestro elemento a través de la fórmula de la escuadría.

donde:

M = Momento flexionante.

$$M/ft = I/y$$

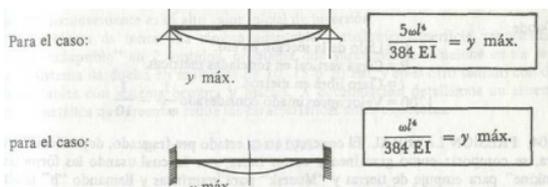
ft = Fatiga de trabajo.

I = Momento de inercia centroidal de la sección.

y = Distancia del eje neutro a la fibra más alejada de la sección.

Se recomienda para la madera comúnmente usada en la construcción, una fatiga de trabajo de

$$ft = 60 \text{ kg/cm}^2$$



### Flecha.

La deformación máxima, provocada por la flexión, se le denomina comúnmente flecha máxima, su valor depende principalmente del claro "l" y es función directamente proporcional de la carga por metro "w" el módulo de elasticidad "E" y el momento de inercia centroidal de la sección "I".

Por lo que se acostumbra diseñar para la condición

$$Y = 3wl^2 / 384EI$$

Existen 2 criterios para los límites de y. el americano que recomienda y máx = 1/360 del claro, y el europeo, que indica y máx. = 1 / 500 del claro.

Si aceptamos estos límites, tendremos dos fórmulas que, aplicadas a una sección y a una carga por metro dadas, nos permiten encontrar "l".

AMERICANO  
 $1 = (0.355 EI/w)^{1/2}$

EUROPEO  
 $1 = (0.256 EI/w)^{1/3}$

Donde:

w = Carga vertical repartida en kg/cm.

EM = Módulo de elasticidad madera 100,000 kg/c2.

ET = Módulo de elasticidad de triplay cimbra 60,000 k/c2.

I = Momento de inercia de la sección considerada en cm.<sup>4</sup>

### Compresión.

Las piezas sujetas a compresión tienen dos concepciones, según su longitud, más para el caso de cimbras, el caso común es el de columna larga  $l/b > 25$

Euler, en su fórmula general, indica:

$$P = K \pi^2 EI / l^2$$

Y condiciona k para el caso de una columna articulada en sus extremos  $k = 1$ , con este valor y llamando "b" al lado de una sección cuadrada, tendremos:

$$b = (1200PI^2)^{1/4}$$

Donde:

b = Lado de la sección en cm.

P = Carga vertical en toneladas métricas.

l = Claro libre en metros.

1200 = Valor aproximado considerado  $1/\pi^2 = 1/10$

### Presión lateral.

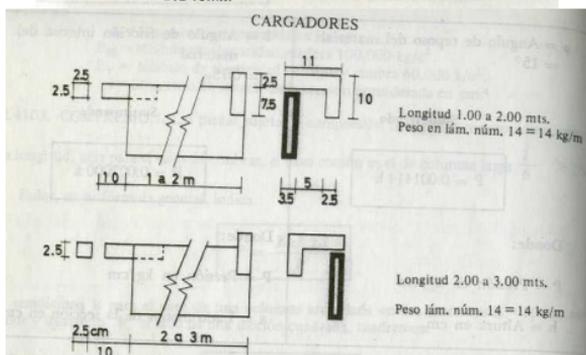
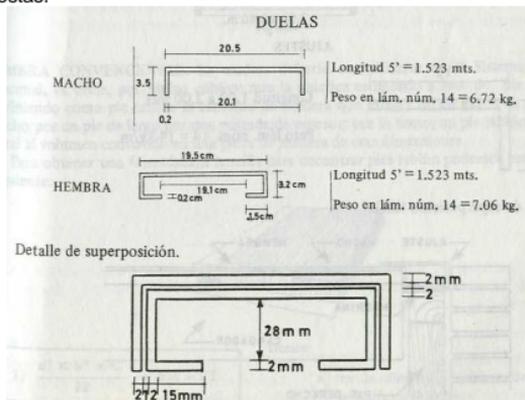
El concreto en su estado pre-fraguado, dependiendo de su l altura, se comporta como gramínea y como tierra, por lo cual usando las fórmulas del "Rankine" para empuje de tierras y "Muersk" para gramíneas y llamando "h" la altura l del elemento y "a" la mínima sección del mismo, tendremos:

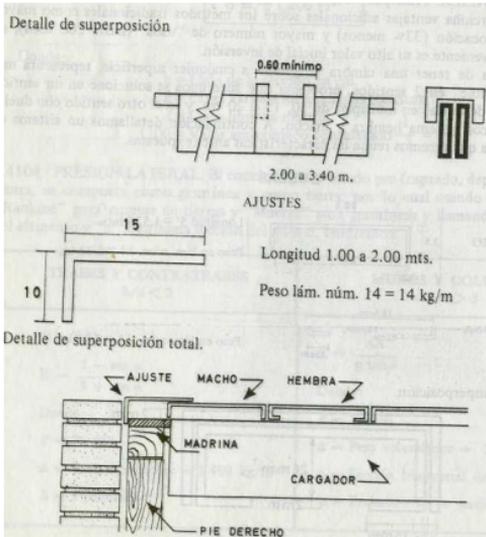
TRABES Y CONTRATRABES h/a < 3	MUROS Y COLUMNAS h/a > 3
RANKINE	MUERSK
$P = K ? h$	$P = ? A / p \tan \delta$
$K = 1 \text{ sen } \varphi / 1 + \text{sen } \varphi$	Donde:
Donde:	P = Presión
P = Presión	? = Peso volumétrico = 2 400 kg/m <sup>3</sup>
? = Peso volumétrico = 2 400 kg/m <sup>2</sup>	A = Sección transversal del silo
h = Profundidad	p = Perímetro de la sección del silo
$\varphi = \text{Angulo de reposo del material} = 15^\circ$	$\delta = \text{Angulo de fricción interna del material} = 0.75\delta$
Sustituyendo	Sustituyendo
$P = 0.001414 h$	$P = 0.003000 a$
Donde:	Donde:
p = Presión en kg/cm	P = Presión en kg/cm
h = Altura en cm	a = Lado menor de la sección en cm

## CIMBRA METÁLICA

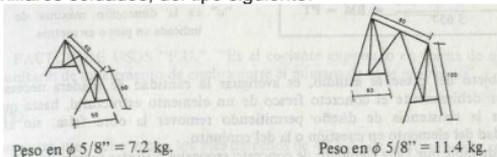
Principalmente en losas y para "colados" repetitivos, la cimbra metálica proporciona ventajas adicionales sobre los métodos tradicionales como mayor rapidez de colocación (33% menos) y mayor número de "usos" (hasta 200 usos), su principal inconveniente es su alto valor inicial de inversión.

El problema de tener una cimbra adaptable a cualquier superficie, representa una cimbra "colapsible" en 2 sentidos, problema que sugerimos se solucione en un sentido con el sistema de duelas en múltiples de 10, 15 ó 20 cm. y en el otro sentido con duelas telescopiables con sistema hembra y macho. A continuación detallamos un sistema de cimbra metálica que creemos reúna las características antes expuestas.

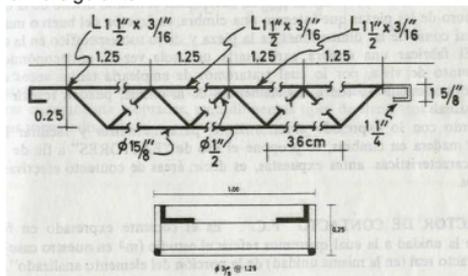




Es conveniente también, y usando el desperdicio de varilla de  $\phi$  5/8", hacer andamios auxiliares soldados, del tipo siguiente:



Los andamios propiamente dichos, sugerimos puedan hacerse de tipo "JOIST", de la forma siguiente:



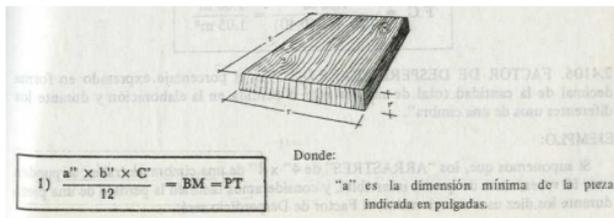


### *CIMBRA CONVENCIONAL.*

La madera debería cuantificarse en el Sistema Métrico Decimal, es decir, por metro cúbico; mas la práctica es hacerlo a base de "pie tablón"; definiendo como pie tablón la cantidad de madera que integra un elemento de un pie de ancho por un pie de largo por una pulgada de espesor; por lo tanto, un pie tablón debe ser

igual al volumen contenido en una pieza de madera de esas dimensiones.

Para obtener una formulación sencilla para encontrar pies tablón podemos proponer lo siguiente:



2)  $a'' \times b'' \times c \text{ mts} / 3.657 = BM = PT$

"b" es la dimensión media de la pieza indicada en pulgadas. "c" es la dimensión máxima de la pieza indicada en pies o en metros.

El objeto del presente estudio, es averiguar la cantidad de madera necesaria para contener debidamente el concreto fresco de un elemento estructural, hasta que aquél adquiera la resistencia de diseño permitiendo remover la obra falsa, sin afectar la estabilidad del elemento en cuestión o la del conjunto.

Es indudable que cada elemento de concreto requerirá distintas formas de sujeción y es por ello que nos proponemos analizar las más comunes y características de una obras de edificación.

Las distintas secciones de un elemento estructural pueden requerir diferentes diseños de la cimbra en contacto y, en algunos casos, determinar el mismo diseño de la obra falsa.

El deterioro de las piezas que integran una cimbra, es función del buen o mal trato de la misma, así como de las dimensiones de la pieza y de su uso específico en la cimbra en cuestión. El fabricar una cimbra para usarla una sola vez es antieconómico, desde cualquier punto de vista, por lo cual trataremos de emplearla tantas veces como sea posible, sin olvidar que no todos los elementos de la misma, pueden resistir el mismo número de usos.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, para metodizar y facilitar la cuantificación de madera en cimbras, se propone el uso de "FACTORES" a fin de tomar en cuenta las características antes expuestas, es decir, áreas de contacto efectivas, desperdicios y usos.

**FACTOR DE CONTACTO "F.C."**

"Es el cociente expresado en forma de quebrado de la unidad a la cual

queremos referir el estudio (m<sup>2</sup> en nuestro caso) entre el área de contacto real (en la misma unidad) de la porción del elemento analizado".

**EJEMPLO:**

Si definimos que una trabe, con sección 25 x 40 cm. requiere para un metro lineal de longitud, 8.75 P.T. de "PIES DERECHOS" de 4" x 4" y nuestro propósito es investigar cuántos PIES TABLÓN de ese tipo de madera se requieren para cubrir UN METRO CUADRADO, el factor de contacto será:

$$F.C. = 1.00 \text{ m}^2 / 0.25 + 2(0.40) = 1.00 \text{ m}^2 / 1.05 \text{ m}^2$$

**FACTOR DE DESPERDICIO "F.D."**

"Es el porcentaje expresado en forma decimal de la cantidad total de madera rota o perdida en la elaboración y durante los diferentes usos de una cimbra",

**EJEMPLO:**

Si suponemos que, los "ARRASTRES" de 4" x 4" de una cimbra de trabes, se pueden usar 10 veces, antes de quedar inservibles, y consideramos también la pérdida de una pieza durante los diez usos mencionados, el Factor de Desperdicio será:

$$F.D. = 1 \text{ Pz Pérdida} / 1 \text{ Pz (10 Usos)} = 0.10 \times 100 = 10\%$$

Por lo tanto

$$F.D. = 1.10$$

**FACTOR DE USOS "F.U."**

"Es el cociente expresado en forma de quebrado del uso unitario de un elemento de cimbra entre el número de usos propuesto"

**EJEMPLO:**

Se proyecta usar ocho veces, los pies derechos de 4" x 4" de una cimbra de columnas, por lo tanto el Factor de Usos será:

$$F.U. = 1/8 \text{ usos} = 1/8$$

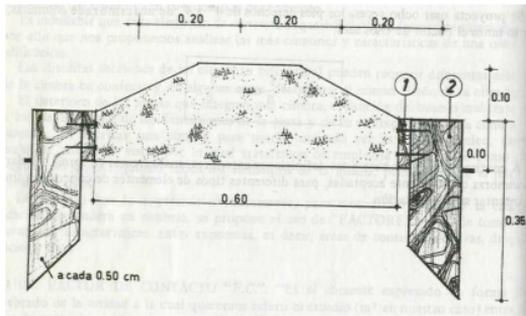
A continuación, y en base a las definiciones anteriores, analizaremos en forma tabular las cimbras comúnmente aceptadas, para diferentes tipos de elementos de concreto, a fin de intentar su metodización.

**EJEMPLOS ESPECÍFICOS DE CIMBRA.**

**CIMBRA EN ZAPATAS**  $2\text{m}^2/\text{m}^3$

Peralte 10 a 20 cm

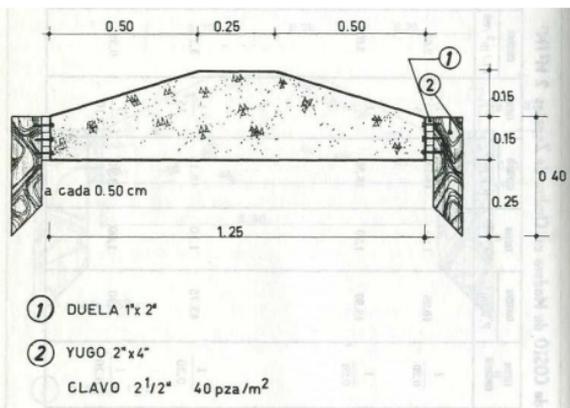
Volumen de concreto =  $0.10 \text{ m}^3 / \text{ml}$   
 Relación  $2\text{m}^2 / \text{m}^3$



- (1) DUELA 1"x4"  
 (2) YUGO 2"x4"  
 CLAVO 2 1/2" = 40 pza /  $\text{m}^2$

VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Zapatas 2 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup>									
ELEMENTO	cantidad	Factor de contacto	Cantidad	Factor de desperdicio	Cantidad	Factor de uso	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T	\$/m <sup>2</sup> uso
1 DUELA EN CONTACTO 2 duelas 2X4"X4"X1.0ml 3.657	2.19	1/0.20	10.95	1.20	13.14	1/5	2.63	4.00	10.52
2 YUGOS 4 Yugos 4X2"X4"X0.35ml 3.657	3.06	1/0.20	15.30	1.20	18.36	1/5	3.67	4.00	14.68 \$25.20m <sup>2</sup>
CON POLIN 1 Polin 2X4"X4"X1.0 ml 3.657	8.75	1/0.20	43.75	1.10	48.13	1/15	3.21	3.65	11.72
2 Varilla $\phi$ 5/8" 3pzaX1.57X0.60 3.657	0.78	1/0.20	3.90	1.00	3.90	1/10	0.39	5.00	1.95 13.67

CIMBRA EN ZAPATAS 2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>  
 Peralte 15 a 25 cm  
 Volumen de concreto 0.30 m<sup>3</sup> /ml  
 Relación  $\text{lm}^2 / \text{m}^3$

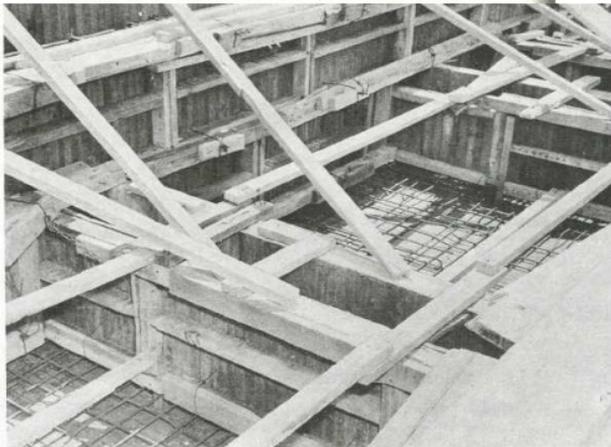
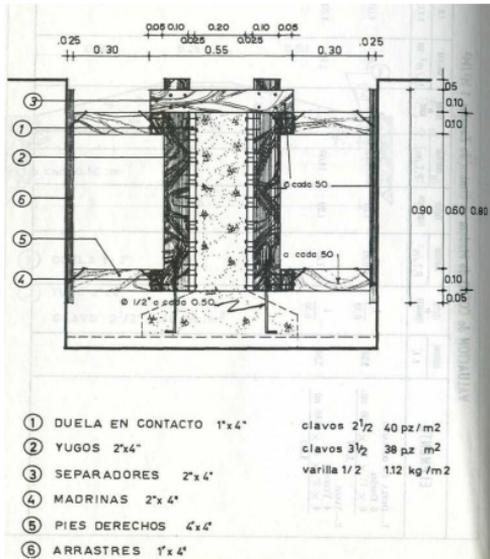


**VALUACIÓN de COSTO de Madera en Cimbra de Zapatas 1 M<sup>2</sup>/M<sup>2</sup>**

	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
<b>ELEMENTO</b>	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 6 duelas <u>6X1"x2"x1.0m</u> 3.657	3.28	1/0.30	10.93	1.20	13.12	1/5	2.62	4.00	10.48
2YUGOS 4 Yugos <u>4X2"x4"x0.40m</u> 3.657	3.50	1/0.30	11.67	1.20	14.00	1/5	2.80	4.00	11.20
									\$21.68/m <sup>2</sup>

CIMBRA EN CONTRATRABES      10m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

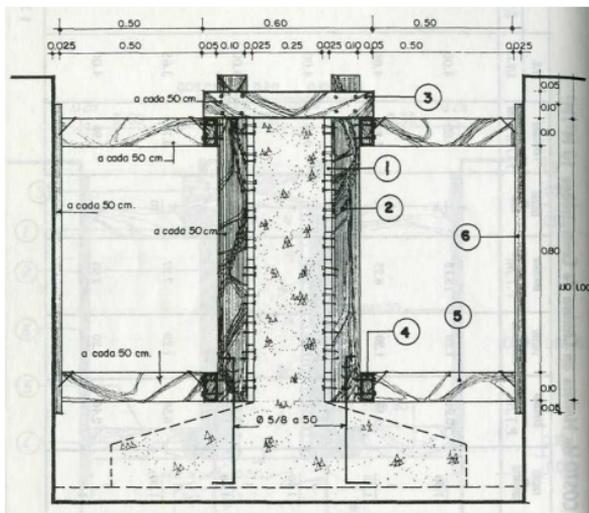
Sección 20x80 cm.  
 Volumen de concreto 0.16 m<sup>3</sup>/ml  
 Relación 10m<sup>2</sup> /ml.



VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Contratraves 10 M/M <sup>2</sup>									
ELEMENTO	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 16 duelas <u>16X1"X4"X1.0m</u> 3.657	17.50	1/1.60	10.94	1.20	13.13	1/5	2.63	4.00	10.52
2YUGOS 4 Yugos <u>4X2"X4"X0.95m</u> 3.657	8.31	1/1.60	5.19	1.20	6.23	1/5	1.25	4.00	5.00
3SEPARADORES 2separadores <u>2X2"X4"X0.55m</u> 3.657	2.41	1/1.60	1.51	1.20	1.81	1/3	0.60	4.00	2.40
4MADRINAS 4 madrinas <u>4X2"X4"X1.00m</u> 3.657	8.75	1/1.60	5.47	1.20	6.56	1/10	0.66	4.00	2.64
5PIES DERECHOS 8 pies derechos <u>8X4"X4"X0.30m</u> 3.657	10.50	1/1.60	6.56	1.20	7.87	1/10	0.79	3.65	2.88
6ARRASTRES 4 Arrastres <u>4X1"X4"X0.90m</u> 3.657	3.94	1/1.60	2.46	1.20	2.95	1/3	0.98	4.00	3.92
									\$27.36m

CIMBRA EN CONTRATRABES      8 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Sección 25x100 cm  
Volumen de concreto 0.25 m<sup>3</sup>/ml



(1) DUELA EN CONTACTO 1"x4"

(2) YUGOS 2"x4"

(3) SEPARADORES 2"x 4"

(4) MADRINAS 2"x4"

(5) PIES DERECHOS 4"x 4"

(6) ARRASTRES 1"x4"

clavos 2 1/2 " 40 pz/m<sup>2</sup>

clavos 3 1/2 " 32pz/m<sup>2</sup>

varillas  $\phi$  5/8" 1.73 kg/m<sup>2</sup>

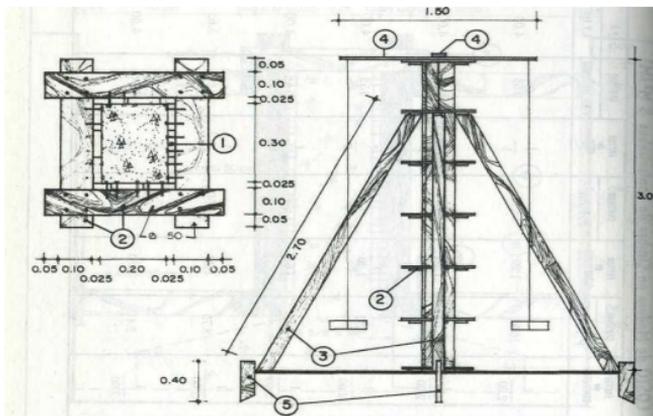
**VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Contratabes 8 M/M<sup>2</sup>**

ELEMENTO	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor De	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 20 duelas 20X1"x4"x1.0m 3.657	21.88	1/2.00	10.94	1.20	13.13	1/5	2.63	4.00	10.52
2YUGOS 4 Yugos 4X2"x4"x1.15m 3.657	10.06	1/2.00	5.03	1.20	6.04	1/5	1.21	4.00	4.84
3SEPARADORES 2separadores	2.63	1/2.00	1.32	1.20	1.58	1/3	0.53	4.00	2.12

2X2"X4"X0.60ml 3.657									
4MADRINAS 4 madrinras 4X2"X4"X1.00ml 3.657	8.75	1/2.00	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	4.00	2.12
5PIES DERECHOS 8 pies derechos 8X4"X4"X0.50ml 3.657	17.50	1/2.00	8.75	1.20	10.50	1/10	1.05	3.65	3.83
6ARRASTRES 4 Arrastres 4X1"X4"X1.10ml 3.657	4.81	1/2.00	2.41	1.20	2.89	1/3	0.96	4.00	3.84
									\$27.27m

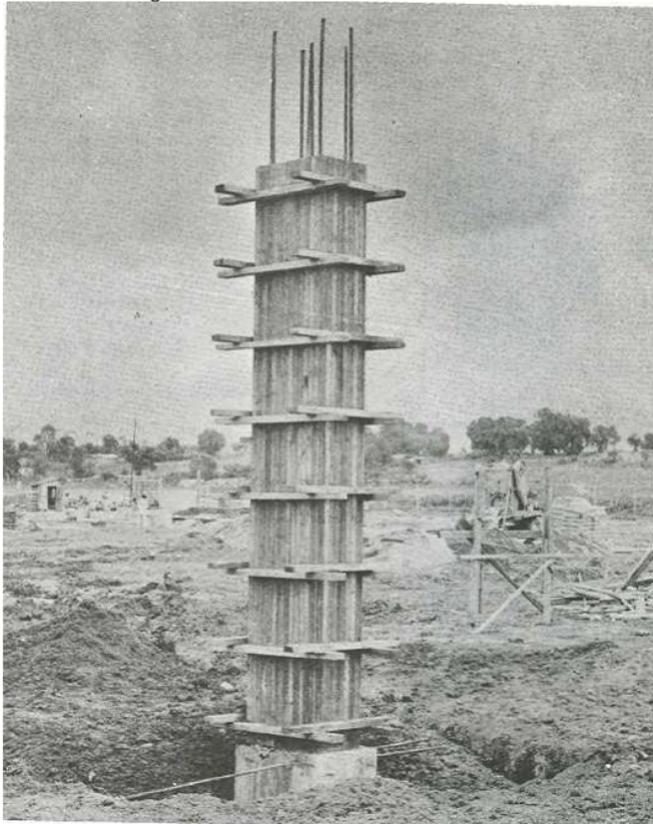
CIMBRA EN COLUMNAS 16.7 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Sección 20x30 cm  
Volumen de concreto 0.06m<sup>3</sup>/ml.  
Relación 16.7 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>



- (1) DUELA EN CONTACTO 1"x4"
- (2) YUGOS 2"x4"
- (3) PIES DERECHOS 4"x4"
- (4) PLOMOS 1"x4"
- (5) ESTACAS 2"x4"

Clavo 2 ½" 44 pz/m<sup>2</sup>  
 Clavo 3 ½" 40pz/m<sup>2</sup>  
 Alambre 0.072 Kg/m<sup>2</sup>



**VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Columnas 16.7 M/M<sup>3</sup> 20x30cm**

	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
ELEMENTO	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 11 duelas	12.03	1/1.00	12.03	1.20	14.44	1/5	2.89	4.00	11.56

11X1"X4"X1.0m] 3.657										
2YUGOS 7 Yugos 7X2"X4"X2.40m] 3.657	36.75	1/3.00	12.25	1.20	14.70	1/5	2.94	4.00	11.76	
3PIES DERECHOS 4 pies derechos 4X4"X4"X2.70m] 3.657	47.25	1/3.00	15.75	1.20	18.90	1/10	1.89	3.65	6.90	
4PLOMOS 2 plomos 2X1"X4"X1.50m] 3.657	3.28	1/3.00	1.09	1.20	1.31	1/3	0.44	4.00	1.76	
5ESTACAS 4 estacas 4X1"X4"X0.40m] 3.657	3.50	1/3.00	1.17	1.20	1.40	1/3	0.47	4.00	1.88	
										\$33.86m

CIMBRA EN COLUMNAS 8 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

SECCIÓN 50 x 50

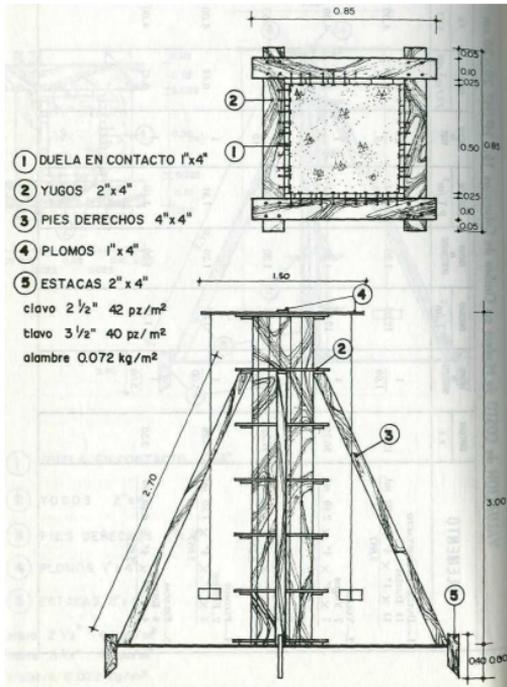
VOLUMEN DE CONCRETO 0.25 m<sup>3</sup> /ml2.4207. CIMBRA EN MUROS  
10m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Volumen de concreto 0.20 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Relación 10 m<sup>2</sup> /m<sup>3</sup>

- (1) DUELA 1"x4"
- (2) YUGO 2"x4"
- (3) SEPARADORES 2"x4"
- (4) MADRINA 4"x4"
- (5) PIE DERECHO 4x4"
- (6) ESTACAS 2"x4"
- (7) RASTRAS 1"x4"

clavo 2 ½ 40pz/m<sup>2</sup>  
clavo 3 ½ 12pz/m<sup>2</sup>  
separadores 1.25 pz/m<sup>2</sup>  
varilla φ5/8 0.125 kg/m<sup>2</sup>



RELACIÓN 8 m<sup>2</sup>/M<sup>3</sup>

**VALUACIÓN de COSTO de Madera en Cimbra de Columnas 8 M<sup>3</sup>/M<sup>3</sup> 50x50cm**

ELEMENTO	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 21 duelas 21X1"X4"X1.0ml 3.657	22.97	1/2.00	11.49	1.20	13.79	1/5	2.76	4.00	11.04
2YUGOS 7 Yugos 7X2"X4"X3.40ml 3.657	52.06	1/6.00	8.68	1.20	10.42	1/5	2.08	4.00	8.32
3PIES DERECHOS	47.25	1/6.00	7.88	1.20	9.46	1/10	0.95	3.65	3.47

4 pies derechos 4X4"X4"X2.70 ml 3.667										
4PLOMOS 2 plomos 2X1"X4"X1.50 ml 3.667	3.28	1/6.00	0.55	1.20	0.66	1/3	0.22	4.00	0.88	
5ESTACAS 4 estacas 4X2"X4"X0.40 ml 3.667	3.50	1/6.00	0.58	1.20	0.70	1/3	0.23	4.00	0.92	
										\$24.63/m

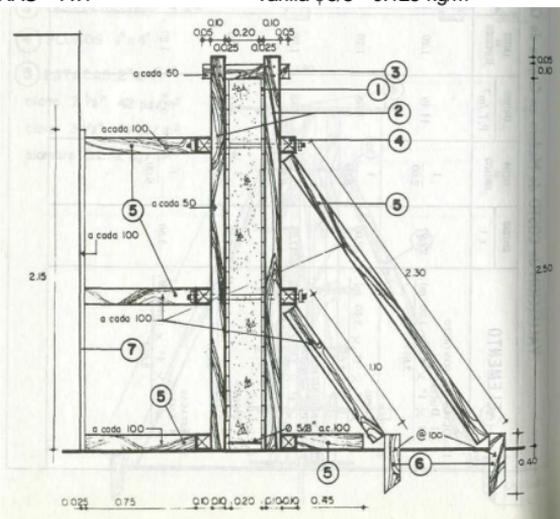
CIMBRA EN MUROS  $10\text{m}^2/\text{m}^3$

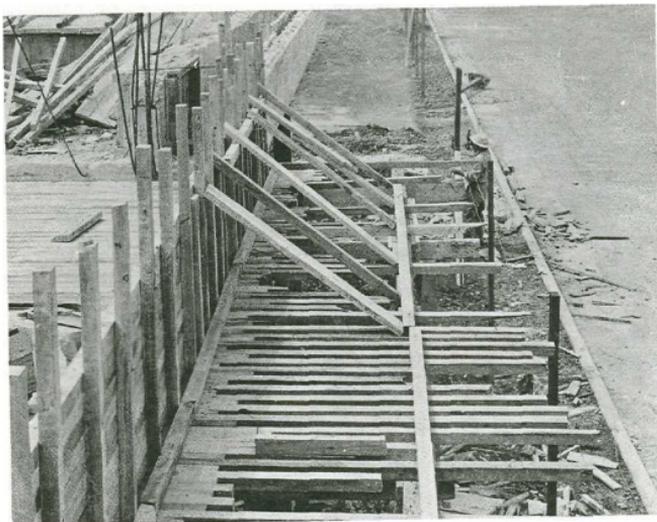
Volumen de concreto  $0.20\text{ m}^2/\text{m}^3$

Relación  $10\text{ m}^2/\text{m}^3$

- (1) DUELA 1"x4"
- (2) YUGO 2"x4"
- (3) SEPARADORES 2"x4"
- (4) MADRINA 4"x4"
- (5) PIE DERECHO 4x4"
- (6) ESTACAS 2"x4"
- (7) RASTRAS 1"x4"

clavo  $2\frac{1}{2}$  40pz/m<sup>2</sup>  
clavo  $3\frac{1}{2}$  12pz/m<sup>2</sup>  
separadores 1.25 pz/m<sup>2</sup>  
varilla  $\phi 5/8$  0.125 kg/m<sup>2</sup>





**VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Muros 10 M<sup>2</sup>/M<sup>3</sup>**

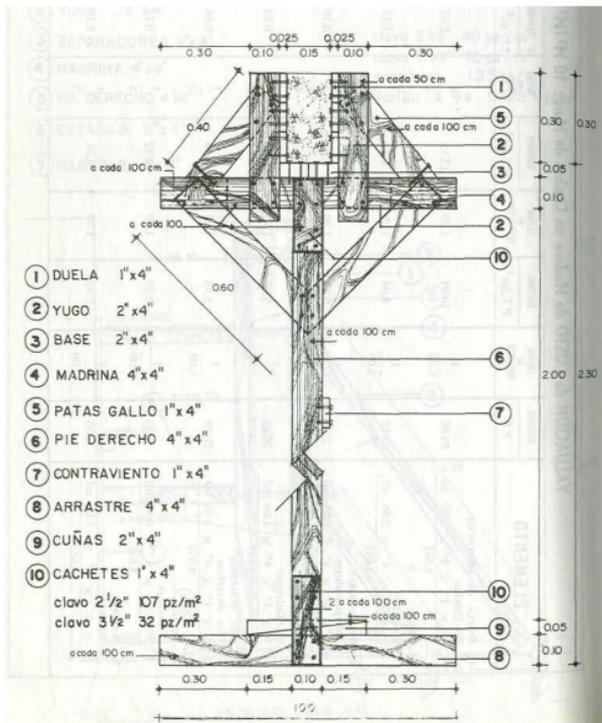
ELEMENTO	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 50 duelas 50X1"X4"X1.0ml 3.657	54.69	1/5.00	10.94	1.20	13.13	1/5	2.63	4.00	10.52
2YUGOS 4 Yugos 4X2"X4"X2.65ml 3.657	23.19	1/5.00	4.64	1.20	5.57	1/5	1.11	4.00	4.44
3SEPARADORES 2separadores 2X2"X4"X0.55 ml 3.657	2.41	1/5.00	0.48	1.20	0.58	1/3	0.19	4.00	0.76
4MADRINAS 6 madrinas 6X4"X4"X1.00ml 3.657	26.25	1/5.00	5.25	1.20	6.30	1/10	0.63	3.65	2.30
5PIES DERECHOS pies derechos 4X4"X4"X6.10ml 3.657	26.68	1/5.00	5.33	1.20	6.39	1/10	0.64	3.65	2.34
6ESTACAS	1.75	1/5.00	0.35	1.20	0.42	1/3	0.14	4.00	0.56

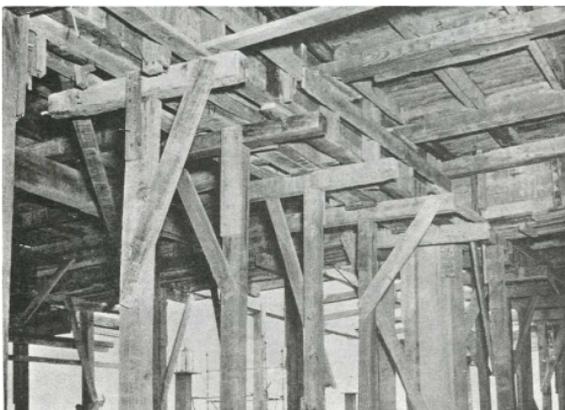
2 estacas 2X2"x4"x0.40 ml 3.667									
7RASTRAS rastra X1"x4X2.15 ml 3.667	2.35	1/5.00	0.47	1.20	0.56	1/3	0.19	4.00	0.76
									\$21.68/m

CIMBRA EN TRABES  $16.7 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Sección 15 x 30 cm.

Volumen de concreto  $0.045 \text{ m}^3/\text{ml}$





**VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Trabes 16.7 M/M<sup>3</sup> 15 X30 cm.**

	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
ELEMENTO	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 6X1"X4"X1.00 ml 3.657	6.56	1/0.75	8.75	1.20	10.50	1/5	2.10	4.00	8.40
2YUGOS 1X2"X4"X2.50ml 3.657	5.47	1/0.75	7.29	1.20	8.75	1/5	1.75	4.00	7.00
3BASE 2X2"X4"X1.00 ml 3.657	4.38	1/0.75	5.84	1.20	7.01	1/7	1.00	4.00	4.00
4MADRINAS 1X4"X4"X1.00 ml 3.657	4.38	1/0.75	5.84	1.20	7.01	1/10	0.70	3.65	2.56
5PATAS DE GALLO 1X1"X4"X2.10 ml 3.657	2.30	1/0.75	3.07	1.20	3.68	1/3	1.23	4.00	4.92
6PIES DERECHOS 1X4"X4"X2.00 ml 3.657	8.75	1/0.75	11.67	1.20	14.00	1/10	1.40	3.65	5.11
7CONTRAVENTE OS 1X1"X4"X1.00 ml 3.657	1.09	1/0.75	1.45	1.20	1.74	1/3	0.58	4.00	2.32
8 ARRASTRES 1X4"X4"X1.00 ml 3.657	4.38	1/0.75	5.84	1.20	7.01	1/10	0.70	3.65	2.56
9 CUNAS	0.88	1/0.75	1.17	1.20	1.40	1/3	0.47	4.00	1.88

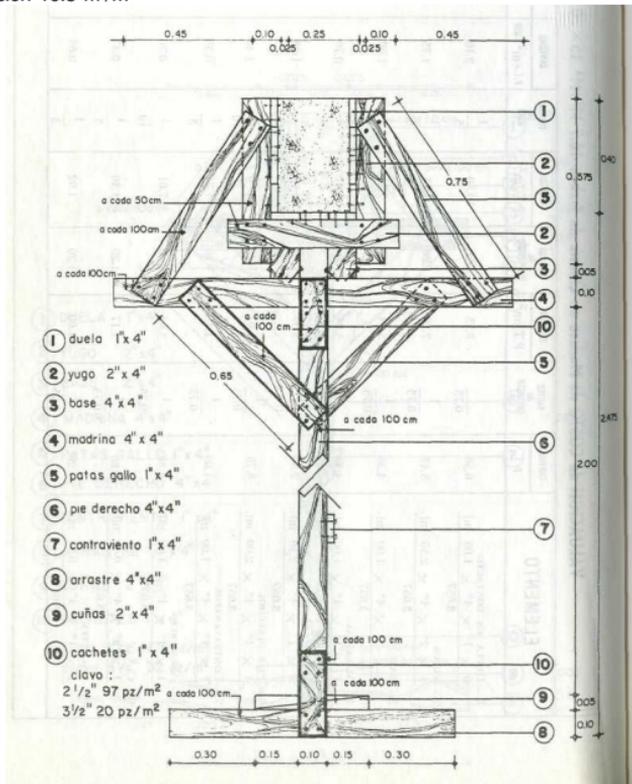
1X2"X4"X0.40 ml 3.667									
10 CACHETES 2X1"X4"X0.55 ml 3.667	1.20	1/0.75	1.60	1.20	1.92	1/3	0.64	4.00	2.56
									\$41.31/m

CIMBRA EN TRABES 10.5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Sección 25x40 cm

Volumen de concreto 0.10 m<sup>3</sup>/ml.

Relación 10.5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>



VALUACION de COSTO de Madera en Cimbr a de Trabes 10.5 M/M <sup>3</sup> 25 X 40 cm.									
ELEMENTO	cantidad	Factor de Contacto	Cantidad P.T./m <sup>2</sup>	Factor de desperdicio	Cantidad P.T./m <sup>2</sup>	Factor de Uso	Cantidad P.T./m <sup>2</sup> uso	P.U. \$/P.T.	importe \$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 11X1"X4"X1.00ml 3.657	12.03	1/1.05	11.46	1.20	13.75	1/5	2.75	4.00	11.00
2YUGOS 2X2"X4"X 1.75ml 3.657	7.66	1/1.05	7.30	1.20	8.76	1/5	1.75	4.00	7.00
3 BASE 2X4"X4"X1.00ml 3.657	8.75	1/1.05	8.33	1.20	10.00	1/10	1.00	3.65	3.65
4 MADRINAS 1X4"X4"X1.40 ml 3.657	6.13	1/1.05	5.84	1.20	7.01	1/10	0.70	3.65	2.56
5 PATAS DE GALLO 1X1"X4"X2.80ml 3.657	3.06	1/1.05	2.91	1.20	3.49	1/3	1.16	4.00	4.64
6PIES DERECHOS 1X4"X4"X2.00ml 3.657	8.75	1/1.05	8.33	1.20	10.00	1/10	1.00	3.65	3.65
7CONTRAVENTE OS 1X1"X4"X1.00ml 3.657	1.09	1/1.05	1.04	1.20	1.25	1/3	0.42	4.00	1.68
8 ARRASTRE 1X4"X4"X1.00ml 3.657	4.38	1/1.05	4.17	1.20	5.00	1/10	0.50	3.65	1.83
9 CUNAS 1X2"X4"X0.40ml 3.657	0.88	1/1.05	0.84	1.20	1.01	1/3	0.34	4.00	1.36
10 CACHETES 2X1"X4"X0.55ml 3.657	1.20	1/1.05	1.14	1.20	1.37	1/3	0.46	4.00	1.84
									\$39.21/m <sup>2</sup>

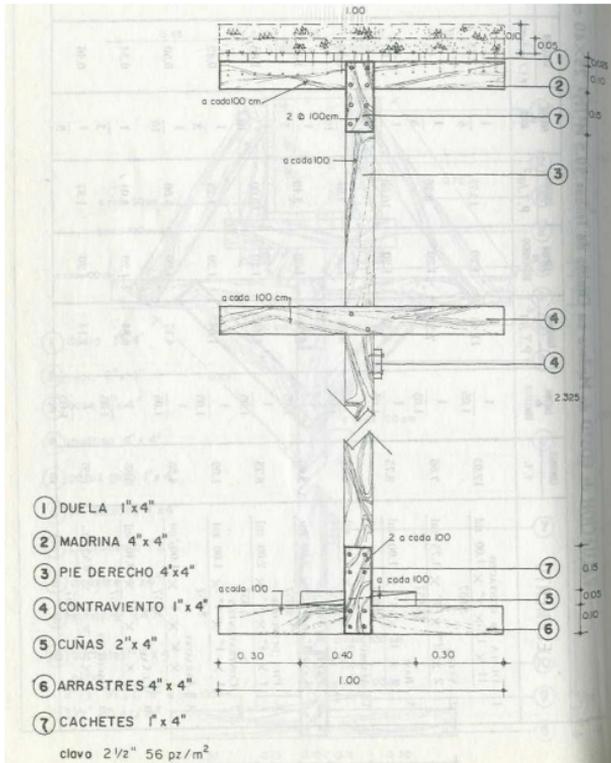
CIMBRA EN LOSAS

20 a 10 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

$W_M = 220 \text{ a } 240 \text{ Kg / m}^2$

Volumen concreto 0.05 a 0.10 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>

Relación 20 a 10 m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>



3PIES	10.17	1/1	10.17	1.20	12.20	1/10	1.22	3.65	4.45
<b>DERECHOS</b>	<b>VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Ldsas 20 a 10 M/M<sup>2</sup></b>								
1 pie derecho 1X4"X4"X2.325ml	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
<b>ELEMENTO</b>	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.	\$/m <sup>2</sup> uso
4CONTRAVENTE	2.19	1/1	2.19	1.20	2.63	1/3	0.88	4.00	3.52
1 DUELA EN CONTACTO	10.94	1/1	10.94	1.20	13.13	1/5	2.63	4.00	10.52
2 CONTRAVIENTOS	2.19	1/1	2.19	1.20	2.63	1/3	0.88	4.00	3.52
2 CUÑAS	0.88	1/1	0.88	1.20	1.06	1/3	0.35	4.00	1.40
2 MADRINAS	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93
1X2"X4"X0.40ml									
1X4"X4"X2.00ml									
6 ARRASTRE	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93

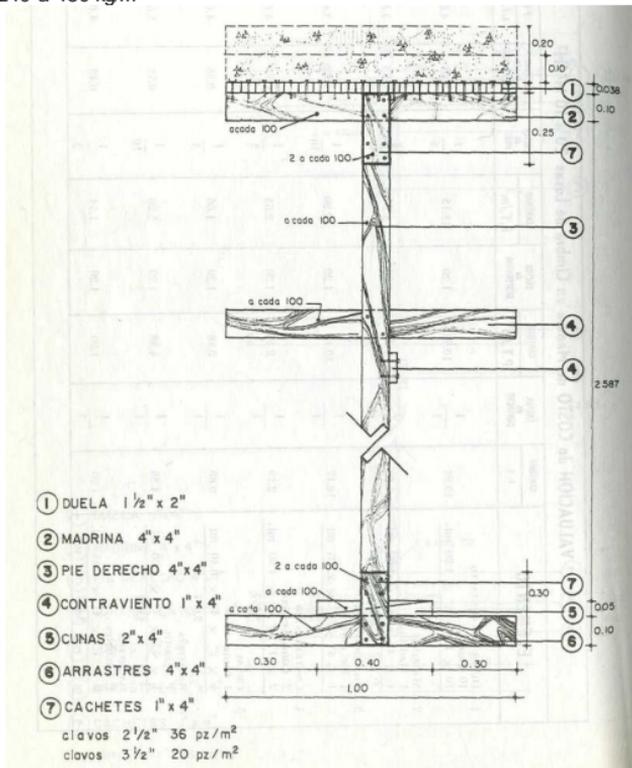
1 Arrastre 1X4"X4"X1.00 ml 3.657										
7 CACHETES 2cachetes 2X1"X4"X0.55 ml 3.657	1.20	1/1	1.20	1.20	1.44	1/3	0.48	4.00	1.92	
										\$25.67/m <sup>2</sup>

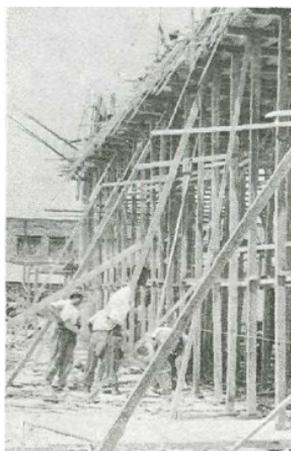
CIMBRA EN LOSAS 10 a 5 m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>

Volumen de concreto 0.10 a 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Relación 10 a 5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

W<sub>M</sub>=240 a 480 kg/m<sup>2</sup>





**VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Losa 10 a 5 M<sup>2</sup>/M<sup>3</sup>**

	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
ELEMENTO	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1DUELA EN CONTACTO 20 duelas 20X1.5"X2"X1.00 ml 3.657	16.41	1/1	16.41	1.20	19.69	1/7	2.81	4.00	11.24
2 MADRINAS 1 madrina 1X4"X4"X1.00 ml 3.657	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93
3PIES DERECHOS 1 pie derecho 1X4"X4"X2.587ml 3.657	11.32	1/1	11.32	1.20	13.58	1/10	1.36	3.65	4.96
4CONTRAVENTE OS 2 Contraventeos 2X1"X4"X1.00 ml 3.657	2.19	1/1	2.19	1.20	2.63	1/3	0.88	4.00	3.52
5 CUNAS 1 cuña 1X2"X4"X0.40 ml 3.657	0.88	1/1	0.88	1.20	1.06	1/3	0.35	4.00	1.40
6 ARRASTRE	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93

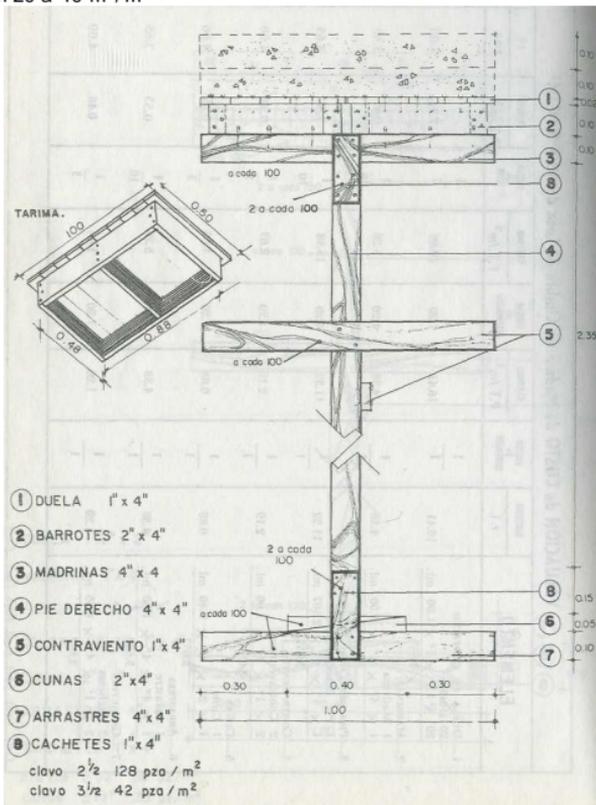
1 Arrastre 1X4"X4"X1.00 ml 3.657									
7 CACHETES 2 cachetes 2X1"X4"X0.55 ml 3.657	1.20	1/1	1.20	1.20	1.44	1/3	0.48	4.00	1.92
									\$26.90/m <sup>2</sup>

CIMBRA DE LOSAS CON TARIMAS 50 x100 cm.

$W_M=240$  a  $480$  kg/m<sup>2</sup>

Volumen de concreto  $0.10$  a  $0.20$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

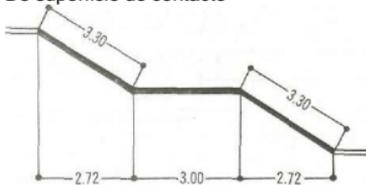
Relación  $20$  a  $10$  m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>



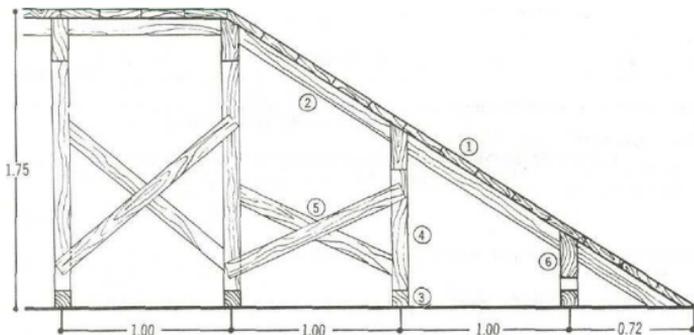
VALUACION de COSTO de Madera en Cimbra de Losa con Tarima 50X100 cm									
ELEMENTO	cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	Factor de	Cantidad	P.U.	importe
	P.T.	Contacto	P.T./m <sup>2</sup>	desperdicio	P.T./m <sup>2</sup>	Uso	P.T./m <sup>2</sup> uso	\$/P.T.	\$/m <sup>2</sup> uso
1 DUELA EN TARIMAS (2) 10X1"X 4"X1.00ml 3.657	10.94	1/1	10.94	1.20	13.13	1/10	1.31	4.00	5.24
2 BARROTE EN TARIMAS (2) 1X2"X4"X6.20 ml 3.657	13.56	1/1	13.56	1.20	16.27	1/10	1.63	4.00	6.52
3 MADRINA 1X4"X4"X 1.00ml 3.657	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93
4 PIES DERECHOS 1X4"X4"X2.50 ml 3.657	10.94	1/1	10.94	1.20	13.13	1/10	1.31	3.65	4.78
5CONTRAVENTE OS 2X1"X4"X1.00ml 3.657	2.19	1/1	2.19	1.20	2.63	1/3	0.88	4.00	3.52
6 CUNAS 1X2"X4"X0.40ml 3.657	0.88	1/1	0.88	1.20	1.06	1/3	0.35	4.00	1.40
7 ARRASTRES 1X4"X4"X1.00 ml 3.657	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10	0.53	3.65	1.93
8 CACHETES 2X1"X4"X0.55ml 3.657	1.20	1/1	1.20	1.20	1.44	1/3	0.48	4.00	1.92
									\$27.24/m <sup>2</sup>

### EN RAMPAS DE ESCALERA

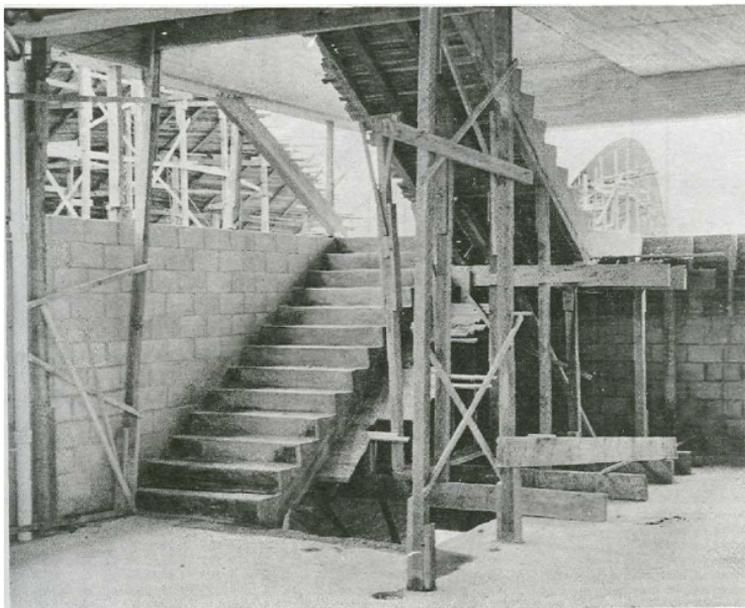
Cimbra de madera en rampas de escalera por metro cuadrado  
De superficie de contacto



- ⊗ Tarima 1 1/2" x 10"
- ⊗ Polines 4" x 4"
- ⊗ base 4" x 4"
- ⊗ Pie derecho 4" x 4"
- ⊗ Contraventeo 1 1/2" x 4"
- (6) Cachete 1 1/2" x 4"



Madera en tarima (3 X 9.60/0.3052) 1.5 -  
 Madera en polines • (4 X 4/12) (9.60 X 4/0.305) =  
 Madera en bases (4 X 4/12) (3.00 X 10/0.305) =  
 Madera en pies derechos (4 X 4/12) (22.00 X 4/0.305) -  
 Madera en contravientos (1.5 X 4/12) (23.63 X 4.00/0.305) =  
 Madera en cachetes (1.5 X 4/12) (2.70 X 4.00/0.305) -  
 Suma parcial: Desperdicio 25%  
 ¡ Suma total:  
 Superficie de contacto: 9.60 X 3.00 + 12.60 X 2 X 0.10 = 31.32 m<sup>2</sup>  
 Madera por m<sup>2</sup> de superficie de contacto 1,648.96/31.32 =  
 Usando la cimbra 5 veces:  
 Madera por uso 52.65/5 =  
 Clavo  
 Usando clavo de 3":  
 En tornapuntas 144 clavos  
 En tablonces 384 clavos  
 En contravientos 72 clavos  
 En cachetes 112 clavos  
 Total 712 clavos  
 Clavo por m<sup>2</sup> de superficie de contacto 712/31.32 = 23 clavo s  
 Considerando que se puede usar posteriormente el 33% del  
 clavo empleado 23 X 0.66 X 0.00575 = 0.087 KJ  
 Alambre  
 Utilizando alambre del N° 18 recocado (12.60/1.5) (2 X 160 X 0.00949) =  
 0.255 "  
 Alambre por m<sup>2</sup> de superficie de contacto 0.255/31.32 = 0.008 "



## UNIDAD V.- CONCRETO

### 5.1. Generalidades del concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

#### Componentes básicos.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto.

Como los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencia a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas.

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta, así como también todos los espacios entre partículas de agregado.

Para cualquier conjunto específico de materiales y de condiciones de curado, la cantidad de concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua utilizada en relación con la cantidad de cemento. A continuación se presentan algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se tiene menor permeabilidad, y por ende mayor hermeticidad y menor absorción.
- Se incrementa la resistencia al intemperismo.
- Se logra una mejor unión entre capas sucesivas y entre el concreto y el esfuerzo.

- Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

Entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto, a condición que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado resultan en mezclas más rígidas; pero con vibración, aún las mezclas más rígidas pueden ser empleadas. Para una calidad dada de concreto, las mezclas más rígidas son las más económicas. Por lo tanto, la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía.

Las propiedades del concreto en estado fresco (plástico) y endurecido, se pueden modificar agregando aditivos al concreto, usualmente en forma líquida durante su dosificación. Los aditivos se usan comúnmente para (1) ajustar el tiempo de fraguado o endurecimiento, (2) reducir la demanda de agua, (3) aumentar la trabajabilidad, (4) incluir intencionalmente aire, y (5) ajustar otras propiedades del concreto.

Después de un proporcionamiento adecuado, así como, dosificación, mezclado, colocación, consolidación, acabado y curado, el concreto endurecido se transforma en un material de construcción resistente, no combustible, durable, con resistencia al desgaste y prácticamente impermeable que requiere poco o nulo mantenimiento. El concreto también es un excelente material de construcción porque puede moldearse en una gran variedad de formas, colores y texturizados para ser usado en un número ilimitado de aplicaciones.

### Usos y ventajas del concreto simple y reforzado.

	<i>Usos</i>	<i>Ventajas</i>
<b>Concreto Simple</b>	<p>Se utiliza para construir muchos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, silos o bodegas, factorías, casas e incluso barcos.</p> <p>En la albañilería el concreto es utilizado también en forma de ladrillos o bloques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a fuerzas de compresión elevadas.</li> <li>• Bajo costo.</li> <li>• Larga duración (En condiciones normales, el concreto se fortalece con el paso del tiempo).</li> <li>• Puede moldearse de muchas formas.</li> <li>• Presenta amplia variedad de texturas y colores.</li> </ul>

<b>Concreto Reforzado</b>	<p>Al reforzar el concreto con acero en forma de varillas o mallas, se forma el llamado concreto armado o reforzado; el cual se utiliza para dar nombre a sistemas estructurales como: vigas o trabes, losas, cimientos, columnas, muros de retención, ménsulas, etc.</p> <p>La elaboración de elementos de concreto presforzado, que a su vez pueden ser pretensados y postensados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al interactuar concreto y acero, ahora aparte de resistir fuerzas de compresión (absorbidas por el concreto), también es capaz de soportar grandes esfuerzos de tensión que serán tomados por el acero de refuerzo (acero longitudinal).</li> <li>• Al colocar el acero transversal-mente a manera de estribos o de forma helicoidal, los elementos (ejem. vigas, columnas) podrán aumentar su capacidad de resistencia a fuerzas cortantes y/o torsionales a los que estén sujetos.</li> </ul>
---------------------------	--	--

### **Cementos portland.**

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual se mezcla con agua, ya sea sólo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de combinarse lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un clinker finamente pulverizado, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones, previamente establecidas, para lograr las propiedades deseadas.

### **Nueva Norma Mexicana de los Cementos.**

❖ Tipo de cemento.

Determina seis diferentes:

TIPO	DENOMINACIÓN
CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolánico
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de Alto Horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno

❖ Clase Resistente

*Resistencia Normal*

Es la resistencia mecánica a la compresión a 28 días.

La clase resistente de un cemento se indica con los valores:

- 20
- 30
- 40

*Resistencia Rápida*

Es la resistencia mecánica a la compresión a 3 días.

Si el cemento posee una resistencia rápida se añade la letra "R"

Sólo se definen valores de resistencia rápida para las clases "30R" y "40R"

CLASE RESISTENTE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	Edad 3 días Valor mínimo	Edad 28 días	
		Mínimo	Máximo
20	-	20	40
30	-	30	40
30R	20	30	50
40	-	40	-
40R	30	40	-

❖ Características Especiales

Cuando un cemento tiene características especiales su designación se complementa con las siguientes siglas:

NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES
RS	Resistente a los Sulfatos
BRA	Baja Reactividad Alcali-Agregado
BCH	Bajo Calor de Hidratación
B	Blanco

❖ Designación Normalizada

Ejemplo:

**CPC 30 R**

Tipo de Cemento: CPC (Cemento Portland Compuesto).

Clase Resistente: 30 R (Clase resistente 30, con resistencia rápida).

- ❖ Ejemplo de cemento con características especiales

### **CPO 30 RS / BRA / BCH**

Tipo de Cemento: CPO (Cemento Portland Ordinario).

Clase Resistente: 30 (Clase resistente 30).

Características Especiales: RS / BRA / BCH (Resistente a Sulfatos / Baja Reactividad Alcali – Agregado / Bajo Calor de Hidratación).

- ❖ Nueva Norma

TIPO	CLASE RESISTENTE	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES
CPO	20	RS
CPP	30	BRA
CPEG	30 R	BCH
CPC	40	B
CPS	40 R	
CEG		

### **Métodos de fabricación.**

Los dos materiales principales con los que se fabrica el cemento Portland son: un material calcáreo, tal como piedra caliza, conchas, greda o marga, y un material arcilloso (en el cual la sílice es el constituyente importante) tales como arcilla, pizarra o escoria de altos hornos. Algunas veces los materiales calcáreos y arcillosos se encuentran combinados en depósitos naturales. Debe mantenerse la dosificación de las materias primas en proporciones muy precisas.

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (alrededor de 1500°C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200m de longitud y 5.50m de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "clinker". El clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 ó 4 por ciento) para controlar las propiedades de fraguado. Para los cementos con aire incluido, el material necesario para impartir las propiedades del aire incluido, se añade durante la molienda del clinker.

### **Análisis Químico.**

Durante la calcinación en la fabricación del clinker de cementos portland, el óxido de calcio se combina con los componentes ácidos de la materia prima para formar cuatro compuestos fundamentales que constituyen el 90% del peso del cemento. También se encuentran presentes yeso y otros materiales. A

continuación se presentan los compuestos fundamentales, sus fórmulas químicas, y sus abreviaturas:

Silicato tricálcico =  $3\text{CaO SiO}_2 \text{C}_3\text{S}$

Silicato dicálcico =  $2\text{CaO SiO}_2 \text{C}_2\text{S}$

Aluminato tricálcico =  $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{C}_3\text{A}$

Alúminoferrito tetracálcico =  $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{C}_4\text{AF}$

El silicato tricálcico,  $\text{C}_3\text{S}$ , se hidrata y endurece rápidamente y es responsable en gran medida del fraguado inicial y de la resistencia temprana. En general la resistencia temprana del concreto de cemento portland es mayor con porcentajes superiores de  $\text{C}_3\text{S}$ .

El silicato dicálcico,  $\text{C}_2\text{S}$ , se hidrata y endurece lentamente y contribuye en gran parte al incremento de resistencia a edades mayores de una semana.

El aluminato tricálcico,  $\text{C}_3\text{A}$ , libera una gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. También contribuye levemente al desarrollo de la resistencia temprana. El yeso, que se agrega al cemento durante la molienda final, retrasa la velocidad de hidratación del  $\text{C}_3\text{A}$ . Sin el yeso, un cemento que contuviera  $\text{C}_3\text{A}$  fraguaría rápidamente. Los cementos con bajos porcentajes de  $\text{C}_3\text{A}$  son particularmente resistentes a los suelos y aguas que contienen sulfatos.

El alúminoferrito tetracálcico,  $\text{C}_4\text{AF}$ , reduce la temperatura de formación del clinker, ayudando por tanto a la manufactura del cemento. Se hidrata con cierta rapidez pero contribuye mínimamente a la resistencia. La mayoría de efectos de color se debe al  $\text{C}_4\text{AF}$  y a sus hidratos.

### **Resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland.**

La resistencia a la compresión, tal como lo especifica la norma ASTM C 150, es la obtenida a partir de pruebas en cubos de mortero estándar de 5 cm, ensayados de acuerdo a la norma ASTM 109. Estos cubos se hacen y se curan de manera prescrita y utilizando una arena estándar.

La resistencia a la compresión está influida por el tipo de cemento, para precisar, por la composición química y la finura del cemento. La norma ASTM C 150 sólo fija un requisito mínimo de resistencia que es cómodamente rebasado por la mayoría de los fabricantes. Por lo anterior, no se debe pensar que dos tipos de cemento Portland que cubran los mismos requisitos mínimos produzcan la misma resistencia en el mortero o en el concreto cuando no se hayan modificado las proporciones de las mezclas.

En general, las resistencias de los cementos (teniendo como base las pruebas de cubos de mortero) no se pueden usar para predecir las resistencias de los concretos con exactitud debido a la gran cantidad de variables en las características de los agregados, mezclas de concreto y procedimientos constructivos.

### **Expansión en autoclave.**

El cemento expansivo es un cemento hidráulico que se expande ligeramente durante el período de endurecimiento a edad temprana después del fraguado. Debe satisfacer los requisitos de la especificación ASTM C 845 en la cual se la designa como cemento Tipo E-1. Comúnmente se reconocen tres variedades de cemento expansivo, mismas que se designan como K, M y S, las cuales se agregan como sufijos al tipo. El cemento tipo E-1(K) contiene cemento portland, trialuminosulfato tetracálcico anhídrico, sulfato de calcio, y óxido de calcio sin combinar (cal). El tipo E-1(M) contiene cemento portland, cemento de aluminato de calcio y sulfato de calcio. El cemento tipo E-1(S) contiene cemento Portland con un contenido elevado de aluminato tricálcico y sulfato de calcio.

### **Densidad relativa.**

Generalmente el peso específico del cemento Portland es de aproximadamente 3.15. El cemento Portland de escoria de alto horno y los cementos Portland-puzolana pueden tener valores de pesos específicos de aproximadamente 2.90. El peso específico de un cemento, determinado con la norma ASTM C 188 no es indicador de la calidad del cemento; su uso principal se tiene en los cálculos de proporcionamiento de mezclas.

En los Estados Unidos un saco de cemento Portland pesa 94 libras (42.638 kg) y tiene un volumen de aproximadamente 1 pie cúbico (28.32 lt) cuando acaba de ser empacado. En México el cemento a granel se mide en toneladas métricas y los sacos de cemento tienen un peso de 50 kg. El peso del cemento de albañilería va impreso en el saco. La densidad real del cemento Portland a granel puede variar considerablemente dependiendo de su manejo y almacenamiento. Un cemento Portland demasiado suelto puede pesar únicamente  $833 \text{ kg/m}^3$ , mientras que si se compacta por vibración, el mismo cemento puede llegar a pesar  $1,650 \text{ kg/m}^3$ . Por este motivo, la práctica correcta consiste en pesar el cemento a granel para cada mezcla de concreto que se vaya a producir.

### **Curado**

El aumento de resistencia con el tiempo es cierto, mientras se evite secarse el concreto. Si se pierde agua cesan las reacciones químicas, requiriéndose mantenerse húmedo cuanto más sea posible.

Cuando cesa el curado, aumenta la resistencia pero sólo por un corto periodo de tiempo; sin embargo si se renueva la cura por humedad, aún después de un prolongado periodo de secado, la resistencia volverá a aumentar. Por esta razón se recomienda una curación húmeda continua del concreto, desde el vaciado hasta que ha logrado la calidad deseada.

El tiempo de fraguado inicial es igual para todo tipo de concreto, aproximadamente de 45 minutos (el cual ya no es manejable), y el tiempo de fraguado final es de 10 horas dependiendo de la sección.

## **5.2. Agregados y aditivos**

### **ARENA**

#### **Características generales, muestreo.**

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm.

Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

#### **Análisis granulométrico.**

Los requisitos de la norma ASTM C 33, permiten un rango relativamente amplio en la granulometría del agregado fino, pero las especificaciones de otras organizaciones son a veces más limitantes. La granulometría más conveniente para el agregado fino, depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y del tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua-cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango en la granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia. En ocasiones se obtendrá una economía máxima, ajustando la mezcla del concreto para que encaje con la granulometría de los agregados locales. Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

La granulometría del agregado fino dentro de los límites de la norma ASTM C 33, generalmente es satisfactoria para la mayoría de los concretos. Los límites de la norma ASTM C 33 con respecto al tamaño de las cribas se indican a continuación:

<b>Tamaño de la malla</b>	<b>Porcentaje que pasa en peso</b>
9.52 mm (3/8")	100
4.75 mm (No.4)	95 a 100
2.36 mm (No.8)	80 a 100
1.18 mm (No.16)	50 a 85
0.60 mm (No.30)	25 a 60
0.30 mm (No.50)	10 a 30
0.15 mm (No.100)	2 a 10

Estas especificaciones permiten que los porcentajes mínimos (en peso) del material que pasa las mallas de 0.30 mm (No.50) y de 0.15 mm (No.100) sean reducidos a 5% y 0%, respectivamente, siempre y cuando:

- 1.-El agregado se emplee en un concreto con aire incluido que contenga más de 237 kg de cemento por metro cúbico y tenga un contenido de aire superior al 3%.
- 2.-El agregado se emplee en un concreto que contenga más de 296 kg de cemento por metro cúbico cuando el concreto tenga inclusión de aire.
- 3.-Se use un aditivo mineral aprobado para compensar la deficiencia del material que pase estas dos mallas.

Otros requisitos de la norma ASTM son:

1. Que el agregado fino no tenga más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas.
2. Que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, ni que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente del abastecimiento del agregado. En el caso de que sobrepase este valor, el agregado fino se deberá rechazar a menos que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones del agregado fino y grueso.

Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No.50) y de 0.15 mm (No.100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial y el sangrado del concreto. La mayoría de las especificaciones permiten que del 10% al 30% pase por la malla de 0.30 mm (No. 50). El límite inferior puede bastar en condiciones de colado fáciles o cuando el concreto tiene un acabado mecánico, como ocurre en el caso de los pavimentos. Sin embargo, en los pisos de concreto acabados a mano o donde se requiera una textura superficial tersa, se deberá usar un agregado fino que contenga al menos un 15% que pase la malla de 0.30 mm (No.50) y al menos un 3% que pase la malla de 0.15 mm (No.100).

### Módulo de finura.

El módulo de finura (FM) del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100. Las mallas que se emplean para determinar el módulo de finura son la de 0.15 mm (No.100), 0.30 mm (No.50), 0.60 mm (No.30), 1.18 mm (No.16), 2.36 mm (No.8), 4.75 mm (No.4), 9.52 mm (3/8"), 19.05 mm (3/4"), 38.10 mm (1½"), 76.20 mm (3"), y 152.40 mm (6"). El módulo de finura es un índice de la finura del agregado, entre mayor sea el módulo de finura, más grueso será el agregado. Diferentes granulometrías de agregados pueden tener igual módulo de finura. El módulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto. A continuación se presenta un ejemplo de la determinación del módulo de finura de un agregado fino con un análisis de mallas supuesto:

<i>Tamaño de la malla</i>	<i>Porcentaje de la fracción individual retenida, en peso</i>	<i>Porcentaje acumulado que pasa, en peso</i>	<i>Porcentaje acumulado retenido, en peso</i>
9.52 mm (3/8")	0	100	0
4.75 mm (No.4)	2	98	2
2.36 mm (No.8)	13	85	15
1.18 mm (No.16)	20	65	35
0.60 mm (No.30)	20	45	55
0.30 mm (No.50)	24	21	79
0.15 mm (No.100)	18	3	97
Charola	3	0	---
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>283</b> <b>Módulo de finura=283/100=2.83</b>

### Densidad relativa.

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamientos de mezclas y control, por ejemplo en la determinación del volumen absoluto ocupado por el

agregado. Generalmente no se le emplea como índice de calidad del agregado, aunque ciertos agregados porosos que exhiben deterioro acelerado a la congelación-deshielo tengan pesos específicos bajos. La mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas entre 2.4 y 2.9.

### **Contenido de humedad de la arena**

La absorción y humedad superficial de los agregados se debe determinar de acuerdo con las normas ASTM C 70, C 127, C 128 y C 566 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla. La estructura interna de una partícula de agregado, está constituida de materia sólida y de vacíos que pueden o no contener agua.

Las condiciones de humedad de los agregados se designan como:

1. Secado al horno. Completamente absorbentes.
2. Secados al aire. Secos en la superficie de la partícula pero conteniendo cierta humedad interior, siendo por lo tanto algo absorbentes.
3. Saturados y superficialmente secos (SSS). No absorben ni ceden agua a la mezcla de concreto.
4. Húmedo. Contienen un exceso de humedad en la superficie (agua libre).

La cantidad de agua utilizada en la mezcla de concreto, se debe ajustar a las condiciones de humedad de los agregados de manera que cubra los requerimientos de agua. Si el contenido de agua de la mezcla de concreto no se mantiene constante, la resistencia a la compresión, la trabajabilidad y otras propiedades variarán de una revoltura a otra. Los contenidos de agua libre, normalmente varían desde 0.5% hasta 2% para el agregado grueso y desde 2% hasta 6% para el agregado fino. El contenido máximo de agua de un agregado grueso drenado, usualmente es menor que el de un agregado fino. La mayoría de los agregados finos pueden mantener un contenido de humedad drenado máximo, aproximadamente de 3% a 8%, mientras que los agregados gruesos sólo pueden mantener aproximadamente de 1% a 6%.

### **Pesos volumétricos secos: suelto y compactado.**

El peso volumétrico (también llamado peso unitario o densidad en masa) de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia, es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregado. El peso volumétrico aproximado de un agregado usado en un concreto de peso normal, varía desde aproximadamente 1,200 kg/m<sup>3</sup> a 1,760 kg/m<sup>3</sup>. El contenido de vacíos entre partículas afecta la demanda de mortero en el diseño de la mezcla. Los contenidos de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50% para el agregado fino. La angularidad aumenta el contenido de vacíos; mayores tamaños de agregado bien graduado y

una granulometría mejorada hacen disminuir el contenido de vacíos. Los métodos para determinar el peso volumétrico de los agregados y el contenido de vacíos, se dan en la norma ASTM C 29. Se describen tres métodos para consolidar el agregado en el recipiente, dependiendo del tamaño máximo del agregado: varillado, sacudido y vaciado con pala.

## **GRAVA**

### **Características generales, muestreo.**

Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de gravas o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5 mm y generalmente entre 9.5 mm y 38 mm.

Los agregados gruesos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

El tamaño máximo de agregado que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para mayores tamaños.

El tamaño máximo de un agregado, es el menor tamaño de malla por el cual todo el agregado debe pasar. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De 90% a 100% de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla de 25 mm.

El tamaño máximo del agregado que puede ser empleado depende generalmente del tamaño y forma del elemento de concreto y de la cantidad y distribución del acero de refuerzo. Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe sobrepasar:

1. Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
2. Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
3. Un tercio del peralte de las losas.

Estos requisitos se pueden rebasar si, en opinión del ingeniero, la mezcla tiene la trabajabilidad suficiente para colocar el concreto sin que se formen alveolados ni vacíos.

## **ADITIVOS PARA CONCRETO.**

### **Acelerantes**

Estos aditivos se emplean para acelerar el desarrollo de la resistencia del concreto a edades tempranas. Tal desarrollo de resistencia también se puede acelerar: (1) con el empleo de cemento Portland de alta resistencia a edad temprana, (2) reduciendo la relación agua-cemento con el aumento de 60 a 120 Kg. de cemento adicional por metro cúbico de concreto, ó (3) curando a mayores temperaturas.

El cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) es el material comúnmente usado en los aditivos acelerantes. Deberá cubrir los requisitos de la norma ASTM D 98 y también deberá ser muestreado y ensayado de acuerdo con la norma ASTM D 345. El amplio uso de los aditivos a base de cloruro de calcio, ha brindado muchos datos y experiencias sobre su efecto en las propiedades del concreto. Aparte del incremento en aceleración de resistencia, el cloruro de calcio produce un aumento en la contracción por secado, una posible corrosión del refuerzo, descoloramiento (oscurece al concreto), y posibles descascamientos.

Ejemplos:

Acelerantes (ASTM C 494, Tipo C): Cloruro de calcio (ASTM D 98),  
Trietanolamina, Tiocianato de sodio, Formato de calcio, Nitrito de calcio, Nitrato de calcio.

### **Retardantes**

Los aditivos retardantes se emplean para aminorar la velocidad de fraguado del concreto. Las temperaturas altas en el concreto fresco ( $30^\circ$  a  $32^\circ\text{C}$  y mayores), son frecuentemente la causa de una gran velocidad en el endurecimiento, lo que provoca que el colado y acabado del concreto sea difícil. Uno de los métodos más prácticos de contrarrestar este efecto consiste en hacer descender la temperatura del concreto enfriando el agua de mezclado o los agregados. Los aditivos retardantes no bajan la temperatura inicial del concreto.

Los retardantes se emplean en ocasiones para: (1) compensar el efecto acelerante que tiene el clima cálido en el fraguado del concreto, (2) demorar el fraguado inicial del concreto o lechada cuando se presentan condiciones de colado difíciles o poco usuales, como puede ocurrir al colar estribos o cimentaciones de gran tamaño, cementar pozos petroleros, o bombear lechada o concreto a distancias considerables, o (3) retrasar el fraguado para aplicar procesos de acabado especiales, como puede ser una superficie de agregado expuesto.

Debido a que la mayoría de los retardantes también actúan como reductores de agua, se les denomina frecuentemente retardantes reductores de agua. Los retardantes también pueden incluir un poco de aire en el concreto.

En general, el empleo de retardantes va acompañado de una cierta reducción de resistencia a edades tempranas (uno a tres días). Los efectos de estos materiales en las demás propiedades del concreto, tales como la contracción, pueden ser impredecibles. En consecuencia, se deberán efectuar pruebas de recepción de los retardantes con los materiales con que se va a trabajar en condiciones anticipadas de trabajo.

Ejemplos:

Retardantes (ASTM C 494, Tipo B): Lignina, Bórax, Azúcares, Ácido tartárico y sales.

### **Inclusores de aire**

Los aditivos inclusores de aire se utilizan para retener intencionalmente burbujas microscópicas de aire en el concreto. La inclusión de aire mejorará drásticamente la durabilidad de los concretos que estén expuestos a la humedad durante los ciclos de congelación y deshielo. El aire incluido mejora considerablemente la resistencia del concreto contra el descascamiento de la superficie causado por los productos químicos deshelantes. También se ve mejorada de manera importante la trabajabilidad del concreto fresco, y la segregación y el sangrado se reducen o se llegan a eliminar.

El concreto con aire incluido, contiene diminutas burbujas de aire distribuidas uniformemente en toda la pasta de cemento. La inclusión de aire en el concreto, se puede producir usando un cemento inclusor de aire, o con la introducción de un aditivo inclusor de aire, o con una combinación de ambos métodos. Un cemento inclusor de aire es un cemento portland con una adición inclusora de aire molida conjuntamente con el clinker durante la fabricación. Por otra parte, los aditivos inclusores de aire se agregan directamente a los componentes del concreto antes y durante el mezclado.

Los principales ingredientes que se utilizan en los aditivos inclusores de aire (ASTM C 260) se enlistan a continuación: Sales de resinas de madera (resina Vinsol), Algunos detergentes sintéticos, Sales de lignina sulfonatada, Sales de ácidos de petróleo, Sales de material proteináceo, Ácidos grasos y resinosos y sus sales, Sulfonatos de alquilbenceno, Sales de hidrocarburos sulfo natados.

Las especificaciones así como los métodos de ensaye para los aditivos inclusores de aire se presentan en las normas ASTM C 260 y C 233. Las adiciones inclusoras de aire que se emplean en la fabricación de cementos inclusores de aire, deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 226.

### **5.3. Métodos de dosificación**

El proporcionamiento de una mezcla para un concreto se reduce a la elección de una relación apropiada de agua-cemento, para una resistencia dada

(haciendo posible el manejo del concreto) y a definir la granulometría de los agregados inertes (para que sea adecuada a la resistencia pedida) y que el volumen de vacíos (burbujas de aire o huecos) entre los agregados sea el menor posible, para hacer el conglomerado de acuerdo a la compacidad necesaria, siempre y cuando la relación agua-cemento se sostenga constante para así mantener también constante la resistencia del concreto. Los pasos a seguir para la preparación de una mezcla son:

1. Dada la resistencia necesaria encontrar la relación agua-cemento correspondiente.
2. Elegidos los agregados, determinar los correspondientes pesos y densidades.
3. Cálculo de las proporciones de agregados necesarios, para tener la mezcla más densa, por cálculo o tablas y experiencia directa.
4. Corrección de las proporciones de los ingredientes para tener fluidez necesaria según el colado requerido (ver tablas).

### **El mezclado del concreto hecho en obra**

Este tipo de concreto se ejecuta de la manera siguiente:

Sobre un entarimado (duela o tablonés) impermeable o bien sobre una superficie plana preparada (se cubre la superficie con una capa de concreto pobre perfectamente apisonado y a nivel, fraguado se podrá mezclar todo tipo de morteros y de concretos) se extiende en primer lugar la arena, a continuación se vacía el cemento mezclando con pala (la arena y el cemento) hasta que se obtenga un color uniforme (generalmente con 2 o 3 vueltas completas es suficiente).

Después de tener la arena y el cemento perfectamente revueltos se extenderá la mezcla obtenida, añadiendo el agregado grueso hasta que quede una capa uniforme muy bien mezclada, precediéndose a abrir un cráter, añadiendo la cantidad necesaria y adecuada de agua.

Luego de derrumbar las orillas del cráter se mezcla el conjunto de un lado hacia otro hasta que se observe que la revoltura presenta un color uniforme.

Si la revoltura empieza a fraguar (no deberá pasar de 20 a 30 minutos), la operación del colado, asimismo después de haber depositado el agua necesaria, no se deberá permitir que se le agregue más agua.

La revoltura que por descuido haya endurecido o sobrado, por ningún motivo deberá usarse en elementos estructurales; en último caso sólo se podrá usar en firmes.

## Elaboración mecánica

Se efectúa mediante mezcladoras rotatorias (o de tambor), se carga por medio de cucharones móviles de capacidad de  $1/3 \text{ m}^3$  ( $0.38 \text{ m}^3 = 1/2 \text{ yarda}^3$ ) y con tolvas si es necesario mayor capacidad; en el tambor de acero se mezclan los materiales en seco. Todos [os agregados deben ser mezclados completamente hasta lograr una apariencia uniforme (de color semejante) con todos los ingredientes perfectamente distribuidos.

El tiempo requerido para un mezclado completo depende de muchos factores; las especificaciones usualmente exigen un mínimo de un minuto para mezcladoras de hasta  $3/4 \text{ m}^3$  de capacidad con aumento de 15 segundos por cada  $1/3 \text{ m}^3$  de capacidad adicional.

El periodo de mezclado se empieza a contar desde el momento en que todos los materiales sólidos se encuentran dentro de la mezcladora. Se añadirá toda si agua requerida antes de haber transcurrido la tercera parte del tiempo de mezclado; el proporcionamiento del agua se hace mediante un tanque debidamente calibrado, el cual se llena automáticamente hasta la capacidad que se fija en un indicador especial y la descarga del agua al tambor de la revolvedora se hace después de haber mezclado los materiales en seco.

En el interior del cilindro se revuelve la mezcla por medio de espas y haciendo que avance hacia la salida, descargándose con un cucharón basculante en el otro lado de la tolva de entrada. Debido al movimiento rotatorio del tambor y a la forma de las espas, la mezcla es dirigida hasta el cucharón que al ser bajado permite la salida de la revolutura.

Los sistemas motrices pueden ser de gasolina o eléctricos, pudiendo estar montada la revolvedora sobre un cono de ruedas o bien sobre un camión (automotor); el tambor se mueve entre guías, una de las cuales es la guía motora, pudiendo hacerse por engrane o piñón.

Hay mezcladoras dosificadoras desde  $0.08 \text{ m}^3$  (2 ft<sup>3</sup>) hasta  $3 \text{ m}^3$  (4yd:i).

Para trabajos comunes de construcción hay mezcladoras normales, desde  $0.10 \text{ m}^3$  hasta  $0.80 \text{ m}^3$ . Para obras mayores hay mezcladoras desde  $1.59 \text{ m}^3$  a  $2.33 \text{ m}^3$ , teniendo para otros tipos de trabajos hasta de  $3.17 \text{ m}^3$ .

No hay que cargar las mezcladoras con mayor capacidad de la indicada, ni ponerlas a trabajar a mayor velocidad de la especificada. Si se desea aumentar el rendimiento se usará otra mezcladora mayor o una adicional; no se deberá sobrecargar o forzar el equipo, si las paletas de la mezcladora se desgastan o se impregnan de concreto endurecido, la acción del mezclado resultará menos eficiente.

Las mezcladoras pueden ser de tipo, basculante o no basculante; el tipo basculante tiene la ventaja de rápida descarga y fácil limpieza. Los dos tipos pueden tener cucharones para cargar, a diferencia de las no basculantes que tienen una canal oscilante para descarga. También se pueden encontrar mezcladoras que tienen dispositivos para medir el tiempo y no se descargan hasta que haya transcurrido el tiempo fijado para el mezclado.

TIPOS DE CONCRETOS

T I P O	RESISTENCIA	U T I L I Z A C I O N
A	140 Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO BURDO PARA CIMENTACIONES
B	175 Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO PARA CIMENTACIONES Y MUROS DE CONTENCION .
C	175 Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO ARMADO CON PROP. (1:2:4) PAVIMENTOS, LOSAS, MUROS CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA EN GRAL .
D	210 Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO PARA PISOS, LOSAS Y TRABES DE GRANDES CLAROS, ESCALONES Y PAVIMENTOS ESPECIALES, MUROS IMPERMEABLES TANQUES ALMACENAMIENTO, FOSAS SEPTICAS Y EN GENERAL DE CONCRETOS ALTA RESISTENCIA
E	175 Kg/cm <sup>2</sup>	CONCRETO EN SECCIONES DELGADAS Y DIFICILES, ELEMENTOS PRECOLADOS .

LAS PREPARACIONES USUALES EN LA OBRA SE DEBEN HACER EN UN LUGAR LIMPIO, QUE NO ABSORBA AGUA DE LA REVOLTURA O MEZCLA, PARA EVITAR CAMBIO DE PROPORCIONES. (ESTA PRECAUCION DEBE TOMARSE TAMBIEN CUANDO LLEGA LA MEZCLA PREPARADA A LA OBRA).

TABLA DE PREPARACION PARA MEZCLA HECHA EN OBRA

T I P O DE CONCRETO	CEMENTO 50Kg	G R A V A	A R E N A	A G U A .
A	50 Kg.	210 lts.	140 lts.	28 lts.
B	50 Kg.	175 lts.	114 lts.	25 lts.
C	50 Kg.	140 lts.	88 lts.	22.5 lts.
D	50 Kg.	105 lts.	70 lts.	20.5 lts.
E	50 Kg.	70 lts.	44 lts.	18 lts.

(\*) SI NO ESCURRE FACILMENTE ENTRE EL ARMADO SE LE PUEDE AGREGAR LIGERAMENTE UN POCO DE AGUA

### Proporcionamiento

Cantidades aproximadas para preparar un m<sup>3</sup> de concreto basado en el método de volúmenes absolutos con un peso para:

- Cemento de 1430 kg/m<sup>3</sup>.
- Arena 1345 kg/m<sup>3</sup>.
- Grava 1750 kg/m<sup>3</sup>.
- Piedra triturada 1400 kg/m<sup>3</sup>

TIPO DE CONCRETO	TIPO DE AGREGADO GRUESO	CEMENTO	ARENA			
		Kg.	M <sup>3</sup>	Kg.	M <sup>3</sup>	Kg.
A	CONFITILLO 0	200	0.56	760	0.84	1470
	PIEDRA TRITURADA	219	0.61	820	0.92	1320
B	CONFITILLO	232	0.52	700	0.81	1420
	PIEDRA TRITURADA	256	0.58	780	0.90	1300
C	CONFITILLO	285	0.50	670	0.80	1400
	PIEDRA TRITURADA	311	0.54	730	0.87	1250
D	CONFITILLO	353	0.49	660	0.74	1360
	PIEDRA TRITURADA	387	0.54	730	0.81	1116
E	CONFITILLO	982	0.42	570	0.67	1170
	PIEDRA TRITURADA	522	0.46	620	0.73	1050

Ejemplo:

Encontrar las proporciones de los ingredientes de la mezcla para el curado de un muro de contención con una h=6mts., longitud=32 mts. Y un espesor de 15cm. Dicho elemento será impermeable para impedir el paso de humedades.

Vemos el concreto tipo "D" de mayor resistencia.

1. Volumen total  $6 \times 32 \times 0.15 = 28.80 \text{ m}^3$
2. Cemento  $28.80 \times 353 = 10.160 \text{ Ton}$
3. Arena  $28.80 \times 660 = 19.00 \text{ Ton}$
4. Confitillo  $28.80 \times 1360 = 39.16 \text{ Ton}$

### Vibrado

El vibrado del concreto es de mucha importancia para un colado efectivo y su aplicación correcta es factor esencial en todo tipo de obra; el procedimiento para un útil vibrado varía con el tipo de trabajo, con el tipo de vibrador utilizado y con la calidad del concreto.

El uso del vibrador en un colado puede favorecer la resistencia del concreto, ya que es posible utilizar menor cantidad de agua en la revoltura, lográndose con el vibrado que las partículas del concreto se pongan en movimiento, reduciendo de ese modo la fricción entre ellas, haciendo que la mezcla sea más fluida, y por consiguiente facilitando el colado y mejorando el acabado por la misma uniformidad lograda por este medio.

El vibrador se hace cuando los concretos son relativamente secos, debido a que la resistencia del concreto está en relación directa con la proporción de agua-cemento.

Los vibradores varían entre 3,500 revoluciones por minuto (rpm) a unos 12,000 rpm aproximadamente, con un diámetro de 3/4" a 2", utilizándose generalmente los de 7,000 rpm con un diámetro de pulgada y media.

La energía de los vibradores se utiliza para mover el concreto horizontalmente en lugar de consolidarlo verticalmente, siendo probable que la segregación se produzca por un mal vibrado; al igual, si se usa en exceso, estancándose los agregados gruesos en el fondo, mientras que el cemento queda en la parte superior.

Será preciso tener cuidado de colocar los vibradores a suficiente profundidad para agitar efectivamente el fondo de cada capa de concreto; los vibradores se introducirán y retirarán lentamente y deberán operarse continuamente mientras se extraen.

Los vibradores para colados se colocarán horizontalmente a distancias no mayores que el radio, a través del cual la vibración es efectiva visiblemente, recomendándose unos 15 segundos de vibrado por cada 10 cm<sup>2</sup> de la superficie superior en cada capa.

#### **5.4. Concreto premezclado**

*Instalaciones de la dosificación y control para la fabricación del concreto en grandes volúmenes de obra.*

La medida volumétrica de las proporciones de la mezcla y la dosificación de los materiales a base del volumen, no se tomará en cuenta sino mediante el sistema gravimétrico; esto se explica mediante el siguiente ejemplo:

Un volumen de arena húmeda pesa mucho menos que el mismo volumen de arena seca y compacta; en cambio, una tonelada de agregado es una cantidad definida que para mayor precisión, sólo suele necesitar la indicación del contenido de humedad. Además, el peso de cualquier ingrediente de un concreto se relaciona directamente mediante el peso específico, con el espacio, sólido que

ocupa el mismo, y el empleo de una dosificación proporciona exactitud, flexibilidad y simplicidad.

Las características de los agregados (físicas, químicas y mecánicas) están explicadas en el principio del tema El concreto; solamente se harán unas explicaciones complementarias.

Para la utilización de grandes volúmenes de concreto el complemento grueso es el ingrediente más importante. Un completo grueso de buena calidad es imprescindible y esencial en la producción de concreto de la más alta calidad.

Cuando se tiene un agregado grueso de buena calidad, lo mejor es utilizar el de más volumen (por resistencia y economía) y la mayor cantidad posible; se tiene una regla fácil de seguir para determinar el tamaño máximo del agregado.

El diámetro de las piedras mayores no debe pasar de un quinto de las dimensiones mínimas de la sección de concreto ni de  $3/4$  del espacio libre mínimo entre la cimbra y el armado.

Aun cuando el agregado grueso es bueno, habrá casos en que deberá uno de basarse en los requisitos para el concreto cuando se necesite resistencia a la flexión.

Usando tamaños más pequeños (que la grava) se pueden obtener mejores resistencias a la flexión, sin necesidad de aumentar casi nada el contenido de cemento, ya que el agregado de menores dimensiones es generalmente de forma irregular (en el caso de trituración).

La arena es el segundo material de importancia en la elaboración del concreto, siendo un material que puede ayudar a tener una buena resistencia y durabilidad (si no se cuida su dosificación, calidad y tamaño, puede llegar a crear muchos problemas).

### **Equipo de dosificación**

Hay equipos con sistemas especiales para pesar con exactitud y rapidez los ingredientes del concreto; constan por lo general de dos balanzas para pesar dos tamaños de agregados. Hay 5 palancas para el tipo de mezclas; se tienen pesas deslizantes en cada balanza. Con esta distribución para cada uno de los ingredientes del concreto se hace posible disponer las balanzas de forma que los diversos tipos de agregados, para cualquiera de las 5 mezclas diferentes, puedan pesarse al mismo tiempo usándose para ello un selector.

En los controles de cada balanza se tienen dos contactos: uno para interrumpir la rápida alimentación inicial y otro para cortar totalmente dicha alimentación, siendo accionados estos interruptores de mercurio mediante un brazo de compensación.

Como precaución cada tamaño de los agregados debe pesarse por separado. La disposición de las tolvas de pesado será tal que se permita tomar muestras de cada tipo de material y tenga un dispositivo (esferas indicadoras) que marque la carga de cada balanza en cualquier momento, desde cero a su total capacidad, indicando además que estén cargadas convenientemente, o si se descargan totalmente y otras anomalías dentro de las tolvas. Este tipo de instalación de tolvas separando cada tipo de material (por su tamaño principalmente) es completamente automático, pudiendo dosificarse cualquiera de los 12 tipos de mezclas deseados mediante un selector.

Con el fin de aprovechar todas las ventajas de la dosificación en peso, hecho con exactitud, los materiales pesados deben manejarse convenientemente para que las dosis que lleguen al sistema de mezclado sean tan uniformes y completas como cuando salieron del equipo de medición. Esto es especialmente importante cuando la mezcla se transporta por camión u otro procedimiento a mezcladoras portátiles próximas a la obra.

### **Formas de evitar su alteración**

1. Puede evitarse que las mezclas transportadas en camiones se sobremezclen (partiéndose el agregado grueso o sedimentándose); se emplearán tabiques (compuertas) de separación más altos y teniendo cuidado en la carga y descarga.
2. La pérdida de materiales, al pasar los agregados de los camiones a las tolvas de mezclado, no se producirá si los recipientes son bastante amplios y los camiones se colocan en posición adecuada para vaciar el producto en forma conveniente.
3. La descarga incompleta de la mezcla desde una tolva o de un camión, hace que la misma quede deficiente y en el caso del transporte, la mezcla se sobrecargará, debiendo hacerse un manejo cuidadoso.
4. La pérdida de cemento debido al levantamiento de polvo o a la dispersión, cuando se le deja caer libremente desde la tolva de pesado, se debe evitar, empleando tubos para conducirlo, o bien conductos de lona.
5. La pérdida de cemento durante el transporte en camión no ocurrirá si se le provee de una sección o compartimento separado en cada tipo de mezcla, o si se carga junto con los agregados, de forma que quede totalmente cubierto.

En el caso de que el cemento se mezcle con los agregados y éstos estén húmedos y transcurran de 3 a 6 horas entre el llenado y vaciado de los compartimentos, habrá que añadir más cemento, dependiendo de la cantidad necesaria con respecto al tiempo

Se tratará de tener compartimientos separados para no tener que añadir cemento para contrarrestar el efecto de la prehidratación y desechar mezclas que lleven más de 6 horas.

El equipo de pesar puede ser de dos tipos:

- a) Tolva dosificadora, que suele alimentarse de los silos de almacenamiento.
- b) Balanza de plataforma para pesar los materiales en carros o carretillas, empleándose para ello agregados procedentes de apilamientos para mezclas de concreto que contienen uno o más sacos de cemento, cuando los equipos de mezclados están provistos de tolvas o cucharas mecánicas de carga.

Dosificación de líquidos, agua y productos de adición como cloruro calcico y agentes aireantes, siendo requisito previo, importante de este equipo, la exactitud, seguridad y la facilidad para la reparación, ajuste y facilidad de corrección.

Este equipo puede ser un tanque vertical provisto de un tubo de nivel, una escala graduada para ver el peso y un rebosadero adecuado para regular el llenado del tanque. Con este dispositivo se tiene la flexibilidad necesaria para que el operario de la revoltura controle la consistencia del concreto y permitir la lectura directa de la cantidad de agua requerida para la misma.

En este caso no se permitirá el empleo de tanques de agua horizontales en equipos portátiles (o montados en la obra) porque por el mismo movimiento o mala colocación se desnivelan, teniendo problemas en la medición.

En general los equipos basculantes son más eficaces que los otros tipos, debido a que pueden descargarse rápidamente con el mínimo de separación, teniendo también la ventaja de que pueden limpiarse fácilmente.

No deben cargarse los equipos por encima de su capacidad, y los ingredientes (cemento, arena y grava) se cargarán simultáneamente, de tal manera que el periodo de afluencia de cada uno sea aproximadamente el mismo.

### **Camiones de transporte de concreto (ollas)**

Los camiones-revolvedoras constan de un equipo montado en el vehículo capaz de mezclar el concreto en el camino, desde la instalación de la dosificación hasta la obra misma. Estos camiones-revolvedoras tienen máquinas portátiles diseñadas para impedir la sedimentación del concreto mediante un ligero mezclado en el camino a la obra.

Según el tiempo que prevalezca y la composición de la mezcla, el concreto puede conservarse plástico y fácil de manejar mediante el agitador que lo revuelve paulatinamente, durante un máximo de hora y media.

El agitador, por lo general, es la misma revoladora haciéndola girar a una velocidad mínima que la empleada al hacer la mezcla.

### **Precauciones que deben tomarse para las revoladoras**

La revoladora deberá estar provista de un contador de agua de precisión en el tanque de abastecimiento (tendrá esferas indicadoras y totalizador).

Cada camión deberá estar provisto de un contador de revoluciones que indique el grado del mezclado, haciendo falta 40 revoluciones para los materiales alimentados con correa; 60 revoluciones para los demás.

Los camiones deberán alimentarse por cinta con una mezcla de agregados, cemento y agua, mientras el tambor gire. A falta de dispositivos de cinta, se seguirá la alimentación de la siguiente forma:

Se colocará en el tambor un tercio del agua.  
Un medio del agregado.  
Todo el cemento.  
La segunda mitad del agregado.  
Y el resto del agua requerida.

El agua del mezclado inicial deberá limitarse de forma que se esté seguro que nunca se sobrepasará el asiento (segregación) aceptable.

Sólo deberá mezclarse el 75% del número necesario de revoluciones, a la velocidad requerida antes de ver si la consistencia está adecuada; después se mezclará con las revoluciones restantes, agregando agua si fuere necesario, pero no se sobrepasará la relación agua-cemento especificada.

Cada camión revolador (olla) tendrá un registro que permita una fácil determinación de la consistencia del concreto antes de descargar la mezcla.

Al descargar la revoladora hay que asegurarse de que se conserven las mismas proporciones de cemento y agregados.

En el concreto premezclado en revoladoras se produce a menudo una pérdida de asiento considerable, principalmente en tiempo caluroso. Esta pérdida puede reducirse al mínimo deteniendo el mezclado inicial a las 30 revoluciones y evitando el exceso de mezclado (2 a 5 rpm) para evitar asentamiento, y de 6 a 9 rpm en el camino en proceso de mezclado.

Precauciones a tomar en clima cálido:

1. Los tambores de la revoladora deben pintarse de blanco y conservarse brillantes, para tratar de reflejar los rayos solares.

2. Los materiales deben conservarse tan frescos como se pueda, poniéndolos a la sombra y regándolos ligeramente para promover la refrigeración por evaporación.
3. Se evitarán retrasos previos a la descarga y colocación del concreto, organizando los trabajos para un pronto manejo.

### **Ventajas del concreto premezclado**

Se obtiene en la obra un ahorro porque no hay gastos en instalaciones y de mano de obra en:

- Selección (en tamices o tolvas).
- Trituración.
- Tipos de dosificación (según tamaño y forma).
- Equipo de pesado y mezclado.
- Tipo de tolvas para el mezclado.
- Control de calidad (agregados y cemento).
- Pruebas de laboratorio.

Se tiene un ahorro en espacio de almacenamiento de los agregados y de una bodega bajo cubierto para guardar el cemento. En caso de ocupar un gran volumen de concreto, o por chico que éste sea, al tener que realizar una obra se economiza grandemente en tiempo, por lo que el personal sólo se ocupará de cimbrar y armar, teniendo la facilidad de colar sin tener que hacer selección, dosificación y mezclado.

La compañía elaboradora de concreto premezclado garantiza la existencia del concreto, por lo que los consumidores podrán calcular sus coeficientes de seguridad y tasas de trabajo, que establecerán el reglamento, exigencias del diseño y el cálculo de una construcción específica.

El laboratorio de la Asociación Nacional de Concreto Premezclado, A. C. ofrece al consumidor un medio seguro de comprobar la calidad de cada colado que son independientes de la industria de premezclados y completamente imparciales.

Los operarios encargados de la elaboración del concreto tienen su manual especial (tablas) de dosificación, preparado por el laboratorio de la compañía.

### **Especificaciones generales**

a) Tamaño máximo del agregado:

19 mm	3/4"
38 mm	1 1/2"

o según resistencia y especificaciones dadas.

b) De acuerdo con la prueba del revenimiento se suele especificar:

Mezcla de consistencia	Asentamiento
Seca	6 a 8 cm (4)
Plástica	8 a 12 cm (10)
Fluida	10 a 20 cm (15)

(4, 10 y 15 cm podrá ser, según criterio o cálculo).

Las revolturas de consistencia seca se pueden utilizar sin problemas, con la utilización de los equipos de vibrado.

c) La resistencia a la compresión se determina mediante pruebas de laboratorio en cilindros de concreto (muestras tomadas a la hora del colado) de 15 cm de diámetro, con una altura de 30 cm a los 14 y 28 días del colado, según indicaciones del calculista.

Las resistencias más comunes son:

140, 175, 210 y 240 kg/cm<sup>2</sup>.

En el caso de especificaciones especiales se utilizarán aditivos para mejorar su resistencia y manejabilidad; como retardador se tiene el pozzolith ; el ovux como acelerante, y para mantener una buena consistencia para mayor manejabilidad se utilizará el mater play.

Este tipo de instalaciones de premezclado, aparte de garantizar la existencia necesaria de cualquier volumen de concreto (m<sup>3</sup>), de dosificar los ingredientes mediante peso y no por volumen, presta los servicios de tener plantas elaboradoras de concreto coladas en distintos puntos de la ciudad, y en caso necesario, se utilizarán plantas móviles (y laboratorios); además proporcionan datos exactos para calcular los presupuestos, entregando el concreto en el volumen indicado y con las especificaciones requeridas, en el lugar de la obra misma y en fecha y horario fijo, según programa de obra.

Ya que estas compañías son para suministrar concreto a las obras en determinados días, de calidad y resistencia adecuada, según especificaciones del diseño y del calculista, se deberá pedir el concreto con las características indispensables para el tipo de obra a realizar:

Volumen de concreto en m<sup>3</sup>.

Tipo y tamaño de agregados (dosificación según secciones).

Tipo de concreto: Normal.  
Rápido.  
Especial, etc.

Resistencia a la compresión.

Revenimiento (calidad de consistencia). Programa de suministro (fecha y horario). Ubicación de la obra y forma de suministro (descarga normal, trompas de elefante, bombeo, etcétera).

Requisitos especiales como baja densidad, impermeabilidad, especial, aditivos, etcétera, son también necesarios, según especificaciones requeridas, para obtener un buen trabajo; revisada la calidad del producto por la Asociación Nacional de Concreto Premezclado, A. C., encargada de sacar el muestreo de concreto (cilindros de prueba para el laboratorio) suministrado en cada obra.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN. TOMO I Y TOMO II  
UNIVERSIDAD LA SALLE.  
EDITORIAL DIANA, MÉXICO.

COMO SE CONSTRUYE UNA VIVIENDA.  
ARQ. JOSÉ LUÍS MOIA.  
EDICIONES G.GILI, S.A. DE C.V.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES. PARA EL DISTRITO FEDERAL.  
EDITORIAL TRILLAS.

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN ILUSTRADA  
CHING, FRANCIS D.K.- ADAMS CASANDRA  
EDITORIAL LIMUSA-WILEY, MÉXICO, 2004

MANUAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN  
RODRÍGUEZ R., CARLOS  
EDITORIAL ÁRBOL, MÉXICO, 1994

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SEELEY, IVOR H.  
LIMUSA-NORIEGA EDITORIALES, MÉXICO, 1993

NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN VOL. 1 Y 2  
PLAZOTA  
EDITORIAL LIMUSA, MÉXICO, 1983