

# Estructuras II

Tecnología del Hormigón

# Hormigón, Definición

- Es un material compuesto, formado por una mezcla homogénea de cemento, agregados, agua, aditivos y, a veces, adiciones minerales pulverulentas.

# Pasta del hormigón

- La pasta es la combinación del cemento y del agua del hormigón y es la que produce su endurecimiento, debido a la reacción química entre ambos . Este proceso se conoce como fraguado.

# Fraguado

- El cemento se hidrata en contacto con el agua, iniciándose una serie de reacciones químicas que lo convierten en un producto maleable con buenas propiedades adherentes, que en el transcurso de unas horas, derivan en el endurecimiento progresivo de la mezcla, obteniéndose un material de consistencia pétreo.

# Aridos

- Los áridos proceden de la trituración, natural o artificial de rocas. El árido cuyo tamaño es superior a 5 mm se llama árido grueso o grava, mientras que el inferior a 5 mm se llama árido fino o arena. No participan de la reacción química del agua con el cemento.

# Características estructural

- La principal característica estructural del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.).

# Hormigón armado

- Para superar este inconveniente, se introducen barras de acero, en la masa de hormigón, permitiendo soportar los esfuerzos de tracción y cortantes. A esta combinación de hormigón y barras de acero se la denomina Hormigón Armado. El hormigón estructural siempre es armado.

# Características físicas del hormigón

- DENSIDAD: en torno a 2.350 kg/m<sup>3</sup>
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN: de 150 a 500 kg/cm<sup>2</sup> (15 a 50 MPa) para el hormigón ordinario.
- RESISTENCIA A TRACCIÓN: es del orden de un décimo de la resistencia a compresión
- TIEMPO DE FRAGUADO: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.
- TIEMPO DE ENDURECIMIENTO: en 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia de cálculo; en una semana 3/4 partes, y en 4 semanas la resistencia total de cálculo.



# Características físicas del acero

- Se utiliza en Argentina Acero ADN 420, que significa acero de dureza natural de 4.200 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.
- En las construcciones viejas es común encontrar el denominado hierro dulce, de superficie lisa, que tiene una resistencia de 2.200 Kg/cm<sup>2</sup>.
- En otros países (Brasil, Uruguay), el acero más común es el ADN 500, que significa acero de dureza natural de 5.000 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

# Propiedades, trabajabilidad



Una característica importante del hormigón es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado.

## Ensayo de Cono de Abrams, también denominada ensayo de asentamiento

- El objetivo del ensayo es el de averiguar la trabajabilidad del hormigón, que se denomina asentamiento, se hace en todos los mixeles que llegan a obra

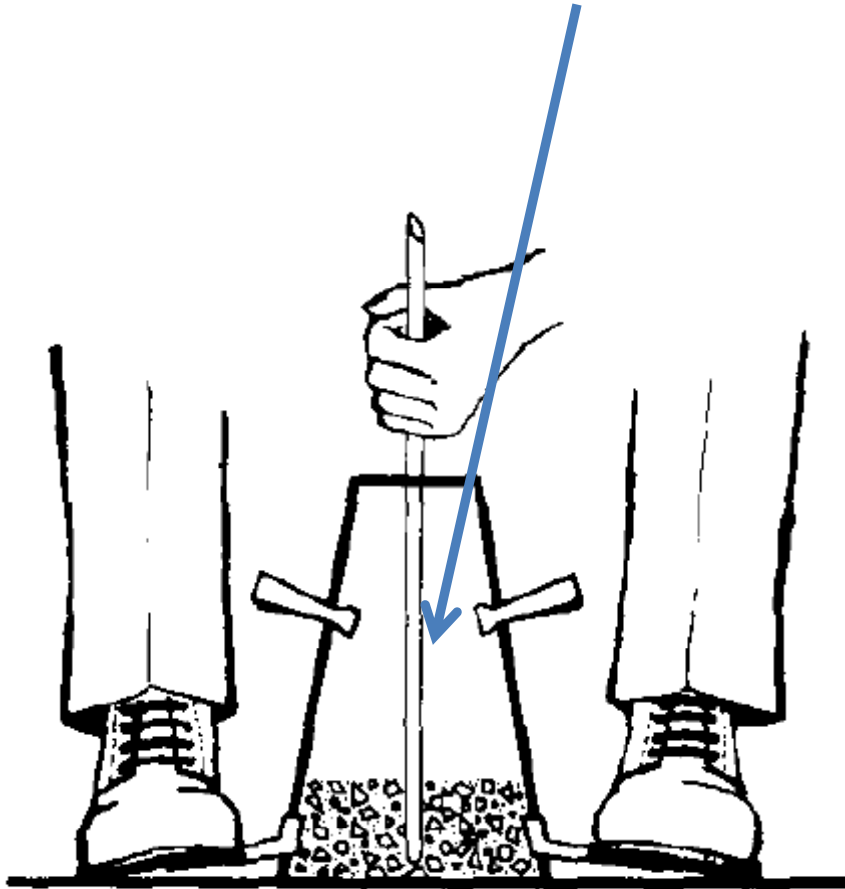


## Ensayo de Cono de Abrams, Toma de muestras

- Las muestras deben extraerse directamente de la canaleta del mixel en el momento de la descarga y nunca del hormigón colocado en los encofrados o descargado en el suelo.

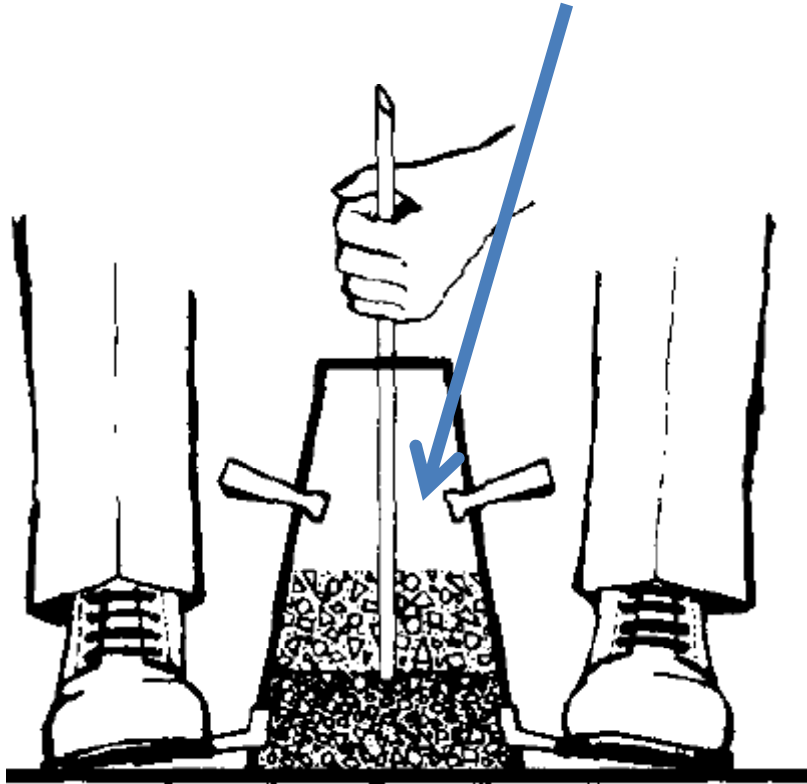


# Cono de Abrams, Compactación 1



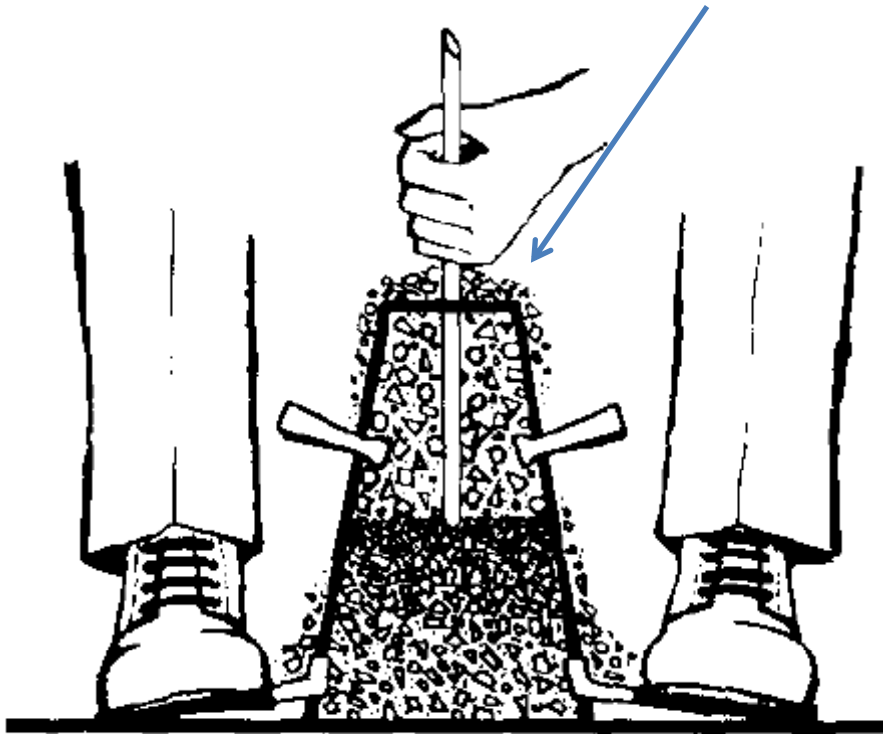
Llenar el Cono en tres capas:  
Llénese hasta aproximadamente  $\frac{1}{3}$  de su volumen y compactar el hormigón con una barra de acero de 16 mm de diámetro terminada en una punta cónica rematada por un casquete esférico La compactación se hace con 25 golpes de la varilla, con el extremo semiesférico impactando al hormigón.

# Cono de Abrams, Compactación 2



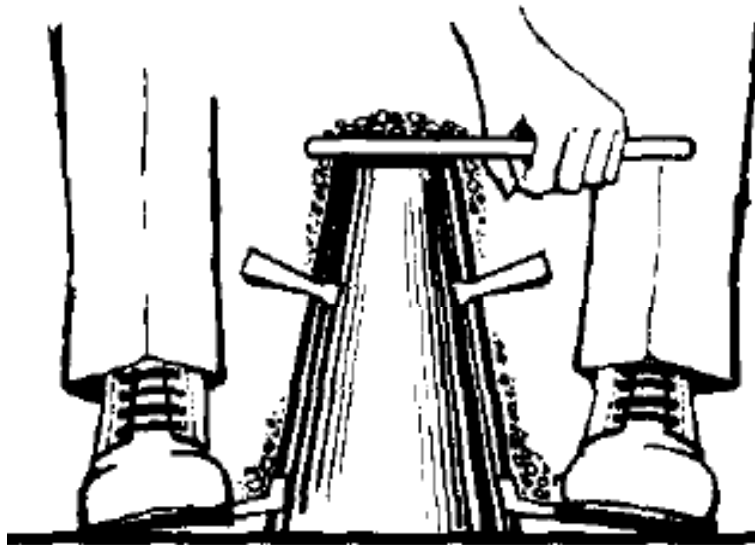
Llenar el Cono con una segunda capa hasta aproximadamente  $\frac{2}{3}$  del volumen del mismo y compáctese con otros 25 golpes de la varilla. Debe atravesarse la capa que se compacta y penetrar ligeramente (2 a 3 cm.) en la capa inferior pero sin golpear la base de ésta.

## Cono de Abrams, Compactación 3



Llénese el volumen restante del cono agregando un ligero "copete" de hormigón y compáctese esta última capa con otros 25 golpes de la varilla, que debe penetrar ligeramente en la segunda capa.

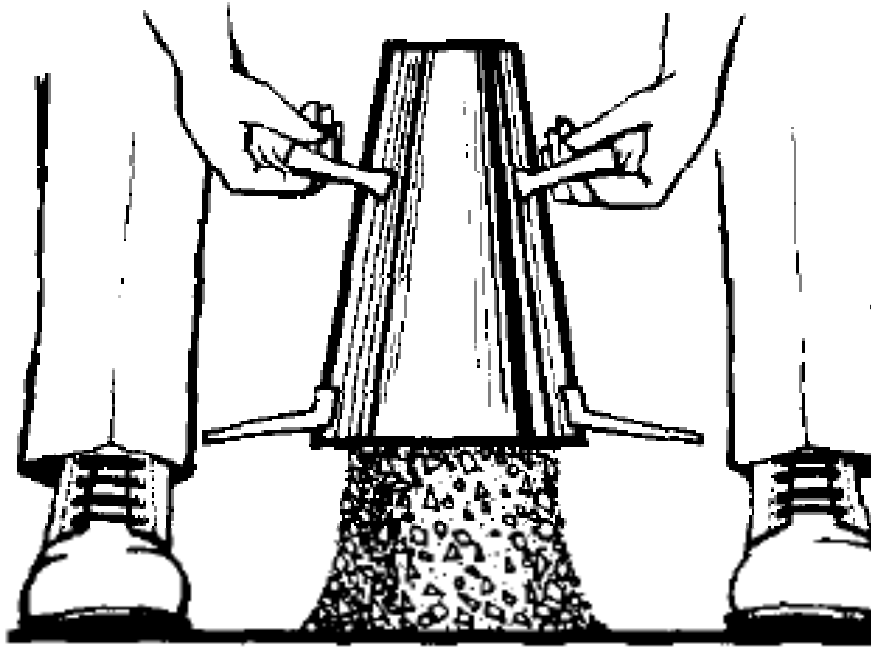
## Cono de Abrams, Compactación 4



Retirar el exceso del hormigón con una llana metálica, de modo que el Cono quede perfectamente lleno y enrasado. Quitar el hormigón que pueda haber caído alrededor de la base del Cono.



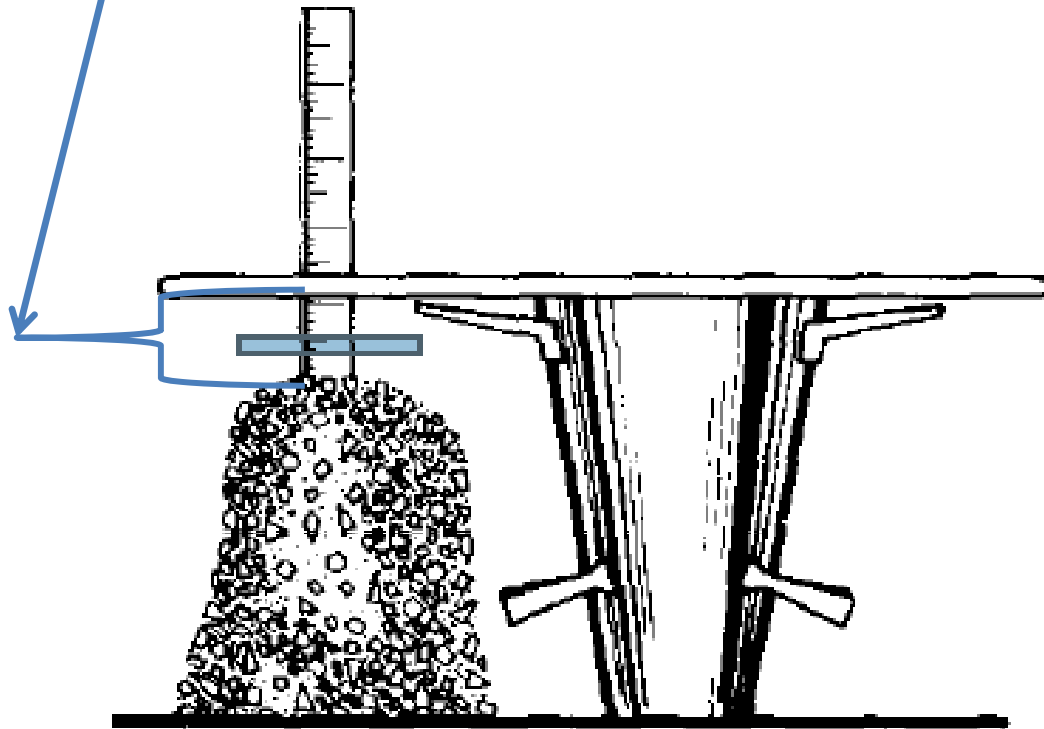
## Cono de Abrams, Compactación 5



Sacar el molde con cuidado, levantándolo verticalmente en un movimiento continuo, sin golpes ni vibraciones y sin movimientos laterales o de torsión que puedan modificar la posición del hormigón

## Cono de Abrams, Compactación 5

Este valor, medido en centímetros es el resultado del ensayo



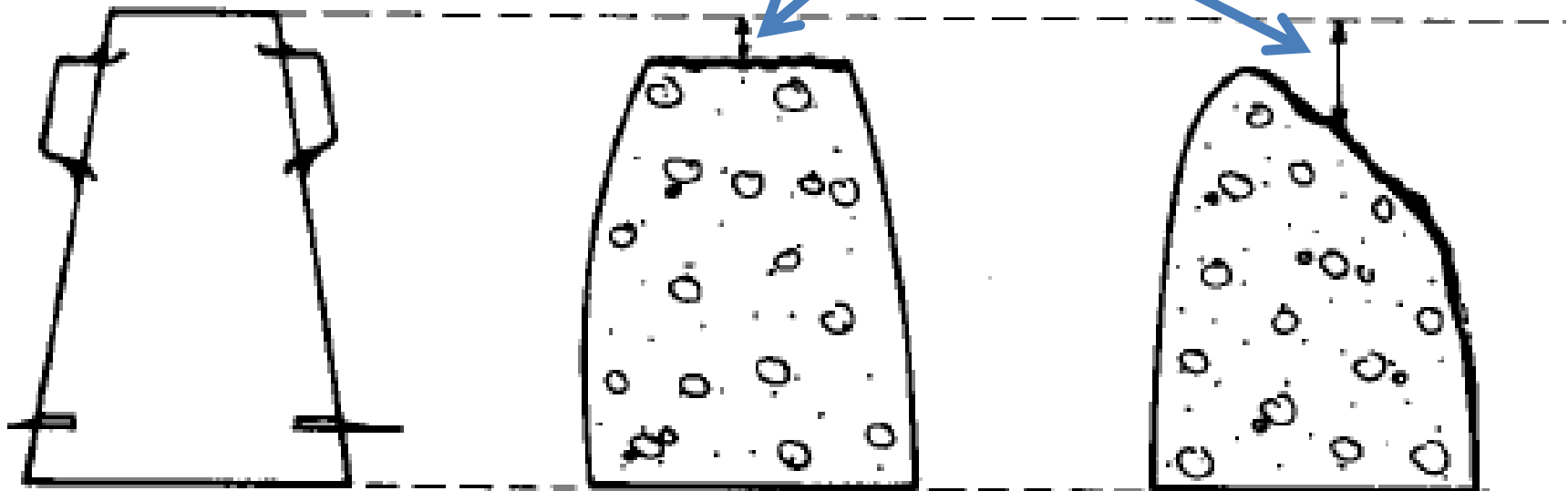
A continuación se coloca el Cono de Abrams al lado del formado por el hormigón y se mide la diferencia de altura entre ambos. Si la superficie del cono de hormigón no queda horizontal, debe medirse en un punto medio de la altura y nunca en el más bajo o en el más alto. Este valor de la diferencia de alturas, medido en centímetros, es el resultado del Ensayo de cono de Abrams y se denomina asentamiento del hormigón

## Cono de Abrams



# Cono de Abrams,

Resultado del ensayo.  
Valor medido en cm

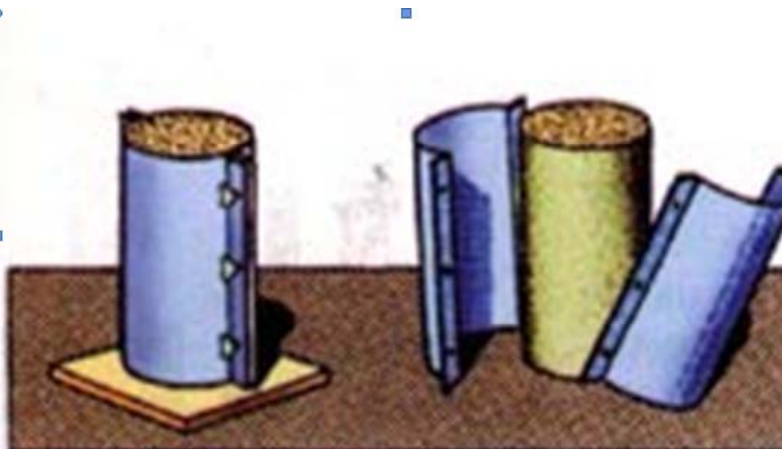


## Ensayo de cono de Abrams, Asentamientos promedio

- Asentamiento 5 cm, para bases
- Asentamiento 12 cm. Estructuras en general.
- Asentamiento 15 cm. Estructuras difíciles de llenar, Hormigón visto.
- Asentamiento 20 cm. Pilotes

# Ensayos de rotura a la compresión

Este ensayo, que es el más importante que se realiza al hormigón, sirve para determinar si la Resistencia Característica del hormigón puesto en obra alcanza el valor de la Resistencia Especificada por el proyectista. La resistencia del hormigón puede ser garantizada si las probetas para el ensayo por compresión son confeccionadas, protegidas y curadas siguiendo métodos normalizados. De este modo los ensayos de rotura por compresión sobre probetas normalizadas, sirven para determinar la calidad del hormigón. Si, en cambio, varían las condiciones de muestreo, métodos de llenado, compactación, terminación y curado de las probetas, no podrá determinarse si eventuales resistencias bajas son debidas a la mala calidad del hormigón o a las fallas cometidas durante las operaciones de preparación de las probetas, previas al ensayo



# Ensayos de rotura a la compresión

Para obtener resultados adecuados se debe

**1.- Usar solamente moldes indeformables**, no absorbentes, estancos y de materiales que no reaccionen con el cemento. Las medidas son de 15 cm. de diámetro por 30 cm. de altura.

Antes de llenar los moldes, deberán ser colocados sobre una superficie horizontal, rígida y lisa.

**2 - Toma de muestras:** Cada muestra se tomará directamente de la canaleta de descarga del mixel, después de haberse descargado los primeros 250 litros de la carga y antes de descargar los últimos 250 litros de la misma

..

# Ensayos de rotura a la compresión

**3.- Compactación con varilla:** la finalidad de compactar el hormigón en los moldes es la de eliminar los huecos que pueden quedar dentro de la masa por la diferente forma y tamaño de los componentes que, al disminuir la sección de la probeta, le hacen perder resistencia. Si se usa un procedimiento errados llevará a resultados bajos de resistencias. Se debe usar una varilla normalizada con punta semiesférica para compactar el hormigón, ya que trabaja mejor por dos razones

- a) Se desliza entre los agregados, en vez de empujarlos como lo hace una varilla de corte recto en la punta, con la cual quedan espacios huecos al ser retirada.
- b) Al retirar la barra, permite que el hormigón vaya cerrándose tras ella, lo que es facilitado por la punta redondeada.

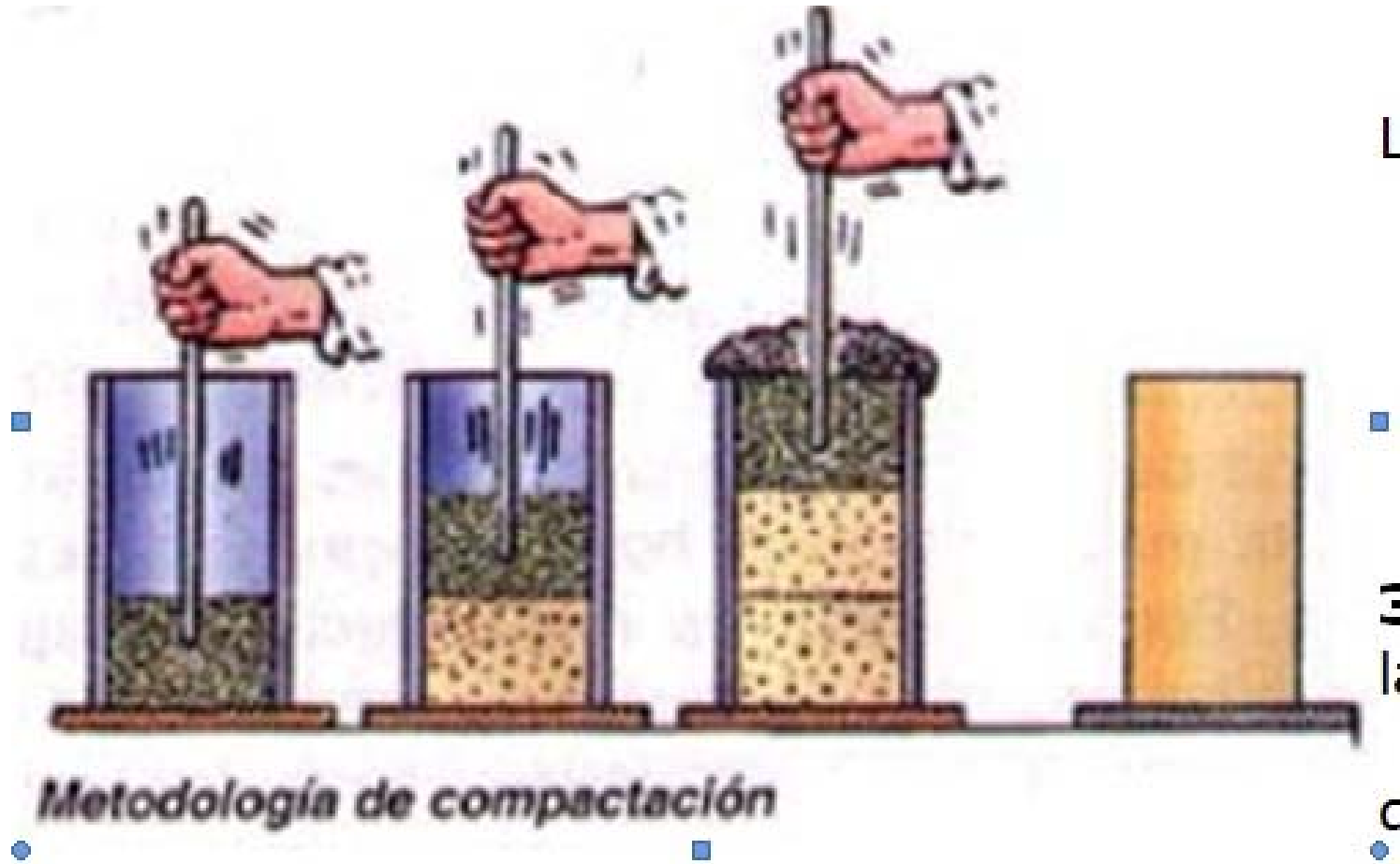


# Ensayos de rotura a la compresión

**4.- Llenado de las probetas y compactación del hormigón:** se procede al llenado de las probetas, colocando el hormigón en tres capas de aproximadamente  $1/3$  de la altura del molde, cada una. Una vez colocada cada capa se la compacta con 25 golpes de la varilla, uniformemente distribuidos sobre su superficie. En la primera capa, los 25 golpes deben atravesarla íntegramente pero sin golpear el fondo del molde. La compactación de la segunda y la tercera capas se hace atravesando totalmente cada una de ellas y penetrando aproximadamente 2 cm en la capa siguiente. El llenado de la última capa se hace con un exceso de hormigón.

Terminada la compactación de la capa superior, se golpean los costados del molde suavemente con una maza de madera o similar, a fin de eliminar burbujas de aire que puedan formar agujeros en la capa superior. Finalmente, se enrasa la probeta al nivel del borde superior del molde, mediante una cuchara de albañil, retirando el hormigón sobrante y trabajando la superficie hasta conseguir una cara perfectamente plana y lisa

# Ensayos de rotura a la compresión



# Ensayos de rotura a la compresión

**5.- Como se deben tratar las probetas terminadas:** mientras quedan en obra las probetas deben dejarse almacenadas, sin desmoldar durante 24 horas, en condiciones de temperatura ambiente de  $21^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$ , evitando movimientos, golpes, vibraciones y pérdida de humedad. Probetas que quedan en el lugar de trabajo varios días, a temperaturas variables, expuestas a pérdida de humedad, etc., darán resultados erróneos de resistencia, siempre más baja y de mayor variabilidad que aquéllas que han sido tratadas correctamente.

**6.- Manejo y curado de las probetas una vez fraguado el hormigón:** después de 24 horas de confeccionadas, las probetas se desmoldan y transportan al laboratorio para su curado. Durante el transporte y manipuleo, las probetas deben ir acondicionadas para evitarles golpes y pérdida de humedad, así como variaciones grandes de temperatura.

# Ensayos de rotura a la compresión

Existen estudios realizados donde se ha demostrado que por falta de una buena compactación, los hormigones pierden entre un 8 a un 30% de su resistencia.

En deficiencias de protección y curado, las pérdidas llegan a ser del 50% en hormigonados en tiempo frío, 14% en tiempo caluroso .

El ensayo normalizado, se realiza en un laboratorio, a los 28 días de puesto el hormigón en obra. Cuando en obra se reciban los resultados, se evalúa si la Resistencia Característica del hormigón que hemos colocado alcanza a la Resistencia Especificada por el proyectista, de acuerdo a los Criterios de Aceptación que se especifican más adelante.

# Relación agua cemento

- La relación agua cemento es una de las características fundamentales del hormigón. Al aumentarse el contenido de agua aumenta la trabajabilidad del hormigón, pero se reduce su resistencia. Una costumbre extendida en las obras es buscar aumentar la trabajabilidad del hormigón elaborado agregándole agua. **Esto no se debe hacer, y es directa responsabilidad del profesional responsable evitarlo.**

# Evolución de la resistencia a la compresión

Evolución de la Resistencia a compresión de un Hormigón Portland normal					
Edad del Hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a compresión	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35

# Aditivos , fluidificantes o plastificantes

- Mejoran la trabajabilidad de la mezcla fresca sin disminuir la resistencia final del hormigón al no modificar la relación agua-cemento. Con el uso de estos aditivos, el producto final gana en impermeabilidad y en durabilidad. Son los más usuales

# Aditivos, Incorporadores de aire

- El efecto es la generación de pequeñas burbujas de aire que quedan inmersas en la masa del hormigón. Las burbujas interceptan los conductos capilares, reduciendo la absorción capilar, aumentando de este modo la impermeabilidad y la durabilidad del hormigón. Se usan en general en fundaciones o estructuras en contacto con el agua o algún medio agresivo



# Aditivos, Aceleradores de endurecimiento

- Permiten la habilitación rápida de las estructuras, al posibilitar el retiro anticipado de los encofrados. Se usan muy poco en nuestro medio. Para el rápido retiro del encofrado es preferible realizar la obra con un hormigón de resistencia superior a la de cálculo. Por ejemplo si la obra está calculada con hormigón H25, si se pide hormigón H30, este sale menos de un 3% más, y este sobrecosto se compensa con la mayor velocidad de ejecución que permite el rápido retiro de los encofrados y los apuntalamientos.

# Aditivos, Retardadores de fraguado

Solo se usan para permitir traslados prolongados del hormigón fresco ( más de 2 horas). Esta situación sólo se presenta en localidades alejadas. Se debe ser muy cuidadoso en su uso, porque cualquier error de dosificación o mezclado puede impedir el correcto fraguado del hormigón. No conviene usarlo salvo que sea absolutamente indispensable, y en tal caso conviene consultar con un experto.

- **Resistencia característica.**
- El hormigón es un material heterogéneo, si sobre el hormigón elaborado que se produce en una planta elaboradora, hacemos ensayos de compresión con probetas cilíndricas normalizadas, se presentarán diferencias entre los resultados, aunque se haya usado la misma dosificación. Cuando mejor tecnología tenga la planta estas diferencias serán menores. Luego se presenta la incógnita, si los resultados de los ensayos que se realizan a un mismo hormigón presentan valores diferentes, cuál de esos valores usamos para el cálculo.
- El valor que usamos para el cálculo se denomina Resistencia Característica del Hormigón, y veamos un ejemplo para ver como se determina

## Resistencia Característica, ejemplo.

Supongamos que de un determinado hormigón hacemos varios ( más de 20) ensayos de compresión con probeta cilíndrica normalizada, a los 28 días de fraguado , y obtenemos los siguientes resultados.

El 5 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup>

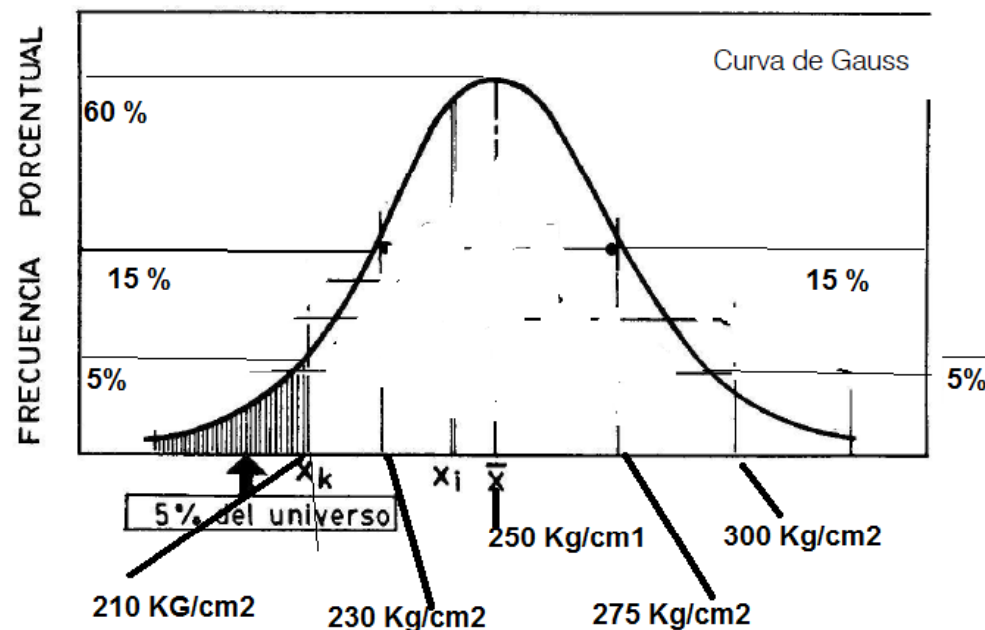
El 15 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 275 Kg/cm<sup>2</sup>.

El 60 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 250 Kg/cm<sup>2</sup>

El 15 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 230 Kg/cm<sup>2</sup>.

El 5% de las probetas ensayadas da una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Volcamos los resultados en un gráfico



## Resistencia característica, Ejemplo

En el gráfico cuando el eje horizontal tiene un valor 300 kg/cm<sup>2</sup>, en el eje vertical marcamos el valor 5 %,

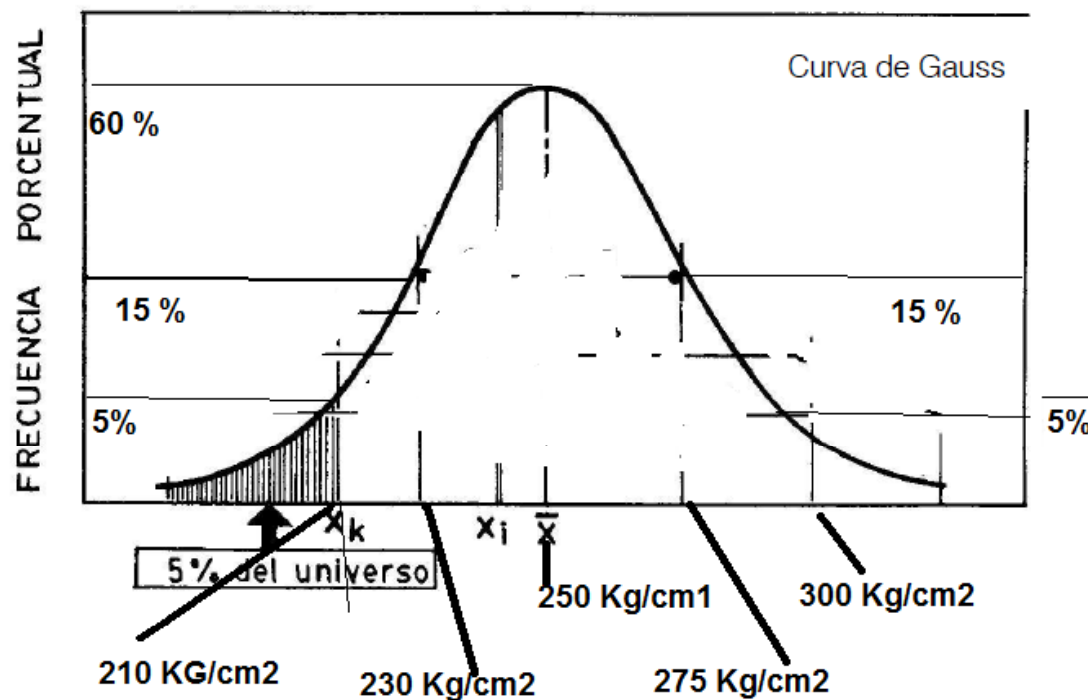
cuando el eje horizontal tiene un valor 275 KG / cm<sup>2</sup> marcamos el valor 15 %,

cuando el eje horizontal tiene un valor de 250 kg/cm<sup>2</sup> marcamos el valor 60 %,

Cuando el eje horizontal tiene un valor 230 KG/cm<sup>2</sup> marcamos el valor 15 % y

cuando tiene el eje horizontal un valor de 210 KG/cm<sup>2</sup> marcamos un valor 5 %.

Uniando los puntos así obtenidos obtenemos una curva que se denomina Curva de Gauss



## Resistencia característica, Ejemplo

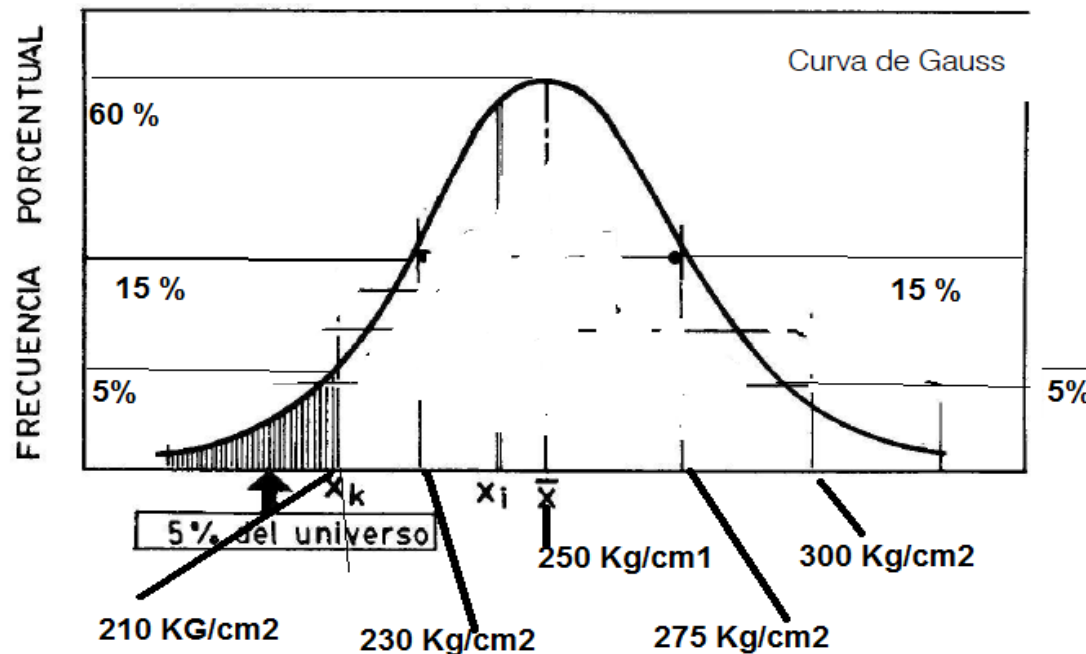
Ahora tenemos que definir que valor usamos para el cálculo.

No podemos usar el valor máximo de 300 KG/ cm<sup>2</sup> porque en la mayor parte de la piezas estructurales construidas con este hormigón tendrá un resistencia menor.

Tampoco usamos el valor medio de 250 kg/cm<sup>2</sup>, pues la una parte importante de la pieza estructurales que se realicen con este hormigón tendrán una resistencia menor.

Por la misma razón tampoco usamos el valor de 230 KG/cm<sup>2</sup>.

**Se define como resistencia característica del hormigón aquella resistencia por debajo de la cual encuentra el 5,0% del total de resultados de los ensayos de resistencia del hormigón a los 28 días de fraguado, en este caso 210 KG/cm<sup>2</sup>**



- **Resistencia característica.**
- La Resistencia Característica, como su nombre lo indica, es el valor que caracteriza al hormigón y se usa en todos los cálculos.
- Para cada estructura nosotros especificamos la resistencia que vamos a usar, que es con la cual vamos a calcularla, este valor se denomina Resistencia Especificada. Se mide también en  $\text{kg/cm}^2$
- Como para emplear criterios probabilísticos se requieren siempre como mínimo 20 ensayos y rara vez tenemos esa cantidad de ensayos para una hormigonada común en una obra, en la práctica, para definir si la Resistencia Característica de un hormigón colocado en una obra alcanza la Resistencia Especificada en el proyecto, se usan los Criterios de Aceptación, que se ven más adelante en esta clase.

# Resistencia Especificada

- El proyectista debe especificar en **todos** los planos de estructuras la resistencia con que realizó el cálculo. La misma se denomina resistencia especificada. La nomenclatura que se usa es la siguiente.
- Hormigón H21 significa hormigón con resistencia característica a los 28 días de 210 KG/cm<sup>2</sup>. Se utiliza para estructuras poco solicitadas.
- Hormigón H25 significa hormigón con resistencia característica a los 28 días de 250 KG/cm<sup>2</sup>. Se utiliza para estructuras en general.
- Hormigón H30 significa hormigón con resistencia característica a los 28 días de 300 KG/cm<sup>2</sup>. Se utiliza para estructuras importantes y pilotes
- Hormigón H36 significa hormigón con resistencia característica a los 28 días de 360 KG/cm<sup>2</sup>. Se utiliza para elementos premoldeados.
- Hormigón H13 significa hormigón con resistencia característica a los 28 días de 130 KG/cm<sup>2</sup>. No se usa para estructura resistente, solo para relleno.



## Criterios de Aceptación.

Existen dos Modos de realizar el Control de Aceptación de un hormigón en obra, o sea de determinar si la resistencia característica del hormigón que colocado alcanza el valor de la Resistencia Especificada por el Proyectista. De acuerdo a las características de la Planta elaboradora utilizada se define cual de los Modos se usa.

## **CONTROL DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO**

---

### *Modos de control según CIRSOC 201*

#### MODO 1

El hormigón es producido en una planta productora que opera con un sistema de calidad certificado. La planta elaboradora puede estar instalada dentro o fuera del recinto de la obra. El Director de Obra tiene acceso al control de producción de la planta y conoce sus registros.

#### MODO 2

El hormigón es producido en condiciones que no satisfacen los requisitos establecidos para el Modo 1.

## Criterios de Aceptación.

Los cálculos de la Resistencia Característica no se hacen para cada mixel que llega a la obra, porque sería engorroso, normalmente se determina una Resistencia Característica del hormigón colocado en obra por día. Para las obras muy grandes se deben hacer más de una determinación por día, siendo el tamaño máximo de cada lote de muestras a los que se le calculará una resistencia característica el siguiente

## CONTROL DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Tabla 4.1. Dimensiones máximas de lotes para el Modo 2 de control de conformidad

Límite superior	Tipo de elementos estructurales		
	Estructuras que tienen elementos comprimidos (1)	Estructuras que tienen sólo elementos solicitados a flexión (2)	Estructuras Macizas (3)
Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Número de pastones	50	50	100
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	—
Número de plantas	2	2	—

(1) Elementos comprimidos como: pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.  
(2) Esta columna incluye entresijos de hormigón sobre pilares metálicos, tableros, muros de sostenimiento, etc.  
(3) Este límite no es de aplicación a edificios.

Modo 1: los límites se duplican

## Criterios de Aceptación . Ejemplo

Tenemos el siguiente informe del Laboratorio para los Ensayos de Compresión de Probetas Cilíndricas de Hormigón realizadas en obra para el día 27/2/2013 para el Pilote N° 1 (P01). La resistencia Especificada por el Proyectista es de 300 Kg/cm<sup>2</sup>. Para evaluar, de acuerdo a estos resultados, si el hormigón colocado en ese pilote alcanza la Resistencia Especificada por el proyectista tenemos que calcular;

- 1) La resistencia media de los 4 ensayos efectuados
- 2) La resistencia media de cada serie de 3 ensayos consecutivos posibles, (en este caso hay dos series posibles, lqs formadas por las probetas N° 1, 3, 5 y la formada por las probetas N° 3,5,6



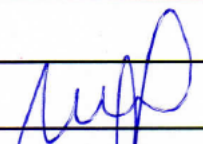
**INSTITUTO DE MÉCANICA APLICADA Y ESTRUCTURAS**  
Laboratorio de Ensayos Normalizados

**Rev.: 1**

Fecha de Vigencia:  
05-11-12

Orden de Trabajo <b>F- 27887-2</b>	Cliente	Fecha <b>27/02/2013</b>	FM1-5-A2 Folio N° <b>13167</b>
---------------------------------------	---------	----------------------------	--------------------------------------

### INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Probeta N°	Carga máxima		Resist. a la comp.		Identificación	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)
	(t)	(kN)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)				
1	68,80	674,70	389,33	38,18	P01 - 025	30-01-13	27-02-13	28
3	65,30	640,37	369,52	36,24	P01 - 031	30-01-13	27-02-13	28
5	65,00	637,43	367,82	36,07	P01 - 034	30-01-13	27-02-13	28
6	67,00	657,05	379,14	37,18	P01 - 035	30-01-13	27-02-13	28
JCA.GG.F-27887 - 2 Informe Final (2/2)								
 <b>Ing. MARIA LAURA PAGANI</b>								

## Criterios de Aceptación . Ejemplo, cálculos

Probeta N°	Resistencia característica
	KG/cm2
1	389.33
3	369.52
5	367.82
Resistencia Promedio de la serie formada por las probetas 1, 3 y 5	<b>375.56</b>

Probeta N°	Resistencia característica
	KG/cm2
3	369.52
5	367.82
6	379.14
Resistencia Promedio de la serie formada por las probetas 3, 5 y 6	<b>372.16</b>

## Criterio de aceptación Modo 1

Si la plante donde se elaboró el hormigón cumple las condiciones especificadas para el Modo 1 de control, definimos que la resistencia característica del hormigón colocado en obra alcanza la Resistencia Especificada por el proyectista cuando se cumplen simultáneamente estas dos condiciones

- 1) La resistencia media de todas las series posibles de tres (3) ensayos consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que la resistencia especificada.
- 2) El resultado de cada uno de los ensayos es igual o mayor que la resistencia especificada menos 35 Kg/cm<sup>2</sup>

En nuestro ejemplo ;

- 1) La resistencia media de las dos series posibles de 3 ensayos consecutivos son 375,56 kg/cm<sup>2</sup> y 372,16 Kg/cm<sup>2</sup>, ambas mayores que la Resistencia Especificada que es de 300 kg/cm<sup>2</sup>, luego cumple la primera condición.
- 2) La resistencia de cada uno de los 4 ensayos realizados es de 389,33 kg/cm<sup>2</sup>; 369,52 Kg/cm<sup>2</sup>; 367,82 Kg/cm<sup>2</sup> y 379,14 kg/cm<sup>2</sup>, todos mayores que la Resistencia Especificada – 35 kg/cm<sup>2</sup> ( 300 kg/cm<sup>2</sup> – 35 kg/cm<sup>2</sup> = 265 Kg/cm<sup>2</sup>), luego cumple la segunda condición.

Al cumplir simultáneamente las dos condiciones establecemos que el hormigón colocado en obra, de acuerdo al Modo 1 de Control alcanza la resistencia Especificada por el proyectista

## Criterio de aceptación Modo 2

- Si la planta productora de hormigón elaborado no califica para usar el Modo 1 de Control, no tenemos más remedio que usar el Modo 2, que es más riguroso. En este modo el criterios de aceptación es que se deben cumplir simultáneamente estas dos condiciones:
- 1) La resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos consecutivos, correspondientes al hormigón evaluado, es igual o mayor que la resistencia especificada más 50 kg/cm<sup>2</sup>
- 2) El resultado de cada uno de los ensayos será igual o mayor que la resistencia especificada
- En nuestro ejemplo ;
- 1) La resistencia media de las dos series posibles de 3 ensayos consecutivos son 375,56 kg/cm<sup>2</sup> y 372,16 Kg/cm<sup>2</sup>, ambas mayores que la Resistencia Especificada más 50 KG/cm<sup>2</sup> ( 300 Kg/cm<sup>2</sup> + 50 Kg/cm<sup>2</sup> = 350 kg/cm<sup>2</sup> ), luego cumple la primera condición.
- 2) La resistencia de cada uno de los 4 ensayos realizados es de 389,33 kg/cm<sup>2</sup>; 369,52 Kg/cm<sup>2</sup>; 367,82 Kg/cm<sup>2</sup> y 379,14 kg/cm<sup>2</sup>, todos mayores que la Resistencia Especificada ( 300 kg/cm<sup>2</sup> ), luego cumple la segunda condición.
- Al cumplir simultáneamente las dos condiciones establecemos que el hormigón colocado en obra, de acuerdo al Modo 2 de Control alcanza la resistencia Especificada por el proyectista
- :

# Pedido de hormigón. Mixeles

- El hormigón que se utiliza en las obras es, en general, fabricado en plantas hormigoneras situadas fuera de las obras y transportado al terreno en Mixeles. Estos vehículos transportan aproximadamente entre 8 y 9 m<sup>3</sup> de hormigón y los aditivos que sea necesario agregar en obra.

# Pedido de hormigón. Cantidad

- El hormigón que carga el mixel, se debe utilizar, en general, a lo sumo a las 3 horas de su carga en la planta hormigonera, luego o se usa en ese lapso o se tira. También cuando se llena una losa no es conveniente interrumpir el hormigonado por falta de hormigón y continuar al día siguiente, luego la cantidad de hormigón que se pide se debe calcular cuidadosamente, considerando también las posibles perdidas. Si el pedido está compuesto por varios mixeles el último, en la hermenéutica de obra se lo llama “corte”, que significa que antes de cargarlo se pregunta a la obra si se desea aumentar o disminuir la cantidad de hormigón que el mismo transporta.



# Pedido de hormigón. Resistencia

- El valor de la resistencia característica a los 28 días es el valor fundamental. Los más usuales son:
- Hormigón H21 .Se utiliza para estructuras poco solicitadas.
- Hormigón H25. Se utiliza para estructuras en general.
- Hormigón H30 . Se utiliza para estructuras importantes y pilotes
- Hormigón H36 . Se utiliza para elementos premoldeados.
- Hormigón H13 . No se usa para estructura resistente, solo para rellenos y hormigón de limpieza.

# Pedido de hormigón. Trabajabilidad

- Se mide mediante el ensayo de cono de Abrams. Los valores típicos son:
- Asentamiento 5 cm, para bases
- Asentamiento 12 cm. Estructuras en general.
- Asentamiento 15 cm. Estructuras difíciles de llenar, Hormigón visto.
- Asentamiento 20 cm. Pilotes.

# Pedido de hormigón. Cantidad de cemento

- En obras sometidas al ataque de medios agresivos a veces se pide que el hormigón tenga una cantidad mínima de cemento.
- Por ejemplo en pilotes muchas veces se especifica una cantidad mínima de cemento de 400 KG/m<sup>3</sup>.

# Pedido de hormigón. Aditivos- Incorporadores de Aire

- En estructuras embebidas en medios agresivos, a veces se especifica agregar como aditivo incorporadores de aire.

# Pedido de hormigón. Aditivos- Plastificantes

- El profesional no pide específicamente plastificantes, lo que pide es que el hormigón sea trabajable especificando el asentamiento. Es la proveedora de hormigón elaborado la que, en la mayor parte de los casos, consigue esa trabajabilidad mediante el agregado de un aditivo plastificante. Parte de este aditivo se agrega en la planta hormigonera y, de hacer falta, se completa el aditivo en obra.

# Hormigón premoldeado

- En obras con elementos estructurales repetitivos, los mismos se pueden realizar en fábricas especializadas y luego son trasladados y montados en obra.
- Este sistema reduce notablemente el tiempo de ejecución de una estructura de hormigón.

# Hormigón Premoldeado Pretensado

- Se obtiene introduciendo en el hormigón antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados. De tal forma al fraguar el hormigón queda comprimido, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas, se ven significativamente reducidas. Esto presenta como ventaja reducir el peso de la estructura y reducir el costo de las armaduras. Realizar este procedimiento requiere un equipamiento importante, luego en general solo se hace en fábricas especializadas. Los elementos más comúnmente premoldeados pretensados son las losas.

# Hormigón premoldeado en obra

- A veces las piezas de hormigón premoldeado se realizan en obra, en el piso, y luego se montan. En este caso es difícil tener en obra el equipamiento necesario para realizar el pretensado de las armaduras. De ser necesario en este caso las estructuras se postensan, o sea aplica tensión después de hormigonadas. El caso más común son las grandes vigas de puentes, fábricas y autopistas