

Nº 114
2 EJ.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"APUNTES DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JUAN CARLOS SANTOS FERNANDEZ

ASESOR: ING. LUIS ZARATE ROCHA

México, D.F.

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

I.-	Introducción.....	1
II.-	Procedimientos de construcción de estructuras de concreto.....	4
III.-	Procedimientos de construcción de estructuras de madera.....	109
IV.-	Procedimientos de construcción de estructuras de mampostería..	152
V.-	Procedimientos de construcción de estructuras metálicas.....	167
VI.-	Conclusiones.....	185

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

En las últimas décadas, el avance de la tecnología y los nuevos métodos de investigación, han dado lugar a proyectos de gran magnitud que requieren de nuevas técnicas y procedimientos que reduzcan los programas de obra y minimicen los costos.

Es necesario que desde ahora empiecen a prepararse los ingenieros del mañana para enfrentar dichos cambios, no hay otra alternativa, se tendrán que diseñar soluciones prácticas a las crecientes demandas de un país en continuo desarrollo:

- 1.- Distribución de la población. Crear centros habitacionales y de trabajo, reducir la problemática de las grandes urbes, evitar su crecimiento descontrolado, lograr un equilibrio en el uso del suelo, es decir, un desarrollo sustentable.
- 2.- La producción de alimento a bajo costo y con los nutrientes básicos que permiten que aún los más pobres sean atendidos en su mínimo derecho de la alimentación.
- 3.- Construir viviendas a bajo costo que aprovechen mejor el espacio, para que la mayoría de la población tenga un lugar digno donde vivir.
- 4.- Proteger a la naturaleza y devolverle todo cuanto le hemos quitado. Reforestar los bosques, limpiar las aguas, sanear las tierras y permitir la regeneración de las especies animales que hoy día están a punto de la extinción.
- 5.- Encontrar nuevas fuentes alternas de energía. Los combustibles fósiles se agotarán irremisiblemente, su uso excesivo ha contribuido de igual forma a la degradación del medio ambiente.

Es labor de nosotros como ingenieros resolver dichos problemas, nuestra población en espera de mejoras exige ingenieros que tengan, además de los conocimientos básicos de matemáticas, química, física, computación, etc., un alto grado de especialización en el manejo de los métodos técnicos. Profesionistas que se actualicen continuamente de acuerdo a los avances que

vaya teniendo la ciencia y la tecnología para liberarnos del retraso o dependencia de países más avanzados. Ingenieros que posean una formación humanista, con la cual comprendan los problemas del mexicano, se enfrenten a ellos y propongan soluciones reales.

Dada la importancia que tiene esta preparación integral en los estudiantes, decidí elaborar los "Apuntes de Construcción de Estructuras" con la intención de que les ayuden a adquirir los conocimientos básicos de uno de los principales temas en su formación profesional. Apuntes que sirvan como notas para consultas durante el desarrollo del curso y que despierten en los jóvenes estudiantes, el interés por una disciplina tan interesante como lo es la de la construcción.

El objetivo de este trabajo es presentar de manera breve los diferentes tipos de estructuras dentro de la rama de la construcción. En los primeros 2 capítulos desarrollo de manera breve los temas de concreto, acero y cimbra dándole una mayor importancia al primero de ellos. Conocimientos sobre la selección, proceso y manejo de materiales, diseño de proporcionamientos, cimbras, fabricación, transporte y colocación de concreto, compactación y curado, resultan indispensables para una buena integración de los ingenieros en obra.

Dentro de los temas III y IV hago mención de los procedimientos constructivos y métodos con los que desafortunadamente, estamos acostumbrados a trabajar; en la vivienda rural, se emplean piezas de mampostería con muy baja resistencia que se deteriora rápidamente con el tiempo. En el capítulo de mampostería presento una reflexión sobre los procedimientos y normas que nos permiten obtener una firme unión entre las diferentes piezas de manera económica, logrando altos grados de calidad.

Por último, en el capítulo de estructuras metálicas recalco la gran importancia que se le debe dar al uso de códigos y manuales que especifiquen a detalle los requerimientos de diseño, normas que garanticen la

estabilidad de la estructura buscando evitar con éstos cualquier tipo de improvisación y, ante todo, dar una total seguridad a los futuros usuarios de la estructura que estamos por realizar.

En nuestra carrera como ingenieros se requiere de conocimientos prácticos, la docencia en la UNAM deberá abrir sus espacios y no limitarse al ámbito de sus aulas y laboratorios, bien sabemos que el verdadero aprendizaje se complementa con el enfrentamiento del estudiante ante problemas reales. Todo ello será posible en tanto que haya un equilibrio entre la enseñanza de la teoría y su aplicación en la práctica.

Los ingenieros del año 2000 están todavía en estas aulas, la enseñanza que ahora reciben es vital para el crecimiento de nuestro país, les queda poco tiempo para prepararse y enfrentar los cambios que estamos viviendo, no hay otra alternativa si lo que deseamos es no rezagarnos, el futuro del país está en juego y de nosotros depende su subsistencia.

CAPITULO I

CONCRETO

DEFINICION DE CEMENTO

El nombre de cemento Portland fué concebido originalmente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y una caliza obtenida en la cantera de Portland, Inglaterra.

En el sentido general de la palabra, el cemento puede describirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto.

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea sólo o en combinación con la arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer en virtud de que experimenta una reacción química con dicha agua; es por esto que se le denomina cemento hidráulico.

El cemento es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del Clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfato de calcio natural o una combinación de este sulfato con agua. A criterio del productor pueden incorporarse además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto.

El Clinker es un mineral sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura del orden de 1400° C, de materias primas de naturaleza calcárea y arcillo-ferruginosa previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Escencialmente el Clinker está constituido por silicatos, aluminio y aluminoferrito cálcicos.

TIPOS DE CEMENTO

- Tipo I. Común.-

Para uso general en construcciones de concreto, cuando no se requieran las propiedades especiales de los demás tipos. Es decir, se usa donde el cemento o el

concreto no está sujeto al ataque de agentes agresivos como los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura debido al calor generado en la hidratación. Entre sus usos incluyen pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarriles, tanques y depósitos, tuberías para agua, mamosteo, etc.

- Tipo II. Modificado.-

Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiere un calor de hidratación moderado, como en las estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas sean algo más elevadas que lo normal, pero no muy graves.

Si se especifica el calor máximo de hidratación para el cemento, puede usarse este tipo de cemento en las estructuras de gran masa, como en las pilas, algunos tipos de obras hidráulicas o en muros de contención anchos. Con su uso se disminuye la elevación de temperatura (punto especialmente importante cuando el concreto se cuele en climas cálidos).

- Tipo III. De Rápida Resistencia.-

Para la elaboración de concretos en los que requiera una alta resistencia a temprana edad. Se usa cuando se tienen que retirar las cimbras o moldes lo más pronto que sea posible, o cuando la estructura se debe poner en servicio rápidamente. En tiempo frío, su uso permite reducir el periodo de curado controlado.

- Tipo IV. De Bajo Calor.-

Este tipo de cemento tiene una composición diseñada para que en su solidificación, la cantidad de calor generada por las reacciones químicas sea mínima. Este cemento se utiliza en construcciones masivas debido a que el calor generado por un cemento normal, produciría un incremento excesivo de temperatura y por ende, los defectos

consecuentes. El desarrollo de la resistencia mecánica es lento, pero iguala a los demás cementos a edades de 6 y 12 meses.

El calor producido en construcciones masivas es un factor crítico y no puede ser controlado fácilmente en miembros de dimensiones pequeñas.

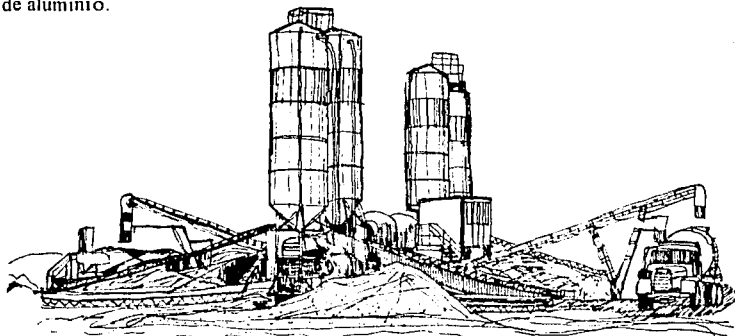
- Tipo V. De Alta Resistencia a los Sulfatos.-

Se utiliza cuando se requiere una alta resistencia a la acción de los sulfatos. Este cemento ayuda a resistir los efectos corrosivos de concentraciones moderadas de sulfatos líquidos almacenados en agua subterránea, revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones y en general en todo tipo de estructuras que estén en contacto directo con aguas que contengan una concentración elevada de sulfatos.

- Cemento Portland Blanco.-

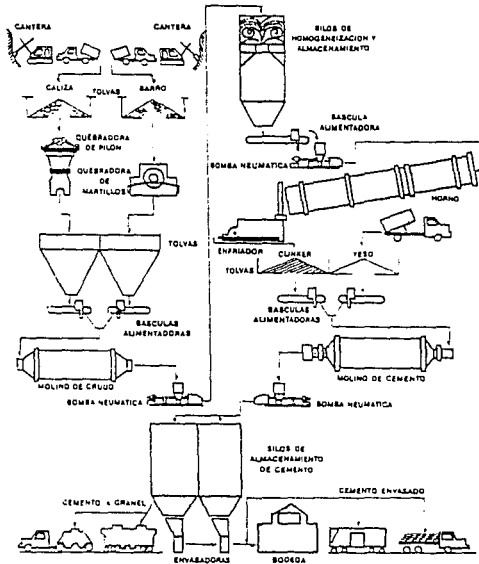
Se utiliza principalmente para fines decorativos o arquitectónicos, para pisos, techos y muros en plantas industriales; para albercas, señales de caminos y calles, aeropuertos y navegación, así como todo tipo de acabados aparentes.

Su costo debido a su elaboración y materia prima especiales (bajo o nulo contenido de óxido férrico y manganeso) es superior al normal. Su color es debido a que en la elaboración se sustituyen las calizas por coalín (blanco) a base de sílice y óxido de aluminio.



PLANTA FIJA

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACION DE CEMENTO
SISTEMA SECO



ALMACENAMIENTO

Todo cemento debe almacenarse en estructuras protegidas contra la intemperie, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad. Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación mínima de 50 grados respecto a la horizontal del fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular.

Los silos que no sean de construcción circular deben estar provistos de cojines de deslizamiento que no se atasquen; por estos cojinetes se puede introducir pequeñas cantidades de aire para soltar el cemento que se haya compactado y atascado dentro de los silos. Se deberá tener cuidado de emplear cantidades mínimas de aire, puesto que en algunas áreas de clima seco el empleo de éste ha dado al cemento características anormales de fraguado. Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, impidiendo así la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación del aire. Para un periodo de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para periodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero - hasta donde sea posible - el cemento más viejo.

AGREGADOS

La necesidad de contar con un control de calidad severo en la fabricación de concreto, hace indispensable conocer con detalle los agregados del mismo, ya que son el componente mayoritario y del cual dependen sus principales características. En obra resulta importante por lo tanto controlar tanto la calidad como la cantidad de los mismos.

Los agregados pétreos son fragmentos duros y resistentes, libres de materiales contaminantes conforme a las siguientes especificaciones granulométricas:

Arena	0 - 1/4"
Grava # 1	1/4 - 3/4"
Grava # 2	3/4 - 1 1/2"
Grava # 3	1 1/2 - 3"
Grava # 4	3 - 6"

En la construcción los tamaños máximos de agregados más utilizados son los de 3/4" y 1 1/2".

El tamaño máximo nominal de agregado (T.M.N.A.) está determinado principalmente por el diseño del armado de acero de refuerzo que se tenga.

Generalmente el tamaño máximo de agregado que se elija para un concreto es el que se encuentre disponible económicamente y que además resulte compatible con las dimensiones de la estructura.

GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

La granulometría del agregado nos proporciona información útil sobre la distribución del tamaño de las partículas del mismo dentro de una muestra. Para su determinación se requiere pasar dicha muestra por una serie de tamices (mallas) con diferentes aberturas:

El juego de Mallas comúnmente utilizadas es el siguiente:

Malla No.	Abertura, mm.	
3	76.20	
1 1/2	38.10	
3/4	19.05	GRAVA (*)
3/8	9.53	
4	4.76	<u>FRONTERA</u>
8	2.38	
16	1.19	
30	0.60	
50	0.30	ARENA (**)
100	0.15	
200	0.075	<u>FRONTERA</u>
CH	CHAROLA	

OBSERVACIONES

(*) El criterio seguido al seleccionar las cribas de grava es la de reducir a la mitad la abertura siguiente.

(**) El juego de mallas para la arena se encuentra estandarizado por la NOM C-111 y es el requerido para definir el módulo de finura del agregado.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

PROPIEDADES FISICAS DE ARENA PARA CONCRETO

NUM. DE MUESTRA: 18-E		LUGAR DE MUESTREO: OBRA		FECHA DE MUESTREO	2/MAYO	19 92
DESCRIPCION: ARENA BANCO PERA BLANCA				FECHA DE INFORME	3/MAYO	19 92
				INFORME N°: 955-91		
C O N C E P T O		RESULTADOS		ESPECIFICACION		
1) ANALISIS GRANULOMETRICO		PARCIAL	ACUM.	MIN.	MAX.	
RETENIDO MALLA N° 4 (GRAVA) (%)		0		0	5	
PASA MALLA N° 4 (ARENA) (%)		100		95	100	
RETENIDO MALLA N° 8 (%)		12	12	0	20	
RETENIDO MALLA N° 16 (%)		12	24	15	50	
RETENIDO MALLA N° 30 (%)		30	54	40	75	
RETENIDO MALLA N° 50 (%)		10	64	70	90	
RETENIDO MALLA N° 100 (%)		15	79	90	98	
PASA MALLA N° 100 (%)		12	-	-	-	
MODULO DE FINURA		2,33				
2) D E N S I D A D		2,31				
3) A B S O R C I O N (%)		5,69				
4) M A T E R I A O R G A N I C A (C O L O R)		Inf. al límite				
5) P A S A M A L L A N° 200 (LAVADO) (%)		16,68		15% MAX		
6) P V S E C O S U E L T O (KG/M ³)		1370				
7) P V S E C O C O M P A C T O (KG/M ³)		1539				

Denominación de los Tamices	% Retenido Acumulado
CH	100
100	80
50	64
30	54
16	24
8	12
4	0

OBSERVACIONES:

**EL PORCENTAJE DE FINES ES SUPERIOR AL LIMITE PRESEN-
TA A GRANULAMETRIA DEFICIENTE.**

FORMULO	REVISO	ENTERADO	ENTERADO
_____	_____	_____	_____

De acuerdo a la convención antes citada, se define como grava al material retenido en la malla número 4. Se definirán como finos al material que pasa la malla número 200.

De esta forma y siguiendo el criterio anterior, podremos definir como arena a todo material que pasa la malla # 4 y se retiene en la # 200.

(Ver ejemplo Granulometría)

Aunque el módulo de finura de la grava puede llegar a ser útil conocerlo; los parámetros de mayor uso e interés para este curso son el T.M.N.A. de la grava y el MF de la arena por las siguientes razones:

Tomando en cuenta el reglamento para construcciones de concreto reforzado del ACI - 318, se especifica que:

" 3.3.3 El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a:

a) 1/5 de la separación menor entre los lados de la cimbra

b) 1/3 del peralte de la losa

c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquete de varillas, cables o ductos de preesfuerzo. "

Por otro lado para los finos:

Arcilla (riesgo de altas expansiones)

FINOS

Limos y polvo (provocan una alta demanda de agua.)

EJEMPLO DE GRANULOMETRIA

Granulometría de la grava:

Obtener el TMNA (TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO) a partir de los siguientes datos obtenidos en el laboratorio:

a)

Malla #	% RETENIDO	% RETENIDO
	INDIVIDUAL	ACUMULADO
3"	0	0
1 1/2"	0	0
(3/4")	5	5
3/8"	70	75
Nº 4	25	100
Charola	0	100
Suma	100%	

TMNA.- Es aquel representado por la malla inmediata superior en donde el porcentaje retenido acumulado sea mayor o igual a 10.

Tomando en cuenta la definición anterior, el TMNA en el ejemplo es 3/4" o 20 mm.

b)

Granulometría de la arena:

M.F.	Malla #	% RETENIDO	% RETENIDO
		INDIVIDUAL	ACUMULADO
	4	0	0
6	8	16	16
5	16	21	37
4	30	18	55
3	50	12	67
2	100	17	84
1	ch	16	100
	Suma	100 %	259 %

M.F..- (Módulo de finura) es la suma de los porcentajes retenidos acumulados de todas las mallas dividida entre 100, y representa el tamaño promedio de la partícula.

Tomando en cuenta la definición anterior, el M.F. del agregado en el ejemplo es:

$$\text{M.F.} = \frac{259}{100} = 2.59$$

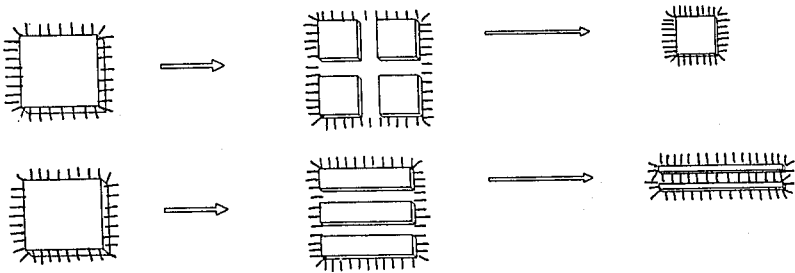
La norma NOM C-111 " Especificaciones para agregados " marca que el módulo de finura de la arena adecuado para elaborar concreto, debe estar entre 2.3 y 3.2.

En el caso en que quisiéramos conocer el módulo de la grava, éste quedaría definido como la suma de los % " retenidos acumulados de las mallas No. 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", No. 4 y le sumo 500 (para considerar las 5 mallas No. 8, 16, 30, 50 y 100 cuyos % retenidos acumulados serán de 100 c/u), y todo dividido entre 100.

En el ejemplo el módulo de finura de la grava sería:

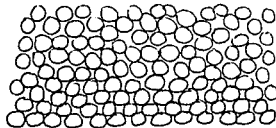
$$\text{MFg} = (180 + 500)/100 = 6.80$$

Como regla general; a medida que el tamaño de la partícula disminuye, aumenta la demanda de lechada necesaria para cubrirla dentro del concreto.



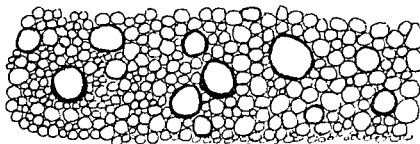
NOTA: Obsérvese como el caso se agudiza cuando la estructura de la partícula es elongada o laminar. (Arcillas)

Suponiendo un tamaño uniforme de partículas del agregado se tendría:



% de vacíos muy elevado entre las partículas.

Suponiendo diferentes tamaños de partículas del agregado se tendría:



% de vacíos reducido debido a que las partículas menores cubren los vacíos que las mayores van dejando.

De lo anterior se deduce que la mejor granulometría es aquella que contiene diferentes tamaños de partículas.

T.M.A. RECOMENDABLE PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCION

Construcción	T.M.A. (en ")
Muros y Columnas reforzadas	3/4
Muros con poco refuerzo	1 1/2
Contratraveses de cimentaciones de (sección mayor de 60 cm.)	1 1/2
Losas muy reforzadas	3/4
Losas con poco refuerzo	1 1/2

CLASIFICACION DE AGREGADOS PARA CONCRETO

El agregado por su forma puede dividirse en 3 grandes grupos:

- a) Canto rodado (boleo)- Podemos encontrarlos en los lechos de los ríos.
- b) Triturado (aristas vivas)- Se obtiene artificialmente a partir del rompimiento de trozos mayores.
- c) Mixto- Mezcla de los 2 anteriores.

Proceso De Obtención, Triturado, Cribado y Lavado.

La materia prima para la producción de agregados pétreos se obtiene de bancos de roca o yacimientos de agregados naturales de río, depósitos de aluvión (avenida fuerte de agua), conglomerados, etc. Se ha obtenido últimamente en mucha menor proporción de escorias de alto horno y de productos sintéticos provenientes de la cocción de horno rotatorio de materiales silico - aluminosos.

Para la extracción y preparación de los agregados, los factores de dureza y de grado de abrasidad resultan importantes para la selección del equipo a emplear.

La extracción puede realizarse manualmente, por medios mecánicos o por explosivos, siendo esta última la más utilizada.

Al utilizar los explosivos, se dislocan los bancos de roca y se obtiene una fragmentación en bloques de tamaño tal, que se permite su manejo con los medios de carga y de transporte disponibles. En muchas ocasiones, a pesar de las precauciones tomadas en las tronadas masivas de los bancos de roca, un porcentaje medio del 20 al 30 % de los bloques son demasiado grandes para manejarse con los medios de que se dispone. Será entonces necesario una reducción secundaria de dichos bloques por medio de dinamita, barrenación secundaria o por medios mecánicos (pilón o "drop-ball") para permitir la entrada del material fragmentado en la boca de la quebradora primaria.

La carga se realiza por cargadores frontales sobre neumáticos u orugas y por palas mecánicas. El transporte a la planta de trituración cuando las distancias son considerables se realizará por camiones de muy diversas capacidades (dependiendo del volumen y del material). En caso de acarreo relativamente cortos el mismo cargador frontal sobre neumáticos puede satisfactoriamente realizar la operación de transporte hasta la planta de trituración.

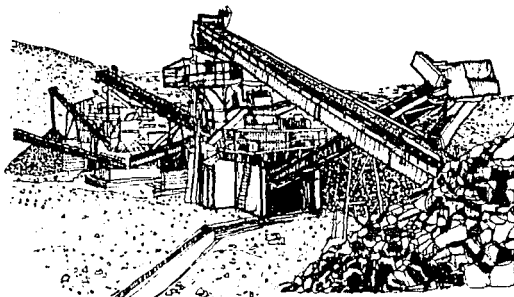
- **Equipo de Trituración**

- 1.- Trituradoras primarias (Quijadas y Giratorias).
- 2.- Trituradoras secundarias (de Cono, Rodillos, Martillos e Impacto).
- 3.- Trituradoras terciarias (de Cono, Rodillos, Martillos e Impacto).
- 4.- Molinos (de Barras y Bolas).

- **Equipo Complementario.**

- 5.- Cribas vibratorias (horizontales e Inclinadas).
- 6.- Alimentadores (de Delantal, de Plato o Recíprocantes, Vibratorios).
- 7.- Gusanos Lavadores.
- 8.- Bandas Transportadoras.
- 9.- Elevadores de Cangilones.

Después de fragmentar el agregado por cualquiera de los métodos antes citados, se procederá a realizar una selección del mismo mediante el cribado acompañado de un lavado del material.



El lavado se efectúa para separar los limos, las arcillas y el exceso de arena producto de la trituración, con este proceso nos podemos dar cuenta de la cantidad de materia fina que posee nuestro agregado. Si los limos no son lavados crearemos un concreto pastoso con grandes consumos de agua y por lo tanto de cemento también.

Las características principales de un agregado sano serán las siguientes:

- I) Limpieza de partículas extrañas. - La grava sucia altera la resistencia del concreto, ya que puede inhibir la adecuada hidratación del cemento y retrasar su endurecimiento.
- II) Resistencia del agregado. - La roca de donde se obtiene la grava debe ser dura.
- III) Textura y Estructura. - El agregado debe ser anguloso (aristas vivas) para que posea una mayor adherencia.
- IV) Forma de la partícula. - La forma debe ser irregular y rugosa.
- V) Porosidad. - El agregado no debe ser poroso pues de otro modo absorberá demasiado cemento y agua; en caso que se tenga que usar agregado con cierta porosidad, se tomarán las medidas necesarias para no alterar la relación agua/cemento en la mezcla (Dosificación).

VI) Densidad- si se emplea un material con buena densidad (menor o igual a 2.25 kg/dm^3) el concreto resultante será mayor o igualmente denso, esto afectará directamente su peso volumétrico y la resistencia de la mezcla.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El correcto manejo de los agregados nos conducirá a la creación de una buena mezcla. Para lograr un buen manejo deberemos:

- a) Construir un adecuado patio de agregados que por medio de barreras separará los diferentes tamaños.
- b) Evitar la contaminación de partículas extrañas tales como lodo, agua y escombros de la propia obra.
- c) Manejar a los agregados con el equipo adecuado, se recomienda el cargador frontal montado sobre neumáticos.

El almacenaje en montones de agregado debe tratarse de evitarse, pues aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la granulometría.

Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, u otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos.

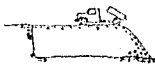
Se deberá tener una base dura para evitar la contaminación del material con el fondo, se deberá evitar la mezcla o traslape de los diferentes tamaños mediante muros apropiados o simplemente dejando amplios espacios entre los montones. Los mismos muros impedirán que el viento separe los agregados finos del montón, los depósitos no deberán contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los diferentes montones de agregado.

**LOS METODOS INCORRECTOS AL ALMACENAR AGREGADOS
CAUSAN SEGREGACION Y ROTURA DE PARTICULAS**



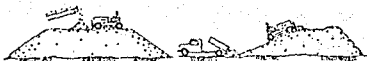
PREFERIBLE

Grúa u otro medio de apilar el material en unidades no mayores de los cargos de un camión, suministran en su lugar sin deslizarse.



OBJETABLE

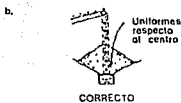
Métodos que permiten al agregado deslizarse tan pronto se añade a la pila, o permite que el equipo de acarreo opere repetidamente en el mismo nivel.



ACEPTABILIDAD LIMITADA—GENERALMENTE OBJETABLE

Pila construida radialmente en capas horizontales por un "Bulldozer" (escapa de empuje) trabajando con materiales agregados por una banda transportadora. Puede recurrirse en la instalación.

"Bulldozer" que apila capas progresivas en pendientes no menos que 3:1. A menos que los materiales sean muy resistentes a quebrarse, estos métodos también son objetables.



CORRECTO

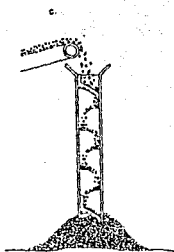
Chimenea que rodea los materiales que caen del final de una banda transportadora para evitar que el viento separe los materiales finos y gruesos. Tiene aberturas tal como se necesita para descargar materiales a varias elevaciones en la pila.



INCORRECTO

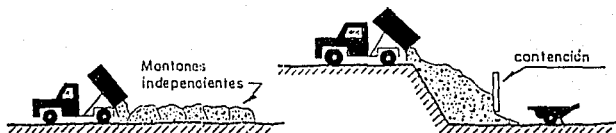
La caída libre de material desde un extremo alto de la banda transportadora permite que el viento separe el material fino del grueso.

**ALMACENAMIENTO DEL
AGREGADO FINO O
NO PROCESADO**

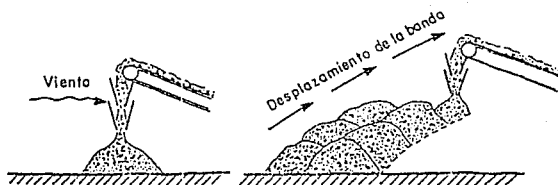


**ALMACENAMIENTO DE AGREGADO
PROCESADO**

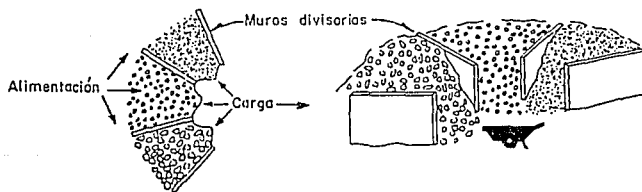
NOTA: Si no es posible evitar exceso de finos en agregados gruesos mediante los métodos de almacenamiento por pila, será necesario un tamizado final antes de trasladarse a las tolvas de la planta de mezclado.



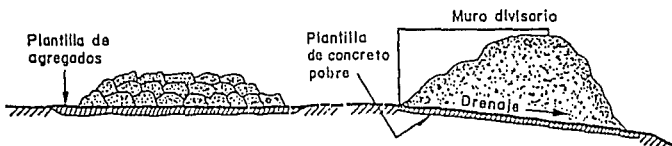
Precauciones para evitar segregación en apilamientos



Precauciones para evitar segregación por viento



Precauciones para evitar contaminación por mezcla



Precauciones para evitar contaminación con el suelo

Las tolvas de agregados deben mantenerse tan llenas como sea posible para que su manejo siga siendo práctico, de esta forma reduciremos al mínimo el resquebrajamiento y los cambios de granulometría al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en las tolvas y directamente sobre el orificio de salida.

PRUEBAS A LAS QUE SE SOMETEN LOS AGREGADOS

1.- Prueba de Dureza.-

a) Por el ensaye de rayado.- Esta prueba se utiliza para identificar materiales suaves y se realiza rayando el agregado con una varilla de bronce terminada en punta conforme una especificación que define la aplicación de la fuerza. Las partículas que se rayan no pasan la prueba.

b) Por la máquina de dureza Torry.- Consiste en un espécimen cilíndrico de roca sujeto a desgaste superficial por partículas de cuarzo y finalmente trituradas en una mesa.

2.- Resistencia a la Abrasión.-

Con las máquinas de Los Angeles y la de Val se evalúa la resistencia a la abrasión a partir del incremento en material fino que se produce al golpear los agregados con bolas de acero dentro de un recipiente metálico.

DEFINICION DE CONCRETO

El concreto es un material artificial integrado por componentes, cemento y agua (que constituyen la pasta); aire, (presente en forma de burbujas), y agregado, (normalmente mineral). Este último es el componente que predomina ya que constituye, usualmente, más de las 3/4 partes de su peso.

El concreto tiene la particularidad de ser, inicial y transitoriamente, una mezcla plástica (o que se convierte en plástica como resultado de su manejo), y cuya forma final es la de un sólido resistente.

El concreto simple (sin acero de refuerzo), es un material muy resistente a la compresión pero para efectos de cálculo se considera que no soporta ningún esfuerzo de tensión. En el campo para poder absorber posibles tensiones presentes en un elemento estructural, se combina el concreto con acero de refuerzo obteniéndose entonces un material reforzado.

La resistencia del concreto a la compresión se mide en kg/cm^2 y se presenta por medio de "f'c", variando de 50 en 50 unidades: (100, 150, 200, etc.) comúnmente y en construcciones normales se llega a construir hasta con f'c de 350 y 400 kg/cm^2 .

Además de la resistencia, en la construcción utilizamos, de acuerdo a las necesidades de la obra 2 tipos principales de concreto:

El Concreto Normal fabricado con cemento tipo normal alcanza la resistencia de diseño a los 28 días, mientras que el segundo de Resistencia Rápida, segundo con cemento tipo III alcanzará la misma resistencia a los 14 días.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

CONCRETO NORMAL (Tipo I)

Prueba de Resistencia a los

7-14-28 días

f'c= 100 - 350 kg/cm^2

T.M.A. = 3/4" - 1 1/2"

Arena Limpia

Rev. = 8 a 18 cm. +- 2

CONCRETO RAPIDO (Tipo III)

Prueba de Resistencia a los

3-7-14 días

f'c= 100 - 350 kg/cm^2

T.M.A. = 3/4" - 1 1/2"

Arena Limpia

Rev. = 8 a 18 cm. +- 2

Otro aspecto sobresaliente es el tipo de obra a construir y con qué calidad de concreto realizarla:

TABLA DE CONCRETOS NORMAL Y RESISTENCIA RAPIDA

CONCRETO HECHO EN OBRA							CEMENTO NORMAL	CEMENTO RESIST. RAPIDA
CLASIFICACION		Agregado Máximo	Cemento ton.	Arena m3	Grava m3	Agua m3	Costo \$/m3	Costo \$/m3
f'c	Revenimiento							
100 kg/cm2	8 a 10 cm.	3/4"	0.260	0.500	0.680	0.195	232,000	245,000
		1 1/2"	0.254	0.470	0.700	0.190	228,000	240,000
	12 a 15 cm.	3/4"	0.286	0.500	0.680	0.215	244,000	257,000
		1 1/2"	0.280	0.470	0.700	0.210	240,000	253,000
150 kg/cm2	8 a 10 cm.	3/4"	0.323	0.48	0.670	0.210	245,000	264,000
		1 1/2"	0.308	0.45	0.700	0.200	238,000	256,000
	12 a 15 cm.	3/4"	0.354	0.48	0.670	0.230	257,000	276,000
		1 1/2"	0.338	0.45	0.700	0.220	249,000	268,000
200 kg/cm2	8 a 10 cm.	3/4"	0.355	0.47	0.650	0.195	264,000	296,000
		1 1/2"	0.337	0.44	0.680	0.185	255,000	286,000
	12 a 15 cm.	3/4"	0.391	0.47	0.650	0.215	286,000	308,000
		1 1/2"	0.373	0.44	0.680	0.205	267,000	298,000
250 kg/cm2	8 a 10 cm.	3/4"	0.423	0.465	0.640	0.190	296,000	320,000
		1 1/2"	0.400	0.435	0.670	0.180	285,000	308,000
	12 a 15 cm.	3/4"	0.467	0.465	0.640	0.210	308,000	332,000
		1 1/2"	0.445	0.435	0.670	0.200	296,000	319,000

26

LISTA DE PRECIOS

Junio 8 de 1992

Calidad "A"

CONCRETO HIDRAULICO COMUN/REVENIMIENTO 10 +/- 2.5 CMS.

Común 20 MM.

<u>F'c</u>	<u>Normal</u>	<u>Rápido</u>
100 Kg/Cm2	\$232,000	\$245,000
150	245,000	264,000
200	264,000	296,000
250	296,000	320,000
300	320,000	357,000
350	357,000	397,000

SOBRE PRECIOS

	<u>Normal</u>	<u>Rápido</u>
Concreto común Revenimiento 14 +/- 3.5 cms. Agregado 20 mm.	\$ 12,000	\$ 12,000
Concreto para bombeo Revenimiento 14 +/- 3.5 cms. Agregado 20 mm.	\$ 19,000	\$ 19,000
Concreto para bombeo Revenimiento 18 +/- 3.5 cms. Agregado 20 mm.	\$ 32,000	\$ 32,000

LISTA DE PRECIOS

Junio 8 de 1992

Calidad "B"

CONCRETO HIDRAULICO COMUN/REVENIMIENTO 10 +/- 2.5 CMS.

Común 20 MM.

<u>F'c</u>	<u>Normal</u>	<u>Rápido</u>
100 Kg/Cm2	\$245,000	\$264,000
150	264,000	296,000
200	296,000	320,000
250	320,000	357,000
300	357,000	397,000
350	397,000	-----

SOBRE PRECIOS

	<u>Normal</u>	<u>Rápido</u>
Concreto común		
Revenimiento 14 +/- 3.5 cms.		
Agregado 20 mm.	\$ 19,000	\$ 19,000
Concreto para bombeo		
Revenimiento 14 +/- 3.5 cms.		
Agregado 20 mm.	\$ 32,000	\$ 32,000
Concreto para bombeo		
Revenimiento 18 +/- 3.5 cms.		
Agregado 20 mm.	\$ 46,000	\$ 46,000

LISTA DE PRECIOS

Junio 8 de 1992

CONCRETO ESPECIAL

(ESTRUCTURAL)

CON REVENIMIENTO DE 10 +/- 2.5 CMS. Y AGREGADO DE 20 MM.

Comú 20 MM:

<u>F'c</u>	<u>Normal</u>	<u>Rápido</u>
250 Kg/Cm2	\$362,000	\$387,000
300	387,000	423,000
350	423,000	455,000
400	455,000	493,000

SOBRE PRECIOS

Con Revenimiento de 12 +/- 3.5 cms. (no bombeable) \$ 19,000

Con Revenimiento 12 +/- 3.5 cms. con superfluidificante.
(apto para bombeo) \$ 28,000

El "CONCRETO ESPECIAL", es un concreto de alta calidad, elaborado con grava de alta densidad y arena de características mayormente controlables, para entregar al consumidor un producto que satisfaga plenamente las especificaciones más estrictas.

Constituye una respuesta tecnológica, rápida y oportuna de "CONCRETOS APASCO", que ofrece un producto de mayor calidad a la industria de la construcción.

Está destinado a estructuras de concreto de importancia, debido a que su comportamiento es adecuado para las condiciones de servicio de estas obras.

INFORMACION TECNICA

Conforme a los requisitos establecidos por las **NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**, en lo que respecta al concreto Clase I; el concreto que produce Concretos Apasco, S.A. de C.V., presenta las siguientes características:

1. El peso volumétrico del concreto fresco, es superior a los 2,200 Kg/M3.
2. El agregado grueso utilizado es grava densa triturada; con densidad o peso específico aparente, en condición de saturado y superficialmente seco, superior a los 2,600 Kg/M3.
3. El coeficiente volumétrico del agregado grueso es igual o mayor a: 0.20.
4. El material más fino que pasa la malla N° 200 en la arena, es igual o menor a: 15%.
5. La contracción lineal de los finos de los agregados (arena + grava) que pasan la malla N° 40, a partir del límite líquido es igual o menor a: 2%.
6. En los concretos que se coloquen por medio de bomba, su revenimiento nominal máximo al llegar a la obra será de 12 cm. Para facilitar aún más la colocación del concreto, se agregará bajo nuestro control y responsabilidad un aditivo superfluidificante.
7. En lo referente a la resistencia a compresión de estos concretos, ninguna pareja de cilindros presentará a su edad de diseño, valores por debajo de $F'c-35$ Kg/Cm2; y los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas pertenecientes o no al mismo día de colado, serán igual o mayores que $F'c$ Grado de Calidad "B".
8. El valor numérico del Módulo de Elasticidad "E", obtenido conforme a la Norma Oficial Mexicana N.O.M. C-129-82, será igual o mayor que el calculado por medio de la expresión: $1400/F'c$.
9. Los valores de Contracción por Secado y Coeficiente de Deformación Diferida, propuestos por el Reglamento, podrán ser tomados o no a juicio del Corresponsable de Seguridad Estructural; sin que su obtención represente responsabilidad alguna para Concretos Apasco, S.A. de C.V.
10. Se suministra en resistencias nominales de diseño de 250, 300 y 350 Kg/Cm2, en Tipo Normal y Rápido.

El concreto de calidad "B"; a diferencia del "A", lleva un estricto control de calidad en el que no más del 1% de las pruebas será inferior a f'c. Este concreto tiene un costo adicional y deberá utilizarse en las obras clasificadas del grupo "A" o "B1", siendo obras tipo "A", aquellas cuya consecuencia de falla sea muy grave, tales como hospitales, centrales telefónicas, escuelas, estaciones de bomberos, lugares de espectáculos y salas de reunión de más de 500 gentes.

Las obras tipo "B1", son aquellas que tengan mas de 30 m. de altura o 6,000 m² de construcción y estén ubicadas en las zonas I y II del Distrito Federal o las que tengan más de 15 m. de altura o 3,000 m² de construcción en zona tipo III.

Con lo anterior no quiero decir que el concreto con calidad "A" sea malo o podamos tener alta probabilidad de no llegar a la resistencia de proyecto, simplemente el control que se tiene durante su elaboración es poco menos estricto. (no más del 10% de las pruebas será inferior a f'c).

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO

Entre las principales características del concreto fresco podemos considerar las siguientes

1.- Uniformidad .- Considerando que el concreto es un material heterogéneo producido mediante la mezcla de diversos componentes en cantidades establecidas, es necesario que dicha mezcla sea uniforme de buena cohesión y no segregable. Para lograr lo anterior se requiere conjugar 2 condiciones indispensables:

- Que la mezcla esté correctamente diseñada y con la consistencia adecuada a las condiciones de ejecución de la obra.

- Que se utilicen equipos y procedimientos de elaboración y colocación adecuados.

2.- Trabajabilidad.- Significa la facilidad que presenta un concreto para ser transportado, colocado y compactado. Es importante hacer notar que esta trabajabilidad es relativa; un concreto muy trabajable para una presa seguramente no lo es tanto para una columna.

3.- Segregación y Sangrado.- Se conoce como segregación a la separación de los elementos que forman una mezcla heterogénea de modo que su distribución deje de ser uniforme. En el concreto se presenta este problema debido a la diferencia de tamaño de las partículas y a la densidad de los componentes.

El sangrado es una forma de segregación en la cual una parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado.

4.- Fraguado.- Se refiere al cambio de un fluido al estado rígido. En concreto se emplea para describir la rigidez de la mezcla. En forma arbitraria para el concreto se emplean 2 términos: fraguado inicial y fraguado final.

Se dice que el concreto alcanza el fraguado inicial cuando su resistencia a la penetración es de 35 kg/cm^2 ; el fraguado final se alcanza cuando la resistencia a la penetración es de 280 Kg/cm^2 .

Estas características son muy importantes, ya que para formar criterios de aceptación o rechazo es necesario conocerlas mediante las pruebas que se realizan a dicho concreto fresco.

PRUEBAS QUE SE REALIZAN AL CONCRETO

Al concreto se le hacen varias pruebas muy importantes. En este trabajo solamente explicaré 4 de las pruebas que resultan indispensables para saber la calidad del concreto y ver si cumple o no con las especificaciones que marca el proyecto.

PRUEBA DE REVENIMIENTO.-

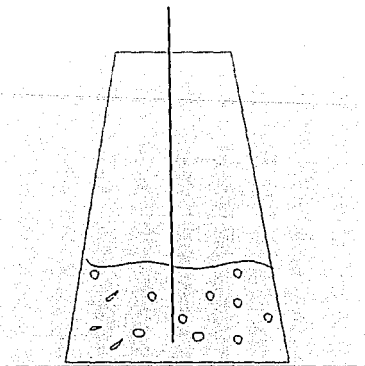
Esta prueba sirve para determinar la fluidez o trabajabilidad que tiene el concreto. Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua / cemento para una relación agua / arena determinada.

La variación en el revenimiento es con frecuencia una manera para detectar variaciones en la relación agua / cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para la aceptación o rechazo del concreto fresco, desde el punto de vista de las variaciones que ésto podría ocasionar en la resistencia.

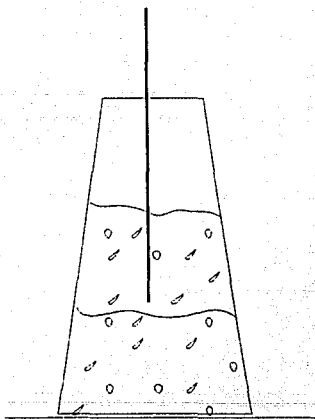
La prueba de revenimiento se hace en el campo ya que es necesario hacer una prueba a cada olla de concreto antes de ser vaciado. Si no hacemos la prueba y vaciamos el concreto, estamos corriendo el riesgo de tener que demoler todo lo que acabamos de colar en caso de que el concreto no cumpla con la calidad requerida ocasionándonos una pérdida no solo de tiempo sino también de mucho dinero.

La prueba de revenimiento se realiza con el cono de Abrahms que tiene 30 cm. de altura, 10 cm. de diámetro en la base superior y 20 en la inferior y consiste en lo siguiente:

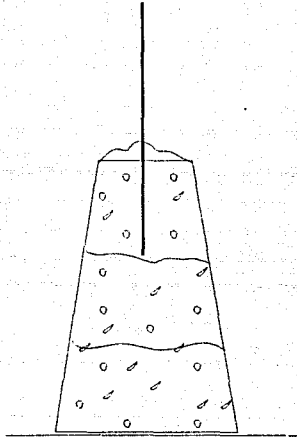
Se humedecen el cono y la superficie donde se va a apoyar dicho cono (superficie lisa, horizontal y no absorbente). El operador debe mantener firmemente el molde en su lugar durante la operación de llenado, apoyando los pies en los estribos que tiene para ello el propio molde. Se llena con un cucharón el cono hasta $\frac{1}{3}$ de su capacidad y con una varilla de acero de sección circular, recta, lisa de 16 mm. de diámetro, 60 cm. de longitud y con uno de los extremos redondeados, se le dan 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la sección de la capa para compactar el concreto.



Posteriormente se llena el cono con una 2a. capa hasta $\frac{2}{3}$ partes de su volumen y se hace lo mismo procurando que los golpes se hagan sin penetrar en la primera capa.

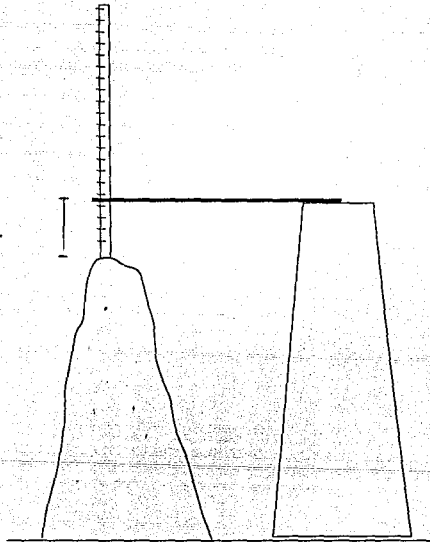


Se llena el último tercio del cono y se le vuelven a dar los últimos 25 golpes. Se retira el exceso de concreto para que quede perfectamente lleno y al ras.



Se levanta el molde en un tiempo de 5 a 10 segundos alzándolo verticalmente sin movimiento lateral o torsional. A la masa de concreto que queda sobre la base se le medirá su revenimiento, apoyando sobre el cono la varilla en forma horizontal. Para saber el resultado de la prueba se mide la distancia que existe entre la varilla y un punto medio (ni el más bajo ni el más alto) de la masa de concreto. A tal medición dada en cm. se le denomina revenimiento de la muestra.

Rev = cms.



Si alguna porción del concreto cae hacia un lado, se desecha la prueba y se hace otra con una nueva porción de la muestra. Si 2 pruebas consecutivas, hechas de la misma muestra, presentan falla al caer parte del concreto a un lado, proba-

blemente el concreto carece de la plasticidad necesaria y cohesividad para que sea aplicable la prueba de revenimiento.

La tolerancia que se da en esta prueba es la siguiente:

Revenimiento Especificado	Tolerancia
Hasta 5 cm.	+ - 1.5 cm.
De 5 a 10 cm.	+ - 2.5 cm.
Más de 10 cm.	+ - 3.5 cm.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

El concreto simple sin refuerzo a pesar de ser muy resistente a la compresión resulta débil en su trabajo contra los esfuerzos de tensión, es por ello que la prueba se realiza para medir qué tanta compresión puede nuestra muestra resistir.

La prueba de compresión resulta la más importante debido a que mediante la resistencia de un concreto se define generalmente la calidad del mismo.

Para realizar la prueba a la compresión se toman 5 muestras (con el objeto de tener repuestos) por cada 10 m³ del mismo concreto que se vaya a utilizar en la obra, dichas muestras se tomarán en unos cilindros de 30 cm. de alto por 15 cm. de diámetro. Los cilindros se engrasan previamente para evitar que el concreto se quede pegado al molde y afectar de esta forma el resultado de la prueba.

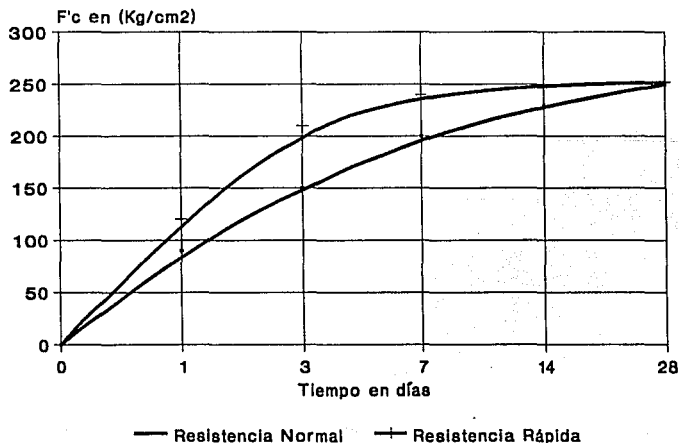
El llenado de los cilindros se hace en 3 capas de la misma forma que se hace para la prueba del revenimiento, una vez llenos los 3 cilindros se deberá tener mucho cuidado con su manejo; no deben ser golpeados o dejados en exposición directa al sol pues se busca que el concreto de los cilindros sea representativo (en iguales condiciones) que el concreto colocado en obra.

En cada uno de los cilindros se deberá indicar con color en una cara visible de cada uno de los cilindros la fecha y número de muestra que posteriormente nos darán, mediante una relación escrita, la posición dentro de la obra del colado al que el cilindro representa.

Cuando el concreto ha fraguado completamente (24 hrs.) se le quita el molde y el cilindro de concreto se introducirá a una cámara de vapor (en obra = pilas de agua) para su correcto curado. Las pruebas se deberán hacer sobre los cilindros a los 3, 7, y 14 días cuando el concreto es de resistencia rápida y a los 7, 14 y 28 días cuando el concreto es de tipo normal.

Con el fin de lograr una superficie completamente horizontal y lisa, se les pondrá a las caras (superior e inferior) del cilindro una capa de azufre; mediante éste proceso llamado cabeceado, se logrará que las cargas o presión transmitidas a los cilindros sean uniformes en toda la superficie de los cilindros.

COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO



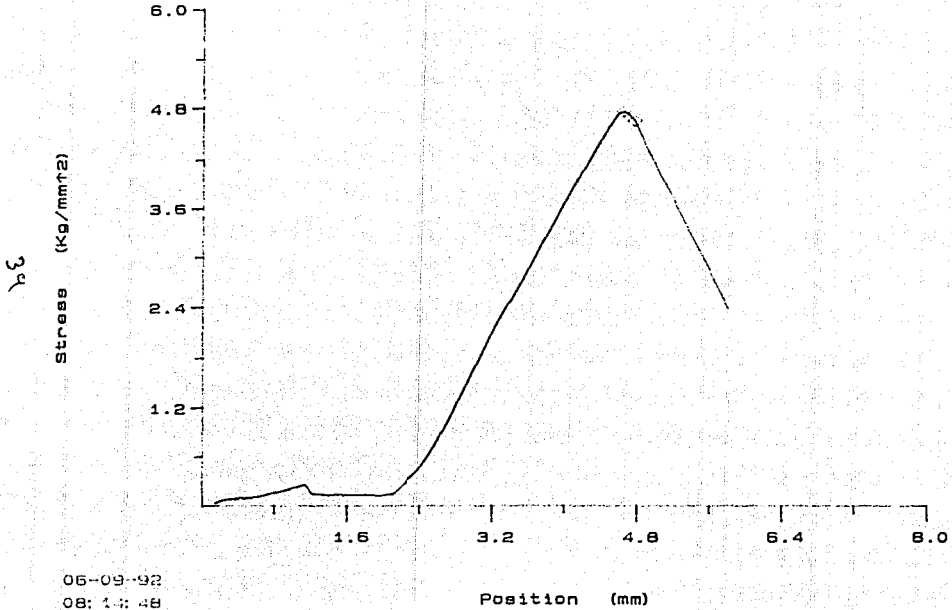
Test ID 00000176

que edad tiene
esta registrado

2 años 2 meses
si

cual es su proc

LAB.MATERIALES



Posteriormente los cilindros son pasados a la máquina Universal que por medio de unos gatos hidráulicos empieza a presionar al cilindro y mediante un medidor se van registrando las toneladas que al mismo cilindro se le van induciendo. Al provocarse la falla en el cilindro se ve cuántas toneladas aguantó la muestra y con este dato se obtiene el f_c del concreto empleado:

Carga aplicada en Kg / Area de contacto (en cm.)

Existen factores que pueden afectar en los resultados de la prueba como por ejemplo:

- Efecto de las condiciones de curado.
- Efecto de esbeltez.
- Efecto de velocidad de carga.
- Efecto de velocidad de deformación.
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia.
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado.
- Efecto de la edad.
- Efecto de las condiciones de apoyo y contacto entre el cilindro y el aparato.

Para confirmar el peralte o grosor de una sección de concreto.

Con frecuencia el corazón de concreto es el último recurso para resolver la duda de si se ha o no cumplido con las especificaciones del proyecto. Será muy importante reconocer y saber interpretar los datos que resulten de dicha prueba:

Usualmente sólo se requieren corazones cuando existen resultados pobres de pruebas de cilindros moldeados en el campo. Los corazones nunca sustituirán los resultados de los cilindros y únicamente representan la resistencia del concreto en el lugar.

La norma ACI-301 y 318 requieren que el promedio de los 3 corazones deba ser igual o exceda el 85% de la resistencia especificada. Además ningún corazón podrá tener una resistencia menor que el 75% de la resistencia especificada.

Para la extracción de los espécimenes, se debe usar una broca cilíndrica de pared delgada con corona de diamante. La máquina debe tener un sistema de enfriamiento para la broca, que impida la alteración del concreto y el calentamiento de la misma.



PRUEBA DE PESO VOLUMETRICO

Esta prueba consiste en llenar un recipiente de volumen y peso conocido con concreto en tres capas sucesivas. Cada una de las capas se consolidará por medio de vibración, ya sea manual o mecánica. Una vez lleno el recipiente se pesará y el resultado del peso total menos el del recipiente se dividirá entre el volumen del recipiente contenedor.

El peso volumétrico del concreto deberá estar entre el rango de los 2,200 y los 2,500 kg/m³ para poder ser aceptado.

MEDICION DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO

Se humedecerá un recipiente de material no absorbente para recibir una muestra de concreto para ser probado. Se introduce en el concreto un dispositivo medidor (termómetro de vidrio o de metal de inmersión) calibrado con una exactitud de 0.2 grados C procurando que penetre cuando menos 3". Se presionará suavemente el concreto alrededor del termómetro para evitar que la temperatura ambiente afecte a la lectura. Se dejará el termómetro en el concreto durante un mínimo de 2 minutos o hasta que la temperatura se estabilice.

El tiempo máximo para finalizar el proceso y tomar la lectura será menor de 5 minutos. Si el concreto tiene un T.M.A. igual a 3" o mayor puede requerir hasta 20 minutos después del mezclado para que la temperatura de el concreto se estabilice.

La temperatura del concreto no deberá ser mayor de 20° C para colados masivos, 24° para semimasivos y 28° C para colados normales.

PRUEBA DE CORAZONES

Existen dos razones principales para extraer corazones de concreto:

Para confirmar la resistencia del concreto en el lugar.

VERIFICACION DE CALIDAD DE CONCRETO A COMPRESION

CLIENTE

OBRA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEX.

TESIS PROFESIONAL: JUAN CARLOS SANTOS FERNANDEZ.

 PREMEZCLA
Y
PLANTA

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO SOLICITADO

 SISTEMA NACIONAL DE
ACREDITAMIENTO DE
LABORATORIOS DE
PRUEBAS
REGISTRO C (02B) - 6

FECHA DE COLADO

 7 JUNIO 19 02
De las 9:30 a las 12:30 hrs.

CARSA

 VOLUMEN m³ 16.0

REV. cm 10.0

T M A 20 m.m.

 RESISTENCIA DE PROYECTO 750 kg/cm² RR X

GRADO NOM C 155

CONTROL DE CONCRETO FRESCO

REVOL. N°	REMISION N°	HORA SALIDA PLANTA	HORA ENTREGA OBRA	VOL.	REV.	P.V.	NUMERO MUESTRA	REVOL. N°	REMISION N°	HORA SALIDA PLANTA	HORA ENTREGA OBRA	VOL.	REV.	P.V.	NUMERO MUESTRA
1	400	9:10	9:15	5.0	10.0	2,200		6							
2								7							
3	401	9:30	9:45	6.0	12.0	2,170	64	6							
4								9							
5	402	11:28	12:05	5.0	11.0	2,300		10							

RESISTENCIA A COMPRESION (kg./cm²)

NUMERO MUESTRA	LOCALIZACION	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS		DIAS
64	LOSA DE FONDO EJES D-F (7-9)	197		210		293		
		149	148		210	279	286	

METODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: C-161, C-162, C-156, C-160, C-109, C-83

N° de OBRA

ORDEN DE TRABAJO N°

MUESTREADOR

OBSERVACIONES

4

A362

F. ARROYO

REVISO

REVISO

MIEMBRO DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

 VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 22, COL. NAPALES
C.P. 03810 TEL. 536-61-57 536-68-24

NOTA ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE REPRODUCIRSE EN SU TOTALIDAD Y NO PARCIALMENTE

1C-18

Los corazones deberán tener una relación altura / diámetro mínima de 2.

Este corazón es sometido a la prueba de resistencia a la compresión con el mismo procedimiento de los cilindros.

La razón por la cual se sacan corazones de los elementos ya colados es porque los cilindros pudieron ser afectados por cualquier factor y cambiar sus características, ahora, si las muestras son sacadas del mismo elemento colado, las características entre muestra y elemento serán mucho muy similares y las muestras obtenidas serán completamente representativas del elemento colado en la obra.

Existen otras pruebas que se le realizan al concreto entre las cuales podemos mencionar:

- Factor de compactación.
- Esfera de Kelly.
- Prueba de remoldeo de Powers.
- Prueba de Vebe.
- Contenido de aire.
- Tiempo de fraguado.
- Prueba de flexión.
- Prueba Brasileña de Tensión.
- Prueba del martillo de rebote.
- Prueba de resistencia a la penetración.
- Prueba de pulso ultrasónico.
- Prueba de extracción.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
EXTRACCION Y ENSAYE DE CORAZONES DE CONCRETO

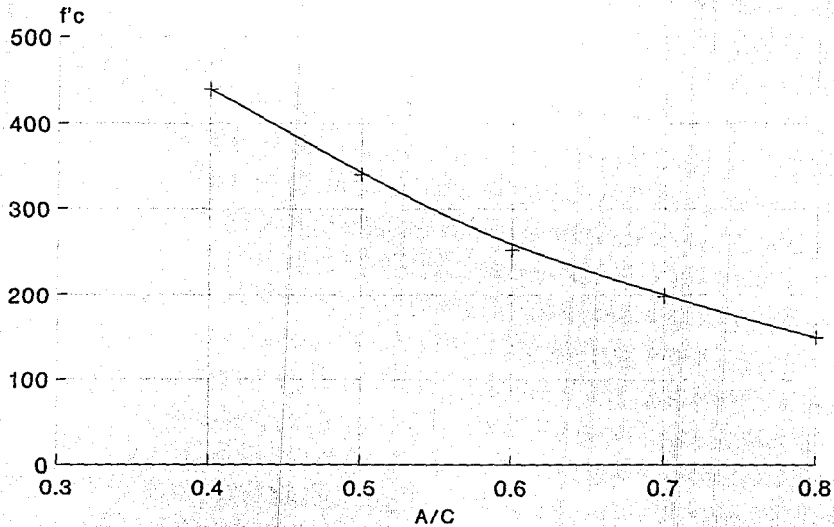
FECHA EXTRACCION		25 JUNIO	19 92	FECHA ENSAYE	30 JUNIO	19 92	FECHA INFORME	30 JUNIO	19 92	INFORME Nº	304
Nº DE MUESTRA	FECHA DE COLADO	LOCALIZACION	EDAD (días)	P E S O VOLUMETRICO (kg / m ³)	DIAMETRO d (cm)	h / d	FACTOR CORRECTOR POR ESQUELEZ	RESISTENCIA(kg/cm ²)		% RESISTENCIA DE PROYECTO	
								DE ENSAYE	CORREGIDA		
1	2/VI/92	COLUMNAS 1er. NIVEL EJES 22-A	23	2058	6.9	2.01	1.00	170.16	170.16	85	
2	2/VI/92	COLUMNAS 1er. NIVEL EJES 22-A	23	2028	7.0	1.71	.9834	155.56	152.98	76	
3	2/VI/92	COLUMNAS 1er. NIVEL EJES 22-A	23	2071	7.0	1.73	.9854	170.16	169.70	84	

OBSERVACIONES:

FORMULO	J.V. VILLAGOMEZ	REFERENCIA	APROBADO
REVISO	JUAN CARLOS SANTOS F.		

9h

RELACION agua/cemento (A/C) en peso



Teles profesional: JCSF

DOSIFICACION PARA MEZCLAS DE CONCRETO

La dosificación de las mezclas para concreto es la determinación de la combinación más económica y práctica de ingredientes para concreto, que sea manejable en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas cuando endurezca.

Con una buena manejabilidad se puede colocar, consolidar y terminar fácil y correctamente el concreto sin segregación peligrosa.

Si se usan materiales aceptables, las propiedades del concreto (impermeabilidad, porosidad, desgaste, resistencia), dependerán de la pasta de cemento adecuada, es decir de una pasta que contenga una correcta relación agua - cemento y una cantidad adecuada de aire incluido.

Para obtener economía en la dosificación se deberá reducir al mínimo la cantidad necesaria de cemento sin sacrificar la calidad del concreto. Como la calidad depende principalmente de la relación agua - cemento, la cantidad de agua deberá reducirse al mínimo para disminuir la cantidad de cemento necesario.

EJERCICIO:

- 1.- Se requiere un concreto para una losa muy reforzada con una resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$. Se recomienda un T.M.A. = 20 mm. (Tamaño Máximo de Agregado) con un módulo de finura de 2.8 y por la separación de las varillas se prefiere un revenimiento de 8 a 10 cm sin aire incluido. Diseñar la dosificación más adecuada para la obtención de dicho concreto.

SOLUCION:

- a) Selección del revenimiento: $R = 8 - 10 \text{ cm}$.
- b) Agregado pétreo disponible: T.M.A. = 20 mm.

- c) Cantidad de agua necesaria: (Tabla # 1)

Datos:

$$R = 8 - 10 \text{ cm.}$$
$$T.M.A. = 20 \text{ mm.}$$

Obtenemos:

$$\text{Agua} = 201 \text{ lt / m}^3$$

- d) Obtención de la relación agua/cemento: (Tabla # 2)

Datos:

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

Obtenemos:

$$A/C = 0.70$$

- e) Cantidad de cemento:

$$C = A / 0.70 = 201 / 0.70 = 281.14 \text{ kg / m}^3$$

- f) Volumen del agregado: (Tabla # 3)

Datos:

$$M.F. = 2.8$$
$$T.M.A. = 20 \text{ mm.}$$

Obtenemos:

$$\text{Volumen} = 0.62 \text{ m}^3 \text{ (por cada m}^3 \text{ de concreto)}$$
$$\text{Peso del agregado} = 0.62 \text{ m}^3 \times 1,600 \text{ kg / m}^3$$
$$\text{Peso del agregado} = 992 \text{ kg / m}^3$$

g) Pesos del concreto: (Tabla # 4)

Datos:

T.M.A. = 20 mm.

Obtenemos:

Peso del concreto = 2,350 kg / m³

h) Peso de la arena:

Peso de la arena = Peso concreto - Suma parcial

Peso del agua	=	201.00	kg / m ³
Peso de cemento	=	281.14	kg / m ³
Peso del agregado	=	<u>992.00</u>	kg / m ³
Suma parcial		1,474.14	kg / m ³

Peso de la arena = 2,350 - 1,474.14 = 875.86 kg / m³

Resumen:

Agua	=	201	
Cemento	=	281.14	
Agregado	=	992	
Arena	=	<u>875.86</u>	
		2,530	kg / m ³

DOSIFICACION DE MEZCLAS

TABLA # 1

CANTIDAD DE AGUA EN l/m³

T.M.A. (mm)	10	13	20	25	40	50	75
REVENIMIENTO (cm)	Concreto sin aire incluido						
2.5 a 5.0	207	199	187	178	160	155	142
7.5 a 10.0	228	216	201	193	175	170	157
15.0 a 17.5	243	228	213	202	185	180	169
Cantidad de aire retenido en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
REVENIMIENTO (cm)	Concreto con aire incluido						
2.5 a 5.0	181	175	166	160	148	142	133
7.5 a 10.0	201	193	181	175	163	157	148
15.0 a 17.5	216	204	193	184	172	166	160
Promedio total recomendado en %	8	7	6	5	4.5	4	3.5

TABLA # 2

RELACION AGUA CEMENTO VS. RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS Kg/cm ²	RELACION AGUA / CEMENTO EN PESO	
	SIN AIRE INCLUIDO	CON AIRE INCLUIDO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

DOSIFICACION DE MEZCLAS

TABLA # 3

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR
VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO

Módulo de finura	2.4	2.6	2.8	3.0
T.M.A. (mm)	Volumen del agregado			
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

TABLA # 4

PESO ESTIMATIVO DE CONCRETO FRESCO EN Kg/m³

T.M.A. mm	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10	2,280	2,190
13	2,310	2,230
20	2,350	2,280
25	2,380	2,310
40	2,410	2,350
50	2,440	2,370
75	2,470	2,400
150	2,510	2,440

AGRIETAMIENTO SUPERFICIAL DEL CONCRETO

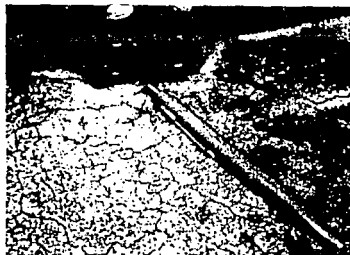
1) ¿Qué es el agrietamiento superficial?

El agrietamiento superficial consiste en el desarrollo de una red de grietas muy finas o hendiduras, que aparecen al azar sobre la superficie del concreto o del mortero debido a la contracción de la capa superficial.

Estas grietas rara vez tienen una profundidad mayor de 3 mm. y son más visibles cuando la superficie se terminó con una llana de acero. Las áreas hexagonales irregulares definidas por estas grietas, generalmente no miden más de 40 mm. de lado a lado y pueden ser tan pequeñas que esta longitud sólo sea de 9 o 12 mm. en casos excepcionales. Generalmente las grietas superficiales se desarrollan a edades tempranas y se manifiestan un día después de colocado el concreto o cuando más, al final de la primer semana. Frecuentemente no son fácilmente visibles hasta que la superficie del concreto se humedece y empieza a secarse.

En ocasiones las grietas superficiales se designan como "grietas en forma de mapa", "craquelado" o "en forma de rompecabezas".

Estas grietas no afectan la integridad estructural del concreto y rara vez dañan la durabilidad o la resistencia al desgaste; sin embargo, son poco agradables a la vista y dan la impresión de un trabajo defectuoso especialmente cuando existe en el concreto la presencia del cloruro de calcio.



2) ¿Porqué el concreto se agrieta superficialmente?

El agrietamiento superficial del concreto generalmente se presenta porque no se siguen una o más reglas para la colocación, curado y protección del concreto. Las más frecuentes omisiones de estas reglas son:

- a) Curado insuficiente o inadecuado. El humedecimiento y secado en forma intermitente del concreto o bien el curado efectuado con retraso, permiten que la superficie del concreto se seque rápidamente y se origine el agrietamiento superficial.
- b) Utilizar mezclas de revenimiento alto, aplanado excesivo, o manipular el concreto con movimientos exagerados o cualquier otro procedimiento que propicie la segregación del concreto, concentrando la pasta de cemento y finos en la superficie.
- c) Llevar a cabo el terminado curado del concreto cuando todavía hay agua de sangrado o utilizar una llana de acero en el momento en que todavía la hoja de la llana hace subir mucha agua y finos de cemento. El empleo de reglas niveladoras o de llanas, mientras haya agua de sangrado en la superficie, originará una capa débil con una relación agua/cemento alta, que es susceptible a presentar agrietamiento superficial, pulverización u otros defectos.
- d) Espolvorear cemento sobre la superficie del concreto para secar el agua de sangrado es una causa frecuente del agrietamiento superficial pues concentra finos en la superficie.
- e) Algunas veces la carbonatación de la superficie provoca el agrietamiento superficial. La carbonatación es una reacción química entre el cemento y el bióxido y monóxido de carbono. En estos casos la superficie del concreto será blanda y pulverulenta.

3) ¿Cómo prevenir el agrietamiento superficial?

- a) Para prevenir el agrietamiento superficial del concreto debe iniciarse el curado lo más pronto posible. La superficie del concreto debe mantenerse húmeda, ya sea inundándola con agua o bien cubriéndola con una tela de yute húmeda, manteniendo la humedad por un mínimo de 3 días o bien utilizando algún otro medio adecuado como son los compuestos que forman membranas de protección. El curado tiene por objeto mantener la cantidad de agua necesaria en el concreto para que se lleve a cabo la hidratación del cemento.
- b) Empleando concreto con un revenimiento moderado, de 7 a 12 cm. y de preferencia con aire incluido. Se puede emplear un revenimiento mayor (máximo 18 cm.) siempre y cuando la mezcla tenga la resistencia requerida sin excesivo sangrado y/o segregación. La

inclusión de aire ayuda a reducir el sangrado del concreto fresco y por lo tanto, la probabilidad de que se presente el agrietamiento superficial.

c) Nunca espolvoree o aplane cemento seco o una mezcla de cemento y arena fina en la superficie del concreto en estado plástico para absorber al agua del sangrado. Tampoco deberá realizar ninguna operación de acabado mientras haya agua de sangrado en la superficie del concreto.

Si se requiere eliminar el agua de sangrado de la superficie con el mínimo de alteración posible, un método sencillo y práctico consiste en arrastrar un tramo de manguera de hule sobre la superficie de concreto, tomándola al mismo tiempo por sus extremos.

d) Antes de colocar el concreto, humedezca la capa de apoyo para prevenir que ésta absorba demasiada agua de la propia mezcla del concreto.

SIGA ESTAS REGLAS PARA PREVENIR EL AGRIETAMIENTO SUPERFICIAL

1) Emplee concreto con revenimiento moderado, 7 a 12 cm., y si es posible con aire incluido.

2) Realice un adecuado acabado del concreto:

a.- Elimine el agua de sangrado antes de llevar a cabo alguna operación de acabado. Nunca espolvoree cemento sobre la superficie para absorber el agua del sangrado.

b.- Evite la manipulación excesiva sobre la superficie, que pudiera segregar el concreto, hundiendo el agregado y concentrando las pastas de cemento en la superficie, incrementando y alterando la relación agua/cemento en la parte superficial.

c.- Realice la operación de aplanado con llana de acero, hasta que desaparezca el brillo acuoso de la superficie.

d.- Cure correctamente tan pronto se haya terminado el acabado del concreto.

ADITIVOS

Un aditivo es un material distinto del agua, agregados y cemento que se usa como ingrediente en concretos y se agrega a la mezcla antes o durante su agitación o mezclado.

Los aditivos pueden ser utilizados para modificar las propiedades del concreto en forma tal que lo haga más adecuado para las condiciones de trabajo o por cuestión de economía.

Los aditivos se utilizan para los siguientes fines:

- Aumentar la resistencia (sin modificar la relación agua-cemento).
- Retardar o acelerar el fraguado inicial.
- Reducir la permeabilidad (impermeabilizador).
- Mejorar las condiciones de bombeo.
- Aumentar la adherencia entre el concreto viejo y el nuevo.
- Para resanes y reparaciones de concretos mal trabajados.
- Para lograr un color en los concretos.

GRUPOS DE ADITIVOS

a) **Reductores de agua.**- son hechos a base de productos químicos solubles al agua y su objeto es reducir la cantidad de agua en el concreto modificando la velocidad de fraguado así como su consistencia. Al utilizar los aditivos reductores de agua, se podrá reducir el contenido de cemento en proporción a la reducción del contenido de agua, conservando así la misma relación agua/cemento. Mediante el

uso de este tipo de aditivos, se gana un incremento adicional en la resistencia pues se incrementa la eficiencia de hidratación de la reacción entre cemento y agua.

Estos tipos de aditivos son muy útiles en concretos que van a ser colocados en secciones de mucho refuerzo o bien para colados bajo el agua.

b) Aditivos Acelerantes.- son aquellos que sirven para reducir el tiempo de fraguado y acelerar el desarrollo de la resistencia del concreto obteniendo aproximadamente un 60% de $f'c$ en sólo 48 hrs. Algunas de sus aplicaciones son:

- 1.- El acelerar los programas de obra.
- 2.- Colados más rápidos con menos juegos de cimbra.
- 3.- Muros sujetos a presiones hidrostáticas grandes para que alcancen su resistencia lo antes posible. (Todos los colados en los que se utilice cimbra deslizante).
- 4.- Disminución considerable en los períodos de protección contra daños por congelación u otros factores.

En muchas ocasiones la decisión de usar aditivos acelerantes se basa en razones de costo pues resulta más económico utilizar este tipo de aditivos que dosificar con cemento tipo III o de fraguado rápido.

c) Aditivos Minerales.- este tipo de aditivos lo forman principalmente las calizas, bentonita, cal hidratada y talcos.

Algunas de las mezclas para poder tener la trabajabilidad, plasticidad y bombeabilidad necesarias, deben contener dentro de su mezcla una cantidad de cemento Portland poco mayor que la requerida. Frecuentemente una porción de todo este cemento adicional es sustituida cuando la mezcla se proporciona con un aditivo mineral adecuado. Su principal función es la de mejorar las características del concreto, aumentando la resistencia y la generación de calor.

La gran mayoría de los minerales utilizados poseen muy poco valor cementante con excepción de las Puzolanas que, con ayuda de la humedad reaccionan químicamente junto con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias formando un compuesto con bastante buenas propiedades cementantes.

d) Aditivos Incluidores de Aire.- es un aditivo que se le agrega a la mezcla que origina aire en el concreto en forma de pequeñísimas burbujas, logrando con ésto una mejor manejabilidad y resistencia al congelamiento pues las burbujas incluidas guardan calor y forman una estructura de molécula que impide el agrietamiento. Siempre se deberá incluir aire en la mezcla cuando se sepa que la estructura recién colada deberá resistir muchos ciclos de congelación - deshielo, principalmente cuando se sabe que existirán agentes descongelantes (esta situación es muy común en autopistas en países europeos o en carreteras al norte de nuestro continente).

Se deberá tener especial precaución con la cantidad de aire que se le llega a incluir en una determinada mezcla, dicha inclusión generalmente reduce la resistencia del concreto.

El contenido de aire promedio para un concreto con agregado máximo de 3/4" debe ser del 6% para una exposición severa y un 5% para una exposición moderada. La exposición moderada se refiere al servicio en un clima donde se espera un congelamiento, pero donde el concreto no estará expuesto continuamente a la humedad, o al agua libre por largos periodos antes del congelamiento. Las condiciones de exposición severa incluyen contacto con sustancias químicas para provocar el deshielo o un contacto continuo con la humedad o agua libre antes del congelamiento.

e) Aditivos para Adherencia.- son aditivos líquidos, orgánicos y su utilidad es para ligar concreto de diferentes edades, principalmente en superficies extensas.

Los materiales adherentes hacen del concreto una mezcla pegajosa, se deberán añadir en proporción del 5 al 20 % del peso del cemento. La superficie sobre la que se aplica la mezcla deberá estar limpia, libre de grasas y polvo. Un material adherente resulta ideal para parches y remiendos en secciones gruesas, trabaja mucho mejor la adherencia cuando se aplica una capa delgada con lechada o mortero y se cura apropiadamente.

f) Aditivos Retardantes.- para el caso de construcciones de tipo masivo en las que se puede generar un alto calor por el proceso de hidratación del cemento, este tipo de aditivo auxilia para que toda la masa reaccione al mismo tiempo evitando los agrietamientos por contracciones térmicas. En obras distantes y en la ciudad cuando se prevee un tránsito pesado, el uso del retardante permite que las ollas entreguen el concreto en óptimas condiciones para su colocación.

g) Aditivos Colorantes.- son pigmentos naturales o sintéticos que le darán color al concreto sin modificar las propiedades de la mezcla.

h) Aditivos para resistir la Humedad.- su finalidad es la de reducir la permeabilidad del concreto en estructuras que estarán en contacto directo con el agua: muros de contención, presas, tanques de agua, etc. Aún no se ha logrado conseguir un aditivo que produzca un efecto real de impermeabilizador; hoy día sólo se ha logrado reducir la tasa de penetración de agua dentro, o transmisión de agua a través del concreto del lado mojado al seco.

i) Aditivos Superfluidizantes.- son aditivos que hacen que el concreto sea más fluido y por lo tanto, facilitan su colocación. Estos aditivos reducen significativamente el contenido de agua de los morteros y concretos, manteniendo una consistencia determinada, sin producir efectos indeseables sobre el tiempo de fraguado. Los aditivos superfluidizantes se acostumbran utilizar para cumplir con 2 objetivos:

1.- Incremento moderado en el revenimiento (aumento entre 6 y 10 cm. durante 30 y 45 minutos a partir de la descarga, recuperando posteriormente sus características originales.)

2.- Reducción moderada en el contenido de agua de la mezcla, (puede llegar a ser hasta del 30 % en cementos ricos).

Se deberá probar el efecto del aditivo sobre el concreto en las condiciones en que se encuentra en la obra (incluyendo aquí sus respectivos procedimientos de construcción). La cantidad y proporción de aditivo es muy importante pues puede afectar propiedades tales como requisitos de agua, velocidad de endurecimiento, sangrado y la propia resistencia del concreto.

ADITIVOS ESPECIALES

Estos aditivos, se podrán proporcionar a solicitud expresa del cliente, y tendrán un precio por M3 adicional al precio del concreto.

Impermeabilizante integral	\$ 28,000/M3
Acelerante de resistencia	\$ 28,000
Retardante de Fraguado	\$ 15,000
Superfluidificante	\$ 28,000
Aditivo Inclusor de Aire	\$ 12,000
Fibras Sintéticas (900 gr/M3)	\$ 30,000

Podemos producir concretos de cualquier diseño según las especificaciones del cliente.

Nuestro Personal Técnico y de Ventas está a disposición de los clientes, para facilitar los datos necesarios y cooperar con el vaciado más rápido y económico de nuestros concretos.

Todos nuestros concretos se elaboran bajo Normas Oficiales Mexicanas.

El comprador pagará el Impuesto al Valor Agregado vigente o cualquier otro impuesto que lo substituya, lo afecte o complemente sobre el importe de la facturación.

Esta lista de precios está sujeta a cambios sin previo aviso y anula las anteriores.

México, D.F., a 8 de Junio de 1992

CURADO DEL CONCRETO

La mezcla de cemento con agua, como ya se mencionó, dá como resultado una reacción química llamada hidratación que hace que el concreto endurezca y desarrolle su resistencia. Este aumento de resistencia se observa solamente cuando el concreto se mantiene húmedo y a temperatura favorable.

El curado es un proceso mediante el cual se mantiene un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto. Si el concreto es curado correctamente, mejorará notablemente en aspectos como resistencia, impermeabilidad y durabilidad.

Métodos de curado:

1.- Riego de agua: Consiste en tener al elemento colado en contacto con el agua para mantener la humedad necesaria. Este tipo de curado es muy conveniente en losas mas no para columnas. Cuando se utiliza en losas, es recomendable elaborar un espejo de agua retenido con bordes de arena. En obras muy especializadas, se utiliza el curado con agua por aspersión que además de proporcionar al concreto la humedad necesaria, nos dá un ahorro significativo en el consumo del agua. Debe ser uno conciente en el uso del agua no sólo por el costo que esto implica, sino principalmente por el gran desperdicio de este vital líquido.

2.- Aplicación de capas de arena húmeda: con el fin de mantener a las superficies horizontales húmedas, y logrando un considerable ahorro en el consumo del agua, resulta muy apropiado palear delgadas capas de arena rociadas con agua que conservarán por más tiempo y con menor evaporación el líquido sobre el elemento.

3.- Materiales selladores: Los materiales selladores son membranas plásticas que se aplican sobre el concreto a fin de reducir las pérdidas de agua del elemento.

Su ventaja es que se aplica con mucha eficiencia en superficies verticales, su costo finalmente resulta menor que el riego de agua debido al poco desperdicio que se tiene.

Los materiales selladores serán aplicados con brocha, rodillos o escobas y se presentan generalmente en color rojo, blanco o transparente.

4.- Materiales absorbentes: en superficies verticales la aplicación de este tipo de materiales tales como yute, lonas, o cualquier gasa textil ayudan después de ser rociadas con agua a conservar continuamente húmeda la superficie.

5.- Curado a vapor:

En este tipo de curado se forma una cámara de vapor sobre la superficie expuesta del concreto que se busca curar. Dentro de la cámara se colocan tubos distribuidores de vapor y muestras de concreto colocado. Al pie de la obra, se coloca un generador de vapor portátil que alimenta a los tubos distribuidores de vapor.

Ventajas de un curado a vapor:

- Se alcanza a lograr un 70% de la resistencia a las 12 horas, ahorrando con ésto mucho tiempo al poder nosotros descimbrar y cargar antes al elemento.
- Se consigue elevar la temperatura del concreto acelerando la reacción de fraguado en un ambiente óptimo de humedad.
- Se adquiere una alta resistencia a temprana edad.
- Reducción en el tiempo de ejecución de la obra.
- Alto control de calidad.

Especificaciones:

- 1.- Después de terminar el colado se dejan 2 horas de reposo para que alcance el fraguado inicial del concreto.
- 2.- Se cubrirá el concreto con lonas para iniciar la inyección del vapor.
- 3.- La temperatura del vapor deberá incrementarse a razón de 20° C por hora hasta alcanzar la temperatura de 75° C.
- 4.- Se debe mantener la temperatura de 75° C durante un período de 6 horas o menos según los resultados que se obtengan. Dicho periodo nunca será menor de 4 horas.
- 5.- Después del corte de aplicación de vapor se dejará reposar al elemento descendiendo la temperatura del mismo en forma gradual a razón de 20° C por hora hasta alcanzar la temperatura ambiente. Esto normalmente se puede lograr en el D.F. con la simple suspensión en la inyección de vapor.
- 6.- Cuando se haya alcanzado la temperatura ambiente, se obtendrán los resultados de los ensayos de los cilindros retirando la lona hasta que éstos resulten satisfactorios. Si los resultados no son buenos, se iniciará una nueva etapa de curado con una o dos horas de temperatura constante.
- 7.- La preparación de los cilindros de prueba será de acuerdo con normas ACTM C-31 y C-39 y los resultados sobre ensaye procederán de algún laboratorio oficial.
- 8.- La resistencia mínima al término del curado deberá ser:
 - a) Con concreto normal = al 60 % del f'c de diseño.
 - b) Con concreto de resistencia rápida = 70 % del f'c de diseño.

Como desventaja del método de curado a vapor se tiene principalmente el costo, la mano de obra y los materiales necesarios para la instalación. Un impedimento se presenta en elementos de gran peralte donde resulta difícil la aplicación de este método. Para que resulte costeable el empleo de curado a vapor, es necesario utilizarlo en superficies grandes (principalmente en losas).

Este mismo efecto de curado de vapor se obtiene en climas tropicales en donde se aplica agua y se cubre con losas causando un efecto similar al antes mencionado.

CURADO PARA CLIMAS CALIENTES

Serios problemas pueden presentarse cuando se mezcla, transporta y cura concreto bajo condiciones de alta temperatura ambiental, baja humedad, radiación solar y viento.

En distintas zonas de México se llegan a presentar condiciones críticas de temperatura no sólo en verano, sino durante la mayor parte del año. La mayoría de los problemas generados están relacionados con el incremento en la evaporación del agua y un muy elevado calor de hidratación en nuestra mezcla.

El agrietamiento generado por la contracción térmica del concreto, es generalmente más severo durante la primavera o el otoño en donde la diferencia entre la temperatura durante el día y la noche llega a ser muy grande. Pondremos menos atención en un día caluroso pero húmedo que durante un día soleado con vientos secos, aún cuando las temperaturas atmosféricas sean exactamente iguales.

Es muy importante en este tipo de climas aplicar cualquiera de los métodos de curado de manera continua e inmediatamente después del colado para evitar así cambios volumétricos debido a la falta de humedad. Una combinación de alta temperatura, baja humedad relativa y viento soplando sobre el área de trabajo, representan la condición más desfavorable y peligrosa para afectar la calidad de un concreto fresco o endurecido.

Se tomarán todas las medidas necesarias para colocar el concreto inmediatamente después de su llegada a la obra, utilizando una consistencia o revenimiento que permita, una rápida colocación y una compactación efectiva con ayuda del vibrador. Se utilizará (si se requiere) acero adicional o fibras en la mezcla para controlar los efectos por dilatación en el concreto. Se controlará el contenido de concreto (mínimo) así como su calor de hidratación, se seleccionarán y dosificarán de manera adecuada los aditivos químicos y/o minerales que ayuden a retardar el fraguado y por consecuencia disminuyan la demanda de agua así como el calor de hidratación.

El concreto deberá ser protegido contra agrietamiento por reducciones rápidas de temperatura particularmente durante las primeras 24 hrs.

En estado plástico se tienen como principales problemas:

- a) Incremento en los requerimientos de agua.
- b) Incremento en la rapidez de la pérdida de revenimiento.
- c) Incremento en la rapidez de fraguado, que trae como consecuencia una mayor dificultad en el manejo, acabado y curado.
- d) Incremento en la tendencia al agrietamiento por contracción.
- e) Incremento en la dificultad para controlar el contenido de aire incluido.

En el estado endurecido se presentan:

- 1) Reducción de la resistencia como resultado del alto requerimiento de agua y un incremento en el nivel de temperatura.
- 2) Incremento en la tendencia a la contracción por secado.
- 3) Reducción de la durabilidad.
- 4) Reducción en la uniformidad de la apariencia superficial.
- 5) Aumento a la permeabilidad.

Para la obtención de buenos resultados en condiciones de clima caluroso, se deberá cuidar la temperatura inicial del concreto entre los 24 y los 38 grados C. Se requerirá un cuidadoso y continuo curado durante mínimo 7 días de toda la superficie colada cuidando de que no seque aquella que permanece expuesta al rayo directo de sol y al viento y finalmente, como acciones prácticas para mantener a la mezcla de concreto fría podremos:

- a.-) Almacenar los agregados en un lugar fresco cubriéndolos del sol.
- b.-) Rociar agua sobre los agregados para bajarles su temperatura
- c.-) Añadir hielo triturado en finas partículas dentro de la mezcla como sustituto de parte del agua de la mezcla.

CURADO EN CLIMAS FRIOS

En este tipo de climas, la actividad del curado no es tan crítica. La norma nos indica que deberemos aplicar agua o aditivos en forma regular. Cuando hablamos de climas extremos (abajo de los 5 grados), el concreto no deberá de tener una temperatura de colocación menor a los 10 grados en secciones de entre 30 y 90 cm.

La experiencia indica que el concreto ligero recién mezclado muestra una mayor retención de calor que el concreto de peso normal. Generalmente, en nuestro país utilizamos aditivos inclusores de aire y aditivos acelerantes que provocan un aumento de calor de hidratación. En otros casos y bajo temperaturas más frías, se deberá invertir una cantidad considerable de dinero ya sea para calentar previamente los agregados, para sumergir resistencias dentro del concreto fresco o hasta para proteger el área colada mediante recintos cerrados capaces de soportar las cargas del viento y nieve sobre las mismas.

El curado en este tipo de climas demasiado fríos, no deberá hacerse con agua debido al riesgo que se corre de que ésta se congele. Se deberán utilizar vaporizadores o bien membranas que permitan el curado adecuado durante los primeros días, eliminando la necesidad de efectuar operaciones adicionales de curado si la temperatura se llegara a elevar sobre los 10 grados C.

Nota:

Debe recalcar que cualquier daño generado en un concreto ya sea por alta o baja temperatura nunca puede ser completamente corregido. Un buen juicio es, por tanto, necesario para obtener de manera práctica un resultado económico y de calidad. Los procedimientos utilizados dependerán del tipo de obra, de las características de los materiales por utilizarse y de la experiencia del constructor para manejar el concreto bajo temperaturas extremas.

TRANSPORTACION, ELEVACION Y COLOCACION DE CONCRETO

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como: camión revolvedor, camión de caja fija con o sin agitador, recipientes para concreto montados sobre camiones o carros ferrocarril y bandas transportadoras.

- **Camión revolvedor:** son los más comunes para obras en la ciudad, se conocen comúnmente como ollas.

El concreto mezclado en el camión sigue un proceso en el cual los materiales están previamente dosificados en una planta dosificadora que los transfieren al camión revolvedora para llevar a cabo la operación de mezclado.

Una ventaja de estos camiones es que realizan el mezclado durante su trayecto al sitio donde se colocará el concreto, ahorrando con ésto tiempos muertos de la planta de concreto. La mezcla deberá durar en el camión un mínimo de 70 a 100 revoluciones a una velocidad de 10 a 12 rev./min.

El método de dosificado en seco resulta el más adecuado para trayectos largos o para obras en las que se tenga demora en la colocación. Consiste en aplicarle el agua a los agregados hasta el momento en que arriban a la obra.

- **Camión de caja fija:** es un camión con una caja de volteo cuya parte posterior tiene un canalón por donde se vacía el concreto al voltear la caja.

Las unidades empleadas constan de una caja abierta montada sobre un camión; dicha caja metálica de superficies lisas está diseñada para descargar por la parte de atrás el material conduciéndolo por un canalón de descarga. Su principal desventaja es que al no poder mezclar, este camión depende de la planta mezcladora. Por otro lado tiene una tolerancia de descarga de 15 minutos por lo que está limitado a trayectos sumamente cortos. Además debido a su conformación, se llegan a presentar problemas de segregación a la hora de la descarga.

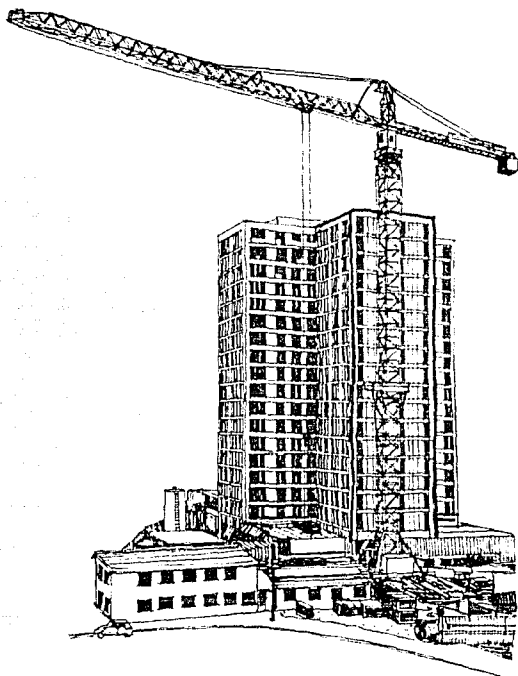
Se deberá de tomar en cuenta, las limitantes de la maquinaria y sus reducidos costos que se tienen con cierto equipo de transporte antes de seleccionar el equipo a utilizar en la obra.

- **Góndolas de ferrocarril:** transportan grandes volúmenes de concreto y sirven para obras de gran tamaño. Sin embargo no se puede transportar el concreto a grandes distancias.
- **Grúa Torre:** resulta el equipo ideal para elevar concreto a gran altura. La Grúa Torre puede colocar concreto en toda su superficie de manera directa (transporta tanto vertical como horizontalmente). Es un elemento muy rápido que eleva y coloca todo tipo de materiales ahorrando mano de obra y reduciendo de esta forma los costos de operación.

Una Grúa Torre se compone de:

- Una base móvil sobre carriles, sobre neumáticos o sobre vehículo (camión).
- Un mástil o torre, montado sobre la base móvil.
- Una pluma giratoria alrededor de un eje vertical.
- Un contrapeso para equilibrar la carga.
- Un carro que se desplaza a lo largo de la pluma y que soporta el cable de elevación.

La base móvil está montada sobre rieles y la torre se compone de 2 partes: la parte inferior (fija) y la parte superior apoyada sobre una plataforma intermedia mediante un pivote alrededor del cual puede girar un ángulo de 360 grados.



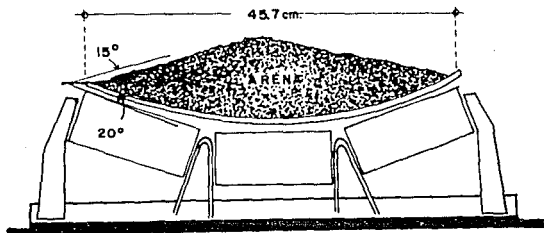
La cabina del mecánico está situada en la parte superior del mástil; la pluma gira junto con el mástil.

En cuanto a su colocación las grúas se clasifican en:

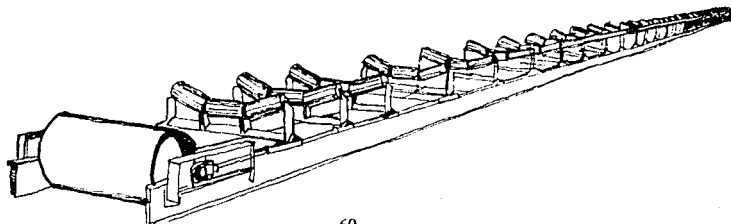
1. Grúa con translación sobre rieles (hasta 45 m. de altura).
2. Grúa fija (con torre de más de 45 m.) deberá ir contraventeada por medio de cables tensores.

3. Grúa trepadora que va subiendo junto con el edificio empotrándola en la propia estructura del mismo y apoyada en los pisos ya hechos. La Grúa trepadora resulta un sistema nuevo y muy útil en edificios de gran altura debido a su versatilidad al montarse y desmontarse. La Grúa es levantada por un sistema hidráulico y mientras, se deberá calzar y fijar con un anillo metálico para después liberar la presión de los gatos.

- **Bandas transportadoras:** es una máquina formada por una banda sinfin plana que sirve para transportar, elevar o distribuir materiales que se colocan en su cara superior. Opera entre una polea principal (motriz) y otra terminal (de retorno). Su carrera superior se apoya en grupos de 3 rodillos, dispuestos de manera tal que le dan a la banda la forma de canal con lo cual la carga se centra y los derrames se reducen. Los sistemas de bandas transportadoras varían desde unidades pequeñas, que se cargan con palas de mano, hasta unidades gigantescas que transportan millares de toneladas de material a lo largo de varios kilómetros. Resultan especialmente útiles cuando es necesario mover grandes volúmenes de material a través de rutas específicas o terrenos muy accidentados por los que sería muy complicado construir un camino, o bien cuando se elevan cargas con ángulos grandes respecto a la horizontal.



CORTE TRANSVERSAL DEL MATERIAL.



- Malacates:

Constan de un sistema de poleas provisto de un tambor donde enrollaremos el cable que permite el desplazamiento. Se utilizan para elevar concreto a un ritmo menor que los equipos de bombeo pero resultan muy útiles en todo tipo de obra principalmente por su bajo costo.

Ventajas:

- Puede subir cualquier tipo de material.
- Su costo de adquisición es muy económico.
- Es sencillo de operar.
- Es un equipo ideal para obras pequeñas donde se coloca poco concreto.

Desventajas:

- Su capacidad es limitada.
- Su desplazamiento es vertical pero no transporta horizontalmente.

- Métodos de bombeo:

El concreto bombeado puede definirse como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo.

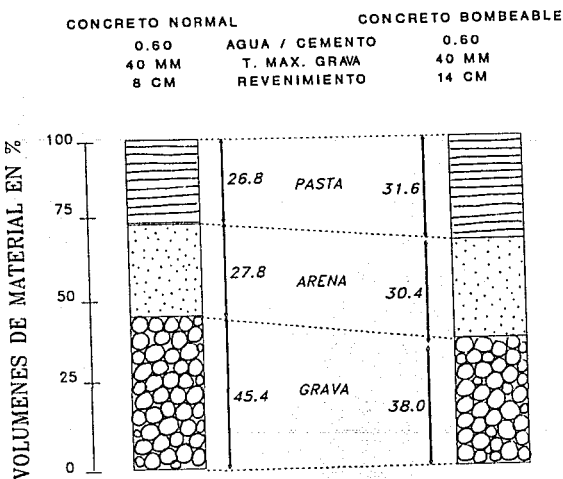
El concreto mezclado se alimenta dentro de una tolva cónica sobre la bomba. Pasa a través de una válvula de entrada al cilindro y el pistón al moverse hacia adelante durante la succión cierra la válvula de entrada y se abre la de salida para permitir que el concreto pase a la tubería.

Al iniciar las operaciones de bombeo, se alimenta una cierta cantidad de mortero que es necesaria para lubricar la línea.

El diseño de una mezcla de concreto para ser bombeada, sobre todo en condiciones en que hay que salvar grandes distancias o fuertes desniveles, suele presentar requerimientos que conducen a la necesidad de hacer concesiones en cuanto a las propiedades del concreto endurecido, en beneficio de las características deseables en el concreto fresco.

Por ejemplo, en estos casos es necesario limitar frecuentemente el tamaño máximo del agregado en función del diámetro de la tubería, se deberá aumentar el contenido de agua para hacer a la mezcla más fluida y así reducir, tanto la fricción con la tubería como la presión requerida para conducirla.

En la siguiente figura se compararán esquemáticamente las proporciones de 2 concretos diseñados para la misma resistencia de proyecto, con diferentes requerimientos para ser transportados:



PROPORCIONES PARA CONCRETO BOMBEABLE

El sistema de bombeo puede ser utilizado en la mayor parte de las construcciones de concreto pero es especialmente útil en áreas donde no se pueden colocar equipos de elevación más versátiles, (problemas de espacio, tránsito, etc.)

Requisitos para un bombeo satisfactorio:

- a) Dotación constante de concreto para evitar la formación de tapones de concreto fraguado y bolsas de aire.
- b) Los agregados deben estar debidamente graduados para evitar la formación de grumos que obstruyan a los conductos.
- c) El tamaño ideal de los agregados será de 3/4".
- d) El revenimiento deberá ser el adecuado como para obtener una mezcla fluida, aproximadamente entre 14 y 18 cm.



BOMBEO DE CONCRETO

Bomba Estacionaria hasta el 5° nivel (15 Mts. de altura)	\$ 27,000/M3
Bomba de Pluma hasta el 5° nivel (15 Mts. de altura)	\$ 45,000

• Unicamente con revenimiento de 18 cms.

• Bomba Estacionaria del 6° al 10° nivel (30 Mts. de altura)	\$ 31,500
• Bomba de Pluma del 6° al 10° nivel (30 Mts. de altura)	\$ 51,500
• Bomba Estacionaria del 11° al 14° nivel (42 Mts. de altura)	\$ 34,000
• Bomba de Pluma del 11° al 14° nivel (42 Mts. de altura)	\$ 58,500
• Bomba Estacionaria del 15° al 18° nivel (54 Mts. de altura)	\$ 41,500
• Bomba Estacionaria del 19° al 21° nivel (63 Mts. de altura)	\$ 48,500
• Bomba Estacionaria del 22° al 25° nivel (75 Mts. de altura)	\$ 55,000
• Bomba Estacionaria del 26° nivel en adelante	Precios Convencionales

El servicio mínimo será el correspondiente a 35 M3 en un tiempo máximo de 3 horas, según se trate de la tarifa correspondiente al nivel o los niveles para los que se haya solicitado el servicio.

En el servicio se utilizará hasta 50 Mts. de tubería. Por cada tramo adicional de 10 Mts., se cobrará a razón de \$2,800/M3.

Cargo extra por hora de retraso, considerando una velocidad de operación de 10 M3 por hora, será el equivalente a esa misma cantidad por el precio correspondiente.

Esta lista de precios rige dentro del Area Metropolitana de la Ciudad de México en horas hábiles, de lunes a viernes de 8:00 a 19:00 hrs., y los sábados de 8:00 a 14:00 hrs.

Después de este horario se hará un cargo adicional de \$7,000/M3.

En domingos y días festivos y con un mínimo de 100 M3, se hará un cargo adicional de \$12,500/M3, según se trate de la tarifa correspondiente al o los niveles para los que se haya solicitado el servicio.

El comprador pagará el Impuesto al Valor Agregado vigente, y/o cualquier impuesto que lo substituya, lo afecte o lo complementa sobre el importe de la facturación.

Ventajas del concreto bombeable

1. Su colocación es rápida y fácil.
2. Se coloca directamente.
3. Se recibe directamente de la olla.
4. Se moviliza gran volumen en poco tiempo.
5. Es complemento de otros equipos de elevación.
6. Util en túneles y algunos colados de cimentaciones.

Desventajas

1. Precio elevado debido al revenimiento y al equipo de elevación.
2. Mayor mano de obra para operación y colocación.
3. Dispositivo de bombeo limitado solamente para bombear.
4. No es posible ni costeable elevar a grandes alturas.
5. El montaje de tuberías es lento y costoso.
6. Problemas frecuentes de obstrucción en las tuberías.

Accesorios para bombeo

- a.- Tuberías: pueden ser rígidas (de aluminio ó metálicas) y flexibles (de hule, cuero, aluminio flexible o lona).
- b.- Secciones curvas (codos).
- c.- Abrazaderas para unir tuberías.

Tipos de bombas

- Fijas: ya sea montadas sobre ruedas o sobre remolque para su transportación.
- Móviles: montadas sobre camión con tracción propia.
- Montadas sobre la misma olla (nueva versión).

COLOCACION DEL CONCRETO FRESCO

Se deberá poner especial atención en las juntas de construcción para lograr localizarlas de acuerdo a los planos de construcción.

Una junta de construcción se deberá preparar con equipo de percusión o herramienta manual, de tal manera que el agregado sano sea expuesto por lo menos 6 mm. Es aceptable como alternativa: utilizar cepillo de millo y/o chorro de agua con aire a presión hasta lograr exponer el agregado limpio, libre de lodo, aceite o cualquier material que afecte la futura unión entre el concreto endurecido y el fresco.

Toda junta de construcción deberá permanecer húmeda como mínimo durante un tiempo de 2 hrs. previas a la colocación del nuevo concreto y no deberá haber nunca agua estancada.

COMPACTACION DEL CONCRETO FRESCO

Una masa de concreto fresco al colocarse en la cimbra o molde, tiene el aspecto de panal de abeja debido principalmente al aire atrapado. Si se le permite endurecer en esta condición, el concreto no será uniforme y por lo tanto débil, poroso y con una deficiente adherencia al refuerzo.

La compactación es el proceso de eliminación del aire atrapado del concreto fresco en la cimbra. Para lograr una compactación adecuada de la mezcla se utiliza el vibrado.

El vibrado puede ser manual o mecánico. El manual se logra introduciendo una varilla dentro de la mezcla en forma continua; de igual forma se consigue el paleado de la mezcla (introduciendo varias veces la pala dentro de la mezcla y logrando así eliminar el aire atrapado dentro de ella).

Las 3 propiedades del concreto que intervienen en su comportamiento durante la vibración son: compactabilidad, movilidad y estabilidad. Estas características se ven afectadas por los cambios en la composición física de la mezcla y pueden determinar hasta qué punto se puede lograr una compactación eficaz de las partículas.

Compactabilidad es la capacidad que tiene una mezcla para compactarse adecuadamente, logrando remover el aire atrapado y haciendo que las partículas se ubiquen en un estado más denso.

La movilidad de la mezcla se relaciona con la viscosidad de la pasta, la cohesión y la resistencia al cortante de sus partículas individuales. Todo ello afecta la fluidez del concreto.

El propósito de vibrar el concreto es movilizarlo lo suficiente para que adquiera la plasticidad que le permita eliminar las burbujas de aire, y haga que las partículas de agregados se unan por gravitación y formen una masa homogénea. Mientras más espesa sea la mezcla y mayor el tamaño de los agregados, mayor será también la energía necesaria para movilizar la pasta.

Mientras menor sea la relación agua/cemento, menor será el factor de trabajabilidad pero al mismo tiempo el concreto compactado ganará más resistencia. Para lograr un alto grado de compactación en mezclas poco consistentes se requiere un vibrado eficiente, no sólo en cuanto al tipo de vibrador usado, sino también al número de inmersiones realizadas.

VIBRADORES INTERNOS

La mayoría del concreto se compacta por métodos mecánicos utilizando vibradores de inmersión o de alta frecuencia. En términos generales, este método se considera el más satisfactorio, ya que la cabeza del vibrador (atizador) trabaja directamente dentro del concreto y se puede mover rápida y fácilmente. En concretos reforzados se usan mayormente cabezas de diámetros entre 100 y 150 mm., pero su uso se limita a grandes obras de ingeniería de concreto (presas). Debido a su gran tamaño, estas enormes cabezas suelen requerir de 2 hombres que la manejen. Para que la compactación sea de la mejor calidad posible, se deberán usar las cabezas más grandes que permita la complejidad de la cimbra y su refuerzo. En la siguiente tabla aparecen las indicaciones relativas al tamaño de las cabezas y sus aplicaciones.

TAMAÑOS Y APLICACIONES DE LA CABEZA DEL VIBRADOR

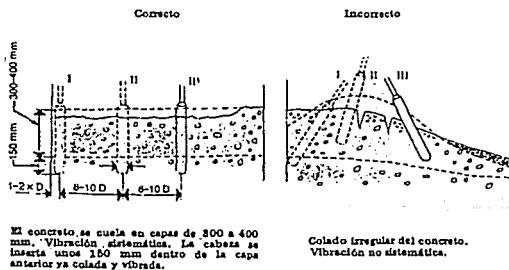
Diámetro de la cabeza (mm)	Radio de acción (mm)	Porcentaje aproximado de compactación asumiendo un colado rápido (m ³ /hr)	Aplicación
20 - 30 (aguja)	80 - 150	0.8 - 2	En los casos que haya ductos de rfzo. y otras obstrucciones que causen congestión en secciones delgadas y lugares confinados, se puede necesitar un revenimiento de 50 mm. o más junto con vibradores más largos.
35 - 40	130 - 250	2 - 4	50 mm. de revenimiento o más en columnas delgadas o lugares confinados.
50 - 75	180 - 350	3 - 8	25 mm. de revenimiento o más en construcciones generalmente libres de congestamiento.

1. El operario debe poder ver la superficie del concreto.
2. Cuando se inserte la cabeza del vibrador hay que dejar que penetre hasta el fondo de la capa por peso propio lo más rápidamente posible.

3. Es conveniente dejar la cabeza dentro del concreto durante 10 segundos y luego retirarla lentamente, asegurándose de que el orificio originado por la inmersión haya cerrado.

4. Evite golpear la superficie de la cimbra, porque eso causaría imperfecciones en la misma y dejaría una marca en la superficie del concreto. Con objeto de no equivocarse, mantenga la cabeza a una distancia de 75 a 100 mm. de la cimbra. También evite golpear el acero de refuerzo aunque, si el concreto esta todavía fresco, no causaría ningún daño y hasta podría mejorar la adherencia.

5. Asegúrese de que la cabeza penetre unos 150 mm. dentro del espesor de la capa que se está colando. Esto es esencial para que los cojinetes se mantengan fríos. Cuide también que la cabeza no quede funcionando fuera del concreto porque hay riesgo de que se sobrecalienten los mismos y se llegue a quemar el equipo.



VIBRADORES EXTERNOS

Existen vibradores externos con diferentes frecuencias y fuerzas centrífugas. Todos ellos están compuestos por un motor eléctrico y un miembro desbalanceado. Permanecen fijos en la cimbra, de tal suerte que la vibración se transmite desde la cimbra hasta el concreto. Aunque se usan principalmente en trabajos de prefabricación, a veces se pueden necesitar para trabajos en el lugar, en los que sea

posible utilizar vibradores internos (cuando las secciones son muy angostas o con mucho congestionamiento de acero de refuerzo).

REGLAS VIBRATORIAS

Estas se pueden utilizar para compactar losas con un espesor hasta de 200 mm. Siempre se deberán tener en consideración los siguientes puntos básicos:

1. Las reglas vibratorias se deben hacer deslizar sobre la losa a la mayor longitud posible de una sola pasada. Para mejorar el acabado del concreto, puede que en algunos casos se necesite dar una segunda pasada más rápida con las reglas dobles.
2. El pasar la regla demasiadas veces provocará que emerja a la superficie un exceso indeseado de mortero.



POROSIDAD

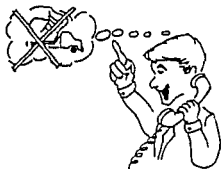
Uno de los componentes del concreto es el aire (presente en forma de burbujas) que hace que el concreto se caracterice como un material poroso. La porosidad se mide como la relación porcentual entre el volumen de los poros de una masa entre el volumen total de la misma.

Aire atrapado:

Este se presenta cuando no se ha compactado completamente el concreto. Las burbujas pueden llegar a ser de tamaños considerables y/o de forma aleatoria, algunas de éstas llegan a ser huecos u oquedades llamadas cangrejeras. Cuando la porosidad alcanza valores del orden del 10 % se convierte la mezcla probada en un concreto muy poroso y por lo tanto de baja calidad. Una buena compactación debe reducir la porosidad por aire atrapado a una fracción aproximada del 1%.

La resistencia del concreto está relacionada de manera inversa con la porosidad total: a mayor porosidad menor resistencia. Esta relación no es privativa del concreto sino que caracteriza a todo material frágil que contiene poros.

COMO SOLICITAR CONCRETO PREMEZCLADO



1) Oiga queremos concreto enseguida..... para la obra junto a la Iglesia..... como el miércoles pasado..... Este es un ejemplo de como NO pedir el concreto premezclado, lo que sucede todos los días.

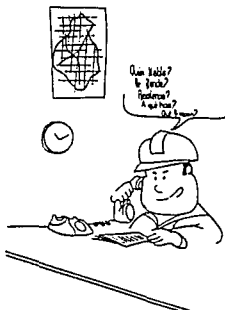
2) Pida el concreto con tiempo. No es usted el único que necesita el concreto, por lo mismo, si quiere estar seguro de recibirlo en el momento que lo necesita, pídale por lo menos la tarde del día anterior. El fabricante podrá planificar sus producciones y entregas del día siguiente y usted tendrá bases para exigir un buen servicio.

3) Identifíquese usted, la obra en cuestión y el tipo de concreto deseado. El proveedor de la planta de concreto no sabe de la obra más de lo que

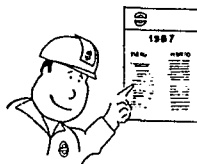
usted le diga. Por ejemplo, ¿Qué le parece ordenar concreto así?:

" Aquí el Ing. Zapata de la Constructora Alfa. Necesito para la obra de la calle de Alcalá # 10, al lado de la Plaza de las Canalejas, mañana Martes a las 10:15 hrs., 24 metros cúbicos de concreto de 200 kg/cm² de resistencia; tamaño máximo de agregado de 40 mm. y revenimiento de 10 cm., tipo Rápido ".

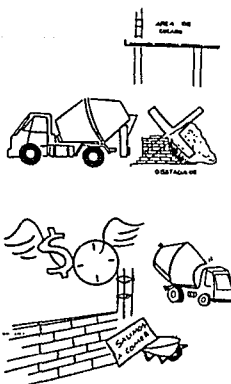
" Estamos colando el 2º nivel de la planta superior con banda, cada media hora un camión grande será suficiente ".



"Muy bien, le mandaremos su camión a las 10:15 hrs. Le repito los datos solo para confirmar: Constructora Alfa, calle de.... Debemos recordar que un pedido tarde sin dar los datos completos origina consultas y pérdidas de tiempo.



4) Prepárese a recibir el concreto. Tenga en cuenta que, en general, cada suministro de concreto se comportará en forma similar a los primeros 10 minutos. Por ejemplo: el Ing. Zapata ha fijado el suministro de tal forma que el acceso puede realizarse sin impedimentos y sobre terreno firme hasta el lugar donde se ha preparado la descarga; que el camión siguiente no obstaculice la salida del camión vacío; que el acceso no sufra daños por las maniobras; que el punto de descarga y la banda estén situados de tal forma que se consiga un tiempo óptimo de descarga.



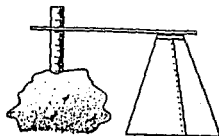
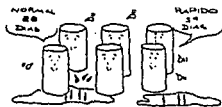
Los obreros han tenido previamente un descanso y comienzan con nuevas fuerzas al llegar el primer camión, para cumplir con el proceso de colado.

" Pensar 5 minutos antes evitan 5 horas de verdaderos problemas ".

La entrega de concreto premezclado requiere de una estrecha colaboración. ¿No crees que el Ing. Zapata obtiene mejor servicio que si tuviera el punto de descarga obstruido con maderas, hierros, cables, etc., o si el punto de descarga sólo se alcanza tras maniobras considerables, el terreno es blando y se atascan los camiones o los obreros están aún ocupados con preparativos, o empezando con periodos de descanso justo cuando viene llegando el camión?

Recuerde que la información indispensable que debe ser suministrada por el comprador en todas sus contrataciones es la siguiente:

- Nombre de la constructora.
- Dirección de la obra.
- Nombre del contratista.
- Autoridad especificadora.
- Fecha de inicio y duración de la obra.
- Volumen aproximado de concreto (promedio máximo) en m^3 .
- Resistencia adecuada del concreto.
- Tipo de concreto (normal o Rápido).
- Grado de calidad (como se indica en la NOM C-155).
- Revenimiento.
- Tamaño máximo de agregado 20 o 40 mm. (3/4 o 1/2").



CUBICACION DE CONCRETO Y CIMBRA

OBRA:
 CLIENTE:

PLANO DE:
 PLANO No:
 NIVEL:
 DE FECHA:

ELEMENTO	LOCALIZACION EJES	CANTIDAD DE ELEM.	SECCION b x h	LONGITUD L	CONCRETO m3	CIMBRA m2
SUMA TOTAL						

TESIS PROFESIONAL: JCSF

T Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cant/Rend	Parcial	Total
=====						
Precio: CON1	(m3)	CONCRETO HECHO EN OBRA F'c= 250 Kg/cm2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAX. 3/4"				
=====						
Capítulo 1. MATERIAL						
E 0300-03	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TOM	139,500.00	X 0.412000	\$57,474.00	
E 0302-20	ARENA	M3	17,319.00	X 0.535000	\$9,265.67	
E 0302-30	GRAVA	M3	23,188.00	X 0.637000	\$14,770.76	
E 0302-05	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	432.00	X 0.243000	\$104.98	
TOTAL DE MATERIAL					\$81,615.41	\$81,615.41
=====						
Capítulo 2. MANO OBRA						
E 02-1030	CUADRILLA A (1 OPERADOR + 7 PEONES)	JOR	194,593.00	X 0.066600	\$12,959.89	
TOTAL DE MANO OBRA					\$12,959.89	\$863.99
=====						
Capítulo 3. HERRAMIENTA						
2 HER	HERRAMIENTA MANUAL	%	0.005	X 863.990000	\$43.20	
TOTAL DE HERRAMIENTA					\$43.20	\$43.20
=====						
Capítulo 4. MAQUINARIA Y EQUIPO						
E 03-4050	REVOLVEDORA DE 1 SACO 4 HP.	HR	4,708.00	X 0.533300	\$2,510.78	
TOTAL DE MAQUINARIA					\$2,510.78	\$167.39
=====						
Costo Directo					\$82,689.99	\$82,689.99
33.00 % COSTO INDIR					\$27,287.70	\$109,977.69
10.00 % UTILIDAD					\$10,997.77	\$120,975.46
Precio Unit						\$120,975.46

ACERO DE REFUERZO

CONCRETO REFORZADO

El concreto reforzado es un material de construcción ideado para que la combinación de acero y concreto trabajen como unidad estructural, con lo que se aprovechan de la mejor manera posible las propiedades de cada uno de estos materiales.

El acero y el concreto trabajan juntos exitosamente porque:

Al endurecerse el concreto se contrae y aprisiona firmemente al acero de refuerzo, cuando en esta unidad estructural se aplican cargas los 2 materiales actúan como si fueran uno solo. Esta fuerza de sujeción se conoce como "adherencia".

El concreto protege al acero de refuerzo contra la corrosión. Al espesor de concreto que existe sobre el acero se le conoce como recubrimiento. El concreto es un buen aislante que protege al refuerzo de la pérdida de resistencia, debido a altas temperaturas como en el caso de un incendio.

	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Tensión	Costo
ACERO DE REFUERZO	Muy alta	Muy alta	Muy alto
CONCRETO	Alta	Muy baja	Bajo

Es labor del diseñador producir un elemento estructural económico. Necesitará estudiar la estructura bajo las cargas posibles cargas que definan en dónde se presentan los esfuerzos de tensión, compresión y cortante, así como su cantidad o valor. Utilizará en su diseño concreto que soporte los esfuerzos de compresión y una pequeña cantidad de acero (relativamente costoso) para soportar los esfuerzos de tensión.

ACERO DE REFUERZO

Existen 3 tipos de aceros de refuerzo, definidos por su "Límite Plástico" (F_{yp}) o bien, "Límite de Fluencia" (F_y), es decir, el punto de fatiga en el cual después de aplicada una carga, el material ya no se recupera siguiendo la Ley de Hook.

Los 3 aceros mencionados son de: Límite de Fluencia = $2,320 \text{ kg/cm}^2$ llamado comúnmente acero normal, de Límite de Fluencia $4,200 \text{ kg/cm}^2$, llamado acero de alta resistencia o AR-42 y de Límite de Fluencia $6,000 \text{ kg/cm}^2$, llamado comercialmente AR-80. Es práctica aceptada que el costo unitario del acero de refuerzo contenga el porcentaje necesario de traslapes, dobleces, ganchos y alambre para sujetar el refuerzo en su sitio antes y después de vaciado el concreto.

ALAMBRO

Se denomina comúnmente como Alambro al acero de refuerzo que se usa principalmente para tomar esfuerzos de tensión diagonal, se fabrica en acero $F_y = 2,320 \text{ kg/cm}^2$ y se forman las varillas lisas de 6.4 mm , de diámetro. Está restringido a usarse en estribos, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para tomar esfuerzos cortantes por fricción.

ALAMBRE RECOCIDO

Se utiliza para amarrar entre sí las varillas, es normalmente alambre del # 18 y se utilizan 30 kg . por tonelada colocada. No tiene función estructural.

CONCRETO REFORZADO

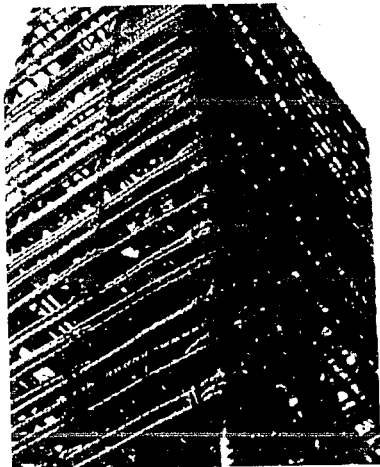
Consiste en un elemento estructural de acero que se asocia al concreto para absorber esfuerzos que éste, por sí sólo, sería incapaz de soportar.

ACERO DE REFUERZO VARILLAS CORRUGADAS

DIAMETRO (b)	No. VARILLA	DIMENSIONES NOMINALES (a)				PESO kg/m	No. PZAS./TON.
		DIAMETRO mm	AREA cm ²	PERIMETRO mm	PERIMETRO cm		
1/4 *	* 2	6.350	0.317	19.95	2.0	0.248	336
5/16 *	2.5	7.930	0.494	24.91	2.5	0.384	217
3/8 *	3	9.525	0.713	29.92	3.0	0.557	150
1/2 *	4	12.70	1.267	39.90	4.0	0.996	84
5/8 *	5	15.88	1.979	49.87	5.0	1.560	53
3/4 *	6	19.05	2.850	59.85	6.0	2.250	37
7/8 *	7	22.20	3.871	69.74	7.0	3.034	27
1 *	8	25.40	5.067	79.80	8.0	3.975	21
1 1/8 *	9	28.60	6.424	89.85	9.0	5.033	17
1 1/4 *	10	31.75	7.917	99.75	10.0	6.225	13
1 1/2 *	12	38.10	11.400	119.69	12.0	8.938	9

- a El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga igual peso nominal
- b El número de varilla corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal
- * La medida No. 2 se fabrica únicamente como fierro liso (alambón)

Cabe mencionar que el área máxima de acero será igual al 75 % de la correspondiente falla balanceada. (Cuando el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto simultáneamente ha sufrido su máxima deformación 0.003 en compresión).



MATERIALES

A.- El acero de refuerzo deberá satisfacer los requisitos especificados en los proyectos respectivos, así como los señalamientos que a éste respecto se hacen en las especificaciones generales de construcción en vigor fijadas por la Dirección General de Normas.

B.- La procedencia del acero de refuerzo deberá ser de un fabricante aprobado previamente por el Instituto, generalmente los proveedores surten el acero en tramos de 9 y 12 metros.

C.- Cada remesa de acero de refuerzo recibida en la obra deberá considerarse como lote y estibarse separadamente de aquél cuya calidad haya sido ya verificada y aprobada.

Del material así estibado, se tomarán las muestras necesarias para efectuar las pruebas correspondientes (1 varilla por cada 10 toneladas contenidas en un lote), siendo obligación del contratista cooperar para la realización de dichas pruebas, permitiendo al Instituto el libre acceso a sus bodegas o almacén para la obtención de las muestras. En caso de que los resultados de las pruebas no satisfagan las normas de calidad establecidas el material será rechazado.

D.- El material de refuerzo deberá llegar a la obra libre de oxidación, exceso de grasa, quiebres, escamas, hojaduras y deformación en su sección.

E.- El acero de refuerzo deberá almacenarse clasificándolo por diámetros y grados bajo cobertizo colocándolo sobre plataformas, polines u otros soportes que lo protegerán contra la oxidación.

F.- Se colocarán separadores entre cada una de las capas sobre puestas de acero a una distancia tal que el acero no sufra deformaciones excesivas.

G.- Cuando por haber permanecido un tiempo considerable almacenado, el acero de refuerzo se encuentra oxidado o deteriorado, se deberán hacer nuevamente pruebas de laboratorio para que el Instituto decida si se acepta o se desecha.

H.- Cuando se determine por el laboratorio que el grado de oxidación es aceptable, la limpieza del polvo de óxido deberá hacerse por medio de procedimientos mecánicos abrasivos (chorro de arena o cepillo de alambre).

I.- El mismo procedimiento deberá seguirse para limpiar el acero de lechadas o residuos de cemento o pintura antes de reanudar los colados; siempre deberá evitarse la contaminación del acero de refuerzo con sustancias grasas y en dado caso que ésto ocurra se removerá con solventes que no dejen residuos grasos.

J.- En resumen, siempre deberá de garantizarse la adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto.

ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL ACERO DE REFUERZO

La adherencia se produce principalmente por fricción y la adhesión del concreto y el acero, ésta puede verse afectada por la contracción del concreto en relación con el acero. La adherencia tiene que ver, sin embargo, no solamente con las propiedades del concreto, sino también con las propiedades mecánicas del acero y su posición en el miembro de concreto.

En términos generales, la adherencia se relaciona con la calidad del concreto, y la resistencia adhesiva es aproximadamente proporcional a la resistencia a compresión (hasta 210 kg/cm²). Para resistencias más altas del concreto, el aumento en resistencia adhesiva se vuelve progresivamente menor y acaba por ser despreciable.

El galvanizado (Zinc) y otros tratamientos de protección por lo general reducen la resistencia adhesiva, probablemente debido a que en el acero tratado no existe tan buena adherencia como en una superficie ligeramente oxidada. Un aumento en la temperatura también reduce la resistencia adhesiva del concreto: de 200 a 300° C producen una pérdida de la mitad de la resistencia adhesiva correspondiente a una temperatura ambiente.

CORRUGACION

La corrugación es una de las características más importantes del acero debido a que con ésta determinamos el grado de adherencia que tendrá con el concreto que, conjuntamente con el acero, definirán la seguridad de la estructura.

La corrugación puede estar definida con distintas maneras geométricas (cruces, triángulos, diagonales, etc.) a lo largo de toda la varilla. Lo importante de ésta corrugación es que sea lo suficientemente marcada como para asegurar una adherencia adecuada.

Las corrugaciones deberán estar dispuestas de manera uniforme en dos filas a lo largo de toda la varilla y su geometría debe estar formada por ángulos no menores de 45 grados con respecto al eje de la misma.

REQUISITOS DE CORRUGACION

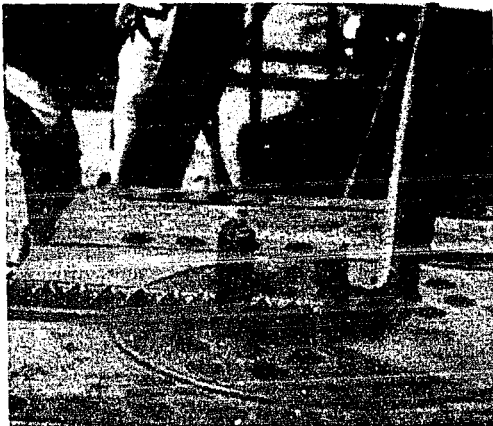
VARILLA NUMERO	ESPACIAMIENTO MAX. PROMEDIO	ALTURA MINIMA PROMEDIO	DISTANCIA MAXIMA ENTRE EXTREMOS DE CORRUGACIONES TRANSVERSALES (CUERDA)
#	en mm.	en mm.	en mm.
3	6.7	0.4	3.6
4	8.9	0.5	4.9
5	11.1	0.7	6.1
6	13.3	1.0	7.3
8	17.8	1.3	9.7
10	22.3	1.6	12.2
12	26.7	1.9	14.6

DOBLADO DE VARILLAS

A.- Con el objeto de proporcionar al acero la forma que especifique el proyecto, las varillas de refuerzo de cualquier diámetro se doblarán en frío.

B.- Cuando expresamente lo autorice el Instituto, las varillas podrán doblarse en caliente cuidando que la temperatura no exceda de 200° C, la cual se determinará por medio de lápices del tipo de fusión. Se exigirá que el enfriamiento sea lento, resultado del proceso natural, derivado de la pérdida de calor por exposición al medio ambiente.

C.- No se permitirá el calentamiento de varillas torcidas o estiradas en frío.



GANCHOS Y DOBLECES

A menos que el proyecto y/o el Instituto indiquen otra cosa, los dobleces y ganchos de anclaje se sujetarán a las disposiciones del A.C.I., debiendo cumplir además con los siguientes requisitos:

- 1.- En estribos, los dobleces se harán alrededor de un perno que tenga un diámetro \geq o mayor a 2 veces el diámetro de la varilla.
- 2.- Los ganchos de anclaje deben hacerse alrededor de un perno que tenga un diámetro \geq o mayor a 6 veces el diámetro de la varilla.
- 3.- En el anclaje de estribos se deberán especificar los tamaños, espaciamientos, ubicación y tipos de estribos a emplear. Al diseñar el anclaje se deberá permitir un margen para asegurar que los extremos del gancho del estribo estén bien confinados en el concreto.

4.- En las varillas mayores de 2.5 cm. de diámetro, los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de un perno = o mayor a 8 veces el diámetro de la varilla.

5.- Es importante que mientras se efectúa el doblado de la varilla la aplicación de la fuerza sea continua y uniforme.

6.- No permitirá el reenderezado y desdoblado de varilla.

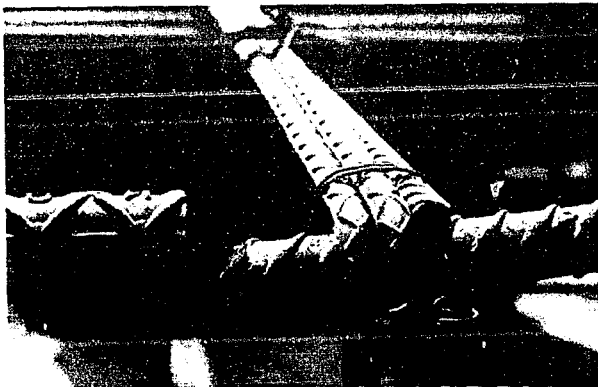
7.- Con los ganchos se remata el extremo de la varilla = a 40 diámetros.

JUNTAS DE ACERO DE REFUERZO

A.- Todas las juntas en el acero de refuerzo se harán por medio de traslapes con una longitud = a 40 diámetros de la varilla que resulte de mayor diámetro entre las 2 empalmadas, salvo indicación de lo contrario.

Los empalmes no deben hacerse en las secciones de máximo esfuerzo, salvo indicación de lo contrario y tomando en cuenta las precauciones debidas, tales como aumentar la longitud de traslape o usar como refuerzo adicional estribos en toda la longitud y alrededor de dicho traslape.

B.- En ningún caso deberá traslaparse ni soldarse más del 50 % del acero de refuerzo en una misma sección.



SOLDADURA

1.- En caso que se especifiquen juntas soldadas a tope, éstas se efectuarán de acuerdo con las normas del American Welding Society buscando que sean siempre capaces de desarrollar un esfuerzo tal a tensión igual a 125 % de la resistencia de fluencia especificada para el acero de refuerzo en el proyecto. Estas capacidades serán controladas por medio de las pruebas físicas y radiográficas que el Instituto señale.

2.- En todos los casos se requerirá el precalentamiento del metal base a 50 grados centígrados para evitar el agrietamiento de los puntos de soldadura al alinear la junta por soldarse. Generalmente el precalentamiento se hace con una llama oxiacetilénica teniendo cuidado de que la elevación de la temperatura sea uniforme y que la flama aplicada aproximadamente a 2" no contamine los bisese correspondientes.

3.- La soldadura de los elementos deberá efectuarse de acuerdo con lo indicado en el croquis adjunto, se puede observar que la varilla deberá tener un corte a 30 grados en ambos extremos a soldar y la separación entre ambas varillas no podrá ser mayor a 4 mm.

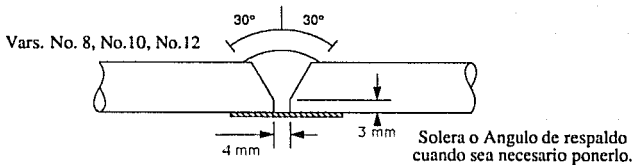
4.- Las juntas en una misma barra no podrán estar más cercanas de otra en una longitud equivalente a 40 diámetros, midiéndose dicha distancia entre los extremos más próximos de las varillas.

5.- Se realizarán exámenes radiográficos para evaluar bulbos de soldadura seleccionados de manera aleatoria probando un 10% del total de los bulbos (a reserva de establecer un distinto porcentaje mediante un acuerdo entre cliente y contratista.)

Las radiografías se podrán hacer mediante radiación "X" o Gama, siempre que los requisitos mínimos de calidad se satisfagan.

6.- El estado superficial de las soldaduras y material base adyacente será tal que no puedan quedar ocultas indicaciones de discontinuidad que confundan la imagen radiográfica, si ésto sucede, deberá procederse al esmerilado de la superficie hasta alcanzar condiciones adecuadas para la correcta interpretación de los resultados.

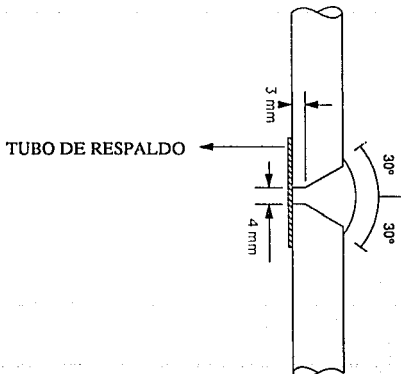
UNIONES A TOPE CON SOLDADURA DE PENETRACION

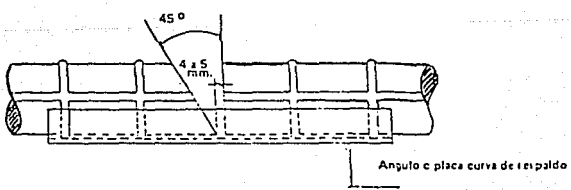
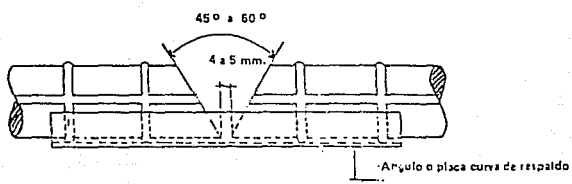
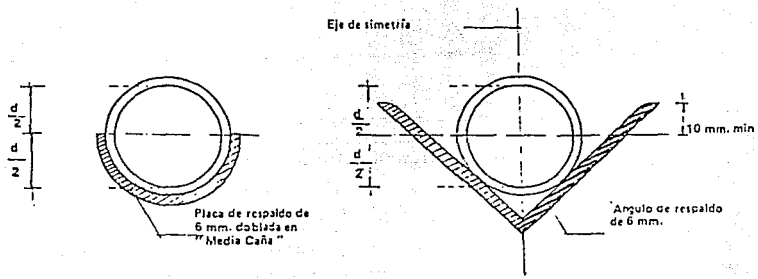


ACERO DE REFUERZO : $F_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$

TIPO DE ELECTRODO: E ϵ_0 XX

JUNTA O TOPE ENTRE VARS. No.8, No.10, No. 12 EN POSICION VERTICAL





JUNTAS CON PLACA O ANGULO DE RESPALDO

COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

A.- El acero de refuerzo deberá colocarse firmemente y mantenerse fijo durante el colocado del concreto en la sección.

B.- La distancia mínima de centro a centro entre 2 varillas paralelas debe ser de 2.5 veces su diámetro si se trata de secciones circulares, y de 3 veces la dimensión diagonal si trata de sección cuadrangular. En todo caso, la separación mínima de las varillas no podrá ser menor que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que se pueda pasar el vibrador a través de ellas.

C.- Una vez que esté terminado el armado, el Instituto procederá a efectuar la revisión correspondiente, siendo responsable de su aprobación para procesar al colado.

D.- El acero que estará soportado directamente en el suelo deberá apoyarse en bloques que garanticen su apoyo y le den el recubrimiento necesario al acero mismo. Los apoyos podrán ser de concreto (pollos), madera (pedacería), metal (silletas) o plásticos. Las varillas recubiertas con alguna protección (galvanizadas, epóxicos) deberán soportarse sobre material igualmente protegido.

E.- Las varillas paralelas a la superficie exterior de un miembro quedarán protegidas por recubrimiento de concreto, de espesor no menor a su diámetro, pero en ningún caso será menor a 2.5 cm., al colocarse deberán hallarse libres de oxidación, tierra, aceite o cualquier otra sustancia extraña, para lo cual deberán limpiarse de acuerdo al procedimiento que indique el Instituto.

F.- La malla electrosoldada para losas de firme debe extenderse 10 cm. dentro del concreto del otro extremo. La malla debe ser soportada adecuadamente para que guarde perfectamente su posición.

G.- Todos los traslapes deben hacerse de acuerdo al proyecto. Los anclajes mecánicos son aceptados. Se recubrirán igual que la varilla (galvanizada o con epóxico).

**ACERO DE REFUERZO
DETALLES DE GANCHOS (ACI)**

h b

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA GANCHOS DE 180 GRADOS	Diámetro de la varilla	A ó G	D		a	j
	cm.	cm.	Pulgadas	cm.	cm.	cm.
	1/4"	8	1 1/2"	3.8	3	5.1
	3/8"	10	2 1/2"	5.7	4	7.6
	1/2"	15	3 "	7.6	5	10.1
	5/8"	18	3 3/4"	9.5	6	12.7
	3/4"	20	4 1/2"	11.4	8	15.2
	7/8"	25	5 1/4"	13.3	9	17.7
	1 "	33	8 "	20.3	10	25.4
	1 1/8"	38	9 "	22.9	12	28.7
	1 1/4"	43	10 "	25.4	13	31.8
	1 1/2"	48	12 "	30.5	16	38.1

(D = 6d para varillas de 1/4" a 7/8" D = 8d para 1" a 1 1/2")

DIMENSIONES MINIMAS PARA GANCHOS DE 180 GRADOS	Diámetro de la varilla	A ó G	D		a	j
	cm.	cm.	Pulgadas	cm.	cm.	cm.
	1/4"	8	1 1/4"	3.2	3	4.4
	3/8"	10	1 7/8"	4.8	4	6.7
	1/2"	13	2 1/2"	6.4	5	8.9
	5/8"	15	3 1/8"	7.9	6	11.1
	3/4"	20	3 3/4"	9.5	8	13.3
	7/8"	23	4 3/8"	11.1	9	15.6
	1 "	25	5 "	12.7	10	17.8
	1 1/8"	28	5 5/8"	14.3	12	20.0
	1 1/4"	33	6 1/4"	15.9	13	22.2
	1 1/2"	38	7 1/2"	19.1	16	26.7

(D = 5d como mínimo en todas las varillas D = 11d como máximo)

ACERO DE REFUERZO DETALLES DE GANCHOS (ACI)

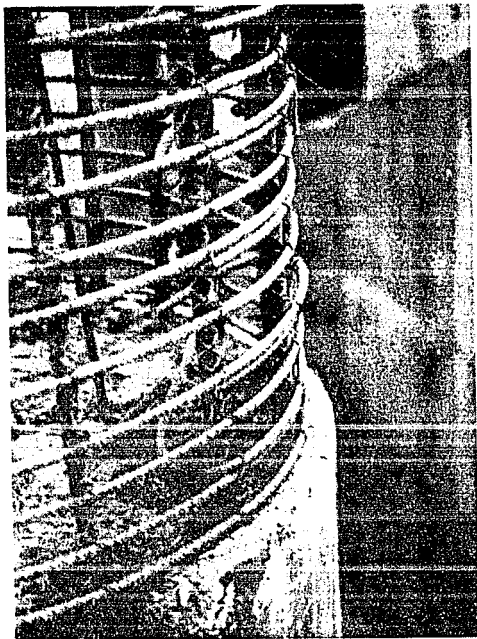
DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA GANCHOS DE 90 GRADOS	Diámetro de la varilla	A ó G cm.	D		a cm.	j cm.
			Pulgadas	cm.		
	1/4"	8	1 3/4"	4.4	3	9.5
	3/8"	13	2 5/8"	6.7	4	15.6
	1/2"	18	3 1/2"	8.9	5	21.0
	5/8"	23	4 3/8"	11.1	6	27.3
	3/4"	25	5 1/4"	13.3	8	30.5
	7/8"	30	6 1/8"	15.6	9	36.2
	1 "	36	7 "	17.8	10	42.5
	1 1/8"	38	7 7/8"	20.0	12	45.7
	1 1/4"	43	8 3/4"	22.2	13	52.1
	1 1/2"	50	10 1/2"	26.7	16	61.6

(D = 7d como mínimo en todas las varillas)

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA GANCHOS DE 135 GRADOS	Diámetro de la varilla	A ó G cm.	D		a cm.	j cm.
			Pulgadas	cm.		
	1/4"	8	1 1/4"	3.2		
	3/8"	13	1 7/8"	4.8		
	1/2"	18	2 1/2"	6.4		
	5/8"	23	3 1/8"	7.9		
	3/4"					
	7/8"					
	1 "					
	1 1/8"					
	1 1/4"					
	1 1/2"					

(D = 5d como mínimo en todas las varillas)

100



TOLERANCIA

A.- La suma de las discrepancias medidas en la dirección del refuerzo con relación al proyecto, en las losas, zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, no será mayor de 2 veces el diámetro de la varilla, ni más del 5 % del peralte efectivo. En columnas rige la misma tolerancia pero referida a la mínima dimensión de su sección transversal.

B.- En los extremos de las trabes y vigas, la tolerancia anterior se reduce a una vez el diámetro de la varilla.

C.- La posición del refuerzo de zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, será tal que no reduzca el peralte efectivo "d", ni reduzca el recubrimiento en más de 0,5 cm., en columnas rige la misma tolerancia pero referida a la mínima dimensión de su sección transversal.

D.- El espesor de recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá del proyecto en más de 5 cm.

E.- La separación del acero de refuerzo en las losas, zapatas, muros y cascarones, respetando el número de varillas en una faja de 1 m. de ancho, no diferirá de la del proyecto en más de 1 cm. más 1/10 de "S" siendo "S" la separación fijada.

F.- La separación del acero de refuerzo en trabes y vigas, considerando los traslapes, no diferirá de la del proyecto en más de 1 cm. más el 10 % de dicha separación, pero siempre respetando el número de varillas y su diámetro de tal forma que permita pasar el agregado grueso.

G.- Todas las partidas ahogadas en concreto como son: acero de refuerzo, anclas, placas, camisas, tubería, ductos, marcos metálicos o cualquier otra, deben estar firmemente soportados y sujetos para que a la colocación del concreto no sufran algún deterioro o desplazamiento.

H.- En toda tubería, camisa de tubos, penetraciones, drenaje de piso o conductos, se deberá revisar que no existan obstrucciones a lo largo del conducto, que físicamente se encuentra en buenas condiciones y que estén protegidos en sus extremos para evitar la introducción de mortero o concreto.

I.- Una vez instaladas las partidas ahogadas y antes de proceder al colado, se solicitará un levantamiento topográfico para verificar su localización y elevación real contra los planos de diseño.

J.- Las bandas de PVC, deben estar correctamente colocadas y sujetadas mediante clips para evitar el desplazamiento de éstas durante el colado. Se tendrá especial cuidado de que el alambre de amarre no perfora la banda.

MEDICIONES PARA FINES DE PAGO

A.- Se hará tomando como unidad el kg., se calculará con los pesos del refuerzo por unidad de longitud que especifique el fabricante y las dimensiones del proyecto.

B.- No se medirán los desperdicios, traslapes, ganchos, alambres, soldadura, silletas ni separadores ya que todos estos quedan incluidos dentro del proyecto.

C.- Si el contratista, con autorización del Instituto sustituye acero de la sección indicada en el proyecto por otro de diferente sección y área equivalente o mayor, se medirá solamente el peso del acero de refuerzo indicado en el proyecto.

D.- El buen control, desde el almacenamiento y manejo hasta la colocación del acero para conformar un elemento, contribuye de manera importante en el aspecto económico. Deberán optimizarse (para cobrarse justamente) todos aquellos recursos con que la contratista dispone.

MALLA LAC

Malla Lac es el nombre comercial de la malla soldada de alambre de acero para refuerzo de concreto. Su principal beneficio es el abaratamiento de la mano de obra, se facilita y agiliza mucho el refuerzo de un elemento mediante el simple tendido de la malla.

La malla electrosoldada estándar se fabrica en hojas y rollos con alambres lisos, formando cuadros de 6x6" (15.24 x 15.24 cm.)

Las normas fijan un límite elástico de 3,900 kg/cm², para el alambre de acero estirado en frío. Los alambres que la forman deben ser lisos y se consigue la adherencia mediante el anclaje que proporcionan los travesales, se deberá recalcar que los alambres grabados o corrugados no mejoran la adherencia.

La oxidación de la malla al igual que en las varillas mejora la adherencia, pero no debe ser tan alta que disminuya el peso de la malla por debajo del 6% indicado.

APLICACIONES EN LAS QUE CONVIENE UTILIZAR MALLA LAC

- 1. Losas planas, sobre todo las continuas de un sólo sentido y claras sensiblemente iguales.*
- 2. Losas de cascarón de una sola curvatura para cubiertas o cimentaciones.*
- 3. Pisos industriales de concreto.*
- 4. Pavimentos de concreto para calles, carreteras y aéreopuertos.*
- 5. Tubo de concreto.*
- 6. Todo tipo de precolados.*
- 7. Muros de concreto.*
- 8. Recubrimiento de elementos de acero estructural con concreto.*
- 9. Reparación de estructura dañada.*
- 10. Refuerzo para pisos de terrazas.*
- 11. Tanques y albercas.*

- 12. Como armado de soporte en muros revestidos con cantera.*
- 13. Como refuerzo en pavimentos de concreto asfáltico.*
- 14. En losas planas reticulares.*
- 15. En losas sobre formas de lámina.*
- 16. Revestimiento de canales.*
- 17. Losas delgadas de concreto sobre contratrabes o trabes invertidas.*

ENSAYOS DE ACERO DE REFUERZO

ENSAYO NUMERO	PROBETA NUMERO	PESO EFECTIVO kg/m	AREA EFECTIVA cm ²	ENSAYO A TENSION					PRUEBA DE DOBLADO	CORRUGACIONES	
				LECTURA LIMITE ELASTICO ton	LECTURA CARGA MAXIMA ton	LIMITE ELASTICO kg/cm ²	ESFUERZO MAXIMO kg/cm ²	%ALARGAMIENTO		ESPACIAMIENTO	ALTURA
116	125	2.248	2.87	12.300	20.000	4.316	7.018	17.0	S.C	S.C	S.C
117	125-A	2.224	2.84	13.500	20.800	4.737	7.298	16.5	S.C	S.C	S.C
118	125-B	2.243	2.86	13.700	21.500	4.807	7.544	16.0	S.C	S.C	S.C
119	126	1.932	2.46	13.300	20.300	4.632	7.123	17.0	S.C	S.C	S.C
120	126-A	2.226	2.84	13.000	20.500	4.491	7.193	18.0	S.C	S.C	S.C
121	126-B	2.283	2.91	13.100	20.400	4.386	7.158	17.5	S.C	S.C	S.C
ESPECIFICACION		PESO MINIMO	AREA MINIMA			LIMITE ELASTICO	ESFUERZO MAXIMO	9.0 %	≤ 180	CLAVE	
NOM-B-6-1988		2.101	2.68			4,200	6,300	MIN.	# 5	SC-SI CUMPLE NC-NO CUMPLE	
		kg/m	cm ²			Kg/cm ²	Kg/cm ²				

OBSERVACIONES

LA PROBETA 126 NO CUMPLE CON EL PESO Y AREA MINIMOS
 LAS PROBETAS ENSAYADAS CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES

DIAMETRO NOMINAL 19.00 (3/4")	PROVEEDOR FIERRO DEL CENTRO	IDENTIFICACION	FORMULO	REVISO P.F.C.
PESO NOMINAL 2.235 kg/m	HORNADA O LOTE Z	VARILLA MARCA HYLSA.	APROBO J.C.S.F.	
AREA NOMINAL 2.850 cm ²	FECHA RECEPCION EN OBRA 10-III-92	TOTAL 211 Tons.	FECHA 02/JUN/92	INFORME 315
GRADO O CLASE 42	LOCALIZACION			

T Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cant/Rend	Parcial	Total
Precio: ACE1 (TON) HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION RESISTENCIA NORMAL FY = 4,200 kg/cm2 DEL No. 5 DIAMETRO 5/8"						
===== Capitulo 1. MATERIAL =====						
E 8600	VARILLA FY = 4,200 kg/cm2 #5 (5/8")	TON	1,384,782.10	X 1.113000	\$1,541,262.48	
E 8205	ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	1,850.00	X 30.000000	\$55,500.00	
TOTAL DE MATERIAL					\$1,596,762.48	\$1,596,762.48
===== Capitulo 2. MANO OBRA =====						
E 0620	CUADRILLA C (1 FERRERO + 1 AYTE.)	JOR	56,046.90	X 4.166600	\$233,525.01	
TOTAL DE MANO OBRA					\$233,525.01	\$973,020.88
===== Capitulo 3. HERRAMIENTA =====						
2 HER	HERRAMIENTA MANUAL	%	0.05	X 973020.880000	\$48,651.04	
TOTAL DE HERRAMIENTA					\$48,651.04	\$48,651.04
Costo Directo						\$2,618,436.40
33.00 % COSTO INDIR						\$3,482,517.75
10.00 % UTILIDAD						\$3,830,769.53
P recio Unit						\$3,830,769.53

* FACULTAD DE INGENIERIA
 * U M A N
 * TESIS PROFESIONAL: J.C.S.F.

Sistema de precios unitarios y presupuestos
 Analisis De Precio Unitario

PAG. 5
 05/06/1992

T Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cent/Rend	Parcial	Total
Precio: MALL1 (M2) HABILITADO Y ARMADO DE MALLA DE ACERO 6 x 6 - 10/10 EN PISOS						
===== Capitulo 1. MATERIAL =====						
E 0600	MALLA ELEC TROSOLDADA 6x6 - 10/10	M2	2,080.00 x	1.080000	\$2,246.40	
E 8205	ALAMBRE RECOCIDO No. KG 18		1,850.00 x	0.050000	\$92.50	
					\$2,338.90	
TOTAL DE MATERIAL						\$2,338.90
===== Capitulo 2. MANO OBRA =====						
E 0420	CUADRILLA D (1 ALBARIL + 2 PEONES)	JOR	78,377.00 x	0.002600	\$203.78	
					\$203.78	
TOTAL DE MANO OBRA						\$0.53
===== Capitulo 3. HERRAMIENTA =====						
Z HER	HERRAMIENTA MANUAL %		0.05 x	0.530000	\$0.03	
					\$0.03	
TOTAL DE HERRAMIENTA						\$0.03
Costo Directo						\$2,339.46
33.00 % COSTO INDIR					\$772.02	\$3,111.48
10.00 % UTILIDAD					\$311.15	\$3,422.63
Precio Unit						\$3,422.63

CUBICACION DE ACERO DE REFUERZO

OBRA:
 CLIENTE:

PLANO DE:
 PLANO No:
 NIVEL:

DE FECHA:

ELEM.	LOCALIZA. EJES	DIAM. VARILLA	CANTIDAD DE		LONGITUD DE C/ VARILLA	CROQUIS DE LA VARILLA	LONGITUD TOTAL DE LAS VARILLAS EN EL ELEMENTO EN ME																
			ELEM.	VARILLA			2	2.5	3	4	5	6	8	10	12								
SUMA DE LONGITUDES																							
PESO EN kg/m.							0.248	0.384	0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8.938								
PESO TOTAL																							

CAPITULO III

CIMBRAS

DEFINICION DE CIMBRA

Es un sistema integrado por formas de madera o metal y sus soportes, su función principal es la de contener al concreto hasta que éste haya alcanzado su fraguado final y consecuentemente la resistencia necesaria para autoportarse.

El costo de cimbra para una obra de concreto puede representar entre el 35 y 60 % del costo total por concepto de concreto, por lo que el diseño y construcción de cimbras demanda buen juicio y una adecuada planeación que garanticen economía y seguridad.

Para reunir estos requisitos, una cimbra debe poseer entre otras cosas las siguientes propiedades:

- *Tener la geometría del concreto.*
- *No deformarse más allá de las tolerancias del concreto.*
- *No permitir la pérdida de lechada*
- *Facilitar el llenado.*

Características de la cimbra:

- Resistente
- Durable
- Indeformable
- Textura adecuada al acabado
- Hermética
- Fácil de amarrar
- Fácil de descimbrar
- Fácil de limpiar
- Económica

Conformación:

En términos generales una cimbra se integra fundamentalmente por 2 estructuras:

- Cimbra de contacto
- Obra falsa

La cimbra de contacto, como su nombre lo indica, se encuentra directamente en contacto con el concreto, su función primordial es la de contener y confinar al concreto de acuerdo con el diseño de la estructura. Se compone principalmente por paneles, tarimas, moldes prefabricados, etc.

La obra falsa es aquella constituida por elementos que trabajan estructuralmente soportando la cimbra de contacto; los elementos más comúnmente utilizados en la obra falsa son vigas madrinas, pies derechos, contravientos, puntales, etc.

CIMBRADO:

El término cimbrado se refiere a las operaciones que se realizan para la instalación de la cimbra.

- La cimbra se diseñará y construirá de acuerdo a planos y especificaciones.
- Las cimbras deberán instalarse en tal forma que proporcionen seguridad cuando se les someta a cargas previsible, durante el proceso constructivo.

- Las cimbras serán limpiadas completamente de óxidos, virutas, aserrín y otros antes de verter el concreto. Para conseguir una limpieza óptima, se recomienda el uso del aire comprimido o de agua a presión.

- La cimbra será construida de manera que las vigas, losas, columnas y otros miembros queden de su dimensión correcta, perfectamente alineada y a la elevación indicada por los planos aplicables.

- Cuando el colado lo requiera; ya sea por congestionamiento de acero y/o elementos ahogados, así como problemas de colocación, se construirán a juicio de los ingenieros, ventanas en la cimbra para facilitar con ellas el vaciado y vibrado.

- Las cimbras deberán ser estancas y también calafateadas por fuera para evitar la pérdida de mortero. Cuando permanezcan expuestas al intemperismo por retrasos prolongados, se tendrá cuidado de que no sufran deformaciones que pudieran afectar a la estructura y a los componentes que en ella intervienen.

- Las caras interiores de la cimbra serán uniformes y lisas.

- Se deberán colocar entarimados o pasillos, debidamente apoyados de manera que se evite mover el armado, cimbra o cualquier elemento ahogado dentro del concreto. Estos entarimados servirán para permitir el paso del personal y equipo que estén transportando el concreto o intervengan en las maniobras de colado, vibrado y terminado del mismo.

- Se deberá suministrar un panalón (canalón de conducción) si es que la altura de caída desde la parte inferior del canalón es mayor de 1.5 m., evitando así con éste, la inadecuada caída y consecuente segregación del concreto.

Nunca deberá caer el concreto directamente sobre elementos ahogados, emparrillados cerrados, o cualquier objeto que propicie dicha segregación.

- Las cimbras serán limpiadas completamente de óxidos, virutas, aserrín y otros antes de verter el concreto. Para conseguir una limpieza óptima, se recomienda el uso del aire comprimido o de agua a presión.
- La cimbra será construida de manera que las vigas, losas, columnas y otros miembros queden de su dimensión correcta, perfectamente alineada y a la elevación indicada por los planos aplicables.
- Cuando el colado lo requiera; ya sea por congestamiento de acero y/o elementos ahogados, así como problemas de colocación, se construirán a juicio de los ingenieros, ventanas en la cimbra para facilitar con ellas el vaciado y vibrado.
- Las cimbras deberán ser estancas y también calafateadas por fuera para evitar la pérdida de mortero. Cuando permanezcan expuestas al intemperismo por retrasos prolongados, se tendrá cuidado de que no sufran deformaciones que pudieran afectar a la estructura y a los componentes que en ella intervienen.
- Las caras interiores de la cimbra serán uniformes y lisas.
- Se deberán colocar entarimados o pasillos, debidamente apoyados de manera que se evite mover el armado, cimbra o cualquier elemento ahogado dentro del concreto. Estos entarimados servirán para permitir el paso del personal y equipo que estén transportando el concreto o intervengan en las maniobras de colado, vibrado y terminado del mismo.
- Se deberá suministrar un panelón (canalón de conducción) si es que la altura de caída desde la parte inferior del canalón es mayor de 1.5 m., evitando así con éste, la inadecuada caída y consecuente segregación del concreto.
Nunca deberá caer el concreto directamente sobre elementos ahogados, emparrillados cerrados, o cualquier objeto que propicie dicha segregación.

TIPOS DE MADERA

PANELES PARA CIMBRA.-

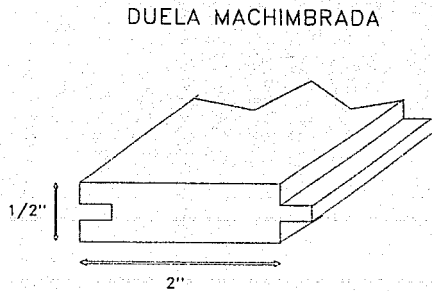
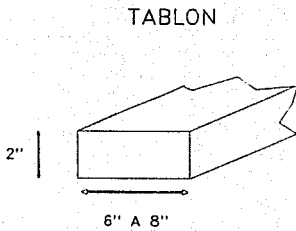
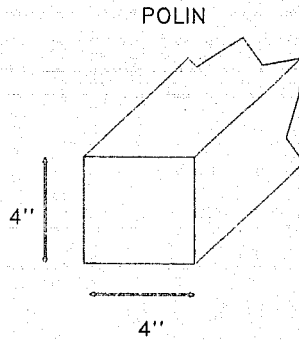
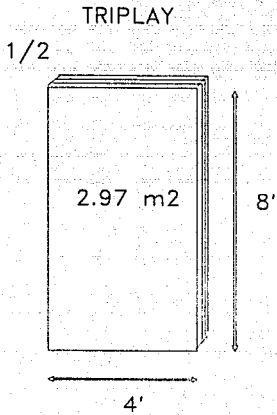
Los paneles utilizados para revestimiento del concreto son modulares y pueden estar forrados con acero o con triplay. Las hojas de triplay suelen estar cubiertas con un laminado plástico que proporciona una superficie impermeable y uniforme al concreto. Estos paneles están diseñados para que se manejen manualmente entre diferentes aplicaciones, mientras que la unión con otros paneles adyacentes y con los largueros y madrinas que sean necesarios se realiza mediante diversos tipos de sujetadores, resultan un medio excelente para el cimbrado de superficies planas, mientras que existen algunos sistemas que soportan y confinan muros de sección curva.

Las líneas y las marcas que resultan de las juntas de los paneles quedan impresas sobre la superficie de concreto, son visibles una vez que se retiran los paneles y por ello es importante que estas marcas se integren arquitectónicamente tanto como sea posible o bien se resanen en las áreas de los muros, columnas o losas ya coladas.

Una de las ventajas de los paneles patentados es que pueden utilizarse individualmente como elementos de manejo manual o combinados con largueros o madrinas manejados con grúa entre uno y otro uso para obtener grandes áreas de revestimiento.

Para obtener el mayor número de usos de los paneles para cimbra, se debe tener cuidado de limpiar las superficies y de aplicar el agente desmoldante adecuado antes de volver a usarlos.

TIPOS DE MADERA



POLIN.-

El polín es un tipo específico de madera que generalmente se corta de 4"x4" por la longitud que se desee y se utiliza como puntal cargador (apoyo) para la cimbra de contacto.

Un segundo uso es, por ejemplo, en las losas como sustitución a las vigas madrinas.

TABLA O DUELA.-

Será de diferentes medidas que van de 1" a 2" de espesor y de 2" a 8" de ancho por la longitud deseada. Este tipo de madera sirve principalmente como cimbra de contacto.

TABLONES.-

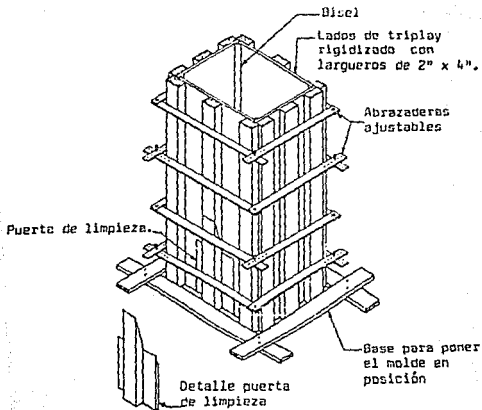
Con dimensiones de 2" de espesor por 6" a 10" de ancho por la longitud deseada, sirve principalmente como tendido o para cimbra de elementos especiales.

TRIPLAY.-

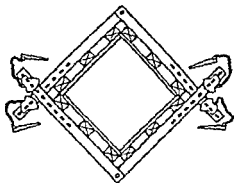
La madera contrachapeada (triplay) en su forma más simple consiste en 3 capas pegadas entre sí, en tal forma que las fibras de la capa intermedia quedan perpendiculares a las fibras de las capas exteriores.

Las ventajas de colocar las capas adyacentes con sus fibras perpendiculares entre sí son importantes cuando consideramos que la madera tiene su mayor resistencia en el sentido de las fibras. Una tabla de madera contrachapeada tiende a igualar las resistencias en ambas direcciones, y

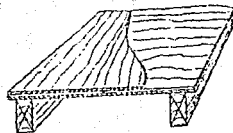
117



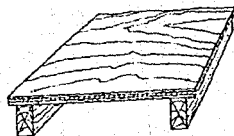
Cimbra típica para columnas



Triplay y yugos metálicos



Triplay usado en la dirección menos resistente.



Triplay usado en la dirección más resistente.

ofrece gran resistencia contra rajaduras que pudieran provocarse por clavos, tornillos u otros elementos de unión.

El triplay proporciona muchas ventajas al diseñador de cimbras. Los tamaños estándar de las hojas: 4' x 8' (1.22 x 2.44 m.) y su espesor comercial que va de 1/4" a 3/4" reducen las juntas en las superficies de recubrimiento, es por esto que al triplay se le asigna como principal uso el de cimbra de contacto.

Por otro lado, el constructor deberá planear aunque sea con simples diagramas la ubicación de las hojas del cimbrado en la obra. Se buscará impedir el corte indiscriminado y el consecuente desperdicio del material para que después de haber utilizado el triplay varias veces para cimbras de concreto aparente, se pueda usar para cimbra de acabado común y finalmente para hacer tarimas y cimbras perdidas.

DUELA MACHIMBRADA.-

Inicia hace pocos años el novedoso mercado de cimbra patentada que incluye secciones de módulos interconectados que permiten el cimbrado de diferentes diámetros en secciones circulares (columnas) con la simple adición de una nueva duela o sección.

La duela machimbrada hecha de un tipo de madera especial, se une entre sí con otra duela por una muesca. La unión se realiza entre la lengüeta (macho) y una ranura de ajuste (hembra) a manera de ir armando el total del elemento, sus dimensiones son: 1" espesor por 2" a 4" de ancho. Se utiliza principalmente para el colado de elementos curvos o cascarones de concreto.

Además de las duelas machimbradas los elementos circulares (columnas) en la práctica son resueltos mediante:

- Cimbras hechas de triplay ranurado
- Tubos o láminas delgadas de acero (cimbra metálica)
- Hojas de asbesto
- Conglomerados desechables de cartón con espesores variables

VIGA.-

Sus dimensiones son de 4" x 6" x la longitud deseada y se utiliza principalmente como viga madrina para transmitir cargas en las losas. Para la comodidad del armado, las vigas con frecuencia se colocan sobre las armaduras, o se conectan a ellas, de manera que uno de los ejes principales de la misma sea paralelo a la inclinación de la losa. Con esta disposición resulta que la carga vertical transmitida nunca será paralela a alguno de los ejes principales de la viga

CHAFLAN.-

El uso de diversos chaflanes y molduras en la superficie de contacto de la cimbra garantizan que el componente que integra el cimbrado pueda quitarse con facilidad.

El chaflán tiene como medidas de 1/4" a 1 1/2" por la longitud deseada, con éste se evita cualquier infiltración de lechada mediante su unión hermética con los tableros, se utiliza para remate de aristas vivas formando esquinas redondeadas con tiras maquinadas.

En ocasiones las tiras que se superponen para formar chaflanes permiten la infiltración de la lechada por detrás de las esquinas mal ajustadas, formándose salientes que después deberán resanarse.

CIMBRAS DE ALUMINIO

Ultimamente se han desarrollado cimbras de aluminio que consisten en obra falsa a base de secciones de aluminio, cargadores y tornillos de ajuste también de aluminio, que traen como principal ventaja su ligereza, facilidad y flexibilidad de transporte traduciéndose todos estos en rapidez y ahorro. La reducción en el costo de mano de obra es muy significativa al armar y atomillar las secciones para colocar sobre la estructura levantada nuestra cimbra de contacto.

Como desventaja de la cimbra de aluminio tenemos su alto costo de adquisición que al compararse en precio contra la cimbra metálica resulta todavía un 35 % mayor.

CIMBRAS METALICAS

Se tienen algunos tableros a base de una combinación de madera como superficie de contacto y un bastidor metálico.

Una gran ventaja de las cimbras y moldes de acero es que la cara de contacto se protege y se refuerza con elementos metálicos de gran resistencia inerte, sobretodo cuando los miembros están soldados y constituyen parte integral de la cimbra. Las cargas aplicadas sobre este tipo de cimbras por tanto pueden ser mucho mayores.

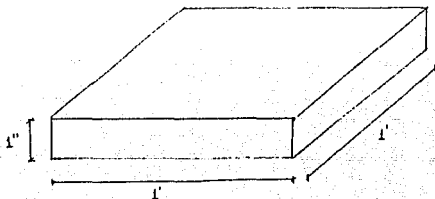
Los mismos ribetes metálicos que confinan a la madera de contacto, a la vez impiden o restringen el uso del serrucho de los carpinteros u operarios.

Las cimbras totalmente metálicas que se componen de forro de láminas y refuerzos de sección metálica sirven para un gran número de usos pero tienen como desventaja su dificultad para la maniobra debido tanto a su peso, como a su alto costo de adquisición.

CUANTIFICACION:

La madera debería cuantificarse en el Sistema Métrico Decimal por m³; mas la práctica es hacerlo en "Pie Tablón", definiendo como Pie Tablón la cantidad de madera que integra un elemento de :

1' (ancho) x 1' (largo) x 1" (espesor); por lo tanto, un Pie Tablón debe ser igual al volumen contenido en una pieza de madera de estas dimensiones.



De manera práctica se proponen las siguientes fórmulas para cuantificar el Pie Tablón:

a)
$$\frac{a'' \times b'' \times c'}{12} = P.T.$$

b)
$$\frac{a'' \times b'' \times c (m)}{3.657} = P.T.$$

a'' - dimensión mínima de la pieza en pulgadas

b'' - dimensión media de la pieza en pulgadas

c - dimensión máxima de la pieza en pies o metros.

Para facilitar la cuantificación de madera en cimbras, se propone el uso de "Factores", que son los siguientes:

Factor de contacto "F.C."

Es el cociente expresado en forma de quebrado de la unidad a la cual queremos referir el estudio (m² en nuestro caso) entre el área de contacto real (en la misma unidad) de la porción del elemento analizado.

$$\frac{\text{Área Total cimbrada}}{\text{Área de contacto real}}$$

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.

Merma o pérdida = a "X" % del total de la madera

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.

$$1 / \# \text{ de usos}$$

ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO

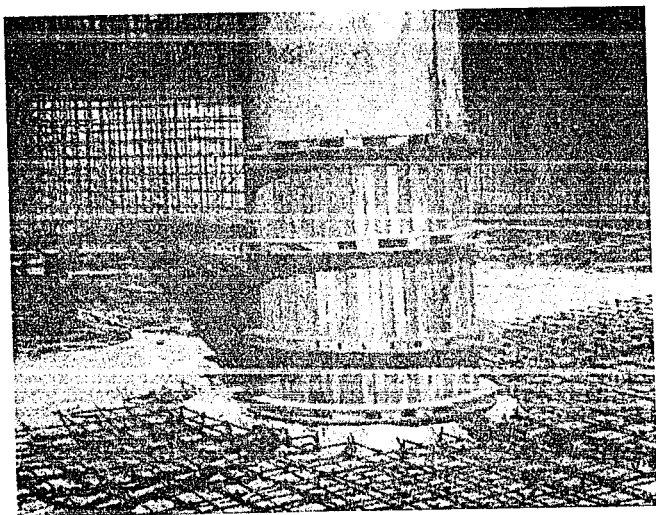
1.- No aparentes:

Son aquellos en que se deberá cumplir sus condiciones de niveles, plomos y apuntalamientos. La superficie que queda expuesta será la misma que deja la madera pues en algunos casos se pondrá un acabado final a la superficie de concreto (cimbras comunes).

2.- Cimbras aparentes:

Las cimbras aparentes, además de cumplir con los requisitos anteriores, su superficie debe cumplir como acabado arquitectónico; ésto se logra de la siguiente forma:

- a) Dando poco uso de la madera.
- b) Tratando la madera a base de un barniz epóxico, fibra de vidrio o ribetes metálicos.



Para obtener un perfecto acabado de las piezas coladas con madera, pueden seguirse varios procedimientos según el efecto final deseado. El más indicado es el de terminar las piezas de contacto cepillándolas y puliéndolas perfectamente. A veces se acostumbra mejorarlo empleando otros materiales como triplay, fibracel, lámina metálica y otros, que darán al concreto una superficie completamente lisa desvirtuando por otra parte la calidad y la textura propia del material. Es imprescindible el uso de vibradores para poder obtener un trabajo perfecto en lo que a apariencia respecta.

3.- *Cimbras Especiales:*

Pueden quedar comprendidas dentro de este grupo, aquéllas cimbras o moldes que se ejecutan para colar formas diferentes a las normales con ángulos o esquinas cerradas o de formas detalladas como arcos de bóvedas y superficies curvas con diversas características. Para muchas de ellas el trabajo de moldeado es probablemente más importante que el de colado y el proyecto de las mismas debe hacerse estudiando perfectamente todos los detalles.

En general son de costo elevado pues se requiere de verdaderos carpinteros especializados en estos trabajos y el número de horas para su ejecución es muy grande en comparación con el tipo de cimbrado normal.

4.- *Cimbras rodantes:*

Cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales, tanto en sección como en longitud, se utilizan comúnmente las cimbras de tipo rodante.

La cimbra rodante es muy útil en la ejecución de una serie de trabajos durante la construcción de obras entre ejes iguales, túneles y otros casos especiales en los que amerite el estudio, proyecto y ejecución de este tipo de cimbras. En todos ellos en lugar de cimbrar toda la superficie por cubrir, se construye el modelo de una sección solamente, la cual es montada sobre camiones o estructuras horizontales formadas generalmente por vigas o polines que quedan apoyadas en tubos o ruedas, permitiendo así deslizar la cimbra y colocarla en el claro siguiente. Siguiendo este sistema se utiliza un juego de cuñas o cualquier otro dispositivo similar, con objeto de colocar el molde en su posición definitiva antes de efectuar el colado, una vez hecho éste se retiran, permitiendo entonces que la cimbra baje y despendiéndola de la superficie interior es pasada al claro siguiente para continuar.

En algunos casos el descenso de la cimbra debe ser de cierta consideración para poder librar (al correr la estructura o andamio) las traveses o elementos que hayan quedado por la parte inferior. Estas estructuras se construyen en la forma más estable posible haciendo las uniones por medio de tuercas tornillos, contraventeándolas convenientemente y colocando en su parte inferior un entarimado de vigas o arrastres, con objeto de evitar los hundimientos y facilitar el movimiento deslizante. También se utilizan frecuentemente en la ejecución de colados de gran claro y altura, en los cuales se utilizaría una enorme cantidad de madera para construir la infraestructura en su totalidad; y desde luego este sistema se usa cuando todos los tramos son iguales, o con pequeñas variaciones de unos con respecto de otros. En el caso de la construcción de arcos de concreto en iglesias, hangares, bodegas, teatros, auditorios, etc.

5.- *Cimbras deslizantes:*

Su mayor uso es como cimbra en la construcción de silos o chimeneas para lo cual se habilita un juego completo de cimbra de aproximadamente 1.5 m. de altura por todo el perímetro de la estructura y se efectúa un colado continuo sosteniendo y elevando la cimbra por medio de gatos de tornillo. Los gatos a su vez, se apoyan sobre barras de acero empotradas en la cimentación quedando unidos a la cimbra por medio de puentes. Estas cimbras adoptan una sección triangular truncada, siendo más anchas en su parte inferior, con objeto de evitar que se peguen al colado.

Es importante que cuando se efectúa el colado de un silo o chimenea con este sistema, se tenga habilitado todo el material que se utilizará en la obra, con objeto de no interrumpir el colado del elemento que una vez iniciado debe ser continuo, ya que en caso de suspenderlo, la cimbra se pegaría en su parte inferior.

De esta manera la cimbra va elevándose unos 60 cm. por hora y la colocación del fierro de refuerzo y el concreto no deberá interrumpirse hasta haber terminado la realización total del colado. Hay que cuidar la nivelación del molde durante su movimiento para tener una perfecta verticalidad y evitar que la cimbra en un momento dado pueda pegarse por fricción.

RENDIMIENTOS

Se entiende por rendimiento en la cimbra, la cantidad de m² que nos realiza una pareja de trabajadores en una jornada diaria de trabajo.

Una pareja está compuesta por 1 oficial carpintero + 1 ayudante.

CIMBRA DE CIMENTACION.- de 10 a 12 m² por turno.

CIMBRA EN COLUMNAS.- de 6 a 8 m² por turno.

CIMBRA EN LOSAS PLANAS.- de 12 a 15 m² por turno.

CIMBRA EN LOSAS CON TRABES.- de 10 a 12 m² por turno.

CIMBRA EN MUROS.- de 8 a 10 m² por turno.

MUROS APARENTES.- de 6 a 8 m² por turno.

EJEMPLO:

Oficial: \$ 24,168

Ayudante: \$ 15,456
\$ 39,624

Por pareja

En losas planas:

$$\frac{\$ 39,624}{12} = \$ 3,302 / \text{m}^2 \text{ de cimbra por concepto de mano de obra.}$$

OBRA FALSA Y ACCESORIOS.-

La obra falsa (como se mencionó anteriormente) es aquella que sirve de apoyo para la cimbra de contacto, es decir, es la que soporta a la cimbra de contacto para que ésta no se mueva ni produzca variaciones en el acabado del concreto.

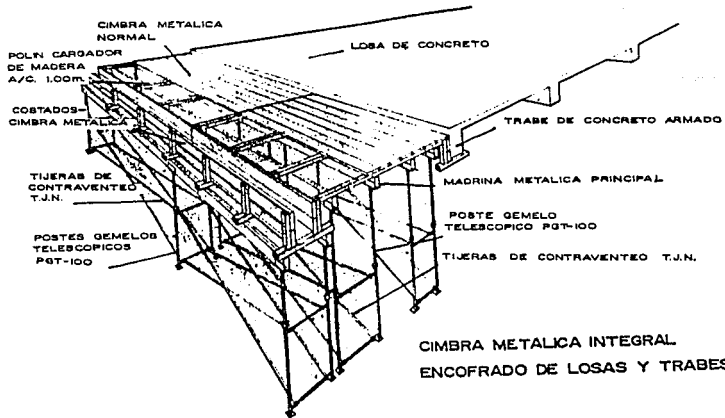
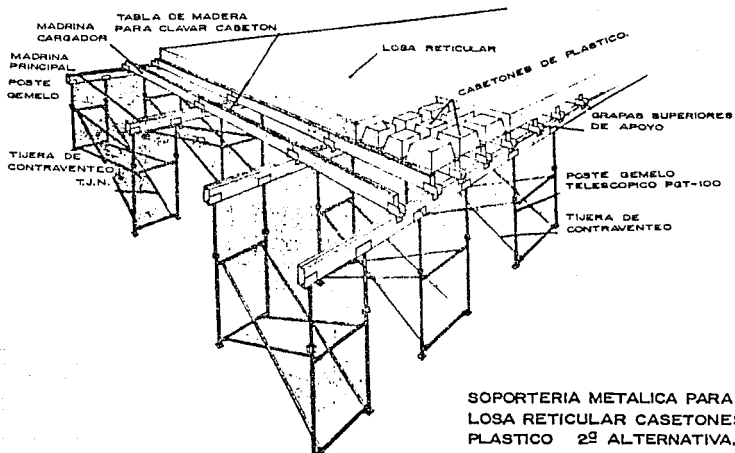
- Pie derecho de acero ajustable.-

Quizá sea el elemento más versátil que se puede conseguir con el proveedor de equipo patentado, puede usarse para sostener y contraventear la cimbra de distintas maneras. Los pies derechos deben siempre fijarse con clavos en su sitio, lo cual impide que se inclinen hacia los lados cuando se lleva a cabo un colado progresivo, o cuando los apoyos tienden a levantarse en un claro a medida que se deflexionan en el claro anterior bajo la carga.

- Puntales.-

La selección de puntales es tarea sencilla para el Diseñador o para el Ingeniero de Planeación, ya que la información al respecto se ha condensado en una gráfica que establece las cargas admisibles para los distintos puntales a diferentes alturas.

Originalmente, el puntal fué desarrollado a partir de la práctica y del uso de postes de madera cortos y cuadrados. Las grapas y los tornillos se introdujeron con objeto de permitir el empalme de maderas de tamaños estándar para lograr variaciones de altura, superando así lo que hasta entonces había sido el problema de desperdicio debido a los cortes a diferentes alturas entre un uso y otro. Estos traslapes se volvieron después



obsoletos gracias a la creación de tubos concéntricos especiales, deslizantes y ajustables.

Todos los sistemas de puntales requieren de contraventeo horizontal, en tanto que las áreas mayores deben ser contraventeadas diagonalmente. El contraventeo horizontal al centro o en la cabeza del puntal puede efectuarse usando acopladores normales de andamio.

- Abrazaderas para columnas.-

Las abrazaderas (o yugos) para columnas son útiles para sujetar a las cimbras de las columnas. La configuración normal es la de un conjunto de barras individuales de acero en forma de "T", perforadas y enganchadas de manera que se ajusten a diversas medidas de columnas.

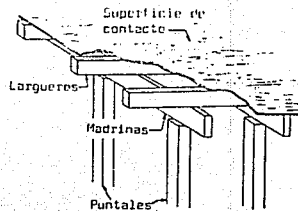
Las abrazaderas pueden obtenerse en juegos que permitan su utilización en columnas cuadradas hasta de 1.2 m de lado; su sencillez las convierte en elementos de incalculable valor en toda construcción.

- Flejes.-

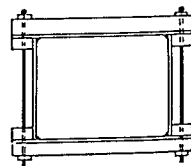
Los flejes patentados han tenido amplia utilización por parte de los contratistas. Los sistemas de flejes fueron desarrollados originalmente para embalaje (empaquetado de materiales o equipo para ser transportados), pero ahora también se usan para sujetar cimbras como en los colados de columnas y vigas.

Es necesario tener en cuenta una serie de factores cuando se compara el costo que implica el uso de un sistema de flejes con el de otros métodos más tradicionales de sujeción de cimbras.

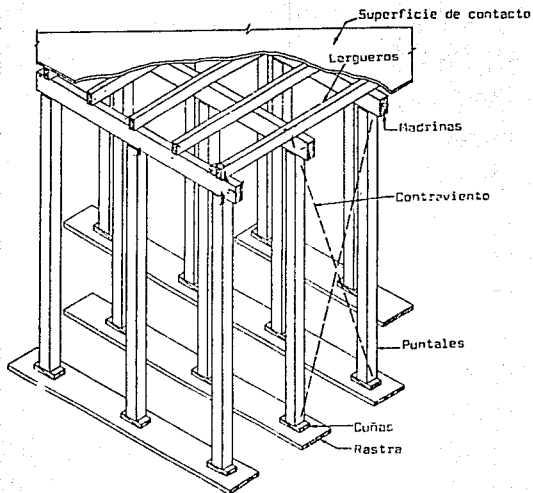
Los flejes eliminan la necesidad de almacenar y dar mantenimiento a elementos como son las abrazaderas para columnas que continuamente se



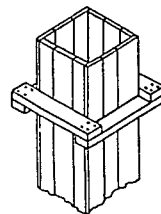
Cimbra típica de losa



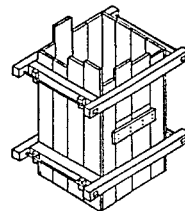
Triplay con yugo combinado de madera y pernos



Componentes típicos para cimbra de losa.



Cimbra de Columnas
Duela de Madera con Yugos de madera



Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.

132

deberán transportar del almacén a la obra. En caso de que éste material sea alquilado, con frecuencia se retiene en la obra durante más tiempo de el necesario, y en consecuencia se manejan doblemente, se pierden, o bien sufren daños durante el período de almacenaje.

Las abrazaderas para columnas; a diferencia de los flejes, son especialmente difíciles de usar y con frecuencia sus extremos salientes han causado accidentes de trabajo.

- Sujetadores.-

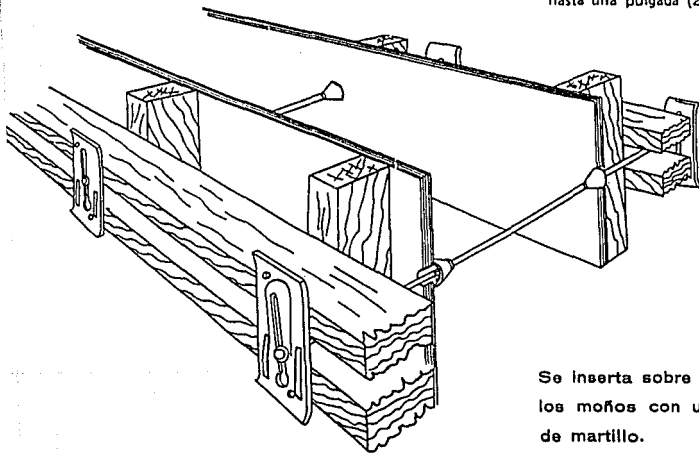
Existe una serie de elementos, grapas, abrazaderas y arreglos que pueden utilizarse para sujetar al concreto; muchos de ellos dependen del uso de trozos de refuerzo o bien las varillas con rosca y su correspondiente arandela plana con tuerca que proporciona un amarre excelente para muros, contratraveses y secciones delgadas. Las roscas cuadradas, roladas o similares, deben usarse de preferencia, ya que resultan económicas y de fácil instalación y mantenimiento.

Probablemente el elemento más versátil para la sujeción de elementos delgados debido a la agilidad con que se confinan es el comúnmente llamado moño. Los moños con longitudes ya específicas para secciones convencionales, están diseñados para soportar tanto la presión hidrostática ejercida durante el vaciado del concreto hacia afuera de la cimbra en la parte inferior, como la fuerza de sentido contrario al tratar de cerrarse la parte superior de la cimbra del elemento.

Después de la utilización de dichos moños o pernos hembra (truncónicos) se deberá resanar o taponar con mortero seco de cemento el orificio que resulta del cono de sujeción.

ESPECIFICACIONES DE CUÑAS

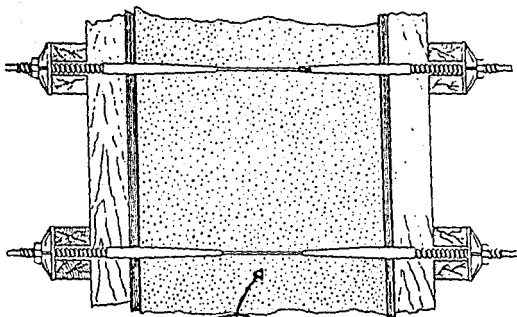
Fabricada en lámina de acero No. 9 troquelada de 6.5 cms. de ancho por 16.5 cms. de largo. Acuña hasta una pulgada (25 mm.)



Se inserta sobre las cabezas de los moños con un golpe ligero de martillo.

SHE-BOLTS

TORNILLO HEMBRA



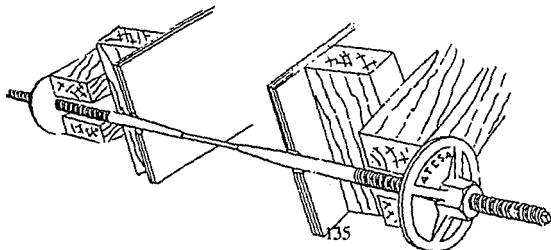
(espárrago).

Para cimbras pesadas en diámetros de:
16 mm. (5/8"), 19 mm. (3/4"), 25 mm. (1")
28.5 mm. (1 1/8"), 31.7 (1 1/4").

Para espárragos de: 3/8, 1/2" y 3/4"Ø).

TUERCAS RONDANA
Integral fundida
en hierro dúctil

ROSCA ACME
autolimpiante
5 hilos por pulgada



HERRAMIENTAS Y EQUIPO PARA EL MANEJO DE CIMBRAS.-

Con el objeto de acelerar el habilitado de las cimbras, se utilizan diversas herramientas, tales como sierras de banco, sierras manuales, taladros eléctricos y martillos neumáticos, además de los tradicionales serruchos de mano y martillos de golpe.

Para movilizar grandes secciones de madera, obra falsa o las caras de las columnas, el equipo más adecuado es la grúa torre. Su costo en una obra se podrá prorratear en las actividades de elevación de concreto y colocación de acero de refuerzo.

REMOCION DE CIMBRA:

Las cimbras que soportan cargas deberán permanecer en su lugar cuando menos el tiempo requerido para que el concreto soportado adquiera el 70 % de su resistencia de diseño, siempre y cuando la estructura soportada no contenga cargas adicionales. Se descimbrarán los elementos que no soportan cargas a las 12 hrs. de terminada la colocación del concreto.

Se descimbrarán los fondos de traveses y losas, cuando el concreto haya alcanzado 70% de su resistencia y después de 3 días de colado (resistencia normal). En esos casos se deberá tener cuidado de no quitar todos los puntales simultáneamente y se continuará soportando con puntales en los tercios de los claros hasta que los cilindros de prueba adquieran el 100 % de su resistencia.

Ninguna carga de construcción que exceda la combinación de la carga muerta impuesta + la carga viva especificada, deberá apoyarse en una zona de la estructura en construcción sin puntales, a menos que un análisis indique que existe la resistencia adecuada para soportar tales cargas adicionales.

VENTAJAS DE LA MADERA COMO MATERIAL PARA CONSTRUCCION.

1.- Se puede trabajar y cortar en diversas formas y tamaños con ayuda de simples herramientas manuales o de máquina-herramientas, fácilmente utilizables en el sitio de construcción.

2.- Se puede unir con clavos, tornillos, pernos adhesivos o conectores especiales por medio de simples herramientas, produciendo uniones resistentes y durables.

3.- Aunque en un principio no lo parezca, ofrece gran estabilidad unidimensional. Longitudinalmente los cambios en contenido de humedad causan fluctuaciones dimensionales casi imperceptibles. En dirección transversal se puede minimizar utilizando madera secada a un contenido de humedad en equilibrio del sitio donde se colocará.

Las expansiones y contracciones por cambio de temperatura se pueden ignorar en la mayoría de los casos, ya que son muy pequeñas.

4.- La madera puede llegar a tener una gran durabilidad bajo condiciones favorables, lo cual puede obtenerse en muchos casos usando métodos de diseño apropiados o especies con gran durabilidad natural o bien, con madera de menor calidad impregnada con insecticidas o fungicidas.

5.- Es muy resistente a la acción de sustancias químicas y no se corroe fácilmente.

6.- Aún cuando es un material combustible, si las piezas tienen secciones transversales considerables, éstas no pierden su capacidad de carga en un incendio aunque en el exterior mantengan flamas y el elemento se esté carbonizando.

7.- Cuando se hace una comparación basándose en pesos iguales, la madera tiene una excelente rigidez y resistencia a la flexión estática, ambas superiores a la de muchos otros materiales utilizados en la construcción. Tiene una gran capacidad para absorber energía y para resistir cargas de impacto, lo que la hace un buen material para la construcción.

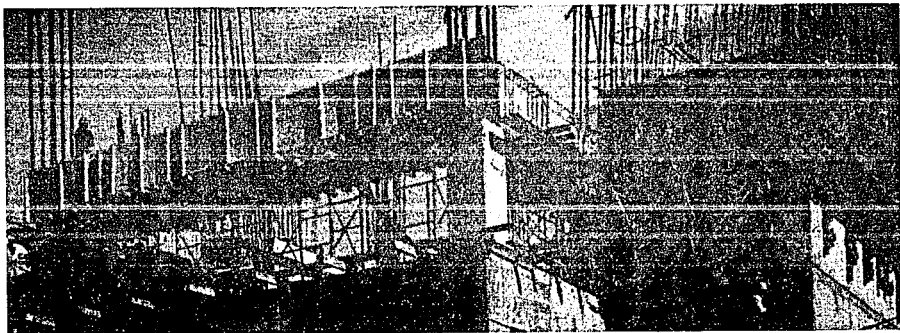
8.- La madera es buen aislante del sonido y del calor, así como de la electricidad.

DISEÑO DE CIMBRAS

La cimbra para el concreto, incluyendo el diseño adecuado, la construcción y la remoción de la misma exige un criterio bien fundado y una acertada planeación, a fin de lograr cimbras adecuadas que sean tanto económicas como seguras.

Las cimbras deben diseñarse tomando muy en cuenta los esfuerzos por un lado y la resistencia de los materiales empleados en su construcción.

Los tanteos generalmente ocasionan cimbras mal diseñadas, subestimando o sobreestimando los esfuerzos, con el consecuente riesgo de falla o el excesivo costo por el sobrado uso de materiales. Una cimbra diseñada correctamente, eliminará ambas posibilidades de error.



DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

Ejemplo 1. Se buscará diseñar una losa de 20 cm. de espesor, con concreto normal de (2,400 kg/m³). La cimbra se usará varias veces.

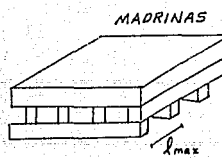
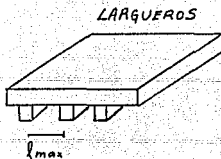
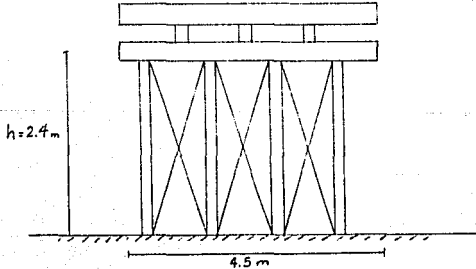
Altura libre de piso a techo 2.40 m.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 m.

a) Cargas de diseño:

Peso propio	$2,400 \times 0.20 =$	480
Carga viva @		<u>200</u>
		680 Kg/m ²

@ La carga viva será de 100 kg/m² y consideraremos una posible carga concentrada adicional de 100 kg en el lugar más desfavorable.



1.- CALCULO DE W

DATOS:

Peso volumétrico del concreto	2,400 Kg/m ³
Espesor de la losa	20 cm = 0.2 m.
Altura	2.4 m
Tablero losa	4.5 x 4.5 m
Peso Vivo	200 Kg/m ²

a) PESO DE LA LOSA

$$2,400 \text{ Kg/m}^2 \times 0.2 \text{ m} = 480 \text{ kg/m}^2$$

b) PESO VIVO 200 kg/m²

c) CARGA 680 kg/m²

$W = 680 \text{ kg/m}^2$

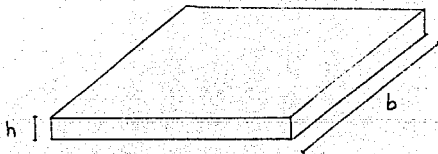
2.- CALCULO DEL ENTARIMADO

Tablón de espesor = 1"

$$h = 1" = 25"/32" = 1.9 = 2 \text{ cm.}$$

(Considerando un ancho unitario):

$$b = 1.0 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$



a) Momento de Inercia

$$I = b \cdot h^3 / 12 = [100 \cdot (2)^3] / 12 = 66.67 \text{ cm}^4$$

b) Módulo de sección

$$S = b \cdot h^2 / 6 = [100 \cdot (2)^2] / 6 = 66.67 \text{ cm}^3$$

3.- CALCULO DE LA L_{max} . (Distancia entre largueros)

a) Revisión por flexión

$$f_m = 196 \text{ } \gamma = 196 \cdot 0.4 = 80 \text{ kg/cm}^2$$

$$L_{\text{max}} = 0.32 \sqrt{(f_m \cdot s) / W} = 0.32 \sqrt{80 \cdot 66.67 / 680} = 0.89 \text{ m}$$

b) Revisión por flecha

$$E = 196,000 \text{ } \gamma = 78,400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{(E \cdot I) / W} = 0.033 \sqrt[3]{78,400 \cdot 66.67 / 680} = 0.65 \text{ m}$$

4.- COMPARACION DE L_{max}

Se comparan L_{max} por flecha y L_{max} por flexión y se considera al menor.

$$0.89 > 0.65$$

Por lo tanto los largueros se colocarán a $L_{\text{max}} = 0.65 \text{ m}$

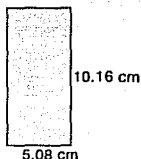
5.- NUMERO DE LARGUEROS

$$\text{No. de espacios} = 4.5 / 0.65 = 7$$

$$\text{No. de largueros} = \text{No. de Espacios} + 1 = 8$$

6.- DIMENSION DE LOS LARGUEROS

Suponiendo una pieza de 2" x 4"



7.- CALCULO DE LA SEPARACION ENTRE MADRINAS

$$I = b \cdot h^3 / 12 = [5.08 \cdot (10.16)^3] / 12 = 443.98 \text{ cm}^4$$

$$S = b \cdot h^2 / 6 = [5.08 \cdot (10.16)^2] / 6 = 87.39 \text{ cm}^3$$

8.- CALCULO DE L max (Distancia entre madrinan)

a) Revisión por flexión

Factor de disminución por no ser cara de contacto

$$W' = W \cdot 0.65 = 680 \cdot 0.65 = 442 \text{ Kg/m}^2$$

$$L \text{ max} = 0.32 \sqrt{\frac{(I \cdot s)}{W'}} = 0.32 \sqrt{\frac{80 \cdot 87.39}{442}} = 1.27 \text{ m}$$

b) Revisión por flecha

$$L \text{ max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{(E \cdot I)}{W'}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{78,400 \cdot 443.98}{442}} = 1.41 \text{ m}$$

c) Revisión por corte

$$L \text{ max} = 23.33 (b \cdot h) / W = 23.33 \cdot 5.08 \cdot 10.16 / 442 = 2.72 \text{ m}$$

9.- COMPARACION DE L max

Se comparan las 3 L max disponibles y la menor es la que se considera.

$$1.27 > 1.41 > 2.72$$

Por lo tanto las madrinan se colocarán a L max = 1.27 m

10.- NUMERO DE MADRINAS

$$\text{No. de espacios} = 4.5 / 1.27 = 3.5 = 4$$

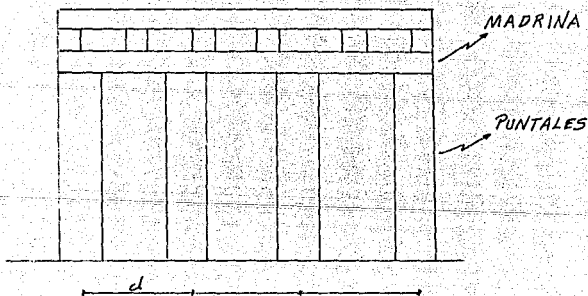
$$\text{No. de madrinas} = \text{No. de Espacios} + 1 = 5$$

11.- DISTANCIA ENTRE PUNTALES

$$P = (A \cdot 0.3 \cdot E) / [(W/d)^2]$$

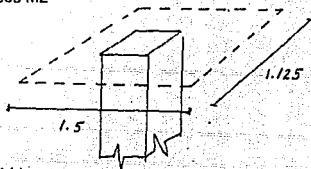
$$P = A \cdot C \quad C = P / A$$

$$C = (0.3 \cdot E) / [(W/d)^2]$$



a) Area Tributaria (Puntales de 1.5 m)

$$AT = 1.5 \times 1.125 = 1.688 \text{ m}^2$$



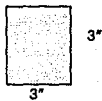
$$\text{Carga} = 680 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 1.688 \times 680 = 1,147.5 \text{ kg}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra:

$$f_c = 143.5 = 143.5 \cdot 0.4 = 57.4 \text{ kg/cm}^2$$

Suponiendo Puntales de 3" x 3"



$$d = 3" = 2 \frac{5}{8}" = 6.67 \text{ cm}$$

$$A = (6.67)^2 = 44.46 \text{ cm}^2$$

$$E = 95,000 \quad \text{dato}$$

$$C = (0.3 \cdot E) / (l/d)^2$$

$$C = 0.3 (95,000) / (240 / 6.67)^2 = 27.83$$

$$P_{\text{adm}} = 27.83 \times 44.46 = 1,237 \text{ kg}$$

$$1,237 > 1,147 \text{ (Peso admisible)}$$

12.- REVISION DE ESFUERZOS DE COMPRESION EN LOS APOYOS

Apoyo de viga madrina en el puntal

$$\text{Area de apoyo} = 4.13 \times 6.67 = 27.55 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esf. admisible perp. a la fibra} = 54.20 \times 0.4 = 21.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 1,147.50 / 27.55 = 41.65$$

$$41.65 > 21.68 \quad \text{no pasó y por lo tanto requiero más área}$$

$$\text{Area requerida} = 1,147.5 / 21.68 = 52 \text{ cm}^2$$

Se podrá usar una placa metálica de 2" x 5" (5.08 x 12.7 cm)

$$\text{Area} = 4.13 \times 12.7 = 52.45 \text{ cm}^2$$

Apoyo de larguero en viga madrina

$$\text{Area de apoyo} = 4.13 \times 4.13 = 17.06 \text{ cm}^2$$

Carga de los largueros sobre la viga:

$$C = (680 \times 0.75) \times 1.125 = 573.75 \text{ kg}$$

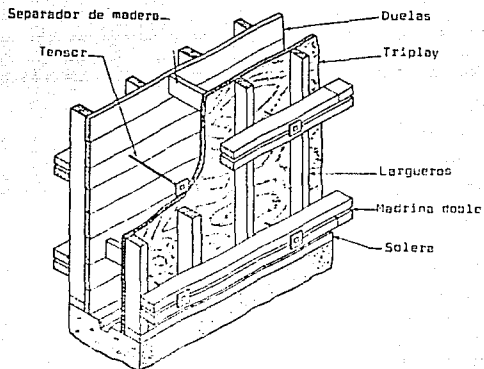
$$f = 573.75 / 17.06 = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

Según reglamento:

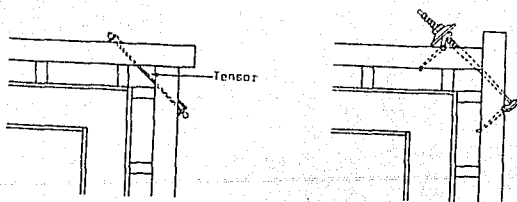
Sobre apoyos menores de 15 cm de longitud localizados a 7 cm o más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor:

$$L + 1 \text{ cm} / L = 4.13 + 1 / 4.13 = 1.24$$

$$f_{ad} = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$



Cimbra típica para muro; muestran varias alternativas de materiales, el separador con frecuencia parte del tensor.



Varias formas de fijar esquinas

CONCLUSION

El diseño de las estructuras de concreto actuales es tan variado, que un solo sistema de apuntalamiento y cimbrado podrá satisfacer con seguridad el soporte y dará la correcta forma a nuestra estructura.

La facilidad de uso y sencillez de la instalación son 2 factores esenciales en la selección de una cimbra, y deberán considerarse en todo momento bajo las condiciones existentes en el patio de la obra.

Cualquiera que sea el material adoptado, el diseñador deberá estar en estrecho contacto con las compañías que fabriquen y distribuyan tanto los productos para confinar al concreto, como los elementos, equipos y herramientas para la sujeción y remoción de las cimbras. Es tarea nuestra mantenernos al tanto acerca de los nuevos desarrollos de tecnología, tratamientos y procedimientos apropiados que agilicen, abaraten o faciliten nuestra labor en la construcción.

BAJADA DE CARGAS PARA MATERIALES COMUNES
DISEÑO ESTRUCTURAL

I.- PIEDRAS NATURALES	δ en T/m ³	
	MAX.	MIN.
ARENISCAS	2.50	1.80
BASALTO	2.60	2.40
GRANITO	2.60	2.40
MARMOL	2.80	2.50
PIZARRAS	2.80	2.30
TEPETATES	SECO	1.60 .75
	SATURADO	1.90 1.30
TEZONTLE	SECO	1.20 .70
	SATURADO	1.60 .10

II.- SUELOS		δ en T/m ³	
		MAX.	MIN.
ARENA	SECA SUELTA	1.70	1.40
	SECA COMPACTADA	1.90	1.60
GRAVA	SATURADA	2.00	1.80
ARCILLA TIPICA	D.F.	1.40	1.20
ARCILLA SECA		1.20	.90
	SUELTO HUMEDO	1.30	1.00
LIMOS	COMPAC. "	1.60	1.30
ARCILLA C/GRAVA	COMPACTA	1.70	1.40
	SECO	2.20	1.60
RELLENO COMPAC.	SATURADO	2.30	2.00
CASCAJO		1.60	1.20

III.- PIEDRAS ASFALTICAS		δ en T/m ³	
		MAX.	MIN.
CONCRETO SIMPLE	CLASE I	2.30	2.10
	CLASE II	2.10	1.90
CONCRETO REFORZADO	CLASE I	2.40	2.20
	CLASE II	2.20	2.00
MORTERO DE CAL Y ARENA		1.80	1.50
MORTERO DE CEMENTO Y ARENA		2.10	1.90
TABIQUE DE BARRO HECHO A MANO		1.50	1.30
TABIQUE PRENSADO O EXTRUIDO		2.10	1.60
BLOQUE DE CONCRETO	PESADO	2.10	1.90
	INTERMEDIO	1.70	1.30
	LIGERO	1.30	.90
MAMPOST. PIEDRAS NATURALES		2.50	2.10

bH

IV.- MADERAS		δ en T/m ³	
		MAX.	MIN.
PESADAS			
ENCINO	SECO	1.10	.65
	SATURADO	1.30	.85
MEDIANAS			
TROPICALES	SECO	.95	.70
	SATURADO	1.10	.80
ENCINO ROJO	SECO	.95	.65
	SATURADO	1.00	.75
LIVIANAS			
PINO	SECO	.65	.50
	SATURADO	.90	.60
OYAMEL	SECO	.65	.40
	SATURADO	.75	.50

V.- RECUBRIMIENTOS		δ en kg/m ²	
		MAX.	MIN.
AZULEJOS		15.00	10.00
MOSAICO DE PASTA		35.00	25.00
GRANITO O TERRAZO	20 x 20	45.00	35.00
	30 x 30	55.00	45.00
	40 x 40	65.00	55.00
LOSETA ASFALTICA O VINILICA		10.00	5.00
LAMINA ASBESTO (6 mm)		15.00	10.00
MADERA CONTRACHAPEADA (6 mm)		4.00	3.00
TABLERO DE YESO (12 mm)		14.00	11.00
TABLERO D VIRUTA CEMENT. (38 mm)		30.00	20.00
CIELO RASO C/ MALLA Y YESO (25 mm)		60.00	40.00
PLAFON ACUSTICO (25 mm)		7.00	4.00
APLANADO DE CEMENTO (25 mm)		85.00	50.00
APLANADO DE YESO (25 mm)		50.00	30.00
ENLADRILLADO (20 mm)		40.00	30.00

VI.- MURDOS		δ en kg/m ²	
		MAX.	MIN.
TABIQUE DE BARRO A MANO (14 cm)		240.00	190.00
BLOCK HUECO CONCRETO (15 cm)	15 x 20 x 40	210.00	190.00
" "	TIPO INTERMEDIO (15 cm)	180.00	160.00
" "	TIPO LIGERO (20 cm)	150.00	130.00
" "	TIPO INTERMEDIO (20 cm)	230.00	200.00
TABIQUE CONCRETO MACIZO (15 cm)		250.00	220.00
" "	PESADO (15 cm)	310.00	280.00
TABLAROCA 2 HOJAS DE 1/2 "		50.00	40.00
FALSO PLAFOND		30.00	60.00
VIDRIO		2.60	T/m ³
YESO		1.10	T/m ³
ASFALTO		1.30	T/m ³
ACERO		7.80	T/m ³
ALUMINIO		2.70	T/m ³

T Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cant/Rend	Parcial	Total
---------	-------------	--------	-------	-----------	---------	-------

Precio: CIM1 (M2) CIBERA COMUN EN LOSA CON TARIMAS DE 50 x 100 CM.

===== Capitulo 1. MATERIAL =====						
E 05	MADERA PINO 3a. EN DUELA 1" x 4"	PT	1,830.00	X 1.010000	\$1,848.30	
E 10	MADERA DE PINO 3a. EN BARROTE 2"x4"	PT	1,830.00	X 0.226000	\$413.58	
E 15	MADERA DE PINO 3a. EN LJPOLIN 4"x4"	PT	1,429.00	X 2.040000	\$2,915.16	
E 00	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	2,139.00	X 0.350000	\$748.65	
E 06	DIESEL	LTO	750.00	X 0.700000	\$525.00	
E 25	TARIMA P/CINBRA PINO 3a 1.0 x 0.5 m	PZA	7,290.00	X 0.366600	\$2,672.51	

					\$9,123.20	
TOTAL DE MATERIAL						\$9,123.20

===== Capitulo 2. MANO OBRA =====						
E 0590	CUADRILLA B #1 CARPINTERO + 1 AYTE.	JOR	55,084.90	X 0.093400	\$5,144.93	

					\$5,144.93	
TOTAL DE MANO OBRA					5,144.93 /	\$480.83

===== Capitulo 3. HERRAMIENTA =====						
2 HER	HERRAMIENTA MANUAL	%	0.05	X 480.830000	\$24.04	

					\$24.04	
TOTAL DE HERRAMIENTA						\$24.04

Costo Directo		\$9,628.07
33.00 % COSTO INDIR	\$3,177.26	\$12,805.33
10.00 % UTILIDAD	\$1,280.53	\$14,085.86
Precio Unit		\$14,085.86

CUBICACION DE CONCRETO Y CIMBRA

OBRA:
 CLIENTE:

PLANO DE:
 PLANO No:
 NIVEL:

DE FECHA:

ELEMENTO	LOCALIZACION EJES	CANTIDAD DE ELEM.	SECCION b x h	LONGITUD L	CONCRETO m ³	CIMBRA m ²
TESIS PROFESIONAL: JCSF					SUMA TOTAL	

CAPITULO IV

MAMPOSTERIA

MAMPOSTERIA

La mampostería es el elemento estructural resultante de la unión de piezas formadas por disitintos materiales, naturales o artificiales, con un mortero que contribuye a la ligazón entre éstas y que influye en las características del elemento estructural que se forma.

PIEZAS NATURALES:

Las mamposterías de piezas naturales se conocen como mamposterías de 2a. ó 3a. clase según la regularidad de las piedras que las componen. Una mampostería de 2a. se forma con sillares de piedra labrada de forma más o menos regular, a diferencia de la mampostería de 3a. que se forma con piedra natural (braza).

Las piedras que se empleen deberán estar limpias y sin rajaduras, no se emplearán piedras que presenten formas de laja. Se deberán mojar completamente antes de proceder a su colocación para que éstas no absorban la humedad del mortero, así mismo deberá vigilarse el perfecto cuatrapeo para lograr el amarre correcto entre las piedras, se procurará que toda la piedra grande quede en la parte inferior y conforme se disminuye el tamaño de la piedra se podrá ir ascendiendo en la estructura. Deberán eliminarse mediante piedras chicas y mortero (cuñas) todos aquellos huecos que se presenten entre piedras de mayor tamaño.

PIEZAS ARTIFICIALES:

Las piezas artificiales con las que se puede construir una mampostería pueden agruparse en dos grandes variedades:

1.- De barro

Las piezas de barro en estado natural toman comúnmente el nombre de adobe, el cual si es protegido del intemperismo y reforzado convenientemente, constituye un sistema constructivo que resulta económico y seguro. Estas piezas de adobe tienen generalmente dimensiones de: 10 * (30 - 40) * (40 - 60) cm. (peralte, ancho, largo) y aparte del barro se les agrega usualmente arena y/o paja para mejorar ligeramente algunas de sus propiedades (resistencia a tensión, agrietamiento por secado; etc.)

Las piezas con barro cocido son las más conocidas en nuestro medio; las dimensiones nominales con las que se fabrican son 7 * 14 * 28 cm., pero comúnmente son de 6 * 12 * 24 cm. El proceso de fabricación consiste en formar adobes mediante un amasijo de barro con arena, y en algunas ocasiones desperdicios industriales, para después someterlos a un proceso de cocción que tiene por principal resultado mejorar las propiedades mecánicas.

2.- De cemento

Las piezas que contienen agregados pétreos y cemento constituyen una parte importante de las que se emplean para la construcción de muros. Son principalmente dos los tipos de piezas: Bloques y Tabiques.

- Bloques de concreto.-

Existen por lo general 3 tipos de bloques: ligero, intermedio y pesado. Se clasifican así por el peso de las piezas. Los bloques ligeros están fabricados con agregados de bajo peso volumétrico por lo que se recomienda su empleo solo en interiores; los de tipo intermedio y pesados contienen arenas, y en ocasiones gravas andesíticas, sufriendo el último tipo un proceso de compactación por vibrado que hace que aumente su peso volumétrico y que mejoren sus características de resistencia.

- Tabiques de concreto.-

A éstos se les llama generalmente tabicónes y existe una gran variedad según el tipo de agregado que se emplee, por lo mismo, existe una gran variabilidad en sus propiedades.

MORTEROS.-

La resistencia de la mampostería no sólo depende de las propiedades de las piezas sino también del mortero que las une. El índice más representativo de la resistencia que tendrá una mampostería es el proporcionamiento del mortero. Este proporcionamiento usualmente es por volumen y se representa mediante 3 identificadores (A:B:C); el primero indica la cantidad de la mezcla, el segundo las proporciones de cal y el tercero la cantidad de arena de la mezcla, ejemplo 1 : 0 : 3; 1 : ½ : 4.

Estos morteros se emplearán para la construcción de mamposterías de bloques y tabiques tradicionales (barro, cemento o sílico-calcareos), en caso de piezas de materiales distintos, deberán emplearse los tipos de morteros recomendados por el fabricante.

El mortero se elaborará con la cantidad mínima de agua necesaria para obtener una pasta manejable. Para el mezclado y remezclado se respetarán los siguientes requisitos:

- Mezclado: la consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con la fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente cuidando que el tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no sea menor de 3 minutos.
- Remezclado: si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse agregándole agua hasta que adquiera nuevamente la consistencia deseada. Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2.5 hrs. a partir del mezclado inicial.



PROPORCIONAMIENTO DE MORTERO

Proporción Volumétrica	Consumo por metro cúbico de mezcla	
	Mortero (Kg)	Arena (m3)
1:2	566	0.859
1:3	432	0.984
1:4	349	1.061
1:5	294	1.116
1:6	254	1.156
1:7	224	1.193
1:8	200	1.218
1:9	182	1.246
1:10	167	1.265
1:11	154	1.285
1:12	163	1.303

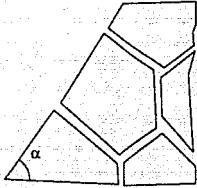
Al cemento de albañilería se le debe considerar un volumen de 0.038 m³ (38 litros) por saco de 50 kg. o sea 1.316 kilogramos por litro.

$$W \text{ mortero} = 1.316 \text{ kg/lt} = 1.3 \text{ ton/m}^3$$

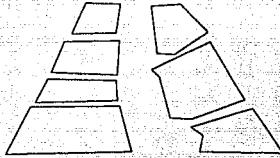
$$W \text{ cemento} = 2.400 \text{ kg/lt} = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

MAMPOSTERIA

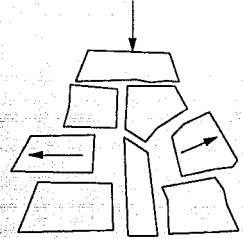
LINDEROS



INCORRECTO



INCORRECTO



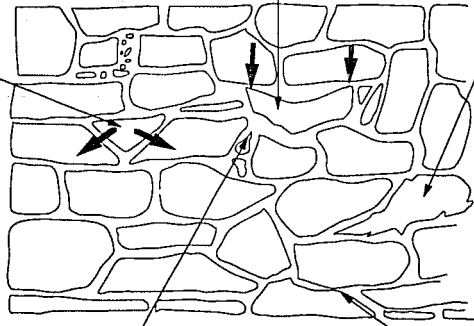
EVITAR CARAS CONCAVAS

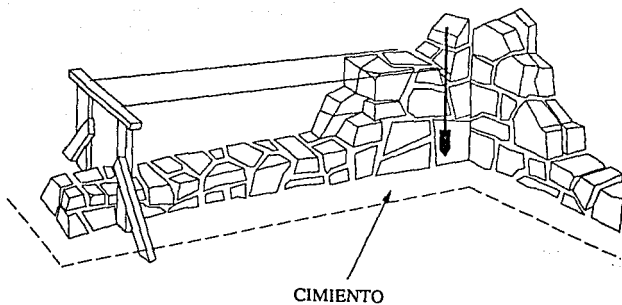
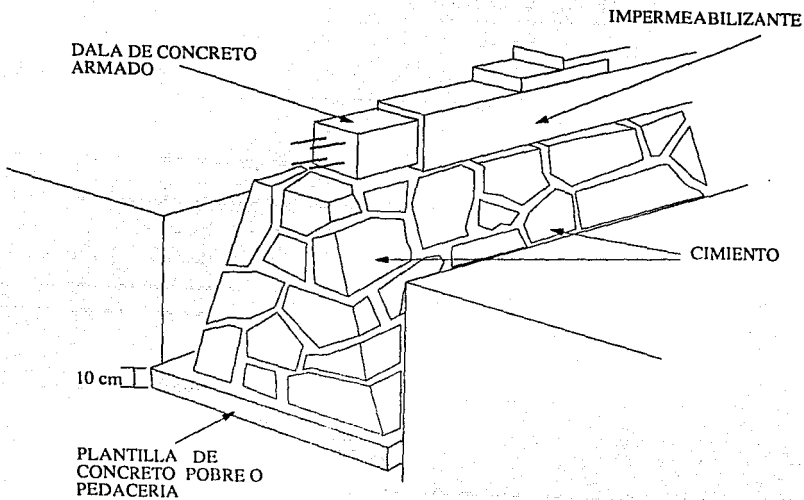
EVITAR ARISTAS AGUDAS

EVITAR EFECTO DE CUÑA

EVITAR JUNTAS GRUESAS

EVITAR JUNTAS APRETADAS





REQUISITOS DE ESTRUCTURACION:

MUROS DIAFRAGMA:

En construcciones cuya estructura principal es a base de marcos de concreto o acero, existen frecuentemente muros de mampostería que llenan claros entre columnas formados por un diafragma que incrementa notablemente la rigidez del conjunto ante cargas laterales. Si se desprecia en el análisis el efecto de estos muros, pueden cometerse errores muy serios en la estimación de las fuerzas que actúan en los distintos elementos. Se tienen en estos casos dos opciones: desligar los muros para que los movimientos de la estructura no les afecte (aspecto difícil de lograr) o no desligarlos y revisar que los esfuerzos y deformaciones que se inducen en la estructura puedan ser resistidos por la mampostería. En caso de desligar los muros hay que procurar que la holgura entre marco y muro sea suficientemente amplia para permitir los desplazamientos laterales sin que se llegue a tener contacto con los muros y proporcionar a los mismos resistencia a los empujes normales a su plano por medio de refuerzo, o de apoyos deslizantes sobre la estructura principal. Los muros no desligados de una estructura a base de arcos reciben el nombre de muros - diafragma y su función es rigidizar a la estructura para el efecto de fuerzas laterales. En este caso las columnas y vigas, en una zona igual a una cuarta parte de su longitud libre medida a partir de cada esquina, deberán ser capaces de resistir, cada una, una fuerza cortante igual a la cuarta parte de la que actúa sobre el tablero.

MUROS CONFINADOS:

El refuerzo con dalas y castillos en México es práctica común que ha demostrado dar lugar a un comportamiento sísmico muy aceptable para construcciones de varios niveles estructuradas a base de muros de carga. A muros reforzados en esta forma se les conoce con el nombre genérico de muros confinados.

Para que el confinamiento sea adecuado, deberán existir castillos por lo menos en los extremos de los muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que 1.5 veces su altura o a 4 m. Además se debe colocar una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado. En muros altos deberán existir dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m.; también se colocarán elementos de refuerzo en el perímetro de todo hueco cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la del muro en la misma dirección.

MUROS CON REFUERZO INTERIOR:

El refuerzo de muros de piezas huecas colocando barras verticales en los huecos de las piezas y barras horizontales en piezas especiales o en las juntas entre hiladas, es un procedimiento que se está empleando cada vez con mayor frecuencia en diversos países en zonas sísmicas, aún en edificios relativamente altos. En México su difusión ha sido limitada principalmente

por la dificultad de supervisar la construcción para asegurar que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo dispuesto en los planos. Es usual llenar todos los huecos de las piezas con un concreto o mortero muy fluido, obteniendo así un elemento prácticamente monolítico similar a un muro de concreto y en el que se pueden emplear para el cálculo del refuerzo criterios semejantes a los especificados para muros de concreto.

MUROS SIN REFUERZO:

Los muros no reforzados deben evitarse en zonas de alta sismicidad. En los reglamentos nacionales se especifican factores de reducción de resistencia muy drásticos de manera que sólo en estructuras secundarias pequeñas pueda resultar económico estructurar a base de muros no confinados.

En México las construcciones a base de muros de carga de mampostería han sido muy populares en edificios de pocos pisos, principalmente con la modalidad de reforzar los muros con dadas y castillos. El límite usual en edificios ha sido de 5 o 6 pisos, aquí se llegan a fabricar comercialmente tabiques de barro extruido con resistencia de 400 kg/cm².

La ventaja principal del empleo de muros de carga es que el mismo elemento que sirve para subdividir espacios y para dar aislamiento, tiene función estructural. Otras ventajas son que el sistema constructivo no requiere de equipo elaborado y costoso y en el intensivo en uso de mano de obra no muy especializada.

La mayor parte de los daños materiales y pérdidas de vidas humanas a raíz de temblores importantes han sido debido al colapso de construcciones de viviendas de uno a cinco niveles. Las razones principales de estos colapsos han sido: el empleo de materiales de baja resistencia, o cuya resistencia se deteriora rápidamente con el tiempo, el uso de procedimientos constructivos que no permiten una liga adecuada de los muros entre sí y la adopción de soluciones a base de muros muy altos con pocas separaciones interiores y con techos muy pesados o poco rígidos.

En muchos casos la adopción de estas formas constructivas se debe a la falta de recursos económicos que hace que se puedan emplear sólo materiales que se pueden obtener prácticamente sin costo en el lugar, como el lodo, la piedra, la madera, etc. y sólo permite adoptar procedimientos constructivos que puedan ser realizados directamente por los habitantes. No resulta muy difícil encontrar modificaciones a estos sistemas de manera que, sin que se requiera un costo adicional y sin cambiar radicalmente las características de las viviendas, se obtenga una seguridad adecuada con el efecto de sismos.

Cuando se trata de viviendas en las que se pueda invertir en materiales comerciales, como el ladrillo, el cemento y el acero, puede obtenerse seguridad adecuada contra sismos, y a la vez condiciones de habitabilidad favorables, mediante el empleo de muros de mampostería, de piezas de barro o de bloque de concreto, reforzado en distintas formas para proporcionar una mayor resistencia y continuidad al conjunto. En años recientes se ha incrementado notablemente el conocimiento del comportamiento sísmico de estos elementos estructurales, lo cual ha permitido la elaboración de recomendaciones específicas para el diseño y construcción de muros de mampostería en zonas sísmicas.

INOVACIONES EN LA MAMPOSTERIA

REFUERZOS ESPECIALES EN LA MAMPOSTERIA :

Con el fin de mejorar la ductilidad de los muros y reducir el deterioro de su rigidez y resistencia, la adición de barras de refuerzo pequeño diámetro (4 mm.) y de alta resistencia en las juntas horizontales aumenta ligeramente la resistencia, restringe la propagación del agrietamiento del muro y reduce el deterioro ante la repartición de cargas.

MAMPOSTERIA CON JUNTA SECA Y CON REFUERZO EN LAS CARAS EXTERIORES:

La mampostería con junta seca consiste en colocar las piezas sin mortero en las juntas formando el muro por la simple sobreposición de las piezas, la liga estructural se logra a través de piezas machimbradas en las que se produzca un anclaje mecánico de las piezas, o mediante un aplanado en las dos caras del muro que proporcione continuidad al conjunto. La principal ventaja es la rapidez en la construcción.

MAMPOSTERIA CON MORTEROS DE ALTA ADHERENCIA:

Cuando se emplean piezas de buena calidad (tabiques extruídos, bloques de concreto de tipo pesado) la resistencia al cortante del muro está regida por la adherencia entre el mortero y las piezas; si se mejora dicha adherencia se puede alcanzar la máxima resistencia del muro regida entonces por la falla a tensión de las piezas.

MAMPOSTERIA POSTENSADA:

La capacidad de carga de muros de mampostería está limitada por su baja resistencia a esfuerzos de tensión producidos por flexión o fuerzas cortantes. La resistencia a estos efectos puede mejorarse sustancialmente si se introducen en los muros esfuerzos de compresión mediante técnicas de postensado.

Un problema aún no analizado es el de la vivienda rural. La mayor parte de los daños materiales y pérdidas de vida a raíz de temblores se debe al colapso de construcciones de vivienda de bajo costo. En estas construcciones se emplean materiales de baja resistencia que se deteriora rápidamente con el tiempo. Se usan además procedimientos constructivos que no permitan una buena liga de los muros entre sí y con el techo. La adopción de estas formas constructivas se debe, en la mayoría de los casos, a la falta de recursos económicos que obliga al empleo, por parte de los futuros propietarios, de materiales que se obtienen prácticamente sin costo en el lugar y que sean los mismos propietarios quienes apliquen sus propios procedimientos de construcción.

T Clave	Descripción	Unidad	Costo	Cant/Rend	Parcial	Total
Precio: MAM1 (M3) CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA GRASA ASENTADA CON MORTERO CALHIDRA-AREN A 1:3						
===== Capítulo 1. MATERIAL =====						
E 0270	PIEDRA BRASA	M3	19,830.00 X	1.600000	\$31,728.00	
E 0200	MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:3	M3	49,481.00 X	0.340000	\$16,823.54	

TOTAL DE MATERIAL					\$48,551.54	\$48,551.54
===== Capítulo 2. MANO OBRA =====						
E 0410	CUADRILLA M (1 ALBAÑIL + 1 PEON)	JOR	55,075.80 X	0.384600	\$21,182.15	
TOTAL DE MANO OBRA					\$21,182.15	\$8,146.98
===== Capítulo 3. HERRAMIENTA =====						
2 HER	HERRAMIENTA MANUAL	%	0.05 X	8146.980000	\$407.35	
TOTAL DE HERRAMIENTA					\$407.35	\$407.35
Costo Directo						\$57,105.87
33.00 % COSTO INDIR					\$18,844.94	\$75,950.81
10.00 % UTILIDAD					\$7,595.08	\$83,545.89
Precio Unit						\$83,545.89

CAPITULO V

ESTRUCTURAS METALICAS

ESTRUCTURA METALICA

Los aceros estructurales están disponibles en muchas formas de productos y ofrecen una alta resistencia inherente. Tienen un módulo de elasticidad muy alto, de manera que las deformaciones bajo cargas son muy pequeñas. Además, los aceros estructurales poseen alta ductilidad. Tienen una relación esfuerzo - deformación unitaria en forma lineal, incluso para esfuerzos relativamente altos y su módulo de elasticidad es aproximadamente el mismo a tensión que a compresión. Por lo tanto, el comportamiento de los aceros estructurales bajo cargas de trabajo puede predecirse en forma casi exacta por medio de la Teoría Elástica. Los aceros estructurales se fabrican bajo condiciones de control, lo que garantiza al comprador alta calidad uniforme.

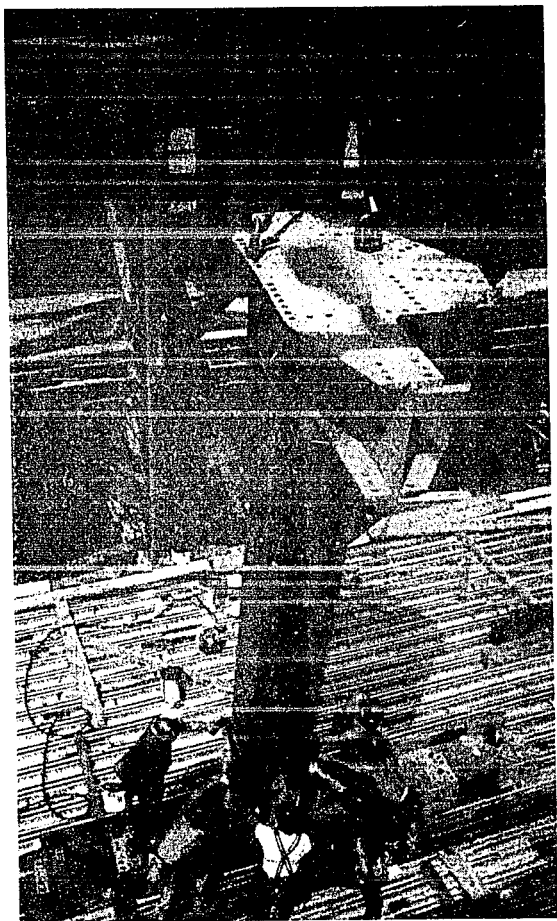
Las siguientes definiciones ayudan a entender las propiedades del acero:

-El límite de fluencia " F_y " es el esfuerzo unitario al cual la curva esfuerzo deformación unitaria exhibe un aumento bien definido en deformación sin aumento en el esfuerzo.

-La resistencia en la tensión o última resistencia es el esfuerzo unitario máximo que puede alcanzar en un ensayo a la tensión.

-El módulo de elasticidad " E " es la pendiente de la curva esfuerzo - deformación unitaria.

-La ductilidad es la capacidad del material para ser sometido a deformaciones inelásticas sin fracturas.



PERFILES DE ACERO ESTRUCTURAL.-

La mayor parte de los aceros estructurales usados en la construcción de edificios se fabrica a partir de perfiles laminados. En los puentes, se utilizan mucho las placas, ya que las vigas que salvan los claros de éstos, algunas veces de más de 30 metros, son generalmente secciones compuestas.

En el mercado existe una extensa variedad de secciones y perfiles compuestos:

Se denominan perfiles W (perfiles de patín ancho), perfiles S (secciones I normales), perfiles M (diversos), ángulos, canales y barras.

En general, los perfiles de patín ancho son las secciones de viga más eficaces; tienen una alta proporción del área de la sección transversal en los patines y, así, una alta relación del módulo de sección respecto al peso.

En obra se puede disponer de perfiles tubulares estructurales cuadrados, rectangulares y redondos con una gran variedad de resistencia de fluencia para cada uno de ellos. Los perfiles tubulares son adecuados para columnas a causa de su simetría, son particularmente útiles en los edificios bajos y en donde están expuestos para efectos arquitectónicos.

TOLERANCIAS PARA PERFILES ESTRUCTURALES.-

La especificación ASTM A-6 registra las tolerancias de fabricación en acero - laminado para placas, perfiles, tablaestacas y barras. Están incluidas las tolerancias para el laminado, corte, área de la sección, peso, extremos fuera de escuadra y curvatura. El *Steel Construction Manual*, (*American Institute of Steel Construction*), contiene tablas para aplicar estas tolerancias.

ARRIOSTRAMIENTO.-

Hay 2 clasificaciones generales de arriostramiento para construcciones de edificios:

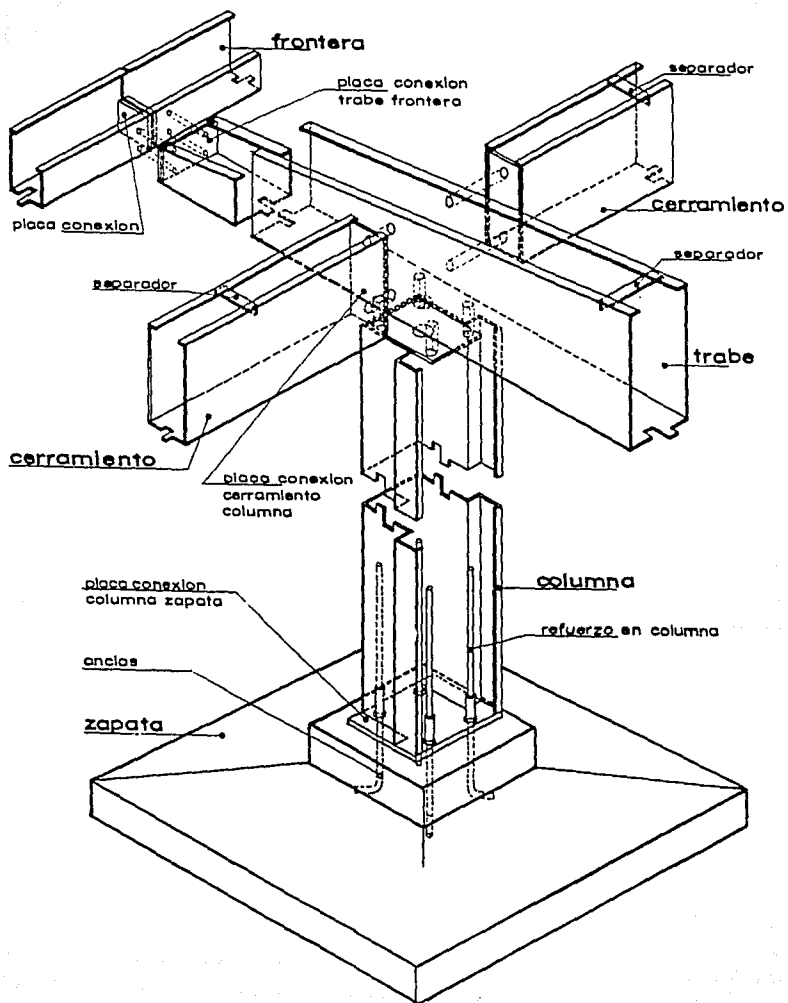
- *Arriostramiento contra ladeo para cargas laterales.*
- *Arriostramiento lateral para aumentar la capacidad de vigas y columnas individuales.*

Los edificios tanto de poca como de mucha altura requieren arriostramiento para proveer estabilidad a la estructura y para resistir cargas laterales por fuerzas sísmicas o de viento.

Las conexiones para lograr dichos arriostramientos pueden ser con soldadura, remaches o pernos, o bien una combinación de soldaduras y pernos. Las conexiones de placa de extremo con soldadura de taller y sujeción de pernos en el campo son una alternativa económica.

En muchos casos, las conexiones para momentos pueden usarse en marcos de acero para proveer continuidad y para reducir el peso total del acero. Este tipo de estructura es muy conveniente para la construcción soldada; las conexiones para momento hechas totalmente con pernos pueden ser además de difíciles, muy costosas.

En los edificios de baja altura y en los últimos pisos de los edificios altos, las conexiones para momentos pueden diseñarse para resistir sólo las fuerzas laterales. Aunque el peso total de acero es más grande con éste tipo de diseño, las conexiones son ligeras y generalmente poco costosas.



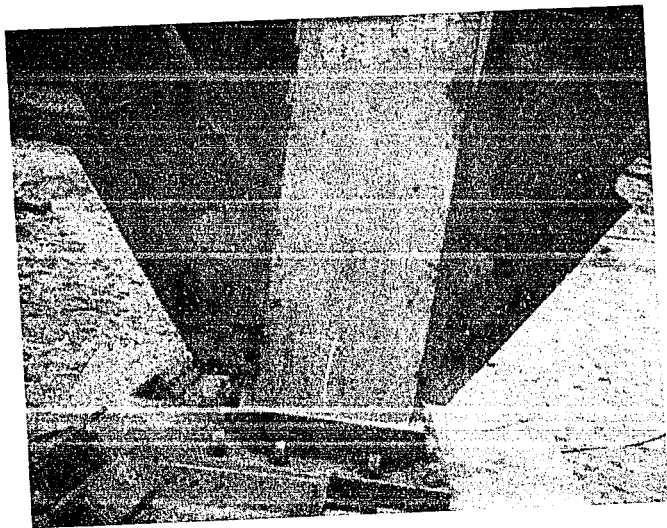
ELEMENTOS MECANICOS PARA SUJECION.-

Los remaches hechos a partir de acero en barras se realizan remachando la pieza caliente (rojo cereza) con martillos o pistolas neumáticas, hidráulicas o eléctricas. En los talleres se usan grandes máquinas remachadoras para su producción. La AASHTO (*American Association of State Highway Transportation Officials*) permite el remachado en frío de remaches de 3/8 " de diámetro y menores. Todos los remaches de tamaño mayor se deberán calentar hasta un rojo cerezo claro, y todos los remaches de más de 7/8" de diámetro se deberán remachar mecánicamente.

Por razones económicas los pernos y las soldaduras se prefieren a los remaches. Los pernos sin acabado se usan sobre todo en construcción de edificios, en donde no existe el problema de deslizamiento ni de vibración. Caracterizados por la cabeza y tuerca cuadradas, también se conocen como tornillos de máquina, comunes o bastos.

I.- CONEXIONES DE APLASTAMIENTO VS. CONEXIONES DE FRICCION.-

Hay 2 tipos de conexiones con pernos para puentes y edificios, el tipo de aplastamiento y el tipo de fricción. A las conexiones de tipo aplastamiento se les permiten esfuerzos de corte más altos. Así, requieren menos pernos. Las conexiones del tipo fricción ofrecen mayor resistencia a cargas repetidas y, por tanto, se usan cuando las conexiones están sujetas a inversión de



esfuerzos o cuando el deslizamiento sería indeseable.

Los ensayos han demostrado que la resistencia última de ambas conexiones es aproximadamente la misma. La mayor parte de las construcciones de edificios se hace con conexiones de tipo aplastamiento.

Apretamiento de los pernos:

Los pernos de alta resistencia se aprietan con una llave calibrada o por el método de "Vuelta de la Tuerca". Las llaves calibradas son mecánicas y tienen un corte automático fijo para un par determinado. El módulo de "Vuelta de la Tuerca" requiere ajustar las partes que se van a unir y luego dar vuelta a la tuerca en una cantidad especificada. Se especifica de 1/3 a 1 vuelta, incrementando cuando se requiera el número de vueltas para pernos largos o para los que conectan partes con superficies de pendiente suave.

La acción de apretar demasiado a un perno no es comúnmente un problema serio. El perno trabaja bien tanto en la región plástica como en la elástica. Si el apretado es excesivo, habrá falla; en este caso, el operario sólo necesita reemplazar el perno. La falta de apretado causará la fricción insuficiente en una conexión del tipo fricción o el consiguiente aflojamiento de tuerca que puede causar la falta de conexión.

II.- CONEXIONES SOLDADAS.-

Se distinguen dos sistemas generales de soldadura: los que utilizan las propiedades de combustión de ciertos gases y los que emplean la energía eléctrica.

La soldadura oxiacetilénica utiliza las propiedades de la llama obtenida por la combustión de una mezcla de oxígeno y acetileno. La mezcla del gas

de hace en el soplete por cuyo extremo sale la llama. La alta temperatura y las propiedades reductoras de la llama le dan sus propiedades soldantes. Cuando el espesor de las piezas que han de unirse alcanzan un cierto valor, se funden en la llama anillos de metal de aportación.

Entre los procedimientos eléctricos, se distinguen los de resistencia y los de arco.

La soldadura por resistencia comprende el sistema de aproximación a tope, el de chispa y la soldadura por puntos.

En el sistema de unión a tope, se ponen en contacto los 2 extremos del metal a soldar y se les calienta al paso de una elevada corriente eléctrica de baja tensión.

El sistema de soldadura por chispa consiste en separar y aproximar rápidamente los extremos de las piezas a soldar colocadas en un mismo circuito eléctrico. Las chispas que se producen en cada separación calientan el metal. En el momento de la aproximación, las 2 piezas son fuertemente prensadas entre sí.

En la soldadura por arco, se forma un arco eléctrico entre las piezas que se sueldan y el electrodo sostenido por el operador con algún tipo de maneral o por una máquina automática. El arco es una chispa continua, que parte de un electrodo a las piezas que se sueldan, provocando la fusión. La resistencia del aire o gas entre el electrodo y las piezas que se sueldan, cambia la energía eléctrica en calor. Se produce el arco a una temperatura que fluctúa entre los 6,000 y 10,000° F (3,200 o 5,000° C). A medida que el extremo del electrodo se funde, se forman pequeñas gotas o globulitos de metal fundido que son forzadas por el arco hacia las piezas por unir, penetrando en el metal fundido para formar la soldadura. El grado de penetración puede controlarse con precisión por la corriente consumida.

Las reglas generales de economía no se aplican igual a los distintos tipos de conexión, cada trabajo se debe analizar individualmente, estudiando y ejecutando con cuidado cada uno de ellos, porque una soldadura mal hecha desde cualquier punto de vista puede originar además de la ruina de la construcción, cuantiosas pérdidas materiales y en el peor de los casos lamentables pérdidas en vidas humanas. La calidad de una soldadura y la seguridad de su ensamble dependen esencialmente del metal de base de aportación, de la habilidad del soldador y del cuidado con que se realice dicha soldadura.

METAL DE BASE.-

La calidad del metal de base es, naturalmente, un elemento importante en la resistencia de las juntas soldadas. En efecto, durante la ejecución de la soldadura, el metal se transforma y si no tiene calidad suficiente, adquirirá fragilidad.

Preparación.-

-La superficie sobre la cual es depositado el metal de soldadura deberá ser lisa, uniforme y libre de finos, desgarres, grietas y otras discontinuidades las cuales afectarían adversamente a la calidad y resistencia de la soldadura.

Estas superficies y las adyacentes a la soldadura deberán estar libres de escamas gruesas, escoria, humedad grasa y otros materiales extraños que impedirían una soldadura apropiada o que produzcan gases dañinos.

-Para la limpieza se pueden usar solventes, esmeriladoras, cepillos de alambre, etc.

INSPECCION VISUAL ANTES DEL PROCESO DE SOLDADURA.-

La preparación de las juntas deberá estar de acuerdo con los planos de fabricación y los códigos aplicables. El material deberá estar libre de manchas de pintura, grasa, óxido, aceite, escorias y en general cualquier materia extraña que pueda provocar discontinuidades superficiales.

Las paredes a unir no deberán presentar desalineamiento en ninguna dirección, respetando las tolerancias especificadas en los códigos aplicables.

EJECUCION DE LAS SOLDADURAS.-

Las soldaduras deben realizarse en la posición más favorable para el soldador y más racional para el procedimiento utilizado. Debe asegurarse, en la medida de lo posible, la libre dilatación de las piezas durante la ejecución de la soldadura.

En los montajes provisionales utilizados para presentar las piezas antes de la soldadura, no deben disponerse en ningún caso de taladros con la intención de rellenar los agujeros posteriormente con soldadura.

Para la soldadura al arco, la tensión debe ser suficiente y sensiblemente constante. El diámetro de los electrodos y la intensidad de la corriente de soldadura deben ser elegidos de manera que se obtenga una buena fusión del metal y una buena penetración.

En la soldadura acetilénica, debe mantenerse la presión del gas casi constante y el consumo debe regularse para una soldadura efectiva.

INSPECCION VISUAL DESPUES DEL PROCESO DE SOLDADURA

En ningún caso sobre el área a examinar habrá pintura, grasa, óxido, escorias y en general cualquier materia extraña que pueda interferir con los resultados.

Cada soldadura debe tener un ancho y un tamaño uniforme a lo largo de toda su longitud, además el cordón de vista (última capa de soldadura), no deberá tener ondulaciones ásperas, ranuras, traslapes, lomas o valles bruscos.

La soldadura terminada ha de tener una superficie suficientemente lisa para permitir una interpretación correcta para las pruebas no destructivas aplicables.

El esmerilado que se realice para satisfacer el acabado de las soldaduras, debe hacerse de tal manera que no se formen ranuras o se reduzca el espesor del material base adyacente a la soldadura.

Un minucioso exámen visual se realizará a probetas de muestra antes de las pruebas destructivas, en caso de encontrar cualquier anomalía, se detendrá la ejecución de dicha prueba.

PROTECCION DE LOS SOLDADORES.-

Los soldadores deben protegerse:

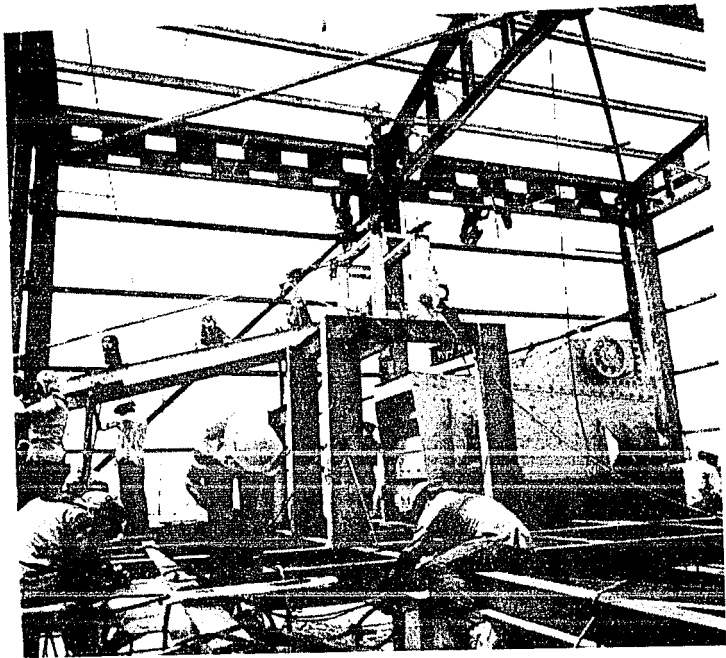
- Los ojos, contra la acción de los rayos ultravioleta, e infrarojos emitidos en el arco, mediante gafas o pantallas de vidrios especiales.
- Las manos, contra las quemaduras, mediante guantes especiales.

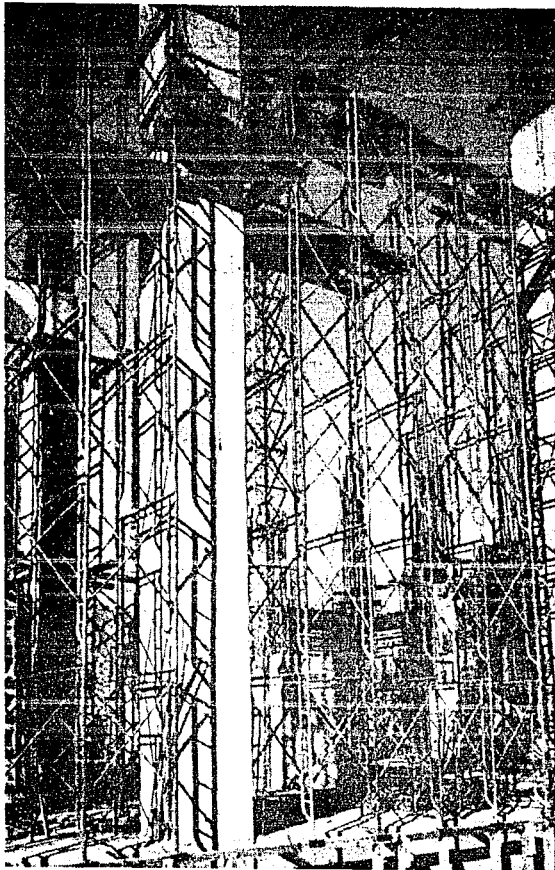
CALIFICACION DE SOLDADORES.-

Calificar a un soldador es la operación de someterlo a pruebas de habilidad, con el objeto de demostrar que dicha persona es capaz de producir uniones metálicas satisfactorias en el proceso y posición en que es calificada.

Si el cliente lo solicita, los soldadores designados para realizar la estructura deben ser examinados por un organismo oficialmente reconocido . A este efecto, cada soldador ejecuta en condiciones similares a las de la obra, una probeta soldada a tope para control de rayos X, y una probeta de soldadura en ángulo para un ensaye de abatimiento que permita juzgar la penetración de la soldadura.

- a) Se le entregarán todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para que el soldador realice su prueba, y se observará ésta durante su aplicación para así poder percatare de cualquier desviación del procedimiento.
- b) Se estampará sobre las probetas un número correspondiente al soldador para que realice su prueba. Las probetas deberán marcarse con el tipo de procedimiento y la posición en que se efectuó la prueba.
- c) Las probetas se llevarán a los laboratorios para realizarles las pruebas mecánicas respectivas.
- d) La aceptación de las pruebas estará de acuerdo con los estándares y códigos aplicables.
- e) El soldador que ejecutó la prueba será calificado en esa posición si todos sus resultados son aceptables.





VI.- Silencio al soldar.

VII.- Se requieren menos precauciones de seguridad para el público en áreas congestionadas en comparación con las necesarias para una estructura remachada (lanzamiento de remaches calientes = zona de alto riesgo).

VIII.- Se usan menos piezas y, como resultado, se ahorra tiempo en detalle, fabricación y montaje de la obra.



f) Bajo ninguna circunstancia los soldadores realizarán soldaduras de producción sin haber sido calificados previamente.

g) Se deberá extender a cada soldador una credencial que certifique el o los procesos en que ha sido calificado así como la posición o posiciones de aplicación del proceso de soldadura.

VENTAJAS DE LA SOLDADURA.-

I.- La primer ventaja está en el área de la economía, el uso de la soldadura permite grandes ahorros en el peso (15 al 20 %) del acero utilizado.

II.- La soldadura tiene una zona de aplicación mucho mayor que el remachado o apernado.

III.- Las estructuras soldadas son más rígidas, porque los miembros normalmente están soldados directamente uno al otro.

IV.- El proceso de fusionar las partes para unir, hace a la estructura realmente continua.

V.- Es más fácil realizar cambios en el diseño y corregir errores durante el montaje (y a menor costo), si se usa soldadura.

VI.- Silencio al soldar.

VII.- Se requieren menos precauciones de seguridad para el público en áreas congestionadas en comparación con las necesarias para una estructura remachada (lanzamiento de remaches calientes = zona de alto riesgo).

VIII.- Se usan menos piezas y, como resultado, se ahorra tiempo en detalle, fabricación y montaje de la obra.

* FACULTAD DE INGENIERIA *
 * U N A M *
 * TESIS PROFESIONAL: J.C.S.F. *

Sistema de precios unitarios y presupuestos
 Analisis De Precio Unitario

PAG. 4
 05/06/1992

T Clave	Descripcion	Unidad	Costo	Cant/Rend	Parcial	Total
=====						
Precio: EST1 (KG) FABRICACION DE ESTRUCTURA DE ACERPO ESTRUCTURAL A-36, FORMADA CON PERFILES SEMIPESADOS (DE 12 A 60 kg/m)						
=====						
Capítulo 1. MATERIAL						
E 2801	PERFILES PTR	TON	2,663,000.00	X 0.001100	\$2,929.30	
E 5130	SOLDADURA E-6013 DE 1/8"	KG	8,942.00	X 0.040000	\$357.68	
E 0095	PINTURA AN TICCORROSIVA- PRIMER COMEX	LTO	6,138.00	X 0.007000	\$42.97	
					\$3,329.95	
TOTAL DE MATERIAL						
						\$3,329.95
=====						
Capítulo 2. MANO OBRA						
E 0780	CUADRILLA E (1 SOLDADOR Y 2 AYTES.)	JOR	82,080.70	X 0.011100	\$911.10	
					\$911.10	
TOTAL DE MANO OBRA						
			911.10 /	90.000000		\$10.12
=====						
Capítulo 3. HERRAMIENTA						
2 HER	HERRAMIENTA MANUAL	%	0.05	X 10.120000	\$0.51	
					\$0.51	
TOTAL DE HERRAMIENTA						
						\$0.51
=====						
Costo Directo						
					\$1,102.39	\$3,340.58
33.00 % COSTO INDIR						\$4,442.97
10.00 % UTILIDAD					\$444.30	\$4,887.27
P r e c i o U n i t						\$4,887.27

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Las tecnologías orientadas al desarrollo de nuevos materiales exigen un profundo conocimiento de las debilidades y bondades que éstos tienen, a fin de desarrollar estructuras eficientes y seguras desde el punto de vista de su composición, no sólo estructural, sino ante otras variables como son la factibilidad de producción y los costos.

El uso de materiales tradicionales como los bloques de arcilla, concreto en sus múltiples opciones, el acero y la madera, entre los más usuales, no garantiza la eficacia de las soluciones si éstas no son racionales. Una concepción racional significa el aprovechamiento máximo de sus propiedades físico-mecánicas, de su capacidad resistente y, por supuesto, de la disponibilidad de los mismos en la región.

Las décadas que vienen verán materiales con resistencias mayores, mejor diseño, mayor consistencia.

Para el concreto se ha venido incrementando en una proporción anual de 35 kg/cm^2 durante los últimos 30 años; extrapolando se podría obtener, para el año 2000, una resistencia de 1760 kg/cm^2 , y probablemente sea ésta una estimación conservadora.

Se espera que los aditivos para concreto sean la fuente de mejoras, particularmente en tapar los poros y hacer a los materiales menos vulnerables al agua y a productos químicos, fabricando así un producto para siempre.

Los tiempos de ejecución constituyen un factor fundamental en la selección de la tecnología, los problemas del déficit habitacional han llegado a un punto en el que nuestra participación resulta inaplazable buscando una solución técnicamente satisfactoria (durabilidad, seguridad, costo, etc.)

En este sentido la tecnología de la prefabricación presenta la ventaja de la producción en avance y de la simultaneidad de operaciones. La producción de componentes, definidos como elementos compuestos con algún grado de elaboración para simplificar su ensamble permite mantener un stock susceptible de ser utilizado en diferentes frentes de montaje de una misma obra.

La presión que ejercen los grupos ecologistas para que el desarrollo no se de a costa de nuestros recursos naturales, tendrá que dar frutos en la conciencia de todos nosotros, con lo que los proyectos de inversión y su consecuente evaluación, hacen previsible la necesidad de racionalizar todo aquello que afecte al ambiente para beneficio de todos.

Como desafío inmediato, deberemos darle un tratamiento adecuado a los residuos que generamos al tratar de hacer "todo lo que aún falta por hacerse".

La aportación en la ecología por parte de la industria cementera consiste en la utilización de los hornos de fabricación de clinker para eliminar de una manera segura y definitiva una gran cantidad de residuos, tanto municipales como industriales. La alta y sostenida temperatura dentro de los incineradores, combinada con una intensa turbulencia asegura la eficiente destrucción de los compuestos orgánicos más estables. Sin duda alguna uno

de los beneficios más importantes para el país es la conservación de sus recursos no renovables al aprovechar y poder explotar la energía térmica contenida en dichos desechos.

Los hornos tienen la característica de poder aceptar como combustibles muchos subproductos que tienen energía térmica, entre los cuales podemos citar: aceites y solventes usados, basura o residuos municipales, llantas, plásticos, aserrín, viruta, etc. Su utilización en los quemadores de hornos reduciría el tremendo consumo de combustibles fósiles no renovables, y además daría una disposición final a estos subproductos que de otra manera serían enterrados o incinerados con los inconvenientes ya conocidos.

La industria cementera se verá enfrentada a un reto y a una gran oportunidad. El reto de abastecer su producto, imprescindible para sostener nuestro acelerado crecimiento y la oportunidad de que podamos mediante sus instalaciones destruir y confinar gran cantidad de residuos peligrosos, prestando de esta manera un doble servicio a México y al medio ambiente.

México necesita hoy más que nunca empresas de calidad que promuevan la riqueza para erradicar la miseria, líderes que promuevan la calidad y sobre todo, se entreguen a la tarea de producir Calidad Humana, pues las naciones que así lo hacen aseguran su futuro.

Hoy en día, debemos valorar la repercusión de la capacitación, a pesar de la problemática de las obras debemos seguir invirtiendo tiempo, esfuerzo, dinero y actitud en la formación de nuestras gentes.

Cambiamos de concepto los que pensamos que debemos aprovechar al máximo el tiempo de nuestra gente, sin distraerla en capacitación.

El tiempo y dinero gastados para entrenar a los obreros produce buenas ganancias para el contratista, especialmente cuando se compara con los costos de reparación, o la remoción y el reemplazo del concreto que se ha deteriorado.

Los contratistas y los obreros juegan un papel muy importante en la construcción de estructuras durables de concreto. Sin un buen trabajo por parte de los ferreros y carpinteros, no puede controlarse el recubrimiento del refuerzo.

Los obreros pueden hacer la diferencia entre un muro bien compactado y uno poroso que tenga apariencia de panal. La durabilidad de los trabajos lisos y a plomo no sólo depende de las propiedades del concreto sino también de la habilidad del propio albañil. Cada paso en la colocación, acabado y curado es, en última instancia, la responsabilidad del trabajador.

Usando adecuadamente el conocimiento técnico, el equipo de construcción y el recurso humano disponible, se pueden hacer las cosas bien desde la primera vez y producir calidad en nuestros trabajos en la obra.

México ha ido recuperando estabilidad y confianza, bases sin las cuales no se da el clima necesario para fomentar la inversión productiva. Estamos creciendo y estamos produciendo. Se vislumbran grandes proyectos de inversión en infraestructura de todo tipo, vivienda, energía, industria, salud y desarrollo inmobiliario en general.

Hoy se abren a los particulares múltiples alternativas de participación en proyectos que parecían reservados sólo al gobierno, hoy sin que se pierda la rectoría y el ejercicio de la normatividad los particulares podemos incursionar bajo mecanismos de concesión administrativa, arrendamiento, proyectos llave en mano, etc., en la construcción, administración y mantenimiento de obras de infraestructura de muy diversa índole, lo cual fomentará progresivamente el desarrollo económico sobre las bases más reales y justas, donde el gobierno sea regulador y no propietario y en donde los particulares seamos factor activo del cambio y no pasivos observadores del deterioro.

México nos da esa oportunidad, la de sumarnos a una tarea gigantesca pero posible de ser factores de cambio. Somos los jóvenes quienes debemos seguir peleando a través de nuestra actividad, por un país con más fuerza, por un México, verdaderamente unido y convencernos de que nuestra mejor opción está en este bello país.

BIBLIOGRAFIA

- Concreto reforzado en la ingeniería, Bresler Boris, Edit. Limusa, 1981.
- Normas y costos de construcción, Plazola Alfredo, Libreros Mexicanos Unidos, 1961.
- Costo y tiempo en edificación, Suárez Salazar Carlos, Limusa, 1977.
- Tecnología de Concreto, Neville M. Adam, IMCYC, 1985.
- Guía del consumidor del concreto premezclado, PRECONCRETO, 1990.
- Detalles y detallado del acero de refuerzo para concreto (ACI 315-80), John Wiley & Sons, Edit. Limusa, 1989.
- Acero de refuerzo para concreto, SICARTSA, 1992.
- El acero en la construcción, Stahleiseh Verlag, Edit. Reverté, 1972.
- Formwork for concrete, M.K. Hurd, ACI, 1989.
- Diseño de cimbras de madera, Federico Alcaráz L., Fundec, 1990.
- Serie de publicaciones, IMCYC, ACI y ASTM.
- Guía del ingeniero civil, Merrit S. Frederick, Mc. Graw Hill, 1989.
- Estudio, aplicación e inspección del concreto, Monobe G. Ansberto, SARH, 1972.
- Revistas "Civil Engineering" y "World Tunnelling", diversos tomos.
- Apuntes de la materia "Construcción II", 3er. semestre, UNAM.