

154  
2/2/2

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería



## DOSIFICACION, MEZCLADO Y TRANSPORTE DEL CONCRETO HIDRAULICO.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
JAVIER PORTILLO ROCHA



## **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.

## C O N T E N I D O

		Pág.
CAPITULO I	INTRODUCCION.....	1
I.1)	OBJETIVO.....	1
I.2)	ALCANCE.....	1
I.3)	IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DEL CONCRETO EN LA INGENIERIA CIVIL.	2
 CAPITULO II	 DOSIFICACION DEL CONCRETO.....	 3
II.1)	GENERALIDADES.....	3
II.2)	REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS - - AGREGADOS.....	14
II.3)	ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA TEC NOLOGIA DEL CONCRETO PARA DOSIFI CARLO.....	20
II.4)	PROCEDIMIENTO PARA LA DOSIFICA-- CION DE CONCRETO NORMAL (CRITE-- RIO ACI, METODO DE VOLUMENES AB- SOLUTOS).....	25
 CAPITULO III	 MEDICION Y MEZCLADO DE LOS MATE- RIALES.....	 41
III.1)	CONSIDERACIONES.....	41
III.2)	MEDICION.....	44
III.3)	MEZCLADO.....	55

CAPITULO	IV	TRANSPORTE DEL CONCRETO.....	69
	IV.1)	ASPECTOS GENERALES.....	69
	IV.2)	TRANSPORTE DEL CONCRETO PAR- CIALMENTE MEZCLADO EN PLANTA - O MEZCLADO TOTALMENTE EN CAMION	70
	IV.3)	CONSIDERACIONES BASICAS.....	74
	IV.4)	TRANSPORTE DEL CONCRETO MEZ-- CLADO EN PLANTA.....	75
	IV.5)	OBJETIVO FINAL.....	79
CAPITULO	V	ANEXOS (NOM-C-155-1984).....	80
	V.1)	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION	81
	V.2)	REFERENCIAS.....	81
	V.3)	DEFINICIONES.....	81
	V.4)	CLASIFICACION.....	82
	V.5)	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.	85
	V.6)	ESPECIFICACIONES DE LOS MATE-- RIALES QUE INTEGRAN EL CONCRE- TO PREMEZCLADO.....	95
	V.7)	ESPECIFICACIONES DE OPERACION- DE LAS PLANTAS DOSIFICADORAS Y DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE.	95
	V.8)	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE LAS PLANTAS DOSIFICADORAS.....	97
	V.9)	ESPECIFICACIONES DEL MEZCLADO.	99
	V.10)	TRANSPORTE Y ENTREGA.....	102
	V.11)	MUESTREO.....	104

V.12)	METODO DE PRUEBA.....	105
V.13)	DATOS PARA EL PEDIDO.....	105
V.14)	BIBLIOGRAFIA.....	107
	CONCLUSIONES.....	108
	BIBLIOGRAFIA.....	110

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### I.1) OBJETIVO

El objetivo de las notas que a continuación se desarrollan es el de presentar los principios, conceptos, recomendaciones y normas generales que se aplican en la actualidad en lo que concierne a la dosificación, medición, mezclado y transporte del concreto hidráulico y de manera específica al concreto premezclado.

#### I.2) ALCANCE

Ahora bién, en este trabajo se describen las principales características de los componentes del concreto, los requisitos de calidad de los agregados. Asimismo se presenta el método y ejemplo respectivo para dosificar y ajustar mezclas de concreto recomendado por el American Concrete Institute.

También se presentan procedimientos recomendados por el mismo organismo y considerando de la misma manera las Normas Oficiales Mexicanas, para lograr buenos resultados en la medición y mezclado de ingredientes para el concreto, y su transporte a la obra.

Las recomendaciones que se presentan, se aplican sobre todo al concreto de peso normal empleado en la construcción usual; aunque muchas de éstas también pueden aplicarse a concretos especiales.

Para demostrar con mayor claridad ciertos principios tendientes a obtener un máximo de uniformidad, homogeneidad y calidad del concreto, se incluyen ilustraciones de las prácticas, las que deben seguirse y las que deben evitarse, así como también se muestran ilustraciones relacionadas a plantas dosificadoras.

Este trabajo presenta también en su última sec-

ción las Normas de Control (NOM-C-155-1984) adecuadas para determinar la calidad y aceptación del concreto que se desee utilizar.

### I.3) IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DEL CONCRETO EN LA INGENIERIA CIVIL.

Por otra parte, la importancia del conocimiento del concreto en la ingeniería civil, desde el punto de vista del progreso tecnológico, podemos afirmar -- que las aplicaciones del concreto, generan cada vez -- más investigaciones químicas y mecánicas, equipo más actualizado, pruebas y experiencias de campo cada vez más avanzadas que permitan utilizar y controlar la calidad de este material para obras muy diversas de -- gran importancia, permitiendo garantizar su seguridad y duración.

Desde luego es importante mantener un ambiente de responsabilidad en todas aquellas personas que de una manera u otra intervienen en el proceso de alguna aplicación del concreto, porque de ellos dependerá la calidad final.

De acuerdo a lo anterior, creo que cualquier ingeniero civil sea cual fuere su especialidad, o que sus actividades estén dedicadas a la investigación, al proyecto, a la ejecución de obras o al mantenimiento de las mismas, deberá contar de acuerdo a su responsabilidad, con los elementos necesarios en el conocimiento del concreto, para que de la manera más expedita, coadyuven al logro del éxito deseado en las obras de concreto.

## CAPITULO II

### DOSIFICACION DEL CONCRETO

#### II.1) GENERALIDADES.

Antes de hablar de la dosificación del concreto es imperativo describir las características de sus ingredientes y de las propiedades inherentes de la combinación de ellos.

Se le llama Concreto Hidráulico a la mezcla y combinación de cemento Portland, agua, agregados pétreos seleccionados, y aditivos en su caso.

Para que estos componentes produzcan un concreto adecuado, deben cumplir ciertos requisitos en base a sus propiedades. En este capítulo se presentan algunas de las principales características de los componentes del concreto.

##### II.1.1) El Cemento Portland.

El Cemento Portland, según las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-1-1980) es el producto obtenido de la molienda de un clinker, que consta esencialmente de silicatos hidráulicos, de calcio, y al cual solo se le adicionan después de la calcinación agua y/o sulfato de calcio natural.

El clinker se obtiene de la fusión incipiente de materias primas seleccionadas y combinadas en proporciones convenientes. El producto resultante se compone básicamente de silicatos y aluminatos de calcio. Las materias primas, que se encuentran disponibles en la naturaleza, deben ser ricas en cal y sílice; son de dos clases fundamentalmente: arcillosas (arcillas y pizarras) y calcáreas (calizas, tizas y margas).

La finura del cemento influye de manera importante en su comportamiento, ya que entre más alta sea, se produce mayor rapidez en el fraguado, adquisición de resistencia y generación de calor; sin embargo, a



una determinada composición química, la finura no debe modificar la resistencia a largo plazo, ni la cantidad total de calor desarrollado. La finura del cemento también influye en algunas propiedades del concreto en su estado fresco, tales como manejabilidad y aptitud para retener el agua de mezclado.

La tabla II.1 muestra los compuestos principales potenciales del Cemento Portland.

Tabla II.1 Compuestos principales del Cemento Portland

Nombre del Compuesto	Composición del óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3CaO \cdot SiO_2$	$C_3S$
Silicato dicálcico	$2CaO \cdot SiO_2$	$C_2S$
Aluminato tricálcico	$3CaO \cdot Al_2O_3$	$C_3A$
Aluminoferrito tetracálcico	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	$C_4AF$

Ahora bien, con el objeto de dar un panorama -- completo de los diferentes tipos de cemento más usuales en México, mostramos la tabla II.2.

Tabla II.2 Principales tipos de Cemento Portland

Descripción	Norma	Oficial	Mexicana
Tipo I		Común	
Tipo II		Modificado	
Tipo III		De rápida resistencia alta	
Tipo IV		De bajo calor	
Tipo V		Resistente a los sulfatos	
Puzolánico			
de escoria de alto horno IS (ASTM*—C—150—65)			

\* American Society for Testing and Materials

Cemento Portland Tipo I.- Es el cemento común u ordinario para construcciones en las que no se requiere un cemento con características especiales. Durante mucho tiempo fue el tipo más empleado, pero con la --tendencia al establecimiento de requisitos y propieda des más específicas en el concreto, cedió terreno en favor de otros tipos.

Cemento Portland Tipo II.- Es un cemento con ca racterísticas intermedias entre las del tipo I y las de los tipos IV y V, por lo que también se llama modi ficado. Se le considera adecuado cuando solo se exige que el calor de hidratación y la resistencia al ata-- que de los sulfatos sean moderados.

Cemento Portland Tipo III.- Se le conoce como cemento de alta resistencia rápida, por su caracte-- rística básica de producir mayores resistencias en -- las primeras edades. Su tiempo de fraguado no es rápi do y se halla dentro de los límites especificados pa-- ra los otros tipos de cemento portland. Su empleo es-- tá indicado en obras donde se requiere obtener rápida resistencia del concreto, para fines como decimbrado y utilización inmediata, protección contra bajas tem-- peraturas y otros.

Cemento Portland Tipo IV.- Es un cemento de fa-- bricación especial cuya particularidad consiste en de sarrollar muy bajo calor durante su hidratación. Sus aplicaciones podrían considerarse opuestas a las del tipo III, es decir, se recomienda principalmente para obras de concreto en masa, donde conviene restringir la elevación de la temperatura.

Cemento Portland Tipo V.- Es un cemento defini-- do como resistente al ataque de sulfatos. Su empleo -- está indicado para concretos que tengan contacto con aguas o terrenos que tengan sales agresivas, como en obras marítimas, portuarias y conducción de aguas ne-- gras.

Cemento Portland - Puzolanico.- El desarrollo -- de resistencia depende de la actividad de las puzola-- nas y de la proporción de cemento portland en la mez-- cla. Por lo general, los cementos portland-puzolana --

adquieren resistencia con mucha lentitud, y necesitan por lo tanto, un período de curado mayor, pero su resistencia final es aproximadamente la misma que la -- del cemento portland ordinario solo.

**Cemento Portland de Escoria.**- Se fabrica mediante la molienda conjunta de clinker portland y escoria de alto horno, esta última en proporción de 25\_ a 65 % en peso del producto.

Los cementos se han desarrollado para asegurar una buena duración del concreto sometido a una gama de condiciones. No ha sido posible sin embargo encontrar solamente en la constitución del cemento una respuesta completa al problema de durabilidad del concreto: las principales propiedades mecánicas del concreto endurecido, como resistencia, contracción, permeabilidad, resistencia a la intemperie y fluidez, se ven afectadas también por factores diferentes a la constitución del cemento.

Definitivamente, cualesquiera que sean las materias primas que intervengan en la fabricación del cemento, y cualquiera que sea su composición resultante, siempre se espera de él una contribución básica como componente del concreto, a fin de que una vez en contacto con el agua produzca una pasta moldeable que -- permanezca con ésta característica el tiempo necesario para darle la forma requerida; que la pasta, una vez moldeada y en reposo, comience a fraguar y endurecer, aún sumergida bajo agua y que, al cabo del tiempo previsto, adquiera resistencia suficiente para permitir al concreto, soportar las condiciones de operación y servicio para las que fue diseñado.

## II.1.2) Agua.

El agua junto con el cemento forman el pegamento que une y endurece la mezcla de éstos elementos -- con los agregados. Es decir, el agua al mezclarse con el cemento lo hace reaccionar operando entonces como un aglutinante de los agregados para formar un material plástico cuando está fresco, compacto y resistente cuando está fraguado, acción a la que se le denomina hidratación.

Así mismo, el agua, durante el mezclado y colocación del concreto, le da la plasticidad y manejabilidad adecuadas para su manejo, siempre y cuando la cantidad empleada no sea excesiva porque de ser así, el concreto disminuirá en su resistencia final; así pues, la relación del contenido de agua con el contenido de cemento es un factor importante en la resistencia final del concreto y por tal razón será motivo de estudio más adelante.

Por sus efectos sobre el concreto, la calidad del agua interesa bajo dos aspectos diferentes que son:

a) Como agua de mezclado al elaborar el concreto fresco.

b) Como agua de contacto con el concreto endurecido, ya sea como agua de curado o como elemento que forma parte del medio que lo rodea.

Como agua de mezclado, sus impurezas pueden tener efectos principales sobre el tiempo de fraguado, resistencia del concreto y corrosión del acero de refuerzo. Al ser aplicada como agua de curado sus posibles efectos son más bien de apariencia al contener sales que manchen o produzcan efervescencias sobre la superficie del concreto. Finalmente, como agua que forma parte del medio que rodea el concreto, cuando contiene sustancias agresivas, sus efectos son más decisivos, pudiendo llegar a extremos en que se produzca la destrucción del concreto si no se toman las precauciones convenientes.

El agua potable es buena para usarla en el concreto aunque se han empleado aguas no necesariamente potables con bastante éxito en el comportamiento del concreto.

Actualmente las especificaciones empleadas (NOM -C-122-1982) no fijan un límite de turbiedad, pero si requieren que el agua de la mezcla para concretos sea razonablemente limpia y libre de cantidades excesivas de cieno o aluvión; que no tenga sedimentos, ni mate-

ria orgánica, álcalis, sales u otras impurezas. Antes de su empleo, el agua que proviene de los manantiales arroyos, o ríos se dejará reposar, ya que éstas aguas algunas veces, traen materia en suspensión que puede ser nociva a los morteros y concretos.

Para comprobar la calidad de agua de mezclado, se acostumbra efectuar su análisis químico y ejecutar pruebas comparativas sobre pasta de cemento, mortero o concreto; en ésta se compara el agua en estudio con otra de calidad reconocida, tal como agua destilada. Por medio de este análisis químico se determinan sulfatos, cloruros, carbonatos, bicarbonatos, óxido de magnesio, materia orgánica y turbiedad.

Las pruebas físicas comparativas más usuales -- son: sanidad en autoclave y tiempo de fraguado sobre la pasta de cemento de consistencia normal, y resistencia a compresión; respecto a la segunda prueba, es aquella condición para la cual una aguja de un peso determinado penetra 10 mm., de la pasta en 30 segs.

### II.1.3) Agregados.

Son materiales pétreos de volumen prácticamente constante que mezclados con la pasta cementante en las debidas proporciones nos dan morteros y concretos de muy diversas características y resistencias.

Los agregados ocupan aproximadamente tres cuartas partes de volumen del concreto.

El agregado tiene tres funciones principales:

1) Proporcionar un relleno económico para el material cementante.

2) Dar al concreto resistencia a la: acción de las cargas aplicadas, abrasión, infiltración de la humedad y acción del clima.

3) Reducir los cambios volumétricos, que resultan del fraguado y endurecido en la pasta de cemento producidos por los cambios de humedad.

Muchas propiedades del concreto se ven afectadas por las características del agregado. Las propiedades del concreto, que resultan del uso de un agregado en particular, dependen de:

1) Las características minerales del agregado, por lo que se refiere a resistencia, durabilidad y elasticidad.

2) Las características de superficie del agregado, que afectan la trabajabilidad del concreto fresco y la unión dentro de la masa endurecida.

3) La granulometría de los agregados, que afecta la trabajabilidad, densidad y economía de la mezcla.

4) La cantidad del agregado en un volumen unitario de concreto que afecta el costo, y los cambios volumétricos durante el secado.

Los agregados tienen una gran variedad de características que se clasifican atendiendo a su: naturaleza, forma de obtención, tamaño, forma, textura y peso, de la siguiente manera:

a) Naturaleza. Es decir, el origen del material que los forma:

- Rocas ígneas. Son aquellas rocas eruptivas, que se forman por la solidificación del magma. Entre éstas están: el basalto, andesita, diorita, riolita, dacita, granito, dolerita, obsidiana, perlita, piedra pómez, tobas, escorias, etc.

- Rocas sedimentarias. Son producto del intemperismo y de la erosión, que son transportadas y depositadas por el agua, el viento, el hielo o la gravedad, tales como: gravas, arenas, limos, arcillas, lutitas, dolomitas, margas, calizas, diatomitas, conglomerados, areniscas, etc.

- Rocas metamórficas. Se forman a gran profundidad, bajo la influencia de presiones y temperaturas elevadas, tales como: gneiss, mármol, pizarras, es---

quistos, etc.

- Rocas artificiales. En los últimos años se han desarrollado técnicas para elaborar agregados artificiales para concreto de origen plástico.

b) Formas de obtención. Según como se encuentra la roca, se clasifican en:

- Naturales.- Esto es, en depósitos naturales, como gravas y arenas (material sedimentario), que generalmente no requieren que se reduzcan los tamaños de sus partículas. Este tipo de depósitos se encuentran principalmente en los ríos.

- Triturados. En canteras o formaciones rocosas (rocas ígneas o metamórficas), requieren una fragmentación apropiada de sus tamaños o un proceso elaborado, para proporcionarles las propiedades que de ellas se desean.

- Semitriturados. Aquellos depósitos en que ciertos agregados naturales, requieren una trituración parcial.

- Artificiales. Este tipo de agregados su obtención se hace a base de un proceso industrial.

c) Tamaño. El tamaño de los agregados se divide por medio de una malla cuadrangular, con una abertura de 4.76mm (malla No. 4), en dos tamaños generales conocidos como gravas y arenas.

- Gravas. Aquellas partículas cuyos tamaños son retenidos en la malla No. 4.

- Arenas. Aquellas partículas cuyos tamaños pasan la malla No. 4.

d) Forma. Por su forma geométrica, los agregados se dividen en:

- Redondos. Aquellos cuyas partículas tienden a la forma esférica, debido al desgaste por la erosión del agua o del aire (boleo o cantos rodados). -- Aquí se pueden incluir los agregados artificiales.

- Irregulares. Sus partículas están parcialmente talladas de forma irregular y con los bordos redondeados (material de minas).

- Lajeados. Aquellas partículas en que una dimensión es mucho menor en relación a las otras (rocas laminadas).

- Angulares. Aquellas que poseen aristas y caras bien definidas (rocas trituradas).

- Alargados. Una de las dimensiones de la partícula es mucho mayor que las otras.

- Lajeados y alargados.- Las partículas tienen bien definidas su longitud, su ancho y su espesor, habiendo entre ellas una diferencia notable.

e) Textura. Superficialmente las partículas presentan a la vista y al tacto, características definidas, que son importantes para el concreto, se pueden clasificar en:

- Vítreos. Las partículas tienen fractura conoidal, con superficies de apariencia de vidrio, como el pedernal y la escoria vítrea.

- Lisos. Son partículas muy desgastadas y superficies suaves, como: las gravas, las pizarras, el mármol y algunas riolitas.

- Asperos. Partículas con fractura áspera. Se obtienen de rocas con formación granular de fina a media, que no muestra fácilmente las formaciones cristalinas. Ejemplos: el basalto y la caliza.

- Granulares. Partículas que en su fragmenta-



ción, muestran granos más o menos uniformes, tales como: las areniscas y las colitas.

- Cristalinos. Partículas constituidas por cristales fácilmente visibles, como: el gneiss, el granito y el gabro.

- Porosos. Partículas con poros y cavidades visibles, tales como: la piedra pómez, el basalto vesicular o espuma de escoria, el clinker y la arcilla expandida.

f) Peso. Los materiales de los que se originan los agregados, tienen una gran variedad de pesos unitarios y atendiendo a éstos, aquellos se subdividen en:

- Ligeros. Partículas que proporcionan una baja densidad a los concretos llamados por esto, ligeros. Pueden ser naturales como: la piedra pómez, la escoria volcánica, el asbesto, etc. Artificiales como: espuma de altos hornos, espuma de escoria, arcilla expandida, esquistos, perlita, etc.

- Normales. Partículas empleadas para hacer la mayoría de los concretos estructurales de densidad normal o media. Pueden ser naturales como: los cantos rodados y las arenas, Artificiales como: las rocas trituradas, la escoria de altos hornos, etc.

- Densos. Aquellos cuyas partículas tienen una densidad tal, que se obtienen concretos de alta densidad, utilizados principalmente en escudos o pantallas contra la radiactividad, tales como: la magnetita, la barita, etc.

Ahora bien, la Densidad se calcula en base al peso de los agregados en condición saturada y superficialmente seca. Esto es, cuando todos los poros de los agregados están llenos de agua y no hay agua alrededor de la partícula.

Para diseño de mezclas, significa que las condiciones de humedad, en estado saturado y superficialmente seco del agregado no influye en el agua de la -

mezcla. La densidad se usa para calcular la cantidad requerida de agregado para un volumen dado de concreto, ya que expresa la relación del peso del agregado en la condición ya anotada, al peso de un volumen - igual de agua.

#### II.1.4) Aditivos.

Esto es, en casos de que se pretenda mejorar o impartir propiedades específicas al concreto.

Luego entonces, cuando se haga uso de aditivos éstos deberán cumplir con las especificaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-C-199-1971), (NOM-C-200-1978), (NOM-C-177-1978), (NOM-C-140-1978) y demás respectivas.

## II.2) REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS.

Es necesario conocer tanto las propiedades de los agregados, como sus limitaciones para cumplir con la calidad requerida y establecer las bases de diseños más racionales de las mezclas de concreto.

Los requisitos de calidad están debidamente especificados por las Normas Oficiales Mexicanas en base a las siguientes propiedades.

a) Granulometría (NOM-C-111-1982) y (NOM-C-77-1983).

Se le denomina así al estudio del proporcionamiento de tamaños de gravas y arenas por medio de mallas experimentales estándar,

El resultado de un análisis en malla se representa en las curvas granulométricas, en tal gráfica se ve si la granulometría de una muestra dada se conforma a las especificaciones si es demasiado fina o gruesa, o si es deficiente en un tamaño particular. En una gráfica de granulometría, las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla y las abscisas las aberturas de la malla en escala logarítmica.

Una buena granulometría será aquella que produzca una trabajabilidad adecuada y facilidad de compactación, aparte del ahorro en cemento, cuando se mantienen fijos el revenimiento y la resistencia. La Norma (NOM-C-111-1982) fija los límites de granulometría para concretos de uso general que se muestran en la tabla II.3 y en la tabla II.4.

El análisis granulométrico incluye el material más fino que la malla No. 200. Esto es para verificar que la cantidad de finos no exceda de un cierto límite, pues la mezcla requeriría más cemento, manteniendo fijos la resistencia y el revenimiento aumentando su costo.

El Módulo de finura es la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las distintas mallas, y -

se calcula solo para el agregado fino. Se supone que el módulo de finura indica el tamaño promedio de la malla en la cual es retenido el material, siendo la malla No. 100 la primera, la No. 50 la segunda y así sucesivamente.

La especificación que establece la NOM-C-111-1982 considera que el módulo de finura no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1.

También considera que para el agregado fino el retenido parcial en cualquier malla no debe ser mayor de 45 %.

Tabla II.3 Límites granulométricos del agregado fino

Tamaño nominal para la malla cuadrada		%o Retenido Acumulado
Tamaño nominal	Tamaño mm	
3/8 "	G 9.5	0
No. 4	G 4.75	0 a 5
No. 8	M 2.36	0 a 20
No. 16	M 1.18	15 a 20
No. 30	M 0.660	40 a 75
No. 50	M 0.300	70 a 90
No. 100	M 0.150	90 a 98
Charola	Charola	100

Tabla II. 4 Límites granulométricos para las gravas

Tamaño nominal para la celda cuadrada		% de finos en peso, retenido por las mallas												
Tamaño nominal	Tamaño o n	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16
		0	10	0 75	0 64	0 50	0 36	0 25	0 19	0 12.5	7 5.5	14.75	28.36	56.72
3 1/2" - 1 1/2"	60 a 40	0	0 a 10	-	75 a 40	-	95 a 100	-	95 a 100	-	-	-	-	-
2 1/2" - 1 1/2"	64 a 40			0	0 a 10	30 a 65	95 a 100	-	95 a 100	-	-	-	-	-
2" - No. 4	50 a 5				0	0 a 5	-	30 a 65	-	70 a 90	-	95 a 100	-	-
1 1/2" - No. 4	40 a 5					0	0 a 5	-	30 a 65	-	70 a 90	35 a 100	-	-
1" - No. 4	25 a 5						0 a 5	-	40 a 75	-	40 a 100	90 a 100	95 a 100	-
3/4" - No. 4	20 a 5						0	-	0 a 10	-	45 a 90	90 a 100	95 a 100	-
1/2" - No. 4	13 a 5								0	-	0 a 10	30 a 60	75 a 100	-
3/8" - No. 8	10 a 2.3									0	0 a 15	70 a 90	90 a 100	95 a 100
2" - 1"	50 a 25				0	0 a 10	30 a 65	95 a 100	-	95 a 100	-	-	-	-
1 1/2" - 3/4"	40 a 20					0	0 a 10	45 a 80	95 a 100	-	95 a 100	-	-	-

b) Peso específico (NOM-C-164-1977) y (NOM-C-165-1977). El peso específico de los agregados, igual que el del resto de los materiales que forman el concreto, se determina usualmente para transformar las cantidades de cada uno de los materiales, de peso a volumen o a la inversa; con el fin de poder conocer las cantidades, con que intervienen cada uno de los materiales, para formar un determinado volumen de concreto, o conocidos aquellos, cual es el volumen de concreto que producen.

c) Absorción (NOM-C-164-1977) y (NOM-C-165-1977) Es la propiedad que tienen los agregados para tomar agua del medio que los rodea, tendiendo a llenar los vacíos permeables de que está constituida la estructura interna de estos materiales.

Cuando todos los poros en el agregado están llenos, se dice que está saturado y superficialmente seco (SSS).

La absorción de agua del agregado se determina mediante el incremento en peso de una muestra secada al horno después de sumergirla en agua durante 24 hrs.

La absorción es la relación del incremento en peso al peso de la muestra seca expresada como porcentaje.

d) Contenido de humedad (NOM-C-166-1983) y humedad superficial (NOM-C-245-1982). Se define como la humedad superficial de un agregado y se expresa como porcentaje de peso del agregado saturado y superficialmente seco.

La humedad contenida es la cantidad de exceso con respecto a dicho estado, el agua total contenida en un agregado húmedo es igual a la suma de la absorción y del contenido de humedad.

Como el contenido de humedad cambia con el estado del tiempo el valor tiene que determinarse frecuentemente y para ello se han desarrollado varios métodos como son: método del sartén, picnómetro, prueba del sifón, etc.

e) Peso unitario (NOM-C-73-1983). Esta caracte--  
rística de los agregados es el peso del agregado seco  
por unidad de volumen que ocupan sus partículas incluy  
yendo los vacíos entre ellas. Para la dosificación --  
del concreto el peso unitario de la grava compactada\_  
en forma estándar con una varilla, permite calcular -  
los vacíos en un volumen determinado de agregado, que  
a su vez se emplea para determinar la cantidad de mox  
tero necesario para llenarlos y dar la manejabilidad\_  
deseada.

## II.3) ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA TECNOLOGIA - DEL CONCRETO PARA DOSIFICARLO

### II.3.1) Concepto General

Dosificar una mezcla de concreto es determinar las cantidades en que deben combinarse sus ingredientes de tal manera que el producto resultante satisfaga los requisitos preestablecidos. A su vez, para establecer los aspectos fundamentales de la tecnología que se aplican al diseño de mezclas es conveniente -- considerar al concreto fresco como integrado por dos componentes principales: la pasta de cemento y los -- agregados minerales.

En general, puede afirmarse que si los agregados son sanos, densos y resistentes, las propiedades físicas y químicas del concreto endurecido se derivan en alto grado de las características de la pasta y -- que la cantidad de pasta requerida para obtener una mezcla de consistencia y trabajabilidad determinada -- depende en buena parte de las características de los -- agregados.

Es decir, las características de la pasta regulan las propiedades del concreto endurecido y que -- las características de los agregados determinan el -- comportamiento del concreto fresco y la economía del producto. Lo anterior no es la totalidad del problema pero son de utilidad para establecer los conceptos -- del tema.

Luego entonces, los factores principales que influyen en el comportamiento de la pasta son: relación agua/cemento, contenido de vacíos, características -- del cemento, calidad del agua; y los factores que influyen en las características de los agregados son: -- granulometría, tamaño máximo, forma y textura de los -- agregados.

### II.3.2) Propiedades de la pasta de cemento.

Las propiedades de la pasta de cemento dependen, principalmente de la proporción de agua que se emplea y de su contenido de vacíos, para un cemento definido.



La proporción de agua determina la fluidez de la pasta fresca, que interviene en las propiedades mecánicas, la estabilidad dimensional y la durabilidad de la pasta endurecida.

Cuando se incluyen vacíos intencionalmente producen efectos notables sobre el comportamiento reológico de la pasta fresca e influyen en las propiedades mecánicas y durabilidad de la pasta endurecida.

### II.3.3) Relación Agua/Cemento.

La relación A/C es el resultado de dividir el peso de agua entre el peso de cemento en una mezcla de mortero ó concreto y la resistencia obtenida será (para un mismo tipo de materiales, mezclado y colocación) cada vez mayor mientras más pequeño sea este valor hasta un límite dado por la cantidad de agua que el cemento necesita para su completa hidratación y para obtener una mezcla manejable y moldeable.

Después de muchas experiencias, Abrahams obtuvo gran número de relaciones de agua y cemento correspondientes a resistencias a la compresión de diferentes concretos y estableció la ley que dice: "para agregados iguales la resistencia potencial a compresión del concreto es prácticamente constante cuando la relación entre el agua y el cemento se conserva constante".

Existen dos criterios para seleccionar la relación A/C adecuada para cada caso particular.

- a) Para obtener resistencia mecánica } compresión  
tensión  
flexión
- b) para obtener durabilidad

Por lo que respecta a la durabilidad, o sea la aptitud del concreto para resistir sin daño los efectos de distintas acciones adversas, representativas de condiciones frecuentes de exposición y servicio. Entre éstas se cuenta el contacto con el agua bajo presión, la exposición a la congelación y el deshielo, los casos en que se produce erosión mecánica o hidráu

lica, y el contacto con aguas y suelos agresivos.

El hecho de que la única base empleada para seleccionar la relación A/C fuese la resistencia a compresión es debido a que durante mucho tiempo fue la propiedad del concreto que se verificaba con mayor facilidad. Más adelante se establecieron métodos confiables para medir otras propiedades mecánicas, tales como la resistencia a tensión y a flexión, aunque también ya se tienen correlaciones entre estas propiedades mecánicas y la resistencia a compresión.

La durabilidad del concreto es una propiedad menos definida que la resistencia mecánica, ya que su definición está supeditada al tipo de acción o condición adversa.

En países de muy bajas temperaturas normales, por durabilidad se entiende la aptitud del concreto a resistir los efectos de la congelación y al deshielo; pero éste es solo un caso particular en que el medio de protección más efectivo lo constituye el uso de aire incluido en el concreto.

Al estudiar la durabilidad desde un punto de vista más general se deduce que se halla íntimamente ligado con la resistencia y la impermeabilidad de la pasta, y con la sanidad y dureza de los agregados; esto es, los aspectos que definen la aptitud del concreto para resistir los efectos de acciones externas y para evitar la penetración de elementos agresivos de acción interna.

#### II.3.4) Influencia de los agregados.

Es bien sabido que la pasta de cemento es el componente que determina en mayor grado la obtención de las propiedades requeridas en el concreto endurecido, pero tiene sus limitaciones: componente más costoso, menor estabilidad dimensional, eleva la temperatura en el interior de una masa de concreto.

Estos aspectos, entre otros, hacen deseable reducir la proporción de pasta de cemento en el concre-

to al mínimo compatible con las características requeridas en la mezcla de concreto fresco.

Si los agregados son de buena calidad física y química, su influencia en la obtención de un concreto con el mínimo de pasta que reúna las características requeridas, se relacionan principalmente con: forma y textura de las partículas, composición granulométrica y tamaño máximo.

- La forma y textura de las partículas de los agregados son determinantes en el contenido de vacíos que deben ser ocupados por la pasta de cemento, en la fricción intergranular que se produce durante el movimiento del concreto fresco, y en la adherencia que se desarrolla entre cada partícula de agregado y la pasta endurecida.

En general, los agregados de forma redonda y superficies de textura lisa producen el menor contenido de vacíos y ofrecen menor fricción intergranular, lo cual se traduce en menor consumo de pasta y mejor trabajabilidad en las mezclas. Y los agregados de formas angulosas y superficies rugosas propician mejor adherencia con la pasta de cemento, con lo cual se alcanzan mejores resistencias mecánicas en concretos de baja relación A/C. Este comportamiento pone de relieve un hecho conocido que conviene hacer énfasis: el empleo de una misma pasta de cemento puede conducir a concretos de diferentes características y propiedades por el simple hecho de cambiar de agregados.

- Granulometría.- Existen dos tendencias principales en cuanto a la integración granulométrica de los agregados:

a) La granulometría continua.- en ésta se requiere disponer de todos los tamaños comprendidos en el intervalo abarcado por el agregado, suponiendo que esto conduce al mínimo contenido de vacíos y a la mayor docilidad de las mezclas. Lo primero no siempre se cumple, pero lo segundo ha sido confirmado en la práctica.

b) La granulometría discontinua.- En ésta se suprime una cierta fracción dentro del intervalo considerado, con objeto de favorecer el empaque de las partículas menores dentro de los intersticios dejados -- por las mayores, lo que en teoría debe conducir a una mayor compacidad del concreto colocado.

Esto último se cumple si la fracción suprimida se selecciona adecuadamente y si las mezclas se compactan con el equipo adecuado a su menor docilidad.

Tamaño máximo del agregado. La influencia que ejerce el tamaño máximo del agregado sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido deriva de los efectos que produce en ambos estados del concreto, -- los cuales no siempre son acumulables.

El "tamaño máximo nominal" de una grava es un término muy usado en las especificaciones de proyecto de construcción ya que muchas veces es necesario limitarlo de acuerdo a la concentración de acero de refuerzo en el concreto y al recubrimiento del mismo, -- ya que de otra manera, con gravas demasiado grandes -- el concreto no podría fluir a través del acero de refuerzo, lo cual causaría hoquedades que son sumamente peligrosas en cualquier estructura de concreto.

El tamaño máximo nominal de una grava se define como la dimensión de la última malla que no retuvo material de una muestra de la misma en un análisis granulométrico.

II.4) PROCEDIMIENTO PARA LA DOSIFICACION DE CONCRETO NORMAL.  
(CRITERIO ACI, METODO DE VOLUMENES ABSOLUTOS)

El procedimiento para la selección de las proporciones de la mezcla incluido en esta sección es -- aplicable para el concreto de peso normal. Aunque puede utilizarse la misma información básica y procedimiento para obtener el proporcionamiento del concreto pesado, solo que en este trabajo nos ocuparemos -- del concreto de peso normal.

La estimación de los pesos requeridos para las mezclas de concreto comprende una secuencia de pasos lógicos y directos que, en efecto, concuerda con las características de los materiales disponibles para obtener una mezcla apropiada para la obra.

Frecuentemente el problema de la adaptabilidad no se le deja al individuo que selecciona las proporciones. Las especificaciones de la obra pueden contener todos o algunos de los siguientes puntos.

- Relación agua/cemento máxima
- Contenido mínimo de cemento
- Contenido de aire
- Revenimiento
- Tamaño máximo del agregado
- Resistencia
- Otros requerimientos que se relacionen con temas tales como resistencia de sobrediseño, aditivos y tipos especiales de cemento ó agregado.

Independientemente de que las características del concreto se señalen en las especificaciones o se dejen al individuo que seleccione las proporciones, -

el establecimiento de los pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto puede obtenerse mediante la siguiente secuencia:

Paso 1. Selección del revenimiento.- Si el revenimiento no está especificado, la talla II.5 proporciona un valor adecuado para diferentes condiciones de trabajo. Los valores de revenimiento mostrados son para mezclas que se van a compactar por vibración. La mezcla que se obtenga será la que tenga la consistencia más seca que funcione eficientemente.

Tabla II.5 Revenimientos recomendables para diversos tipos de construcción

Tipos de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo*	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de la subestructura	8	2
Vigas y muros de concreto reforzado	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

\* Puede aumentar 2.5 cm cuando se utilicen métodos de compactación diferentes al de vibración.

Paso 2. Selección del tamaño máximo del agregado.- Deberá ser generalmente el mayor económicamente posible y consistente con las dimensiones de la estructura, que en ningún caso deberá ser mayor que:

- a)  $1/5$  la menor dimensión entre las paredes de la cimbra.
- b)  $3/4$  del espacio libre mínimo entre las varillas de refuerzo, incluyendo el recubrimiento.
- c)  $1/3$  de la profundidad de las losas.

Cuando se desean resistencias altas, puede ser más conveniente usar tamaños máximos reducidos, puesto que con estos se obtienen resistencias superiores con una determinada relación agua/cemento.

Paso 3. Estimación del agua de mezclado y del contenido de aire.- En la tabla II.6 se presentan las cantidades promedio de agua de mezclado por metro cúbico de concreto, para varios revenimientos, tamaños máximos de grava y con o sin aire incluido. Además proporciona el contenido de aire que posiblemente se presenta en la masa. Estos valores son buenos para una primera aproximación.

Cuando las mezclas tentativas se empleen para establecer las relaciones de resistencia o para verificar la capacidad de producción de resistencias que tiene la mezcla, se deben tomar los valores más desfavorables que tiene la tabla II.6; es decir, el contenido de aire y el revenimiento máximos permitidos. Con esto se evitará una sobre estimación de las capacidades de las mezclas en el campo, donde es frecuente que prevalezcan estas condiciones.

**Tabla II.6** Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos del agregado

Revenimiento, cm	Agua en Kg/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos del agregado indicados							
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	—
Promedio recomendable de contenido total de aire, por ciento.	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

**Nota:** Estas cantidades se emplean para calcular el contenido de cemento para las mezclas tentativas. Son máximas para grava con una forma angular razonablemente buena, y con granulometrías dentro de las especificadas.



Paso 4. Elección de la relación agua/cemento.- La tabla II.7 presenta valores aproximados y relativamente conservadores para concretos con cemento tipo I. Los valores de la resistencia son los promedios estimados para concretos que no contienen más aire que los mostrados en la tabla II.6. Para una relación agua/cemento determinada, la resistencia se reduce cuando el contenido de aire aumenta. Estas resistencias están basadas en la norma ASTM C 39, ensayados a los 28 días de edad, curados en forma estándar según la sección 9 (b) de las normas ASTM C 31. Las relaciones de la tabla, suponen tamaños máximos entre 3/4 y 1 pulgada.

La resistencia promedio que se escoja, por supuesto, deberá exceder la resistencia especificada con el margen suficiente para mantener el número de ensayos bajos, dentro de los límites especificados.

Tabla II.7 Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días, kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua/cemento, por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Paso 5. Cálculo del contenido de cemento.- La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se obtiene de las determinaciones efectuadas en los pasos 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado (Paso 3), dividido en

tre la relación agua/cemento (Paso 4). Si, no obstante, la especificación incluye por separado un límite mínimo de cemento además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en -- aquel criterio que conduzca a la mayor cantidad de cemento.

Paso 6. Estimación del contenido de agregado grueso.- Los agregados con el tamaño y las granulometrías esencialmente iguales, producirán una manejabilidad satisfactoria, cuando un volumen de agregados - determinado, compactado según ASTM C 29, se aplica a un volumen unitario de concreto. La tabla II.8 proporciona valores apropiados de estos volúmenes. Estos volúmenes (en fracción) se multiplican por el peso unitario del agregado, obtenido según la norma anterior, para convertirlo a peso por M<sup>3</sup> de concreto. Además, - estos valores se han escogido de relaciones empíricas, para proporcionar una manejabilidad adecuada para la construcción ordinaria de concreto reforzado. Para pavimentos, donde se requieren concretos de menor manejabilidad, estos valores se deben incrementar en un - 10% y en cambio, para concretos bombeados se reduce en un 10% aproximadamente.

Tabla II.8 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo del agregado, mm	Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	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	0.78	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Paso 7. Estimación del contenido de agregado fino.- Hasta el paso 6, todos los ingredientes se han estimado, salvo el contenido de agregado fino. Existen dos métodos para estimarlo: por volumen absoluto y por peso. Ambos trabajan por diferencias.

a) Por volumen absoluto. Este método es muy conocido, se trata de transformar los pesos obtenidos por metro cúbico al volumen que ocupan, dividiéndolos por los pesos específicos correspondientes. Se suman todos los volúmenes, incluyendo el volumen de aire y se restan del metro cúbico, la diferencia representa el volumen que debe ocupar el agregado fino, que multiplicada por su peso específico se determina por peso por metro cúbico de concreto.

b) Por peso. Si el peso del volumen unitario de concreto se presupone o puede estimarse por experiencia, el peso requerido de agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes. Por lo general, en base a experiencias anteriores con los materiales, se conoce el peso unitario del concreto con una precisión razonable. Si no se cuenta con esta información, se puede utilizar la tabla II.9. para hacer una primera estimación. Aunque el peso estimado por metro cúbico de concreto sea aproximado, las proporciones de la mezcla serán lo suficientemente exactas para permitir ajustes fáciles basados en las mezclas de prueba.

Si se desea obtener un cálculo teóricamente exacto de peso unitario del concreto fresco por metro cúbico, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$U_m = 10G_a(100-A) + C_m(1-G_a/G_c) - W_m(G_a-1)$$

En donde:

$U_m$  = Peso volumétrico del concreto fresco, - -  
Kg/m<sup>3</sup>.

$G_a$  = Promedio obtenido de los pesos específicos de los agregados finos y gruesos combinados, a granel SSS\*

$G_c$  = Peso específico del cemento (Generalmente de 3.15)

$A$  = Contenido de aire, por ciento

$W_m$  = Requerimiento de agua de mezclado,  $Kg/m^3$

$C_m$  = Requerimiento de cemento,  $Kg/m^3$

\*SSS indica que se utilizó la condición saturada y superficialmente seca para considerar el desplazamiento de una parte del agregado. El peso específico del agregado utilizado en los cálculos debe ser compatible en la condición de humedad supuesta en los pesos básicos del agregado por mezcla, es decir, de la masa seca si se establecen los pesos del agregado de acuerdo a la base seca, y del peso específico a granel SSS si los pesos se establecen con agregados saturados y superficialmente secos.

Los valores de la tabla II.9 se calcularon, con la ecuación anterior para concretos con contenido de cemento medio ( $330Kg/m^3$ ), para revenimiento medio (8 a 10 cm) y con un peso específico promedio pesado de los agregados de 2.7, el requisito de agua de mezclado se obtuvo de la tabla II.6. Si se desea un mayor refinamiento en la estimación de la tabla II.9 y si se cuenta con la información necesaria, procedase como sigue:

- Por cada 5 Kg de diferencia en el agua de mezclado obtenida por la tabla II.6, para los requisitos del problema, respecto al revenimiento de 8 a 10 cm corrijase en sentido opuesto  $8Kg/m^3$  del valor estimado en la tabla II.9.

- Por cada 20 kg de cemento de diferencia, respecto a  $330 Kg/m^3$  corrijase con  $3 Kg/m^3$  en el mismo sentido el valor de la tabla II.9.

- Por cada 0.1 de diferencia en peso específico respecto a 2.7 corrijanse por  $70 Kg/m^3$  en el mismo sentido, los valores de la tabla II.9.

Tabla 11.9 Primera estimación del peso del concreto fresco

Tamaño máximo del agregado, mm	Primera estimación del peso del concreto kg/m <sup>3</sup>	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10	2285	2190
12.5	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2445	2375
70	2465	2400
150	2505	2435

Luego entonces, en el ejemplo siguiente solo nos referiremos al método por volumen absoluto en virtud de que es el más usual.

Paso 8. Ajustes por el contenido de humedad del agregado.- Las cantidades de los agregados que se deberán pesar para el concreto, deben estar corregidos por humedad. Generalmente los agregados se encontrarán húmedos y sus pesos secos se deberán incrementar por el porcentaje de agua que contienen, tanto la absorbida como la superficial. El agua de mezclado se deberá reducir, por lo tanto, en una cantidad igual a la humedad menos la de absorción.

Paso 9. Ajustes de la mezcla tentativa.- La mezcla calculada se deberá verificar por medio de revolturas tentativas, preparadas y ensayadas, de acuerdo a la norma ASTM C 192 o con revolturas de campo a escala natural. En este paso, solo se deberá emplear el agua necesaria para dar el revenimiento requerido, independientemente de la cantidad estimada en la mezcla tentativa. El concreto se deberá revisar por peso uni

tario y por volumen producido (ASTM C 138) y por contenido de aire (ASTM C138, C173 ó C231). Se tendrá -- cuidado de observar una manejabilidad apropiada, li-- bre de segregación y con buenas propiedades de acaba-- do. Se harán ajustes adecuados en revolturas subse--- cuentes, según lo siguiente:

- Se estima de nuevo la cantidad de agua de mezclado necesaria por metro cúbico de concreto, divi-- diendo el contenido neto de agua de mezclado de la -- mezcla de prueba entre el rendimiento de la mezcla de prueba en metros cúbicos. Si el revenimiento de la -- mezcla de prueba no fue el correcto, se aumenta o se disminuye la cantidad reestimada de agua en 2 kg por cada centímetro de aumento o disminución del reveni-- miento requerido.

- Si no se obtuvo el contenido deseado de aire (para concreto con aire incluido), se estima nuevamen-- te el contenido de aditivo requerido para el conteni-- do adecuado de aire, y se reduce o aumenta el conteni-- do de agua de mezclado indicado en el párrafo ante-- rior en  $3 \text{ Kg/m}^3$ , por cada 1 % de contenido de aire que que deba aumentarse o reducirse de la mezcla de prue-- ba previa.

- Si la base para la dosificación es el peso es-- timado por metro cúbico de concreto fresco, la reesti-- mación de ese peso se obtiene reduciéndole o aumentán-- dole el porcentaje determinado por anticipado de au-- mento o disminución del contenido de aire de la mez-- cla, ajustado con respecto a la primera mezcla de -- prueba.

- Se calculan los nuevos pesos de la mezcla par-- tiendo del paso 4, modificando el volumen de agregado grueso que aparece en la tabla II.8, si es necesario -- para obtener una trabajabilidad adecuada.

Ejemplo: Se requiere concreto para una estructu-- ra que estará abajo del nivel del terreno, en un lu-- gar donde no estará sujeta a un clima severo ni al -- ataque de los sulfatos. Las consideraciones estructu-- rales especifican una resistencia a la compresión pro

medlo (28 días de edad) de  $250 \text{ Kg/cm}^2$ . En base a la - tabla II.5, se requiere un revenimiento entre 8 y 10 cm con un tamaño máximo de la grava de 40 mm (1 1/2")

Los materiales disponibles son: grava con un peso específico de 2.68, una absorción de 0.5 % y un peso unitario seco de  $1600 \text{ Kg/m}^3$ , una arena de 2.64 de peso específico, 0.7 % de absorción y 2.8 el módulo de finura; un cemento tipo I sin inclusor de aire, su poniéndole un peso específico de 3.15.

El diseño de la mezcla se hace siguiendo los pasos anteriores:

Paso 1. Como se indicó anteriormente, el revenimiento deseado es de 8 a 10 cm.

Paso 2. El tamaño máximo del agregado será de 40 mm (1 1/2").

Paso 3. Como la estructura no estará expuesta a condiciones severas se puede emplear un concreto sin aire incluido. Por lo tanto, la cantidad aproximada del agua de mezclado que se empleará para producir un revenimiento de 8 a 10 cm en un concreto sin aire incluido con agregado de 40 mm es de  $175 \text{ Kg/m}^3$ , de acuerdo a la tabla II.6, con un 1 % de aire atrapado.

Paso 4. La relación agua/cemento (según la tabla II.7), será de 0.62.

Paso 5. El contenido de cemento:

$$175/0.62 = 282 \text{ Kg/m}^3.$$

Paso 6. La cantidad de gravas se estima con la tabla II.8, que es igual a  $0.72 \text{ m}^3$  y en peso:  $0.72 \times 1600 = 1152 \text{ Kg/m}^3$

Paso 7. Estimación de la arena  
Por volumen absoluto

$$- \text{ Agua} = 175/1 = 175 \text{ lts.}$$

- Cemento	=	282/3.15	=	90	lts.
- Grava	=	1152/2.68	=	430	lts.
- Aire	=	0.01x 1000	=	10	lts.
		Suma	=	705	lts.
- Arena	=	1000-705		295	lts.
- Peso de la arena por m <sup>3</sup> :					
		295 x 2.64	=	279	Kg/m <sup>3</sup>

Por lo tanto, las cantidades por peso, de los -  
ingredientes para una revoltura de 1 m<sup>3</sup>, son:

Agua de mezclado	175	kg
Cemento	282	Kg
Grava seca	1152	Kg
Arena seca	779	Kg

Paso 8. Los agregados se deberán corregir por -  
humedad. En el momento de emplearse la grava y la are  
na presentaron una humedad total de 2 y 6 % respecti-  
vamente. Las cantidades húmedas que se deberán pesar\_  
por los agregados son:

- Grava húmeda	=	1152 x 1.02	=	1175	Kg/m <sup>3</sup>
- Arena húmeda	=	779 x 1.06	=	826	Kg/m <sup>3</sup>

Para que el agua de mezclado no se vea modifica  
da, se corrige por esta humedad y por la absorción de  
los agregados, la primera se debe de restar al agua -  
de mezclado, porque los agregados proporcionan esta -  
agua y la segunda se debe sumar, porque la absorción\_  
le quita agua que no interviene en las reacciones del  
cemento. Por lo tanto la corrección por estos dos fac  
tores, se hace combinándolos y corrigiendo con una --  
cantidad neta de agua: para la grava 2-0.5 = 1.5 % y



para la arena,  $6-0.7 = 5.3\%$ . En este caso domina la - humedad de los agregados, es decir, existe humedad su per fi ci al que se va a agregar al agua de mezclado, pa ra ev it ar é sto se le resta una cantidad igual, de es- ta manera:

$$- \text{Humedad de la grava} = 1152 \times 0.015 = 17.3 \text{ Kg/m}^3$$

$$- \text{Humedad de la arena} = 779 \times 0.053 = 41.3 \text{ Kg/m}^3$$

Por lo tanto, el agua que deberá dosificarse es:

$$175 - 17.3 - 41.3 = 116 \text{ Kg/m}^3$$

$\text{m}^3$  : Las cantidades que deberán pesarse para dar un

Agua para agregarse	116	Kg
Cemento	282	Kg
Grava (húmeda)	1175	Kg
Arena (húmeda)	826	Kg

Paso 9. Para fabricar una revoltura tentativa - en el laboratorio, se sugiere un volumen de 20 lts. - Reduciéndose las cantidades anteriores a:

$$\text{Agua para agregarse} \quad 116 \times 0.02 = 2.32 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} \quad 282 \times 0.02 = 5.64 \text{ kg}$$

$$\text{Grava (húmeda)} \quad 1175 \times 0.02 = 23.50 \text{ kg}$$

$$\text{Arena (húmeda)} \quad 826 \times 0.02 = 16.52 \text{ kg}$$

$$\text{ya que: } 1000 \times 0.02 = 20 \text{ lts. y } 1000 \text{ lts.} = 1 \text{ m}^3.$$

Una vez hecha la mezcla tentativa con estas can ti dad es, se observa lo siguiente: al agregar 2.32 kg. de agua, se obtuvo un re ve ni m i e n t o de 5 cm, se conti- nuó agregando agua hasta 2.70 kg para obtener el re ve n i m i e n t o entre 8 y 10 cm; el peso unitario del con cre t o fue de:  $2390 \text{ Kg/m}^3$  y la manejabilidad satisfacto--

ria, por lo que no fue necesario modificar las cantidades de los agregados.

A continuación se hacen los ajustes pertinentes a la primera mezcla tentativa para obtener otra que también se deberá verificar.

Las cantidades de los materiales adentro de la primera mezcla quedaron así:

Agua agregada	2.70 kg
cemento	5.64 kg
grava (húmeda)	23.50 kg
Arena (húmeda)	<u>16.52 kg</u>
Peso total	48.36 kg

$$\text{- Volumen de la mezcla : } 48.36 \text{ kg} / 23,90 \text{ kg/m}^3 = 0.0202 \text{ m}^3$$

- Cantidad real de agua de mezclado adentro de la mezcla:

$$\frac{2.7 + (17.3 \times 0.02) + (41.3 \times 0.02)}{0.0202} = \frac{3.88}{0.0202} = 192 \text{ Kg/m}^3$$

- Cantidad nueva de agua de mezclado, ajustada para obtener el revenimiento deseado, como estuvo - - aproximadamente 4 cm abajo se debe agregar  $4 \times 2 \text{ kg/m}^3$  de agua a la cantidad anterior:  $192 + 8 = 200 \text{ kg/m}^3$

$$\text{- Cantidad nueva de cemento: } 200 / 0.62 = 323 \text{ kg/m}^3$$

- Cantidad nueva de grava:

$$\text{grava húmeda} = \frac{23.50}{0.0202} = 1163 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{grava seca} = \frac{1163}{1.02} = 1140 \text{ kg/m}^3$$

- Ahora, se debe revisar el contenido de aire de de la primera mezcla.

Volumen de agua de mezclado real:

$$3.88 \text{ Kg/1 Kg/lts.} = 3.88 \text{ lts.}$$

Volumen de cemento:

$$5.64/3.15 = 1.80 \text{ lts.}$$

Volumen de grava:

$$1152 \times 0.02/2.68 = 8.60 \text{ lts.}$$

Volumen de arena

$$779 \times 0.02/2.64 = 5.90 \text{ lts.}$$

---


$$\text{Suma.} = 20.18 \text{ lts.}$$

Como el volumen que se produjo fue de 20.2 lts. y el volumen de los ingredientes es de 20.18 lts., -- la diferencia nos dá un contenido de aire imperceptible y como está abajo del límite 1%, no es necesario hacer ninguna corrección por esta razón:

El nuevo contenido de arena será:

$$\text{Volumen de agua} \quad 200/1 = 200 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen de cemento} \quad 323/3.15 = 103 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen de grava} \quad 1140/2.68 = 425 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen de aire} \quad = 000 \text{ lts.}$$

---


$$\text{Suma} \quad = 728 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen de la arena } 1000 - 728 = 272 \text{ lts.}$$

$$\text{Peso de la arena: } 272 \times 2.64 = 718 \text{ Kg}$$

La nueva mezcla tentativa por  $\text{m}^3$  será:

$$\text{Agua de mezclado} \quad 200 \text{ Kg}$$

Cemento	323 Kg
Grava seca	1140 Kg.
Arena seca	718 Kg

## CAPITULO III

## MEDICION Y MEZCLADO DE LOS MATERIALES

## III.1). CONSIDERACIONES.

Ahora bien, los aspectos más importantes en la fabricación del concreto son: la disposición, medición y mezclado de los materiales, incluyendo la entrega de las mezclas producidas.

III.1.1). Disposición de los materiales.- Una vez aceptada la calidad de los mismos, constituye: la programación de los pedidos, preparación, distribución, y almacenamiento de los materiales, de acuerdo al sistema y a los volúmenes de la fabricación.

a). Pedidos.- Es muy importante tener una programación adecuada de los pedidos de los materiales, sobre todo del cemento, para evitar volúmenes muy grandes que provoque la eliminación del cemento por almacenamiento prolongado, o la escasez de los materiales, porque afecta a la capacidad de producción del sistema.

b) Preparación.- Principalmente los agregados pueden requerir una preparación adecuada dentro del área de producción y hacerlos así aptos para el concreto, y en estos casos, se deberá contar con el equipo necesario (trituradoras, clasificadoras, sistemas de lavado, etc.).

c) Distribución.- Los materiales preparados se deberán colocar en puntos estratégicos del área de producción, para disponer de ellos en forma conveniente. Estos puntos deberán estar lo más cerca posible al sistema de dosificación y de mezclado.

d) Almacenamiento.- El almacenamiento de agregados se procede de la siguiente forma; 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

va 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. (Fig III.1a). Debe tenerse una base dura para evitar la contaminación del material con el del fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. Comúnmente se almacenan en contacto con el piso. Por otra parte no debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos (Fig. III.1b).

Así pues, las operaciones de manejo y almacenamiento de agregados, se observan en las figs. (III. 1a, III. 1b, III. 1c.).

El cemento en sacos se debe almacenar en una área seca, a una distancia prudente de las posibles fuentes de humedad (pisos, paredes, instalaciones hidráulicas, etc.). El cemento a granel se almacena en silos especiales que lo protegen contra la humedad y están equipados con vibradoras superficiales para permitir que durante su extracción fluya lo mejor posible.

El agua se almacena protegiéndola de las fuentes contaminadas (polvos y otras sustancias acarreadas por el viento y materia orgánica que pueda desarrollar en los depósitos).

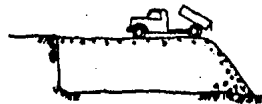
Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. Durante su uso deben agitarse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante. Por otro lado es frecuente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse, cuando esto sucede, los tambores o tanques de almacenaje, deben estar provistos de equipo de agitación o mezclado, para mantener los sólidos en suspensión.

**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 las cargas de un camión, permanecen en su lugar sin deslizar.



**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**

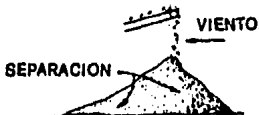
Pila construida radialmente en capas horizontales por un "bulldozer" (escrapa de empuje) trabajando con materiales arrojados por una banda transportadora. Puede recurrirse en la instalación.

"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**

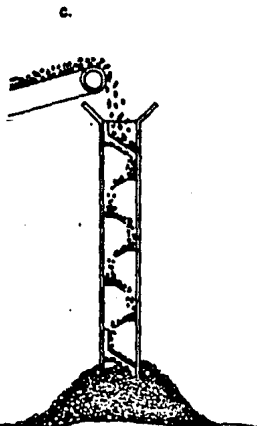
Chimenea que rodea los materiales que caen del final de una banda transportadora para evitar que el viento separe los materiales finos y gruesos. Tiene abertura tal como se necesita para descargar materiales a varias elevaciones en la pila.



**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**



Cuando se apilan agregados de gran tamaño desde bandas transportadoras elevadas, se reducen al mínimo las fracturas usando una conducción de escalera.

**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 los tolvas de la planta de mezclado.

**Fig. III.1 Métodos correctos e incorrectos de manejo y almacenamiento de agregados**

### III.2) MEDICION.

Durante el proceso de medición, todos los materiales, deberán pesarse a la tolerancia requerida y los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la granulometría deseada esto es para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida y así obtener uniformidad y homogeneidad en el concreto producido.

Las especificaciones modernas contienen en detalle los requisitos del equipo de medición y dosificación por peso; ya sea manual, semiautomático o automático de concreto.

Los materiales se deben medir generalmente, dentro de las tolerancias que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla III.2 Tolerancias típicas de dosificación**

Ingredientes	Pesos de carga mayores que el 30 por ciento de la capacidad de la báscula		Pesos de carga menores que el 30 por ciento de la capacidad de la báscula	
	Mezclado individual	Mezclado acumulado	Mezclado individual	Mezclado acumulado
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula, el que sea mayor		No menor que el peso requerido ni más de 4 por ciento del peso requerido	
Agua (por volumen o peso), en por ciento	± 1	No recomendado	± 1	No recomendado
Agregados por ciento	± 2	± 1	± 2	± 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula o ± 3 por ciento del peso acumulado requerido, el que sea menor
Aditivos (por volumen o peso), por ciento	± 3	No recomendado	± 3	No recomendado



Estos valores se deben verificar periódicamente en el equipo dosificador y, si es necesario, hacer -- los ajustes correspondientes. Es importante el aislamiento del equipo de dosificación respecto de las vibraciones producidas por la maquinaria pesada del sistema de fabricación.

a) Medición y dosificación de los agregados.

Los factores que afectan la selección del equipo apropiado de dosificación por peso, son: 1) magnitud de la obra, 2) velocidad de producción, y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sistemas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la tolva dosificadora y tamaño y número de la mezcladora de la planta.

Las tolvas para el agregado, en todos los tipos de plantas dosificadoras, serán suficientemente grandes, y su forma será tal que los diferentes materiales permanezcan separados y se puedan manejar de ---- acuerdo a la figura (III.3). Las tolvas pesadoras deberán permitir fácil acceso para la obtención de muestras del agregado que se mide.

Las tolvas pesadoras o dosificadores por peso - deben cargarse en sencillas operaciones de las compuertas de los depósitos mediante cajones de concha - de almeja o del tipo de socavación radial. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipadas con motor y con un apropiado control de "goteo" que logren la exactitud deseada del peso.

El equipo utilizable cae dentro de tres categorías generales: manual, semiautomático y totalmente automático.

1) Dosificación manual. Con este equipo, los diferentes tamaños de agregado se pasan por lo general acumulativamente y todas las operaciones se ejecutan

manualmente, incluyendo la abertura y cierre de todos los depósitos y compuertas de las tolvas. Las plantas manuales pueden ser aceptables para obras hasta de -- unos 400 m<sup>3</sup> a razón de 15 m<sup>3</sup>/hr. pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las ope raciones de dosificación se justifica.

**LA UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ES AFECTADA POR LA DISPOSICION DE LAS TOLVAS DE ABASTECIMIENTO Y DE LAS BASCULAS DOSIFICADORAS**

**a.**

**CORRECTO**                      **INCORRECTO**

Fondo completo con inclinación de 50° en dirección con la horizontal en todos los sentidos hacia la salida, con las esquinas redondeadas que todo el material se deslice hacia la salida.

Depósitos de fondo plano o con cualquier combinación de pendientes que tengan algunas áreas, ocasionando que no todo el material en la tolva fluya fácilmente por la salida sin paludarse.

**INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADO**

**b.**

**CORRECTO**                      **INCORRECTO**

El material con verticimiento en la tolva, directamente sobre la abertura de descarga, permitiendo la descarga del material más uniforme.

Caida del material abrupta de la tolva en ángulo. El material que no cae directamente sobre la abertura no siempre resulta uniforme al descargarse.

**LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS**

**c.** Tolvas de grava dispuestas concéntricamente alrededor de las tolvas de cemento.

Tolvas circulares: Grava, Arena, Grava, Cemento, Grava, Grava, Grava, Grava, Grava.

Cono colector de la mezcladora.

Los tolvas pueden estar alineadas con la descarga de la banda transportadora a la tolva de la mezcladora. Es buen método, pero el equipo para ello no se puede obtener fácilmente.

**DISPOSICION DESEABLE**

Pesado automático de cada ingrediente en dosificadores separados, que descargan en el cono colector directamente dentro de la mezcladora. Descarga controlada de los dosificadores de cemento, de manera que éste fluya en forma simultánea con la descarga de agregados. Los dosificadores permanecen aislados del efecto vibratorio de la planta. Esta disposición permite corrección en la sobrecarga.

Tolva de grava colocada alrededor del compartimento central de cemento.

Tolva de cemento separada en el cemento.

Forma hexagonal o cuadrada.

Los tolvas pueden estar alineadas con la descarga de la banda transportadora a la tolva de la mezcladora. Es buen método, pero el equipo para ello no se puede obtener fácilmente.

**DISPOSICION ACEPTABLE**

Pesado automático de los agregados, va sea separada o colectivamente. Cemento pesado separadamente. Dosificadores aislados del efecto vibratorio de la planta. Equipo de control de peso, visible al operador. Es necesario la frecuencia en el vaciado de materiales. Evítase la influencia de agregados sobre la superficie del material en la tolva. Esta disposición no permite corrección en la sobrecarga.

**d.**

Aberturas laterales: GF, A, GG, GM.

Dosificador acumulativo (el cemento se pesa por separado).

Aberturas en las esquinas.

**ACOMODOS POCO CONVENIENTES**

Cualquiera de las disposiciones que se ven arriba para descarga de tolvas con fuertes pendientes provocan segregaciones y deterioro en la uniformidad.

**e.**

GF, A, GG, GM.

Vista lateral.

Vista del extremo.

**DISPOSICION PREFERIBLE**

Pesado automático y acumulación de agregados, que se llevan a la mezcladora por banda transportadora. El cemento pesado separadamente se descarga en forma controlada, de manera que el cemento fluya mientras los agregados se descargan.

**f.**

Cem, GF, A, GG.

Vista lateral.

Vista del extremo.

**DISPOSICION ACEPTABLE**

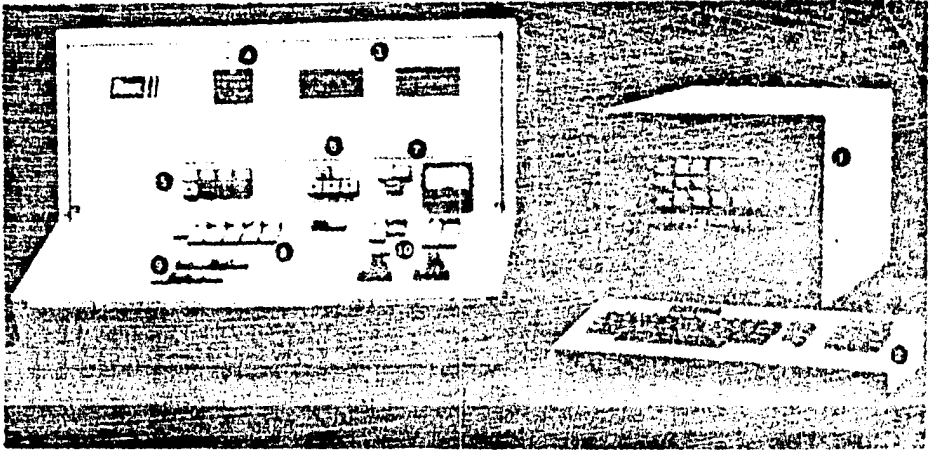
Pesado automático y acumulación de agregados. El cemento pesado separadamente se descarga en forma controlada, de manera que el cemento fluya mientras los agregados se descargan.

**Fig. III.3 Métodos correctos e incorrectos de dosificación**

2. Dosificación semiautomática.- En este sistema, las compuertas de las tolvas de los agregados para cargar las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido pesado. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. Es decir, cuando la tolva pesadora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está cargando, no puede descargarse. Es de suma importancia facilitar la inspección visual de la carátula de la báscula para cada material que esté siendo pesado. Cabe hacer mención también que con un mantenimiento adecuado de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias indicadas en la tabla (III.2).

3. Dosificación automática. En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula, no ha regresado a  $\pm 3\%$  del cero de la báscula, o cuando se exceden las tolerancias de peso predeterminadas en la tabla (III.2).

3.1. Dosificación automática acumulada. En este sistema se requieren controles de interruptores en secuencia. El pesado no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias prefijadas dentro de cualquier secuencia de pesado excedan los valores que se dan en la tabla (III.2). El ciclo de carga de la tolva dosificadora no empezará mientras sus compuertas de descarga estén abiertas, o cuando cualquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos predeterminados deseados para las mezclas se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, discos rotatorios o interruptores digitales. Ver (fig. III.4.) Se controlan manualmente los pesos determinados, el comienzo del ciclo de la mezcla y su descarga, la dosificación, los medidores de humedad del agregado fino, y los compensadores de humedad del agregado.



- 1 Terminal de datos en pantalla.
- 2 Teclado para entrada de datos.
- 3 Marcador digital para el peso de cada material.
- 4 Marcador digital para la medida del agua.
- 5 Controles de funcionamiento de la planta para bandas transportadoras, compresor y aeración.
- 6 Control para funciones para operación auto-manual junto con switch de admisión de tolerancia.
- 7 Medida de la humedad con selección de 1 ó 2 depósitos.
- 8 Mezcla de la bachada y control de descarga con indicadores de vacío.
- 9 Controles automáticos de bachada y descarga.
- 10 Controles para dosificación manual.

Sistema automático, por cargas en base a tarjetas perforadas.

Sistema semi-automático con controles digitales.

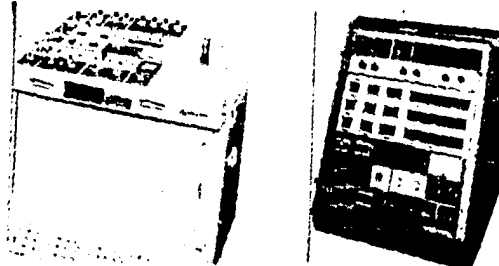


Fig. III.4

Y por otro lado los dispositivos gráficos o digitales para registrar el peso de cada material para la mezcla, constituyen el equipo suplementario que debe exigirse para el buen control de la planta. Este método de dosificación proporciona mayor exactitud en la producción de alta velocidad que en el caso de los sistemas manuales o semiautomáticos.

3.2. Dosificación individual automática. Este sistema está provisto de básculas separadas y tolvas medidoras para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la mezcla. El ciclo de pesado se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente. Los interruptores para cortar los ciclos de pesado y de descarga cuando las tolerancias se han excedido, los selectores de la mezcla, los medidores y compensadores de humedad en el agregado y los registradores, difieren solamente en detalles de los descritos para los sistemas automáticos de dosificación acumulada. Estas plantas proporcionan la máxima velocidad y la mejor uniformidad. Generalmente se usan para dosificar concreto en masa para grandes obras.

#### b) Medición y dosificación del cemento.

El cemento envasado en sacos que se utilice en obras en que se dosifica manualmente, debe medirse en unidades no menores de un saco, a menos que se pesen fracciones de bolsas. El cemento para grandes obras debe manejarse a granel y pesarse para cada revoltura con equipo automático. El cemento a granel no debe pesarse manualmente, el cemento no se pesará con el agregado; deberán proporcionarse por separado dosificadores automáticos por peso. Todas las tolvas dosificadoras permitirán libre acceso para ensayos e inspección para ver que la descarga sea rápida y completa, y estarán equipadas para permitir la toma de muestras en cualquier ocasión. Las tolvas dosificadoras de cemento estarán equipadas con un vibrador para ayudar a que las descargas de las revolturas sean completas, y estarán dispuestas en tal forma que el ciclo de carga no pueda iniciarse nuevamente en tanto permanezca

cemento en ellas.

### c) Medición y dosificación del agua.

En grandes obras se justifica la recomendación de que la medición de agua para concreto mezclado en revolvedora pavimentadora o en otras mezcladoras portátiles, se haga con medidores automáticos de medición cilíndricos y verticales del tipo de descarga de sifón al centro. Cualquiera de estos mecanismos puede usarse en plantas fijas de mezclado o de medición. -- Cualquiera que sea el método que se utilice, debe ser capaz de efectuar mediciones de rutina con precisión del 1% bajo cualquier condición de operación.

Se pueden permitir tanques o cilindros verticales con descarga de sifón central, como una parte auxiliar del pesado, pero no deben emplearse como medio directo de medición. El equipo para la dosificación de agua en camión revolvedor debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá -- también en la revoltura. El equipo para la medición del agua deberá tener tantas válvulas y conexiones como sean necesarias para separar adecuadamente el agua medida para una revoltura, y en tal forma que la exactitud de la medición o la regulación puedan verificarse rápidamente.

#### - Determinación y compensación de la humedad del agregado

La medición de la cantidad correcta de agua para concreto, está tan íntimamente relacionada con el contenido de agua de la arena, y particularmente con las variaciones de humedad de la arena, que éstas recomendaciones serían incompletas si no se hace mención del equipo disponible en la actualidad para indicar la cantidad y la variación de la humedad de la arena cuando se dosifica. Aunque la exactitud de este equipo es inferior a la de los métodos de laboratorio, es suficiente, cuando está bien operado, para indicar con precisión la magnitud general del aumento o disminución de la humedad en la arena, con lo que se pueden hacer los ajustes apropiados en la medición del -

agua y a la vez mantener razonablemente constante la consistencia.

#### d) Medición de aditivos

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire y en ciertas ocasiones de otros aditivos para fines especiales ha llegado a ser una práctica conveniente y ampliamente aceptada.

La tolerancia de dosificación (tabla III.2) y la interrelación carga y descarga descritas anteriormente para otros ingredientes de la mezcla, deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa debe calibrarse fácilmente. Un requisito mínimo de comprobación cuando se emplean surtidores controlados por reloj (timer), debe ser unos tubos de inspección visual, en conjunto con la operación de dosificación.

#### Requisitos del equipo dosificador.

Cualquier equipo dosificador que se utilice, éste deberá cumplir con ciertos requisitos los cuales se indican en las especificaciones siguientes:

Con respecto a :

#### a) Depósitos y tolvas.

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima. Se debe contar con instrumentos de control, que puedan interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva no debe permitir acumulaciones de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.



#### b) Báscula.

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con carga estática la tolerancia sea de  $\pm 0.4\%$  de su capacidad total.

Las básculas para dosificar los ingredientes para el concreto pueden ser de balancín o de carátula, sin resortes. Se pueden aceptar los equipos para pesar (eléctricos, hidráulicos, celdas de carga), diferentes a las básculas de balancín o de carátula, sin resortes, siempre y cuando cumplan con las tolerancias señaladas.

Para la comprobación de las básculas se requiere de taras estándar. Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y partes de trabajo similares de la báscula. Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando un peso igual al  $0.1\%$  de la capacidad nominal de la báscula se coloque en la tolva pesadora. La separación entre dos marcas debe ser cuando menos del  $5\%$  de la capacidad neta del brazo mayor en su primera aproximación y del  $4\%$  del brazo menor en la segunda aproximación.

#### c) Medidores para agua.

Los aparatos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar a la revoltura la cantidad requerida, con la precisión establecida en la tabla III.2. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de agua en el tanque.

#### d) Medidores de aditivo.

El equipo de medición de aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida con la

precisión establecida en la tabla III.2. y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de aditivo en el dispositivo.

### III.3 ) MEZCLADO.

Simultáneamente a la dosificación y medición de los materiales que forman el concreto, se efectúa la operación de mezclado de los mismos que tiene como finalidad primordial lograr una uniformidad tal que en ninguna muestra de la mezcla se presenten diferencias de alguno de los componentes.

Este paso en la elaboración del concreto es tan importante que aún cuando se haya alcanzado un alto grado de precisión en la dosificación de materiales, sin un buen mezclado, nunca se logrará obtener un concreto confiable.

Ahora bien, el concreto debe ser mezclado por medio de una de las combinaciones de operación como son: concreto mezclado en planta, concreto mezclado parcialmente en planta, concreto mezclado en camión.

Cualquiera que sea el tipo de mezclado, éste se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos de uniformidad de mezclado del concreto que señala la tabla III.5. Considerando que la aprobación de la mezclado-  
ra puede ser otorgada con el cumplimiento de 4 requisitos de los 5 que se indican en la tabla III.5.

Tabla III.5 Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultados de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*).
1.- Peso volumétrico (Determinado según la Norma NOM-C-162 en kg/m <sup>3</sup> )	15 kg/m <sup>3</sup>
2.- Contenido de aire en % del volumen del concreto (Determinado Según Norma NOM-C-157) para concreto con aire incluido.	1 %
3.- Revenimiento: Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm. Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm. Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	1.5 cm. 2.5 cm. 3.5 cm.
4.- Contenido del agregado grueso retenido en la criba M 1.7 expresado en por ciento del peso de la muestra.	6 %
5.- Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días edad de cada muestra, expresado en por ciento (**).	7.5 %

(\*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: Del 10 al 15%; Final del 85 al 90% del volumen).

(\*\*) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtengan los resultados de la prueba de Resistencia.

### Mezcladoras y revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores y/o revolvedores.

Las mezcladoras estacionarias deben estar equipadas con una o más placas metálicas en las cuales esté claramente marcada la velocidad de mezclado de la olla o de las aspas y la capacidad máxima en términos de volumen de concreto mezclado, cuando es usado para el mezclado completo del concreto. Asimismo deben equiparse con un dispositivo de tiempo adecuado que permita controlar el tiempo de mezclado especificado.

Así pues, con respecto a los requisitos que debe cumplir el equipo del camión mezclador se detallará en el siguiente capítulo.

Las mezcladoras más comunes para la fabricación del concreto son las de tambor, de eje vertical, y de las aspas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de aspas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la mezcla sobre sí misma al mezclarse. En la mezcladora de eje vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la mezcla puede observarse fácilmente, y si se necesita, se puede hacer un ajuste rápido. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por una fuerza motriz con paletas en espiral que operan dentro de un tambor horizontal.

Existen mezcladoras que la Mixers Manufactures Bureau cataloga como revolvedoras de construcción, con tambor de un solo compartimiento los tamaños estándar son: 3 1/2 S, 6S, 11S, 28S, 56S, 84S, y 112S. El número indica el volumen nominal de concreto mezclado en piés cúbicos, mientras que la letra S designa que el equipo es una revolvedora de construcción.

Cualquier mezcladora, en que haya escape de mortero ó desperdicios de materiales por desperfectos en la carga, deberá retirarse del servicio y mantenerse fuera hasta que se hagan las reparaciones y mejoras satisfactorias. Las superficies interiores del equipo de mezclado estarán libres de concreto y mortero duro.

Deberán reemplazarse las paletas desgastadas que materialmente, disminuyen la eficiencia del mezclado.

#### Carga a la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto -- con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10 % del agregado - haya entrado en la mezcladora. Cuando sea menester -- cargar cemento en mezcladoras de camión por separado\_ puede ser necesario un tiempo adicional para el mez-- clado a fin de obtener la deseada uniformidad en la - mezcla.

Se tendrá cuidado de que el agua sea el primer\_ elemento que entre a la mezcladora, y continuar flu-- yendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Todos los materiales deberán estar dentro de la mez-- cladora antes del primer 25% del tiempo de mezclado.

Los aditivos deben cargarse en la mezcladora en el mismo punto de la secuencia del mezclado, mezcla - tras mezcla. Los aditivos líquidos deben cargarse con el agua, y los aditivos en polvo deben ser vertidos - dentro de la mezcladora con otros ingredientes secos. Cuando llega a usarse más de un aditivo, cada uno de - be dosificarse por separado y no deben premezclarse - antes de entrar a la mezcladora.

#### Remezclado..

Bajo una cuidadosa supervisión y con un mezcla - do adicional igual a la mitad del tiempo mínimo de -- mezclado requerido, puede agregarse en ocasiones, una pequeña cantidad de agua para mejorar la trabajabili - dad de revolturas retrasadas en la planta o en las -- mezcladoras de obra, siempre que no exceda la máx - ima relación permisible agua/cemento de la dosificación. Esto de ninguna manera deberá ser motivo de exagera - ciones.

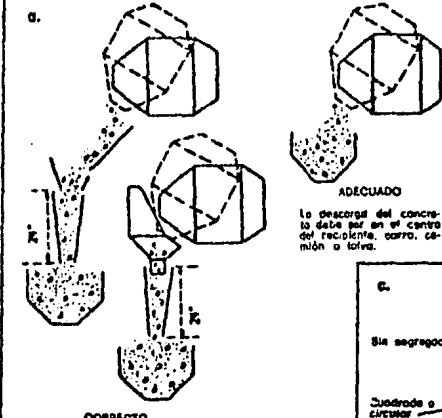
#### Descarga de la mezcladora.

Todos los tipos de mezcladoras serán capaces de

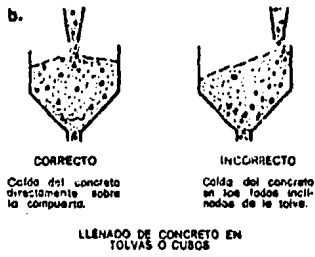
descargar con facilidad el concreto de más bajo revenimiento, que se pueda consolidar por vibración. En la colocación de concreto masivo o en sitios sin cimbra, los vibradores modernos pueden consolidar fácilmente concreto con revenimiento de 2.5 cm.

Debe evitarse la segregación en las operaciones de manejo y descarga en las tolvas de retención y los transportadores de transbordo, es decir, la separación del agregado grueso del mortero, que comunmente resulta cuando el concreto se descarga de la mayoría de las plantas y de las mezcladoras en tránsito, deberá evitarse disponiendo la descarga como se muestra en las figs. (III.6a , II.6b , III.6c y III.6e) de tal forma que el concreto caiga verticalmente, no diagonalmente, en cualquier recipiente que lo reciba.

**A MENOS QUE SE CONTROLE LA DESCARGA DEL CONCRETO DE LAS MEZCLADORAS, LA UNIFORMIDAD QUE RESULTA DE UN BUEN MEZCLADO SERA DESTRUIDA POR SEPARACION**



**ADECUADO**  
 La descarga del concreto debe ser en el centro del recipiente, carro, camión o tolva.

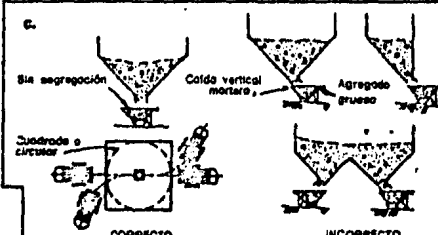


**CORRECTO**  
 Caída del concreto directamente sobre la compuerta.

**INCORRECTO**  
 Caída del concreto en los lados inclinados de la tolva.

**LLENADO DE CONCRETO EN TOLVAS O CUBOS**

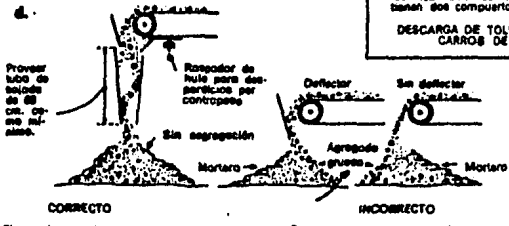
**CONTROL DE SEGRIGACION AL DESCARGAR CONCRETO DE LAS MEZCLADORAS**



**Sin segregación**  
**CORRECTO**  
 Descargar por la abertura central para evitar verticalmente al centro del carro (cochon). El acceso alternado desde lados opuestos hace posible una caída tan rápida como pueda lograrse con los inconvenientes tolvas divididas que banan los compuestos de descarga.

**Caída vertical mortero, Agregado grueso**  
**INCORRECTO**  
 Conduetas inclinadas que en realidad son conlonas sin control de caída causan una segregación incompensada al llenar los carros.

**DESCARGA DE TOLVAS PARA CARGAR CARROS DE CONCRETO**

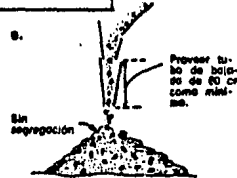


**Proveer tubo de bajada de 60 cm. de diámetro mínimo.**  
**Rozador de hule para despartirlos por contrapeso.**  
**Deflector**  
**Sin deflector**  
**Mortero**  
**Agregado grueso**  
**Mortero**

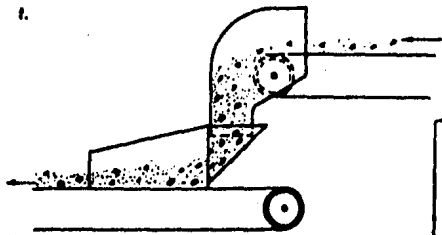
**CORRECTO**  
 El arreglo superior evita la segregación del concreto sin impedir la descarga en tolvas, cubos, carros, camionetas o en camiones.

**INCORRECTO**  
 Control incompleto e control insuficiente al final de la banda. Generalmente un deflector a una tolva baja, usualmente cambian al sentido de la segregación.

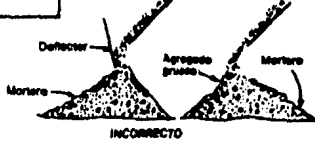
**CONTROL DE LA SEGRIGACION DEL CONCRETO EN EL EXTREMO DE LA BANDA TRANSPORTADORA**



**Proveer tubo de bajada de 60 cm. de diámetro mínimo.**  
**Sin segregación**  
**CORRECTO**  
 El arreglo que se ve arriba impide la segregación, sin impedir el flujo corto sea al camión, ya sea que se descargue al concreto en tolvas, cubos, carros, camionetas o camiones.



**CONTROL EN EL PUNTO DE TRANSFERENCIA DE DOS BANDAS TRANSPORTADORAS**



**Deflector**  
**Mortero**  
**Agregado grueso**  
**Mortero**  
**INCORRECTO**

**CONTROL DE LA SEGRIGACION EN EL EXTREMO DE CAÑALLETAS DE CONCRETO**

Esto se aplica a descargas inclinadas de mezcladoras, común-revoluador, etc., así como a conlonas largas, pero no cuando el concreto es descargado a otro camión o a una banda transportadora.

**Fig. III.6 Métodos correctos e incorrectos de manejo de concreto**



## Tipos de mezclado.

Las recomendaciones sobre la selección y manejo apropiado de los materiales, precisión de medición, y mezclado adecuado se aplican al concreto ya sea mezclado en la obra o premezclado.

Luego entonces, el concreto premezclado puede mezclarse en una planta central y transportarse a la obra en camiones agitadores o no - agitadores, mezclarse en un camión revolventador en tránsito al sitio de trabajo o después de llegar a él, o mezclarse parcialmente en una planta central y completándose en tránsito o en la obra.

### Concreto mezclado en planta.

En este sistema las mezcladoras deben ser operadas dentro de los límites de capacidad y velocidad designados por el fabricante del equipo.

Con respecto al tiempo de mezclado este debe ser medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua. Todo debe mezclarse por lo menos  $3/4$  partes del tiempo de mezclado especificado, que debe ser tal que permita a la revolventadora producir un concreto que cumpla con los requisitos de uniformidad indicados en la tabla III.5. Cuando no se hacen pruebas de uniformidad del mezclado, el tiempo aceptable para revolventadoras que tengan una capacidad de 1.0 metros cúbicos o menos y cuyo revenimiento del concreto sea mayor de 5 cm., no debe ser menor de un minuto. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo especificado en el párrafo anterior debe ser aumentado en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

A los concretos con revenimiento inferior de los 5 cm se les debe hacer pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado con el equipo que se vaya a emplear, de acuerdo con la tabla III.5.

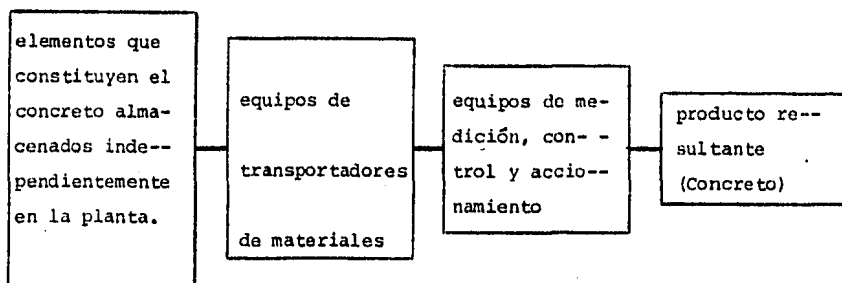
Quando se hayan hecho pruebas de uniformidad de

mezclado y las mezcladoras sean cargadas a la capacidad estipulada para esas circunstancias en particular, el tiempo de mezclado aceptable puede ser reducido al punto en el cual un mezclado satisfactorio puede ser logrado.

Ahora, lo que concierne a concreto mezclado parcialmente en la planta y concreto mezclado en camión, se verá en el siguiente capítulo.

En las siguientes figuras se muestran los elementos que constituyen a las plantas dosificadoras y mezcladoras de concreto.

PLANTAS DOSIFICADORAS Y MEZCLADORAS DE CONCRETO



INTEGRACION DE CONJUNTOS DE LA PLANTA DOSIFICADORA DE CONCRETO

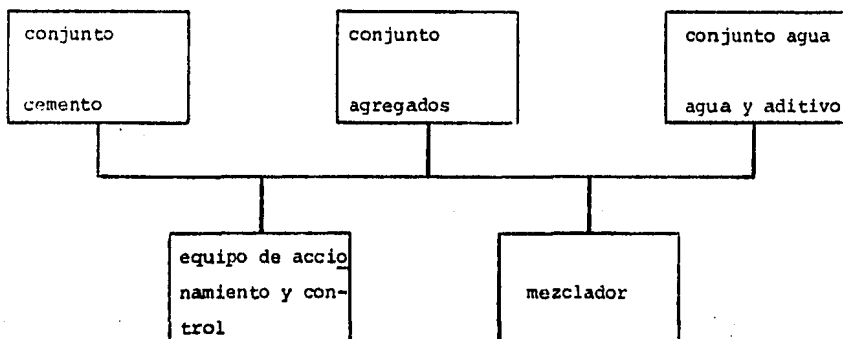
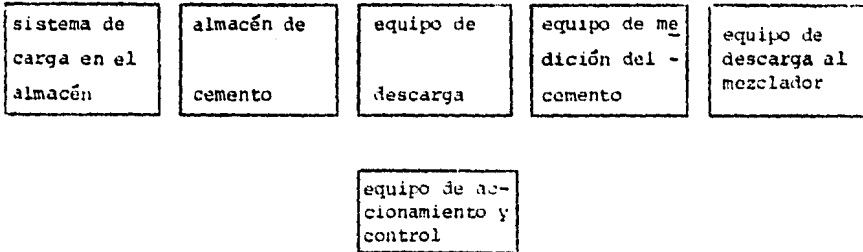
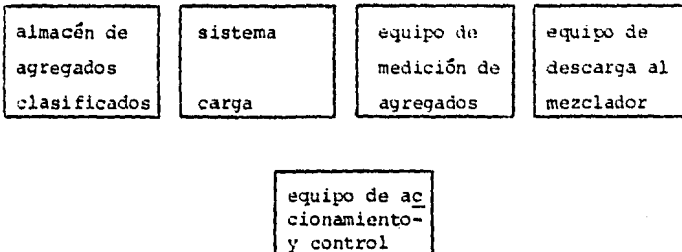


Fig. 2.7

## CONJUNTO CEMENTO



## CONJUNTO AGREGADOS GRUESOS Y FINOS



## CONJUNTO AGUA

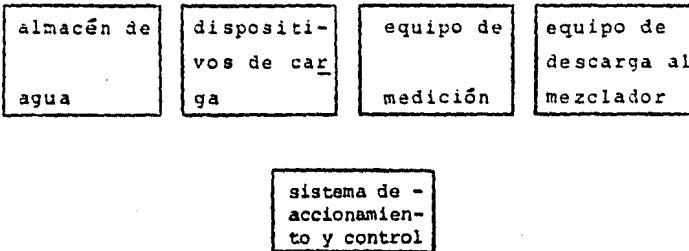
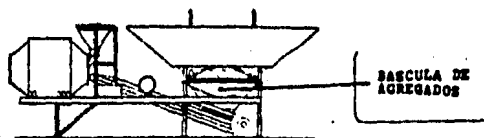
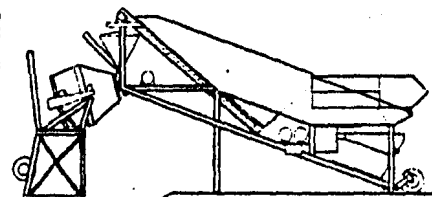


Fig. III.8

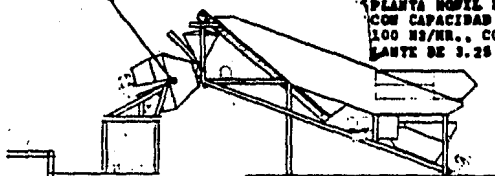


PLANTA MOVIL DE MEZCLADO CENTRAL CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 20 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA DE TAMBOR 1.5 M<sup>3</sup>.



BASCULA DE CEMENTO

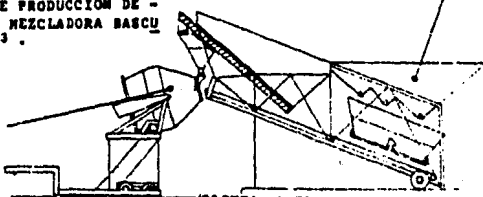
PLANTA MOVIL DE MEZCLADO CENTRAL CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 100 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA BASCU LANTE DE 3.25 M<sup>3</sup>.



TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

PLANTA MOVIL DE MEZCLADO CENTRAL CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 120 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA BASCU LANTE DE 4.5 M<sup>3</sup>.

MEZCLADORA



PLANTA MOVIL DE MEZCLADO CENTRAL CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 190 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA BASCU LANTE DE 7.5 M<sup>3</sup>.

Fig. 113

PLANTA MOVIL DE MEZCLADO CENTRAL  
CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE -  
70 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA DE TI-  
PO TAMBOR CON INVERSION DE MAR-  
CHA DE 3 M<sup>3</sup>.

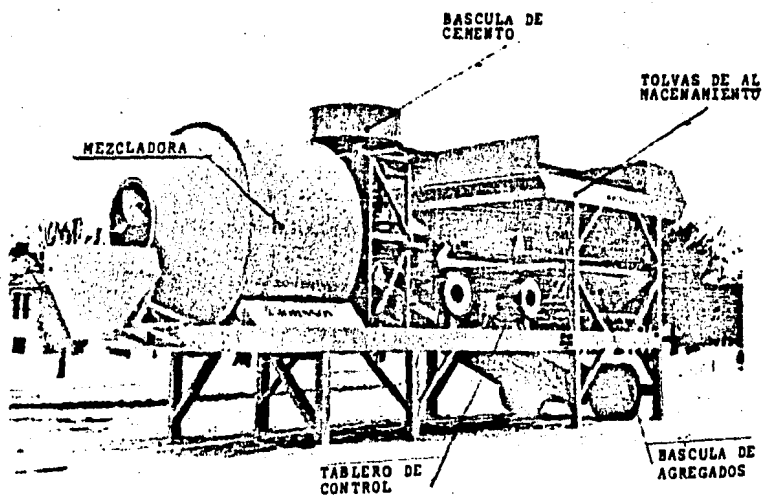


Fig. III.10

PLANTAS ESTACIONARIAS DE TIPO VERTICAL CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 180 M<sup>3</sup>/HR., CON MEZCLADORA TIPO BASCULANTE DE 7.5 M<sup>3</sup>.

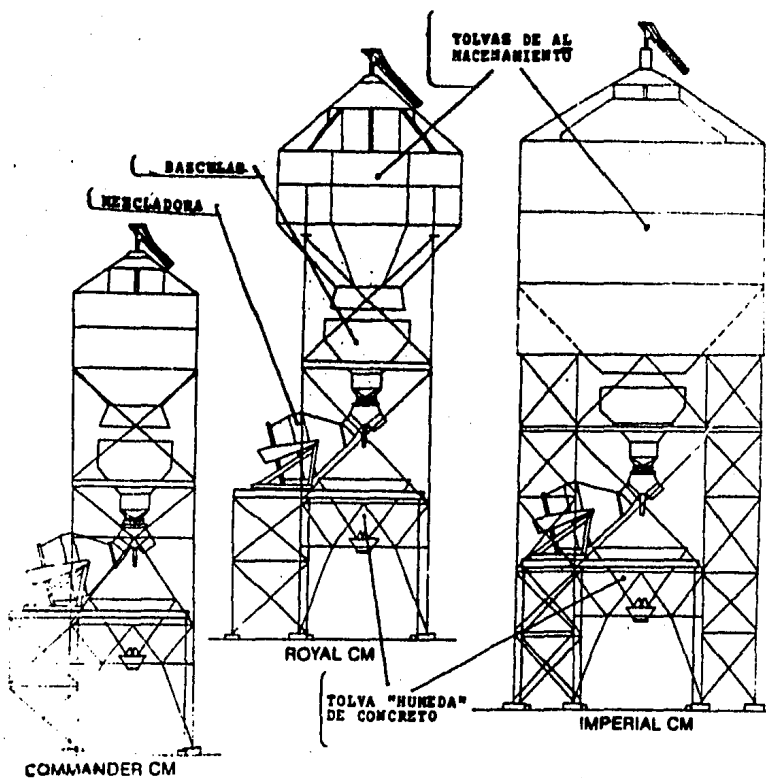


Fig. III.11

PLANTA DOSIFICADORA DE AGREGADOS  
VERTICAL ESTACIONARIA PARA 2 o  
3 AGREGADOS Y UNO DE CEMENTO

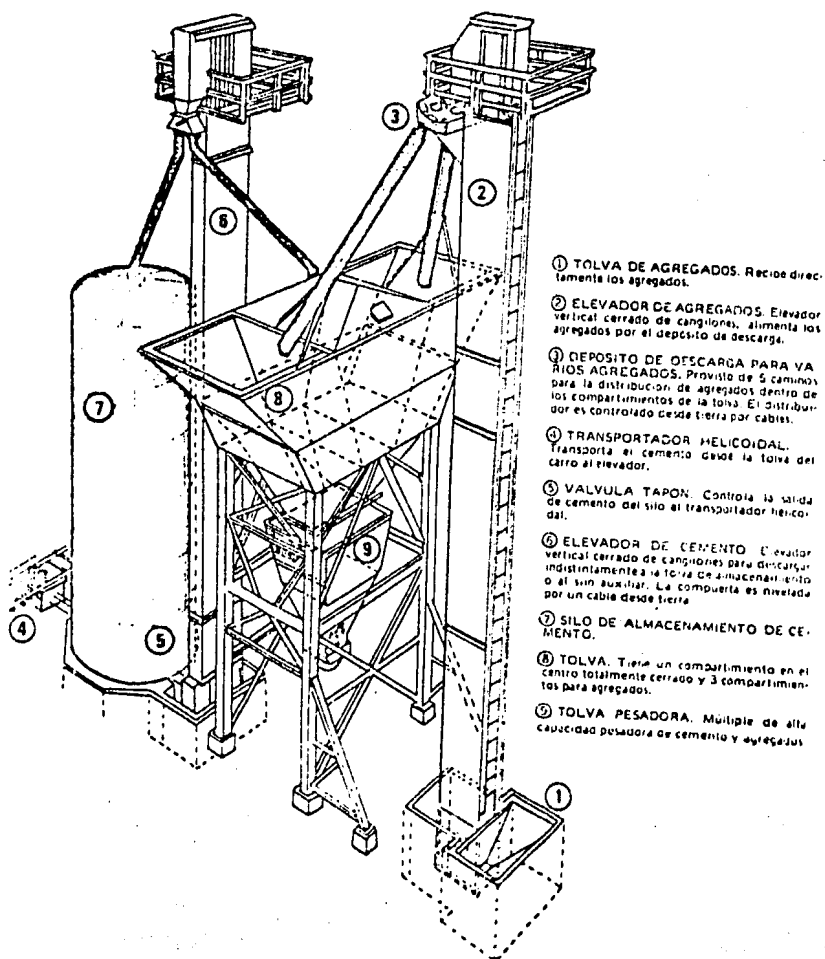


Fig. III.12



## CAPITULO IV

## TRANSPORTE DEL CONCRETO

## IV.1) ASPECTOS GENERALES

En el lapso comprendido entre la elaboración de la mezcla y el comienzo del fraguado, el concreto requiere ser manejado, colocado y compactado en el sitio previsto. En esta etapa adquieren importancia diversos aspectos relacionados con el comportamiento -- del concreto fresco.

Es deseable que la mezcla ofrezca facilidad para ser manejada y colocada sin que pierda homogeneidad ni se produzca sangrado al cabo de su compactación.

El manejo del concreto es la operación que se hace inmediatamente después de la fabricación del mismo y antes de su colocación en el lugar donde endurecerá. Sin un manejo adecuado, es posible nulificar -- las propiedades esperadas del concreto y por tal razón es necesario conocer las normas que rigen esta -- operación.

El manejo del concreto consiste generalmente en trasladarlo de un lugar a otro, para lo cual es necesario utilizar equipo de transporte, el cuál se detallará más adelante.

Ahora bién, el concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como camión revolver, camión de caja fija, con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada método tiene ventajas y desventajas -- y es adecuado para emplearse en ciertas condiciones.

El método que se seleccione deberá permitir la utilización de un concreto que tenga propiedades requeridas, tales como consistencia, tamaño máximo de -- agregado, etc.

#### IV.2) TRANSPORTE DEL CONCRETO PARCIALMENTE MEZCLADO EN PLANTA O MEZCLADO TOTALMENTE EN CAMION.

##### IV.2.1) Camión mezclador.

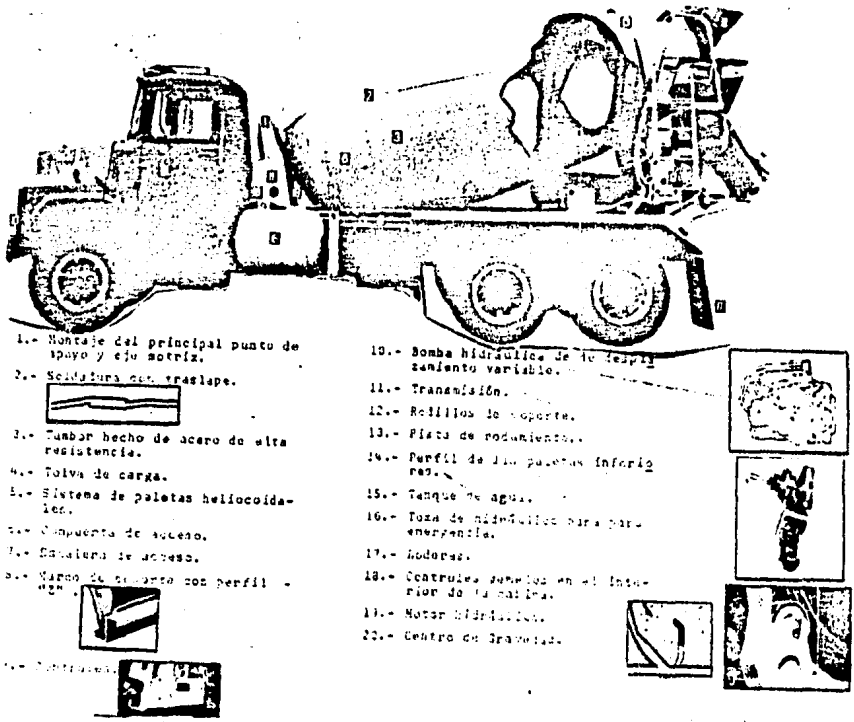
Es importante describir algunas recomendaciones sobre el camión mezclador para que el mezclado se realice satisfactoriamente.

Deben colocarse en un lugar visible del camión mezclador o agitador las placas de metal, en las cuales estén claramente marcadas y certificadas las capacidades de la unidad, en términos del volumen, como mezclador y como agitador y la velocidad mínima y máxima de rotación de la olla, aspas o paletas. Cuando el concreto es mezclado en camión (sección IV.2.3) o parcialmente mezclado (sección IV.2.2.), el volumen de concreto no debe exceder del 63% del volumen total de la unidad. Cuando el concreto es agitado únicamente en la unidad, (concreto mezclado en planta), el volumen de concreto no debe exceder del 80% del volumen total de la misma. (figs. IV.1 y IV.2).

##### IV.2.2) Concreto mezclado parcialmente en la planta.

Por éste método el concreto transportado se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija, y el mezclado se completa en el tambor del camión. El tiempo de mezclado en la revolovedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes; después de cargar el camión mezclador es necesario un mezclado adicional a la velocidad de mezclado (normalmente de 10 a 12 rpm), especificada en la placa metálica del camión (ver sección IV.2.1), para alcanzar los requisitos de uniformidad del concreto que se indican en la tabla III.5. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm).

DIAGRAMA DE UNA UNIDAD REVOLVEDORA Y/O AGITADORA DE CONCRETO MONTADA SOBRE CAMION.



- 1.- Montaje del principal punto de apoyo y eje motor.
- 2.- Soldadura con resalte.
- 3.- Tumbor hecho de acero de alta resistencia.
- 4.- Tolva de carga.
- 5.- Sistema de paletas helicoidales.
- 6.- Componente de aceite.
- 7.- Escalera de acceso.
- 8.- Marco de soporte con perfil -

- 10.- Bomba hidráulica de le levante variable.
- 11.- Transmisión.
- 12.- Sellijos de soporte.
- 13.- Pista de rodamiento.
- 14.- Perfil de las paletas inferiores.
- 15.- Tanque de agua.
- 16.- Tora de hidrocilindro para empujante.
- 17.- Roderos.
- 18.- Controles sencillos en el interior de la cabina.
- 19.- Motor hidráulico.
- 22.- Centro de gravedad.

Fig. IV.1

UNIDAD REVOLVEDORA Y/O AGITADORA DE CONCRETO MONTADA SOBRE CAMION CON CAPACIDAD HASTA DE  $7 \text{ M}^3$ , DE DISEÑO CONVENCIONAL.

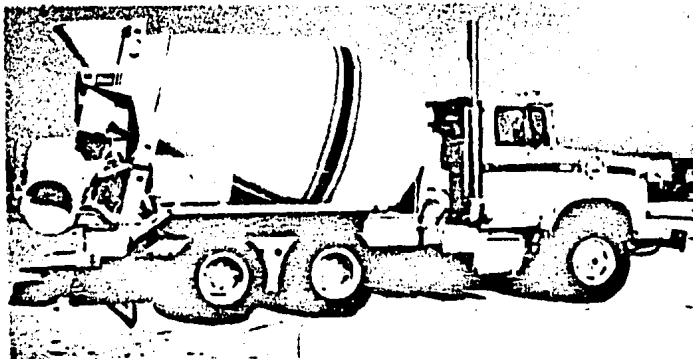


Fig. IV.2

#### IV.2.3) Concreto mezclado en camión

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren en un camión revolvedor donde se efectúa la operación de mezclado.

Un procedimiento es el de dosificar todos los ingredientes en el camión revolvedor funcionando a velocidad de carga, detener el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando ha llegado a ella, y entonces se lleva a cabo el mezclado.

Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión revolvedor, en el patio del fabricante, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Por lo consiguiente se hace la siguiente recomendación. Cuando el concreto sea mezclado totalmente en el camión mezclador, se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada (normalmente de 10 a 12 rpm, véase inciso IV.1). En caso de duda sobre la uniformidad del mezclado, aunque hayan sido completadas las 100 revoluciones, el inspector puede efectuar las pruebas indicadas en la tabla III.5 y con base en los resultados aceptar o rechazar el uso de la unidad, la cual no podrá utilizarse hasta que la condición sea corregida. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm). Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de alguna revolvedora, se puede considerar igual el mezclado de revolvedoras del mismo diseño y con el mismo estado de aspas.

#### IV.2.4) Concreto dosificado en seco.

Este sistema de mezclado consiste, en que, los materiales secos se transportan al lugar de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque instalado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que es

tá girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, -- provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera.

El volumen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo 63 % que en el caso del mezclado en camión normal.

IV.2.5) Conclusión. Cuando se mezcle parcialmente en mezcladoras estacionarias, o se mezcle totalmente el concreto en camión mezclador, el transporte debe realizarse en el mismo camión. La capacidad de transporte en cada caso debe ser la indicada por el fabricante en la placa mencionada anteriormente (ver sección IV.2.1).

#### IV.3) CONSIDERACIONES BASICAS.

Cuando se llegue al lugar de la obra y el revestimiento del concreto sea menor que el especificado, el productor puede agregar agua para obtener un revestimiento dentro de los límites requeridos. El agua debe ser inyectada a la revolovedora a una presión y dirección de flujo tales, que satisfagan los requisitos de uniformidad señalados en la tabla III.5. La olla o las aspas deben girar 30 revoluciones adicionales o más a la velocidad de mezclado, hasta que la uniformidad del concreto esté dentro de estos límites. No se debe añadir agua a la revolovedora posteriormente. La descarga total del concreto se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado, en condiciones especiales tales como temperatura ambiente, empleo de aditivos y otros; esta limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre fabricante y consumidor.

#### IV.4) TRANSPORTE DEL CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA.

##### IV.4.1) Transporte en camión mezclador.

En éste sistema, el camión mezclador ya descrito sirve como unidad agitador de transporte. Por lo tanto, cuando un camión mezclador se utiliza para transportar concreto mezclado completamente en revolvente estacionaria, el transporte debe hacerse a la velocidad de agitación designada (ver inciso IV.2.1).

##### IV.4.2 ) Transporte en equipo no agitador.

El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no agitador, adecuado para tal efecto y con la aprobación del comprador. Debe satisfacer los requisitos siguientes: La caja del equipo de transporte debe ser metálica, lisa e impermeable y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada. A solicitud del comprador, para proteger el concreto se debe tapar con una cubierta. El concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo con un grado satisfactorio de uniformidad tabla III.5. De común acuerdo entre fabricante y consumidor se podrán hacer los cambios, o tomar las medidas que se estimen necesarias, para usar el equipo no agitador, de tal forma, que como resultado se alcancen los requisitos de uniformidad indicados.

Por otra parte, el tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

##### IV.4.3) Recipientes para concreto montados en camiones o carros de ferrocarril.

Este es un sistema común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar donde será colocado.

Una grúa entonces levanta el recipiente hasta -

el punto final de colocación.

Ocasionalmente, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cable vías. La descarga de concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación.

El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

#### IV.4.4) Otros métodos.

Transporte de concreto mediante bandas transportadoras.

Las transportadoras pueden clasificarse en tres tipos:

- 1.- Transportadoras portátiles o autosuficientes
- 2.- Transportadoras alimentadoras o en serie y
- 3.- Transportadoras de descarga lateral o esparcidas.

El tipo de alimentador o transportador en serie funciona a velocidades de bandas altas, generalmente a más de 150 m/min., y los tipos portátiles y de descarga lateral operan a velocidades menores. Todos los tipos dependen de la combinación apropiada del ancho de la banda transportadora y de la velocidad para lograr la velocidad de colocación deseada.

Con el concreto debe alimentarse la transportadora por medio de una tolva para obtener un listón uniforme de material a lo largo de la banda (fig. III. 6f).

Las transportadoras deben estar apoyadas adecua



damente para lograr un transporte suave, sin vibración, a lo largo de la banda, y el ángulo empleado de inclinación debe controlarse para eliminar la tendencia del agregado grueso a separarse del mortero de la mezcla. La inclinación máxima que se puede emplear con una banda transportadora es variable, y es una función tanto de la mezcla del concreto como del propietario de la banda.

Unas bandas con corrugados rectos o costillajes en la superficie que lleva la carga, pueden transportar concreto a través de inclinaciones empinadas, con mayor éxito que las bandas lisas. Debe prestarse atención especial a los puntos en los cuales se carga el concreto sobre la banda y a los puntos de traslado o descarga, pues éstos son los lugares en donde la segregación tiende a efectuarse (fig. III.6d, III.6f). En estos puntos deben utilizarse tolvas, canalones y conductos troncales apropiadamente diseñados, o combinaciones de éstos para conservar la homogeneidad del concreto. Además, debe equiparse el punto de descarga en cada banda transportadora con una regla limpiadora o raspadora, para limitar la pérdida de mortero.

El movimiento de la transportadora, mientras el concreto está pasando por la banda, debe planearse con anticipación, reduciéndose al mínimo.

Para evitar la segregación, el concreto fresco debe depositarse sobre concreto plástico colocado previamente, hasta donde esto sea posible.

Deben emplearse protecciones ó cubiertas para las transportadoras, cuando las condiciones climatológicas como lluvia, viento, sol y temperaturas ambientales sean severas, de manera que no ocurran cambios significativos en el revenimiento o temperatura del concreto. Generalmente se logra la máxima eficiencia con la banda transportadora, con una mezcla de concreto plástica y homogénea, controlada a un revenimiento de 6.5 a 7.5 cm.

Carros manuales o motorizados "buggies".

En este renglón, es importante el empleo de - - vías lisas y rígidas para impedir la separación de -- los materiales del concreto durante el trayecto. Las distancias máximas de entrega recomendadas para carrítos mecanizados es aproximadamente de 120 mts. y para carritos impulsados manualmente y carretillas, aproximadamente de 60 mts.

#### Canalones y tubos de caída.

Los canalones se emplean con frecuencia para - trasladar concreto de elevaciones superiores a infe- riores.

Deben ser de fondo curvo y contruidos o forra- dos de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. La inclinación debe ser constante y sufi- - ciente para permitir que el concreto del revenimiento requerido en el sitio, fluya continuamente por el ca- nalón sin segregarse. Debe controlarse el flujo del - concreto en el extremo del canalón para evitar la se- gregación. Los canalones demasiado largos y descubier- tos deben cubrirse para evitar la evaporación y la -- pérdida de revenimiento.

Los tubos de caída que se emplean para trasla- dar verticalmente el concreto desde niveles altos son circulares. El tubo debe tener un diámetro de por lo menos ocho veces el tamaño máximo del agregado. Deben ser firmes, a plomo, y colocados de tal manera que el concreto caiga verticalmente.

En cuanto a las tolvas de sección rectangular, deben utilizarse, criterios similares de diseño, con - paredes laterales inclinadas y suficiente amplitud de abertura, de acuerdo con el tamaño máximo del agrega- do y el revenimiento del concreto.

#### Bombeo de concreto.

Otro método para el transporte del concreto es el famoso bombeo de concreto o concreto bombeado, y - no es más que el concreto transportado mediante pres- sión a través de tubos rígidos o mangueras flexibles, que se descarga directamente dentro del área deseada.

El bombeo puede emplearse en casi todas las - - construcciones de concreto, pero es especialmente - - útil donde el espacio o el acceso para el equipo de - - construcción son limitados.

Según el equipo, el volumen de bombeo fluctuará entre 8 y 70 m<sup>3</sup> por hora. La distancia de bombeo variará de 91 a 305 m horizontalmente, y de 30 a 91 m - verticalmente.

El equipo de bombeo más usual, lo integran bombas de pistón, bombas neumáticas, bombas de presión - "squeeze", tuberías y accesorios.

Por otro lado, en ocasiones se ha usado el helicoptero como medio de transporte de concreto en lugares donde el acarreo por tierra es muy difícil.

#### IV.5) OBJETIVO FINAL.

El método de transporte que se utilice debe entregar eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua/cemento, - revenimiento, contenido de aire y homogeneidad.

Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación, y otros.

Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr un concreto económico y de calidad en la obra.

## CAPITULO V

## ANEXOS

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM - C - 155 - 1984

"CONCRETO PREMEZCLADO"

### V.1 ) OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION:

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de calidad que debe cumplir el concreto premezclado utilizado en la construcción. No abarca las especificaciones para la colocación, compactación, curado y manejo del concreto después de entregado al comprador.

### V.2) REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-C-1	Calidad para Cementos Portland
NOM-C-2	Calidad para Cemento Portland Puzolana
NOM-C-83	Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Concreto.
NOM-C-111	Agregados para Concreto
NOM-C-156	Determinación del Revenimiento del Concreto fresco
NOM-C-157	Determinación del Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método de Presión.
NOM-C-160	Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto
NOM-C-161	Muestreo del Concreto Fresco
NOM-C-162	Determinación del Contenido de Aire, el peso unitario y el Rendimiento del Concreto.
NOM-C-175	Calidad para Cemento Portland de Escoria de Alto Horno
NOM-C-255	Aditivos Químicos que reducen la Cantidad de Agua y/o Modifican el Tiempo de Fraguado del Concreto.
NOM-C-191	Determinación de la Resistencia a la flexión del Concreto, usando una viga simple con cargas en los tercios del claro.

### V.3. ) DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma se establecen -- las siguientes definiciones:

V.3.1) Concreto premezclado

Es el concreto hidráulico, dosificado y mezclado por el fabricante, el cual se entrega al comprador para su utilización en estado plástico.

V.3.2) Comprador

Es el propietario de la obra o su representante:

V.3.3) Fabricante

Es el contratista, sub-contratista, proveedor - y productor especializado que suministra el concreto premezclado.

V.3.4) Diseño o proporcionamiento

Es el conjunto de las cantidades de materiales calculadas en masa por unidad de volumen de concreto para lograr las características deseadas.

V.3.5) Revoltura o carga

Es el volumen total de concreto contenido en el recipiente de mezclado o agitado.

V.4) CLASIFICACION

Para los efectos de esta Norma, el concreto premezclado se clasifica en tres grupos, según la forma de como se deslindan responsabilidades del diseño, entre fabricante y comprador, con dos grados de calidad para cada uno designados como A y B. El responsable de seleccionar las cantidades de los materiales que intervienen en el concreto, debe considerar los requisitos de trababilidad, colocación, durabilidad, textura superficial y densidad, en adición a aquellos de diseño estructural.

Los tres grupos en los que se clasifica el con-

creto premezclado son:

V.4.1) Grupo 1.- El comprador asume la responsabilidad del diseño.

El comprador debe especificar, además de lo indicado en el inciso V.13 lo siguiente:

- a) Las fuentes probables de abastecimiento de los componentes del concreto.
- b) El contenido de cemento, kilogramos por metro cúbico de concreto fresco.
- c) El contenido máximo de agua, en decímetros cúbicos por metro cúbico (dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) de concreto; incluyendo la humedad superficial de los agregados, pero excluyendo la absorción de agua.

V.4.1.1) Cuando se requiere el empleo de un aditivo, debe especificarse el tipo, el nombre y la dosis de la misma. El contenido de cemento no puede ser reducido sin la aprobación por escrito del comprador.

El fabricante, a solicitud del comprador y de acuerdo con lo especificado por él mismo, debe informar a todo lo señalado en el inciso V.4.1.

V.4.1.2) La información proporcionada por el fabricante y aprobada por el comprador se debe archivar en la planta asignándole una clave, la cual debe incluirse en la remisión de entrega.

V.4.2) Grupo 2.- El fabricante asume la responsabilidad del diseño.

El fabricante debe especificar, además de lo indicado en el inciso V.13 lo siguiente:

La resistencia a la compresión requerida, determinada en muestras tomadas a la unidad de transporte, en el punto de entrega, evaluada de acuerdo con lo indicado en el incisos V.5.1.

El comprador debe especificar los requisitos de resistencia en función de pruebas de especímenes elaborados y curados bajo condiciones especificadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-160.

La edad de prueba debe ser de 28 días, a menos que se especifique otra diferente.

V.4.3) Grupo 3.- El fabricante asume la responsabilidad del diseño y el comprador fija el contenido mínimo de cemento.

El comprador debe especificar, además de lo aplicable en el inciso V.13 lo siguiente:

La resistencia a compresión requerida, determinada en muestras tomadas a la unidad de transporte en el punto de entrega, evaluada de acuerdo a lo indicado en el inciso V.5.1.

El contenido mínimo de cemento, en kilogramos por metro cúbico de concreto fresco.

El contenido mínimo de cemento debe ser mayor o igual al que se requiere ordinariamente para la resistencia, tamaño de agregado y revenimiento especificado. Esta cantidad se elige para asegurar la durabilidad bajo las condiciones de servicio esperado, así como para obtener una textura superficial y densidad satisfactoria. Mayor información sobre el particular se obtiene consultando las publicaciones que se citan en el inciso V.14.

El comprador debe especificar los requisitos de resistencia en función de pruebas de especímenes elaborados y curados bajo condiciones especificadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-160.

La edad de prueba debe ser a los 28 días, a menos que se especifique otra diferente.

El fabricante debe proporcionar, además de lo indicado en el inciso V.4.1.1 evidencia satisfactoria de que los materiales que emplea y los proporciona-



mientos elegidos producen un concreto de la calidad - especificada según inciso V.5.

Cualquiera que sea la resistencia que alcance, no debe disminuirse la cantidad mínima de cemento especificado.

Sin la aprobación escrita del comprador, no se debe considerar a los aditivos como sustitutos de una porción de la cantidad mínima de cemento especificado.

## V.5) ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

### V.5.1) Resistencia

Quando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, se deben elaborar especímenes de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-C-160.

El número de muestras debe estar de acuerdo con lo indicado en el inciso V.11, considerando para la prueba de resistencia, como mínimo dos especímenes de la muestra obtenida y remezclada según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-161. El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se observó una deficiencia definitiva de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se toman en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba. El que se obtenga una resistencia inferior a la especificada por el comprador, no es motivo para rechazar el espécimen.

El representante del comprador debe anotar y registrar el número de la remisión del concreto y la localización exacta del elemento donde se haya utilizado la entrega de concreto.

Para cumplir los requisitos de resistencia de esta Norma, con un nivel de confianza del 98% los resultados de todas las pruebas de resistencia deben ser suficientes para asegurar que se alcancen los grados de calidad.

### V.5.1.1) Grados de calidad

#### V.5.1.1.1) Grado de calidad A

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

- a).- Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tengan valor inferior a la resistencia especificada  $f'c$  se requiere un mínimo de 30 pruebas.
- b).- No más del 1% de los promedios de 7 pruebas de resistencia consecutiva será inferior a la resistencia especificada.
- c).- No más del 1% de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 50 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### V.5.1.1.2) Grado de calidad B

El concreto debe cumplir con lo siguiente:

- a).- Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
- b).- No más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia consecutiva puede ser igual o menor que la resistencia especificada.
- c).- No más del 1% de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada a compresión menos 35 kg/cm<sup>2</sup>.

NOTA.- Debido a la variación en los materiales, operaciones y pruebas la resistencia promedio para alcanzar estos requisitos debe ser considerablemente más alta que la resistencia especificada. Esta resistencia es más alta a medida que las variaciones aumentan y más baja en la medida que ésta y otros factores de control disminuyen (ver "Reglamento de la Construcción de Con-

creto Reforzado", ACI-318-71). Para eliminar la ocurrencia de resultados excesivamente bajos es necesario tener como máximo valor para operación de producción de concreto premezclado una desviación estándar de 35 kg/cm<sup>2</sup> en caso de resistencia a compresión. Una planta que cubra los requisitos mínimos de operación y materiales enunciados en esta norma obtendrá generalmente valores de "s" alrededor de 25 y 40 kg/cm<sup>2</sup>; a medida que los valores de "s" sean menores, logrará con economía reducir la probabilidad de resultados bajos. Este valor "s" debe calcularse utilizando información de una sola clase de concreto, surtida por una sola planta y en diversas obras, con más de 100 valores de pruebas de resistencia de muestras tomadas al azar por un mismo laboratorio acreditado y cubriendo un período lo más amplio posible cuando se trata del caso del productor y con más de 30 valores, cuando se trata de un comprador para una obra específica.

V.5.1.1.3) De acuerdo con los métodos comunes de diseño, es recomendable utilizar Concreto Calidad A, cuando se diseñe por el método de esfuerzos de trabajo, pavimentos y usos generales y Concreto Calidad B, cuando se diseñe por el método de resistencia última, para concreto preesforzado y para estructuras especiales.

V.5.1.1.4) Criterio de aceptación para un número de pruebas insuficientes.- Cuando el número de pruebas es insuficiente para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, todos los promedios de pruebas consecutivas posibles de resultados obtenidos, deben ser igual o mayor que las cantidades indicadas en la tabla V.1 ( $f_p$  mín).

No más del 1% de los promedios de pruebas consecutivas será inferior a los valores calculados en la tabla V.1.

V.5.1.1.5) En caso de que la resistencia sea la base de aceptación y cuando las pruebas de resistencia obtenidas por un laboratorio acreditado y de muestras obtenidas de la unidad de transporte en el punto

de entrega y realizados siguiendo las normas correspondientes, no cumplan con las especificaciones del inciso V.5.1.1., el fabricante de concreto premezclado y el comprador deben entablar pláticas para llegar a un acuerdo satisfactorio. En caso de no llegar a un acuerdo, la decisión debe partir de un grupo de tres técnicos, con capacidad reconocida en la materia, uno de los cuales debe ser nombrado por el comprador, otro por el fabricante y un tercero escogido de común acuerdo por los dos anteriores. La decisión es inapelable, excepto que se modifique por una disposición legal.

Tabla V.1.- Valores  $f'_{p\text{mín}}$

Número de pruebas	Para Concreto Calidad A Resistencia a compresión	Para Concreto Calidad B Resistencia a compresión
1	$f'_c - 50$	$f'_c - 35$
2	$f'_c - 28$	$f'_c - 13$
3	$f'_c - 17$	$f'_c$
4	$f'_c - 11$	
5	$f'_c - 7$	
6	$f'_c - 4$	
7	$f'_c$	

Cada uno de estos valores se calculó utilizando las siguientes expresiones y se ajustó:

$$f'_{p\text{mín}} = f'_c - t_1 - t_{20} : \text{para concreto calidad "A"}$$

$$f'_{p\text{mín}} = f'_c - t_1 - t_{10} : \text{para concreto calidad "B"}$$

En donde:

$f_p$  = Promedio de pruebas consecutivas

$f_{p\text{mín}}$  = Valor mínimo aceptable del promedio de pruebas consecutivas.

$f'c$  = Resistencia a la compresión especificada

$t_{10}$  = 1.282

$t_{20}$  = 0.842

$t_1$  = 2.326

$s$  = 35 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión

$n$  = Número de pruebas consecutivas

V.5.2) Tamaño máximo nominal del agregado del concreto

El concreto de la muestra obtenida, como se indica en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-161, debe pasar por las mallas indicadas en la tabla V.2.

No debe retenerse más del 5% en peso del concreto en la malla que se fije como tamaño máximo nominal del agregado del concreto.

V.5.3) Revenimiento

Cuando existan especificaciones al respecto, en el contrato de compra venta se deben aplicar las tolerancias indicadas en la Tabla V.3, cuando la prueba se efectúa de acuerdo con la NOM-C-156.

Tabla V.2

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Abertura nominal de la malla (mm)
50	75
40	50
25	40
20	25
15	20
13	20
10	15

Tabla V.3

Revenimiento especificado en cm	Tolerancias en cm
menos de 5	$\pm 1.5$
5 a 10	$\pm 2.5$
más de 10	$\pm 3.5$

V.5.3.1) El revenimiento del concreto debe estar dentro de los valores permisibles durante los primeros 15 minutos de la descarga, exceptuando el primer y último cuarto de m<sup>3</sup>. El período máximo de espera en el sitio de entrega es de 30 minutos a la velo-

cidad de agitación. En caso de que la entrega se haga en equipo no agitador puede reducirse el tiempo de espera de común acuerdo entre fabricante y comprador.

En caso de que el comprador no esté preparado para recibir el concreto, el fabricante no tiene responsabilidad por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un período total de espera de 30 minutos a la velocidad de agitación y de aquí en adelante, el comprador asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

V.5.3.2) En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto, debe hacerse en base a la prueba de revenimiento. Si existe duda sobre el primer valor obtenido se puede solicitar una segunda prueba la cual es definitiva para aceptación o rechazo. Si la medida del revenimiento difiere de los límites especificados debe hacerse otra prueba inmediata con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega.

En caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de esta especificación y el comprador se responsabiliza íntegramente de su utilización, en caso de aceptar el mismo.

#### V.5.4) Volumen

La base de compra del concreto debe ser el  $m^3$  (metro cúbico) de concreto fresco tal como se descarga en el sitio de entrega.

El volumen de una carga establecida de concreto recién mezclado debe determinarse a partir del peso total de los materiales de la mezcla, dividido entre el peso unitario del concreto mismo. El peso total de la mezcla puede ser calculado, ya sea como la suma de los pesos de los materiales, inclusive el agua de toda la mezcla o como el peso neto tal como se entrega.

El peso unitario debe determinarse según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-162 y debe ser el promedio de por lo menos tres determinaciones, cada una efec--

tuada en una muestra obtenida de diferentes entregas y usando un recipiente de 14 dm<sup>3</sup>. Las muestras deben tomarse según el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-161.

El volumen suministrado determinado como se indicó debe ser el indicado en la remisión con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .

Debe entenderse que el volumen de concreto endu<sup>u</sup>recido puede ser o aparentar ser menor que el suministrado debido al desperdicio, derrame sobreexcavaciones, ensanchamiento de las cimbras, alguna pérdida de aire incluido, asentamiento de las mezclas húmedas y evaporación del agua.

#### V.5.5) Temperatura

En temperatura ambiente baja, el comprador debe informar al productor del tipo de construcción donde necesita el concreto y la temperatura ambiente que prevalece en el lugar de la obra. Se debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la tabla V.4, sin que ésta exceda de 305 K (32°C).

Tabla V.4

Temperatura ambiente		Temperatura mínima del concreto			
		Secciones delgadas y losas sobre pisos		Secciones gruesas y concreto masivo	
K	°C	K	°C	K	°C
280 a 272	7 a - 1	289	16	283	10
270 a 255	2 a - 18	291	18	286	13
menor de 255	menor de 18	294	21	289	16

En temperatura ambiente alta, el comprador debe informar la temperatura ambiente que prevalece en el lugar de la obra; la temperatura del concreto se debe



mantener lo más bajo posible procurando que no exceda de 305 K (32°C) ya que aunado con el porcentaje de humedad relativa del ambiente y la velocidad del viento se pueden presentar problemas de disminución de revenimiento o fraguado prematuro. Puede permitirse al productor entregar concreto con temperatura superior a 305 K (32°C) siempre y cuando informe de esto al comprador para que éste a su vez tome las medidas pertinentes.

#### V.5.6) Aire Incluido

Se permite una tolerancia en el por ciento del contenido de aire de  $\pm 2\%$  de aquel que haya sido solicitado por el comprador. Se deben realizar pruebas para determinar el contenido de aire, tanto preliminar como de rutina, con el propósito de control durante la construcción, por lo menos en aquellas muestras en que se obtengan cilindros de concreto y con un mínimo de 3 determinaciones por día de trabajo.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, según el tamaño máximo nominal del agregado, se recomiendan los porcentajes de contenido de aire total indicados en la tabla V.5.

Los contenidos de aire menores a los indicados en la tabla V.5 no mejoran la resistencia al congelamiento y deshielo. Contenidos superiores pueden reducir la resistencia a la compresión sin lograr una protección adicional.

Tabla V.5

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire recomendado (o/o)
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del concreto debe hacerse en base a las pruebas de contenido de aire. Si los valores del contenido de aire caen fuera de los límites especificados, se debe proceder en forma análoga a lo indicado en el inciso V.5.3.2.

V.6 ) ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES QUE -  
INTEGRAN EL CONCRETO PREMEZCLADO.

V.6.1) Cemento

El cemento debe cumplir con las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-C-1 ó C-2, las cuales se indican en el inciso V.2.

V.6.2) Agregados

Los agregados deben cumplir con lo que se especifica en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-111.

V.6.3) Agua

El agua de mezclado debe ser limpia. Si contiene cantidades de sustancias que enturbien o produzcan olor o sabor fuera de lo común, se considera sospechosa y no debe ser usada, a menos que exista información que indique que no perjudica la calidad del concreto.

V.6.4) Aditivos

Quando se haga uso de aditivos, estos deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-C-255 (ver inciso V.2).

V.7. ) ESPECIFICACIONES DE OPERACION DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE CONCRETO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE.

V.7.1) Tolerancia en la medida de los materiales

V.7.1.1)Cemento

El cemento debe ser pesado en una tolva-báscula. Cuando la cantidad de cemento de una revoltura de concreto sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  de la masa requerida. Para revolturas menores -- donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la -

capacidad total de la tolva-báscula; la cantidad de cemento pesado no debe ser menor que la requerida, ni mayor que 4%. Bajo circunstancias especiales, aprobadas por el comprador, el cemento puede ser dosificado en bolsas de masa normalizada previamente verificada, no se deben usar fracciones de bolsas de cemento a menos que se determine la masa del contenido.

#### V.7.1.2) Agregados.

Cuando los agregados se les determine individualmente su masa la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de  $\pm 2\%$  de la masa requerida. Cuando a los agregados se les determine su masa en forma acumulativa y su masa sea del 30% o más de la capacidad de la tolva-báscula, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 1\%$  y si la masa es menor del 30%, la tolerancia máxima debe ser de  $\pm 0.3\%$  de la capacidad total de la báscula o de  $\pm 3\%$  de la masa requerida acumulada, aceptando el valor que sea menor.

En la masa de los materiales; se debe tomar en cuenta la humedad y la absorción de los agregados.

#### V.7.1.3) Agua

En el agua de mezclado se considera el agua que se adiciona a la revoltura, el hielo que se le agrega, el agua que esté en forma de humedad superficial en los agregados y el agua agregada con los aditivos. El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de  $\pm 1\%$ . Al hielo agregado se le determina su masa. En el caso de camiones mezcladores, cualquier agua de lavado retenida en la olla para usarla en la siguiente revoltura de concreto se mide con precisión. Si ésto no es práctico o es imposible, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto.

El agua de mezclado, cuando incluye el agua de lavado, se mide o se determina su masa con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad calculada.

#### V.7.1.4) Aditivos

A las puzolanas, cenizas volátiles y aditivos en polvo se les dosifica por masa y a los aditivos en pasta o líquidos se pueden dosificar, por masa o por volumen con una tolerancia de  $\pm 3\%$  de la cantidad requerida.

### V.8) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE LAS PLANTAS DOSIFICADORAS

#### V.8.1) Depósito y tolvas

Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizado. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima. Se debe contar con instrumentos de control, que puedan interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva-báscula contenga la cantidad deseada. Esta tolva debe permitir acumulación de residuos y de materiales que puedan modificar la tara.

#### V.8.2) Báscula

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con carga estática la tolerancia sea de  $\pm 0.4\%$  de su capacidad total.

Las básculas para dosificar los ingredientes para el concreto pueden ser de balancín o de carátula, sin resortes. Se pueden aceptar otros equipos eléctricos, hidráulicos, celdas de carga), diferentes a las básculas de balancín o de carátulas, sin resortes, siempre y cuando cumplan con las tolerancias señaladas.

Para la verificación y calibración de las básculas se requiere de taras normalizadas. Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y

partes de trabajo similares de la báscula. Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando una masa igual al 0.1% de la capacidad nominal de la báscula se coloque en la tolva pesadora. La separación entre dos marcas debe ser cuando menos del 5% de la capacidad neta del brazo en su primera aproximación y del 4% del brazo menor en la segunda aproximación.

#### V.8.3) Medidores de agua

Los aparatos para la medición del agua añadida deben ser capaces de proporcionar a la revoltura la cantidad requerida, con la precisión establecida en el inciso V.7.1.3. Deben estar arreglados de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento del agua y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de agua en el tanque.

#### V.8.4) Medidores de aditivos

El equipo de medición del aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida con la precisión establecida en el inciso V.7.1.4 y debe contar con válvulas y vertederos para su calibración, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápidamente y con exactitud la cantidad de aditivo en el dispositivo.

#### V.8.5) Mezcladoras y revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores y/o agitadores.

##### V.8.5.1) Mezcladoras estacionarias

Deben estar equipadas con una o más placas metálicas en las cuales esté claramente marcada la velocidad de mezclado de la olla o de las espas y la capaci

dad máxima en términos de volumen de concreto mezclado, cuando es utilizado para mezclar totalmente el -- concreto. Las mezcladoras estacionarias deben equipar se con un dispositivo de tiempo adecuado que permita controlar el tiempo de mezclado.

#### V.8.5.2) Camión mezclador o agitador

Deben colocarse en un lugar visible del camión mezclador o agitador las placas de metal, en las cuales estén claramente marcadas y certificadas las capacidades de la unidad, en términos del volumen, como mezclador y como agitador y la velocidad mínima de rotación de la olla, aspás o paletas. Cuando el concreto es parcialmente mezclado, como se describe en el inciso V.9.2., o mezclado en camión como se describe en el inciso V.9.3, el volumen de concreto no debe -- exceder del 63% del volumen total de la unidad. Cuando el concreto es agitado únicamente en la unidad, como se describe en el inciso V.9.1, el volumen de concreto no debe exceder del 80% del volumen total de la unidad.

### V.9) ESPECIFICACIONES DEL MEZCLADO

El concreto debe ser mezclado por medio de una de las combinaciones de operación que se señalan en los incisos siguientes y de acuerdo con los requisitos de uniformidad de mezclado del concreto indicados en la Tabla V.6. La aprobación de la mezcladora puede ser otorgada con el cumplimiento de 4 pruebas de las 5 indicadas en la Tabla V.6.

#### V.9.1) Concreto mezclado en planta

Las mezcladoras deben ser operadas dentro de los límites de capacidad y velocidad designados por el fabricante del equipo. El tiempo de mezclado debe ser medido desde el momento en que estén todos los materiales en el interior de la mezcladora, incluyendo el agua. Todo debe mezclarse por lo menos  $3/4$  partes del tiempo de mezclado especificado, el cual debe ser tal que permita a la revolvedora producir un concreto que cumpla con los requisitos de uniformidad indicados en la Tabla V.6. Cuando no se hacen pruebas de --

uniformidad del mezclado, el tiempo aceptable para revolvedoras que tengan una capacidad de 1.0 metros cúbicos o menos y cuyo revenimiento del concreto sea mayor de 5 cm, no debe ser menor de un minuto.

Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo especificado en el párrafo anterior debe ser aumentado en 15 segundos por cada metro cúbico o fracción de capacidad adicional.

A los concretos con revenimiento inferior de los 5 cm se les debe hacer pruebas de uniformidad para determinar el tiempo de mezclado con el equipo que se vaya a emplear de acuerdo con la Tabla V.6.

Cuando se hayan hecho pruebas de uniformidad de mezclado y las mezcladoras sean cargadas a la capacidad estipulada para esas circunstancias en particular, el tiempo de mezclado aceptable puede ser reducido al punto en el cual un mezclado satisfactorio puede ser logrado.



Tabla V.6 Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultados de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la descarga (*).
1.- Peso volumétrico (Determinado según la Norma NOM-C-162 en kg/m <sup>3</sup> )	15 kg/m <sup>3</sup>
2.- Contenido de aire en % del volumen del concreto (Determinado Según Norma NOM-C-157) para concreto con aire incluido.	1 %
3.- Revenimiento: Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm. Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm. Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	1.5 cm. 2.5 cm. 3.5 cm.
4.- Contenido del agregado grueso retenido en la criba M 1.7 expresado en por ciento del peso de la muestra.	6 %
5.- Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días edad de cada muestra expresado en por ciento (**).	7.5 %

(\*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga. (Principio: Del 10 al 15%; Final del 85 al 90% del volumen).

(\*\*) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtengan los resultados de la prueba de Resistencia.

#### V.9.2) Concreto mezclado parcialmente en la planta

En esta operación se inicia el mezclado del concreto en una revolvedora estacionaria y se completa en el camión mezclador. El tiempo de mezclado en la -

revolvedora estacionaria puede ser exclusivamente el requerido para entremezclar los ingredientes; después de cargar el camión mezclador es necesario un mezclado adicional a la velocidad de mezclado (normalmente de 10 a 12 rpm), especificada en la placa metálica del camión (véase inciso V.8.5.2) para alcanzar los requisitos de uniformidad del concreto que se indican en la Tabla V.6. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm).

### V.9.3) Concreto mezclado en camión

Quando el concreto sea mezclado totalmente en el camión mezclador, se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada (normalmente de 10 a 12 rpm, véase inciso V.8.5.2). En caso de duda sobre la uniformidad del mezclado, aunque hayan sido completadas las 100 revoluciones, el supervisor puede efectuar las pruebas indicadas en la Tabla V.6 y con base en los resultados aceptar o rechazar el uso de la unidad, la cual no podrá utilizarse hasta que la condición sea corregida. Si se requieren revoluciones adicionales en el camión mezclador, éstas deben desarrollarse a la velocidad de agitación indicada en la placa metálica antes mencionada (normalmente de 2 a 6 rpm). Cuando se encuentre satisfactorio el mezclado de alguna revolvedora, se puede considerar el mezclado de revolvedoras del mismo diseño y con el mismo estado de espas, igualmente satisfactorio.

### V.10.) TRANSPORTE Y ENTREGA

Quando se llegue al lugar de la obra y el revenimiento del concreto sea menor que el solicitado incluyendo su tolerancia, el fabricante puede agregar agua para obtener un revenimiento dentro de los límites requeridos. Es conveniente no llevar el revenimiento arriba del solicitado. El agua debe ser inyectada a la revolvedora a una presión y dirección del flujo tales, que satisfagan los requisitos de uniformidad especificados (véase Tabla V.6). La olla o las espas deben girar 30 revoluciones adicionales como mi

nimo a la velocidad de mezclado, hasta que la uniformidad del concreto esté dentro de estos límites (véase inciso V.8.3) No se debe añadir agua a la revolvedora posteriormente. La descarga total del concreto se debe hacer dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado. En condiciones especiales de temperatura ambiente, empleo de aditivos y otros, esta limitación del tiempo de descarga puede modificarse de común acuerdo entre fabricante y comprador.

V.10.1) Transporte de concreto mezclado en planta

V.10.1.1) Transporte en camión mezclador o agitador

Cuando un camión mezclador o agitador se utiliza para transportar concreto mezclado completamente en revolvedoras estacionarias, el transporte debe hacerse a la velocidad de agitación designada (véase inciso V.8.5.2).

V.10.1.2) Transporte en equipo no agitador

El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no agitador, adecuado para tal efecto y con la aprobación del comprador. Debe satisfacer los siguientes requisitos: La caja del equipo de transporte debe ser metálica, lisa e impermeable y equipada con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación, fuga de mortero o lechada. A solicitud del comprador, para proteger el concreto se debe tapar con una cubierta. El concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo con un grado satisfactorio de uniformidad (véase Tabla V.6). De común acuerdo entre fabricante y comprador se podrán hacer los cambios, o tomar las medidas que se estimen necesarias, para usar el equipo no agitador, de tal forma, que como resultado se alcancen los requisitos de uniformidad indicados.

V.10.2.) Transporte del concreto parcialmente mezclado en planta o mezclado totalmente en el camión.

Cuando se mezcla parcialmente en mezcladoras estacionarias, o se mezcle totalmente el concreto en camión mezclador, el transporte debe realizarse en el mismo camión. La capacidad de transporte en cada caso debe ser la indicada por el fabricante en la placa -- mencionada anteriormente (véase inciso V.8.5.2).

#### V.11) MUESTREO

El productor debe facilitar al comprador o al laboratorio acreditado la toma de muestras necesarias a fin de determinar si el concreto está produciéndose de acuerdo con las especificaciones señaladas en esta Norma. Las pruebas y visitas de inspección no deben interferir en la producción.

El comprador debe facilitar al laboratorio acreditado y al productor, o ambos el acceso a la obra para la toma de muestras de concreto o inspección en el momento de la entrega, de acuerdo con las especificaciones de esta Norma.

El laboratorio acreditado, encargado de hacer -- las pruebas, debe ser aprobado de común acuerdo por el comprador y el fabricante, ambos tendrán el derecho de inspeccionar a éste para verificar su equipo, instalación y funcionamiento, cuantas veces lo juzguen necesario.

V.11.1) El muestreo para cada tipo de concreto, debe hacerse con la frecuencia indicada en la Tabla -- V.7., por día de colado y con el mínimo de muestras -- señaladas para cada caso con el fin de que resulte -- efectivo.

Tabla V.7

Núm. de entregas	Número de muestras	
	Recomendado	Mínimo obligatorio
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
50 en adelante	9	5

Las pruebas de revenimiento y de contenido de aire, si el concreto es con aire incluido deben hacerse por lo menos en aquellas entregas para pruebas de resistencia.

Para la prueba de resistencia a la compresión, deben hacerse de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la NOM-C-161, como mínimo 2 especímenes para probar a la edad especificada.

#### V.12 ) METODO DE PRUEBA

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta Norma, se deben utilizar los métodos de prueba que se indican en las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-C-83, NOM-C-156, NOM-C-157, - - NOM-C-160, NOM-C-161 y NOM-C-162 (ver inciso V.2).

#### V.13) DATOS PARA EL PEDIDO Y REMISION

Los datos para el pedido de concreto premezcla-

do deben ser los siguientes y aparecer además en las notas de remisión de las entregas.

- Número de esta Norma
- Cantidad de metros cúbicos de concreto fresco
- Grupo correspondiente
- Resistencia especificada
- Grado de calidad del concreto (A ó B)
- Edad a la que se garantiza la resistencia
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Revenimiento solicitado en el lugar de entrega

#### V.13.1) Datos opcionales para el pedido

Opcionalmente a solicitud del comprador, en el cuerpo del contrato de suministro, se pueden señalar los siguientes datos y aparecer en las notas de remisión de las entregas.

- Contenido de aire en el sitio de descarga, -- cuando se especifique concreto con inclusión de aire.
- Tipo o tipos requeridos de cemento, pero si no lo especifica el cemento empleado queda a elección del fabricante indicándolo en la remisión.
- Uso de agregado ligero que satisfaga los requisitos del proyecto.
- Uso de aditivos.
- Requisitos adicionales a lo indicado en esta Norma.
- Uso de agregados especiales, como barita, már

mol y fibra

V.14) BIBLIOGRAFIA

Las Normas y reportes que sirvieron para la elaboración de esta Norma son las siguientes:

Especificación ASTM C 94  
Standard Specification for Ready Concrete.

Reporte del Comité ACI-211-1  
Recommended Practices for concrete Inspection.

Reporte del Comité ACI-214  
Recommended Practices for Evaluation of Compression Test Results of Field Concrete.

Reporte del Comité ACI 305  
Hot Weather Concreting

Reporte del Comité ACI 306  
Cold Weather Concreting

Reporte del Comité ACI-318  
Building Code Requirements for Reinforced Concrete.

Recommended Practice for Measuring the Uniformity of Concrete Produced in Truck Mixers N.R.M.C.A.

Recommended Guide Specification Covering Plant and Accessory.

Equipment for Ready Mixed Concrete in Construction - for Highway T.M.M.B; C.P.M.B. y N.R.M.C.A.

Concrete Plant Mixer Standards of the Concrete Plant Manufacturers Bureau.;

Recommendations for the treatment of the Variations of the Concrete Strength in Codes of Practices.

Report of Working groups CB/CIB/FIP/RILE/Committee.

## CONCLUSIONES

Como se ha visto, las características de los componentes determinan el comportamiento del concreto fresco así como también la economía razonable del producto y que las características de la pasta de cemento regulan la resistencia del concreto endurecido.

En base a lo anterior, se deberá tener precaución en determinar la relación agua-cemento, contenido de vacíos, características del cemento, calidad del agua ya que estos son los factores principales que influyen en el comportamiento de la pasta de cemento. Asimismo en la granulometría, tamaño máximo, forma y textura de los agregados puesto que estos factores influyen en las características de los agregados. Teniendo en cuenta estas precauciones y la combinación de los ingredientes en las debidas proporciones el producto resultante será satisfactorio.

Por otra parte, se tendrá cuidado en que las proporciones para concreto se dosifiquen de tal forma que sea posible obtener la facilidad de colado, densidad, resistencia, y durabilidad necesarias para una determinada aplicación.

Ahora bien, en lo que corresponde a la medición de los materiales se deberá tener cuidado de que todos los materiales se pesen dentro de las tolerancias establecidas en las especificaciones.

También se revisará que los instrumentos de medición cuenten con equipo de calibración de tal manera que la precisión sea buena y esté dentro de las tolerancias indicadas.

En general, se tendrá cuidado que el equipo dosificador cumpla con los requisitos de operación ya que de esto depende el éxito en la medición y dosificación de los materiales para concreto.

En lo concerniente al mezclado del concreto, se



cuidara que éste se efectúe de acuerdo con los requisitos de uniformidad señalados anteriormente.

Con respecto a las mezcladoras fijas, se tendrá precaución de que estas cuenten con los instrumentos y dispositivos necesarios para la velocidad de mezclado, capacidad máxima, así como para controlar el tiempo de mezclado que se especifique. Además se deberá dar a las mezcladoras un mantenimiento adecuado para que a cambio de esto nos den un funcionamiento eficiente y satisfactorio.

Desde luego, cuando el mezclado sea totalmente en camión, se cuidará que este tipo de mezcladoras móviles estén equipadas con instrumentos que indiquen la capacidad de la unidad y la velocidad mínima de rotación de la olla espas o paletas.

Por consiguiente, ya sea que el mezclado se efectúe de una o de otra forma se revisará que cumpla con los requisitos de uniformidad antes mencionados.

Por otro lado, respecto al transporte del concreto, se deberá tener cuidado de que cuando se utilice camión mezclador o agitador para este fin, el camión mezclador cumpla con los requisitos de instrumentación que controlen el mezclado y el transporte se haga a la velocidad de agitación designada. Sin embargo cuando el transporte del concreto se realice en equipo no agitador, se tomará en cuenta que el equipo satisfaga los requisitos correspondientes a este caso.

Así que, es de gran importancia aplicar con cuidado y correctamente las recomendaciones que establecen las especificaciones a través de las Normas Oficiales Mexicanas que intervienen para la elaboración del concreto. O sea, tomando en cuenta los cuidados tanto en la dosificación como en la medición y mezclado de los materiales se podrá obtener un concreto con las características deseadas, además de esto, un adecuado transporte del concreto, se podrá entregar a la obra en aceptables y satisfactorias condiciones esperadas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Cartilla del Concreto  
Mc Millan F.R.  
IMCYC, A.C.
- 2.- Cemento Portland  
Aguilar Calderón Ausencio  
IMCYC, A.C. 1969.
- 3.- Elaboración del concreto y sus aplicaciones  
Murdock L.L.  
Continental.
- 4.- Fabricación del concreto y acabados  
Staff-Portland Cement Association  
Limusa.
- 5.- Fabricación del concreto  
Avitia G. Rodolfo C.  
IMCYC, A.C.
- 6.- Manual de Supervisión de obras de concreto  
González Sandoval Federico  
Limusa. 1983.
- 7.- Práctica para dosificar concreto normal,  
concreto pesado y concreto masivo  
Comité ACI-211.  
IMCYC, A.C.
- 8.- Práctica recomendable para la medición,  
mezclado, transporte y colocación del  
concreto.  
Comité ACI-304  
IMCYC, A.C.
- 9.- Norma Oficial Mexicana (NOM-C-155-1984)  
"Concreto Premezclado".

- 10.- Tecnología del concreto  
Neville Adam M. Tomos I y II  
IMCYC, A.C.