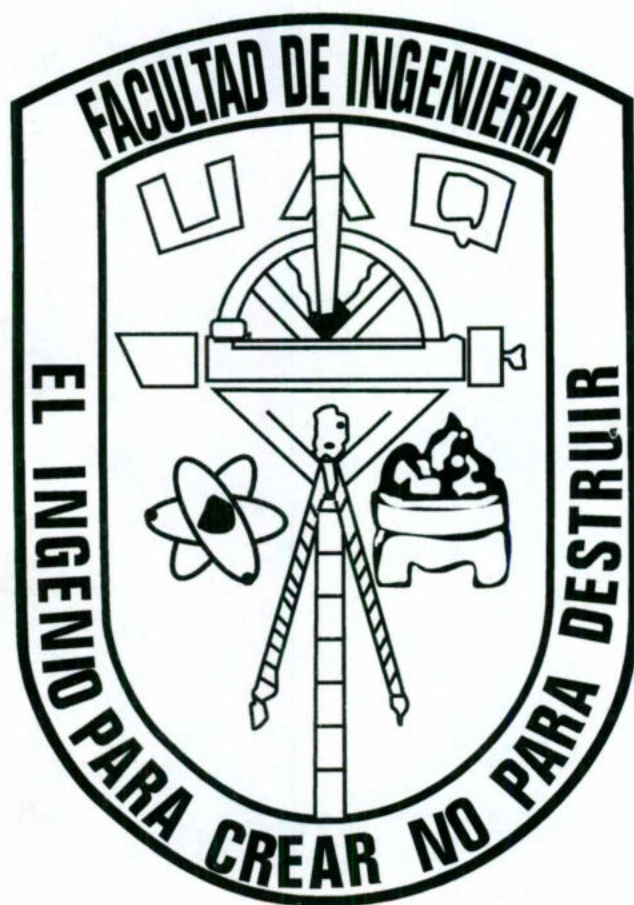


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**Control de Calidad del Concreto en Obra.**



Ing. Miguel Héctor Pérez Jiménez

Ing. Francisco González Ávila

**BIBLIOTECA CENTRAL, U.A.Q.**

No. Adq. G50428

No. Título \_\_\_\_\_

Clas IS

693.5

P438c

2008

Agreg. en H73324

## Control de Calidad del Concreto en Obra.

### Datos Generales.

**Título el proyecto:**

**Control de Calidad del Concreto en Obra.**

**Nombre del tesista:**

**Francisco González Ávila                      122755**

**Miguel Héctor Pérez Jiménez              97593**


**Línea de Investigación:**

- **Materiales de Construcción.**

**Trabajo de Investigación.**

**Asesor:**

**M.I. Rubén Ramírez Jiménez.**

  
\_\_\_\_\_

## ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO.....	Pag.
CAPITULO 1	
1.1 Objetivo.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Introducción.....	3
CAPITULO 2	
2.1 CONCRETO.....	5
2.1.1 Antecedentes.....	5
2.1.2 Concreto.....	6
2.1.3 Calidad del concreto.....	6
2.1.4 Influencia de los agregados.....	7
2.1.5 Suministro de los Agregado.....	7
2.1.6 Aseguramiento de la calidad de los Agregados.....	8
2.1.7 Suministro del Cemento.....	8
2.1.8 Suministro del Agua.....	9
2.1.9 Fraguado.....	9
2.1.10 Propiedades del Concreto Endurecido.....	10
2.1.11 Resistencia a Compresión a Diferentes Edades.....	11
2.1.12 Resistencia a Compresión en Diferentes Especímenes.....	11
2.2 METODO ACI211.1.....	12
2.3 PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO HECHO EN OBRA.....	14
CAPITULO 3	
PRUEBAS DE LABORATORIO	
3.1 Determinación de Desperdicios y Pesos Volumétricos.....	15
3.2 Absorción y Densidad de Agregados para Concreto Hidráulico.....	24
3.3 Granulometría de Agregados para Concreto Hidráulico.....	30
3.4 Desgaste, %de Finos, Contenido de Materia Orgánica, Equivalente de Arena.....	33
3.5 Pruebas de Concreto.....	38
CAPITULO 4	
ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1 Determinación de Desperdicios y Pesos Volumétricos.....	44
4.2 Absorción y Densidad de Agregados para Concreto Hidráulico.....	47
4.3 Granulometría de Agregados para Concreto Hidráulico.....	48
4.4 Desgaste, %de Finos, Contenido de Materia Orgánica, Equivalente de Arena.....	50
4.5 Pruebas de Concreto.....	52
CAPITULO 5	
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Referencias Bibliográficas.....	55



## ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA.....	Pag.
1.1 Volumen de agregados gruesos por unidad de volumen de concreto.....	13
1.2 Proporcionamiento del concreto hecho en obra.....	14
1.3 Proporcionamiento del concreto hecho en laboratorio.....	14
4.1 Cálculo de peso volumétrico seco suelto(grava).....	45
4.2 Cálculo de peso volumétrico compactado(grava).....	45
4.3 Cálculo de peso volumétrico seco suelto (arena).....	45
4.4 Cálculo de peso volumétrico seco compactado (arena).....	45
4.5 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto hecho en obra.....	52
4.6 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto hecho en laboratorio.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	Pag
<b>1.1 Resistencia a la compresión y la relación agua-cemento</b> .....	13
<b>3.1 Peso volumétrico seco suelto y compactado</b> .....	21
Fig. 1 Preparación del agregado (arena y grava), se cuartea para obtener una muestra.....	21
Fig. 2 llenado de recipiente desde 1/3 y posteriormente a 2/3 del recipiente hasta llenarlo.....	22
Fig. 3 se aplican los 25 golpes (piquetes) por cada 1/3 de la capacidad del recipiente (sin pasar del 1/3 anterior).....	22
Fig.4 una vez llenado el recipiente se le aplican los 25 golpes (piquetes) para compactar el material (para las pruebas de material suelto no se aplican los 25 golpes simplemente se deposita el material en el recipiente).....	22
Fig. 5 Se enrasa el material a nivel del recipiente (este procedimiento es para ambas condiciones suelto y compactado).....	23
Fig. 6 se pesa el material (este procedimiento es para ambas condiciones suelto y compactado).....	23
<b>3.2 Densidad y absorción de la grava</b> .....	28
Fig. 7 Se criba la arena por la malla No.4 para obtener una muestra de la arena.....	28
Fig. 8 Calibración del matras para la determinación de la densidad de la arena.....	28
Fig. 9 se coloca la muestra en el tronco-cónico para su saturación.....	29
Fig. 10 colocación del matraz en la bomba de vacío para la extracción del aire.....	29
<b>3.3 Desgaste de los ángeles</b> .....	33
Fig. 11 Maquina de los ángeles.....	34
Fig. 12 Esferas para la carga abrasiva.....	34
Fig. 13 Maquina con la muestra de agregados a una velocidad de 30 a 33 rev/min.....	34
Fig. 14 Muestra después de las 500 rev/min.....	34
<b>3.4 Contenido de materiales orgánicos</b> .....	36
Fig. 15 Instrumentos y soluciones para la prueba de contenido de material orgánico.....	36
Fig.16 Preparación de la muestra de arena.....	36
Fig. 17 Preparación de formulas para la prueba.....	36
Fig. 18 Muestras con la formula especificada en las pruebas.....	36
<b>3.5 Concreto hecho en laboratorio</b> .....	38
FIG. 19 Preparación de cilindros de concreto.....	38
Fig. 20 Preparación de concreto en diferentes resistencias.....	39

Fig. 21 Cilindros de concreto en diferentes resistencias.....	39
Fig. 22 Cilindros de concreto hecho de manera controlada.....	39
	Pag.
Fig. 23 descimbrado de cilindros fabricados en forma controlada.....	40
Fig. 24 Fraguado de cilindros durante 28 días en cámara.....	40
<b>3.6 Pruebas de compresión al concreto hecho en laboratorio.....</b>	<b>41</b>
Fig. 25 Cabeceo de cilindros de concreto con azufre.....	41
Fig. 26 Cilindros cabeceados para la prueba de compresión.....	41
Fig. 27 Prueba de compresión a cilindros de concreto de diferentes resistencias.....	41
<b>3.7 Concreto hecho en obra.....</b>	<b>42</b>
Fig. 28 Cilindros de concreto de diferentes resistencias hechos en obra.....	42
Fig. 29 Identificación de los cilindros.....	42
Fig. 30 Descimbrado y fraguado de cilindros de concreto.....	42
<b>3.8 Pruebas de compresión al concreto hecho en obra.....</b>	<b>43</b>
Fig. 31 Cabeceo de cilindros de concreto hecho en obra con azufre.....	43
Fig. 32 prueba de compresión a cilindros de concreto hecho en obra.....	43
<b>5.1 Gráfica de resultados de la prueba a la compresión del concreto hecho en obra y en laboratorio.....</b>	<b>54</b>

## **Agradecimientos**

Agradezco a todos aquellos que confiaron en mí, por su apoyo que son mis padres

Romualdo González Rodríguez.

Clementina Ávila Ferrer.

Mis hermanos.

Norma González Ávila.

Oscar González Ávila.

Ana Lilia González Ávila.

Mis sobrinas y cuñado.

Alejandra Quevedo González

Daniela Quevedo González.

Rogelio Quevedo González.

Y en especial.

A Dios.

Atte.

Francisco González Ávila.



## **Agradecimiento**

### **A mis padres:**

#### **Gracias.**

Por mi oportunidad de existir, por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su ejemplo de superación incansable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional.

Por lo que ha sido y será... Gracias

Pérez Saldaña Miguel Héctor

Jiménez Medina María Alicia

### **A mis hermanas:**

Pérez Jiménez María Alicia

Pérez Jiménez Jazmín

Y en especial.

### **A Dios**

Gracias.

Atte.

Miguel Héctor Pérez Jiménez

## **CAPITULO 1**

### **1.1 OBJETIVO**

El control de calidad del concreto se lleva a cabo por una serie de pruebas que se muestran en este trabajo. La mayoría estas se enfocan en determinar la calidad de los materiales a utilizar.

El objetivo principal será mostrar estas pruebas para la aceptación del material y el uso del ACI 211 para predeterminar mezclas de concreto y compararlas con las hechas en obra de forma usual.

Otro objetivo es el de comparar ambas mezclas, mostrando que tan sobrados están las mezclas hechas en obra, las resistencias con las que se van a realizar la pruebas de compresión son las más utilizadas en la construcción son:  $f'c=100\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=200\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=250\text{kg/cm}^2$ .

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Debido en algunos casos por ignorancia o por economizar algunas personas no realizan pruebas a los agregados para saber sus características físicas y mecánicas, este tipo de pruebas nos indicaría si el agregado cumple con las propiedades físicas y mecánicas que requiere la mezcla de concreto.

Es decir, el diseño de mezclas de concreto, combinando el sentimiento intuitivo de la experiencia de la ingeniería sobre el comportamiento de una estructura, con el conocimiento sólido de los principios de la física y mecánica de materiales en otros, para producir una estructura "SEGURA Y ECONOMICA" la cual servirá para el objetivo pensado.



## 1.3 INTRODUCCIÓN

La mezcla de concreto que conviene utilizar en cada ocasión, debe ser la apropiada para satisfacer los requerimientos específicos del caso en lo que sea fundamental, pero sin descuidar la conciliación del aspecto técnico con el económico, es decir, la mezcla más conveniente debe ser la que permita cumplir con el objetivo de su utilización al menor costo.

En el aspecto económico, un importante factor relacionado con la composición del concreto se refiere al costo por concepto de su contenido del cemento. Como se sabe, entre los componentes que son normales en el concreto convencional, el cemento es el precio unitario mas alto; de este modo, aunque en este tipo de concreto el cemento sólo constituye alrededor del 10 por ciento de volumen absoluto total, puede llegar a presentar en cambio más del 70 por ciento de su costo por concepto de ingredientes. Debido a ello, suele resultar económicamente ventajoso tratar de reducir el consumo unitario de cemento, pero sin sacrificar ninguna de las características y propiedades esenciales requeridas en el concreto. Además, es pertinente considerar que en muchos casos una reducción en el contenido de cemento puede también ser deseable por motivos de índole técnica.

El una mezcla similar al concreto era la materia prima principal en la construcción desde tiempos antiguos, no con las mismas propiedades que hoy tiene, el hombre a través del tiempo lo modifico de acuerdo a sus necesidades, hasta el que hoy en día existe con características para cada necesidad.

En México se presenta un problema especialmente en las zonas rurales y urbanas, en las cuales las estructuras que son principalmente casas habitación son construidas por trabajadores de la construcción (albañiles), los cuales fabrican el concreto en obra con formulas que han pasado de generación en generación, el cual no tiene un control de calidad en cuanto: a la cantidad y tamaño de agregados.

Esto trae como consecuencia un concreto de mala calidad que en las construcciones, por está situación se puede presentar una resistencia mayor a la requerida ó una resistencia menor. Esto trae como consecuencia altos costos en la elaboración del concreto y/o que estas estructuras no presenten las propiedades mecánicas para lo cual fueron construidas



La problemática que existe en la construcción de estructuras especialmente en zonas rurales y en algunos casos en zonas urbanas es el hecho que en muchas construcciones especialmente en casas habitación el concreto que se emplea es hecho en obra es elaborado por trabajadores de la construcción (albañiles), los cuales fabrican el concreto de manera tradicional (es decir con el conocimiento adquirido de generación en generación), el cual no tiene un control de calidad en su elaboración por lo que no se sabe con exactitud cual es su resistencia y por lo tanto su función no puede ser la adecuada o alto costo.

## **CAPITULO 2**

### **2.1 CONCRETO**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES**

La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero la época de las cavernas, aplicado sus mayores esfuerzos a delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Templos, palacios, museos son el resultado del esfuerzo que constituye las bases para el progreso de la humanidad. El pueblo egipcio ya utilizaba un mortero – mezcla de arena con materia cementante – para unir bloques y losas de piedra al erigir sus asombrosas construcciones. Los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada. Un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli con el que aun actualmente lo conocemos como puzolana.

Investigaciones y descubrimientos a lo largo de miles de años, nos conducen a principios del siglo XIX, cuando en Inglaterra fue patentada una mezcla de caliza dura, molida y calcinada con arcilla, al agregársele agua, producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino que es el antecedente directo de nuestro tiempo. (Nota El nombre del cemento Portland le fue dado por la similitud que esta tenia con la piedra de la isla de Portland del canal inglés).

La aparición de este cemento y de su producto resultante el concreto a sido un factor determinante para que el mundo adquiere una fisonomía diferente. Edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fabricas, talleres y casas, dentro del mas alto rango de tamaño y variedades nos dan un mundo nuevo de comodidad, de protección y belleza donde realizar nuestros mas ansiados anhelos, un mundo nuevo para trabajar, para crecer, para progresar y para vivir.



**1824:** - James Parker, Joseph Aspdin patentan al Cemento Portland, materia que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una Caliza arcillosa.

**1845:** - Isaac Jonson obtiene el prototipo del cemento moderno quemado, alta temperatura, una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "clinker".

**1868:** - Se realiza el primer embarque de cemento Portland de Inglaterra a los Estados Unidos.

**1871:** - La compañía Coplay Cement produce el primer cemento Portland en lo Estados Unidos.

**1904:** -La American Standard For Testing Materials (ASTM), publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland.

**1906:** - En C.D. Hidalgo Nuevo Leon se instala la primera fabrica para la producción de cemento en México, con una capacidad de 20,000 toneladas por año.

**1918:** - D. A. Abrams, Define la ley que determina la relación existente entre la resistencia a la compresión y la relación agua- cemento.

**1992:** - CEMEX se considera como el cuarto productor de cemento a nivel MUNDIAL con una producción de 30.3 millones de toneladas por año.

## 2.1.2 CONCRETO

El **concreto**, también denominado **hormigón** en algunos países, resulta de la mezcla de uno o más **conglomerantes** (generalmente **cemento**) con áridos (**grava**, gravilla y **arena**), **agua** y, eventualmente, **aditivos** y **adiciones**.

### 2.1.3 LA CALIDAD DEL CONCRETO

Para el propósito de controlar la calidad en la producción del concreto, es necesario tomar en cuenta que se compone de cuatro ingredientes básicos (cemento, agua, arena y grava) y uno optativo (los aditivos) cuyas propias calidades individuales deben ser objeto de control. Sin embargo, para el diseño de las mezclas, resulta conveniente suponer que el concreto se integra por la participación de sólo tres componentes básicos cuyas proporciones deben determinarse, y que son: la pasta de cemento, el agregado fino y el agregado grueso; dando por sentado que en la composición de la pasta intervienen controladamente el cemento, el agua, y, en su caso, los aditivos.



La pasta de cemento suele verse como el componente activo porque es el que mayor influencia ejerce en las propiedades del concreto endurecido, de modo que, mediante la selección de sus propios componentes (cemento, agua, aditivos) y la definición de sus proporciones relativas, es posible formular pasta de cemento que resulten potencialmente adecuadas para que el concreto endurecido obtenga las propiedades que en cada caso se requieran.

#### **2.1.4 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS**

Una vez definida la composición que es conveniente dar a la pasta de cemento, el siguiente aspecto que debe considerarse corresponde a la influencia que ejercen en el concreto fresco y endurecido las características de los agregados que pueden ser objeto de maniobra, como es el caso del tamaño máximo y la composición granulométrica de la grava, la composición granulométrica de la arena y la proporción en que se combinan la grava y la arena. Todo ello con el propósito de establecer los criterios que conviene seguir para lograr la optimización en el uso de los agregados al diseñar las mezclas de concreto.

La falla del concreto se suele dar en tres de sus componentes:

- a) pasta cementante.
- b) Agregados
- c) Zona interfacial.

De ahí que se tenga que asegurar la sanidad y buen comportamiento mecánico de cada una de estas partes.

#### **2.1.5 SUMINISTRO DE LOS AGREGADOS**

Como en el caso del cemento, la definición de los agregados para una obra se efectúa mediante dos acciones sucesivas. La primera consiste en definir a través de las especificaciones y normas, cuáles son los requisitos de calidad que los agregados deben cumplir, en función de las características de las estructuras de concreto por construir y de los requerimientos específicos que las condiciones de exposición y servicio le imponen al concreto. La segunda acción se refiere a la definición propiamente dicha de la fuente de suministro de donde puedan obtenerse agregados que satisfagan los requisitos especificados, en las cantidades necesarias y a un costo conveniente.



En lo que se refiere a la definición precisa de las fuentes de suministro de los agregados para una obra, el procedimiento usual contempla la necesidad de realizar pruebas preliminares de calidad a los materiales de las diferentes fuentes optativas, con el fin de elegir la opción que posea capacidad suficiente y permita suministrar agregados con la calidad requerida al menor costo.

Sin embargo, es necesario reconocer que con cierta frecuencia se presentan dos limitaciones al hacer esta elección: por una parte, hay veces en que las opciones para escoger la fuente de suministro son muy limitadas, e incluso puede darse el caso de que la opción sea la única, y por otra, también suele ocurrir que los agregados económicamente disponibles exhiban algunas deficiencias y no satisfagan plenamente los requisitos de las especificaciones.

### **2.1.6 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS.**

Al referirse específicamente al aseguramiento de la calidad de la calidad de los agregados, es necesario considerar que su logro depende de numerosos factores, entre los que destaca la implicación y ejecución de un buen sistema conjunto de control de calidad de parte del productor y de verificación de la misma por parte del superior.

### **2.1.7 SUMINISTRO DEL CEMENTO**

La definición del cemento apropiado para una obra, se efectúa normalmente en dos etapas. En primer término se le define generalmente al formular las especificaciones de la obra, establecimiento la clase o tipo cuyas características le corresponde cumplir. Más adelante, cuando se realizan los estudios para seleccionar las fuentes de suministro, se le define específicamente al determinar experimentalmente cuál es la marca de cemento que satisface los requerimientos técnicos especificados, al costo más favorable para la obra.

Los criterios que normalmente se aplican para definir la clase o tipo de cemento adecuado para una obra o estructura.

De conformidad con ello, los aspectos básicos que se toman en cuenta para esta finalidad, son: 1) las características geométricas, operativas y funcionales de las estructuras por construir, 2) las condiciones de exposición y servicio previstas para el concreto en las estructuras, durante su vida de proyecto.



### **2.1.8 SUMINISTRO DEL AGUA**

Dado que estos requisitos son independientes de las características de las estructuras que se construyen y de las condiciones de exposición y servicio del concreto, se les puede considerar como requisitos de calidad de carácter general para cualquier obra. Es decir, representan las condiciones específicas que deben cumplir el agua aceptación inicial, y posteriormente al verificarla en el curso de su utilización.

Las condiciones de calidad que debe satisfacer el agua para ser aceptada en la fabricación de concreto, se refieren a dos clases de requisitos que corresponden a los de composición y los de comportamiento. Los requisitos de composición abarcan diversos aspectos físicos y químicos, cuyos límites máximos permisibles. Por su parte, los requisitos de comportamiento se refieren principalmente a los efectos que el agua puede producir en el tiempo de fraguado del cemento y en la resistencia a compresión del mortero; efectos que se evalúan comparativamente con los datos que se obtienen al emplear agua destilada, y cuyas desviaciones máximas tolerables.

### **2.1.9 FRAGUADO**

El tiempo que demora la pasta de cemento en convertirse de fluido viscoso a cuerpo rígido, representa su tiempo de fraguado. En el curso de este lapso se distinguen dos estados de rigidez: i) el fraguado inicial, que corresponde al estado en que se inicia la rigidización y que define el tiempo límite hasta donde la pasta se conserva moldeable, 2) el fraguado final, cuyo acaecimiento define convencionalmente el estado en que la pasta comienza a adquirir resistencia mecánica propiamente dicha. Tratándose del concreto, el fraguado inicial tiene importancia práctica porque delimita el lapso disponible a partir de su elaboración, para realizar todas las operaciones necesarias hasta dejarlo completamente colocado en el espacio cimbrado. Lo cual significa que en cualquier circunstancia, el tiempo de fraguado inicial del concreto debe ser suficientemente amplio para permitir su transportación, colocación y compactación en la estructura.

La duración del fraguado de la pasta de cemento puede experimentar ligeras modificaciones por efecto de cambios en la relación agua/cemento y en el tipo o clase de cemento, pero más bien resulta sensiblemente afectada por las variaciones de temperatura, de modo que en condiciones de alta temperatura la pasta fragua con mayor rapidez, y en baja temperatura con mayor lentitud. De ahí que, refiriéndose al concreto, cuando los colados se realizan en clima caluroso el tiempo de fraguado inicial puede ser demasiado corto.



Y excesivamente largo en clima frío. En tales circunstancias, puede justificarse el empleo de un aditivo que retrase el fraguado inicial del concreto en tiempo caluroso, o que lo adelante en tiempo de frío, lo que representa el requerimiento de diseñar las mezclas con la finalidad de adecuar sus tiempos de fraguado a las condiciones ambientales que prevalecen en obra. El efecto que la temperatura produce sobre el fraguado se extiende más allá de éste y también afecta la velocidad de endurecimiento inicial del concreto, por lo que en clima calido adquiere resistencia con más rapidez, y el clima frío con mayor lentitud. De ordinario lo primero no ocasiona trastornos constructivos, pero lo segundo sí porque un retraso en la adquisición de resistencia mecánica del concreto en tiempo frío puede hacer necesario prolongar la protección de la estructura recién colocada contra los efectos de la congelación, o bien aumentar al tiempo de espera requerido para la remoción de las cimbras soportantes, para colados en tiempo caluroso por lo común sólo se pretende retardar el fraguado.

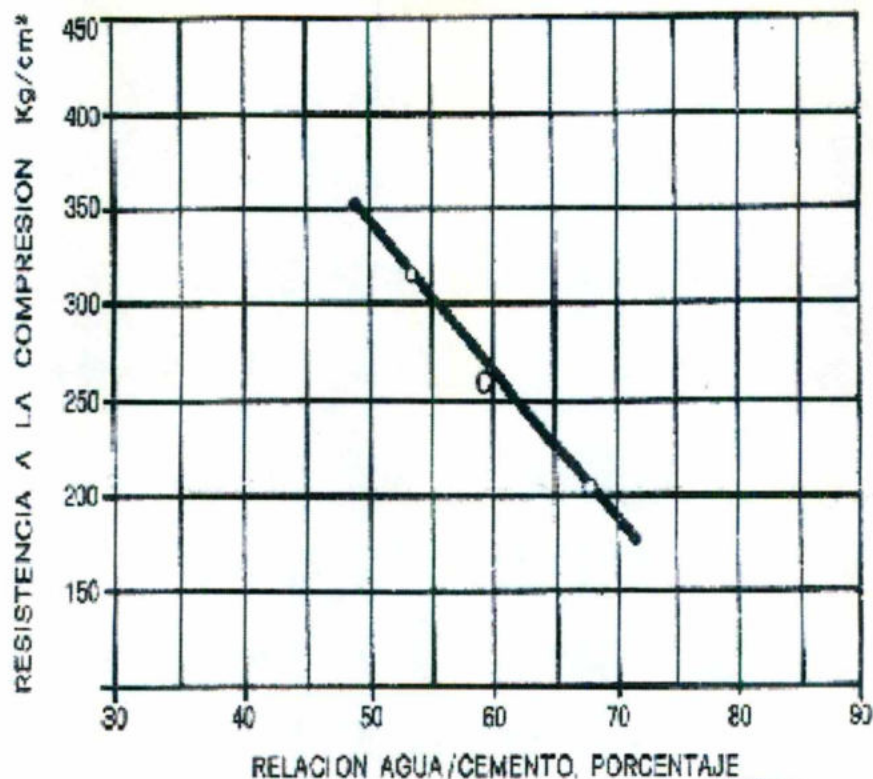
### **2.1.10 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

Las propiedades que se pretenden lograr en el concreto endurecido se relacionan principalmente con su resistencia mecánica y con su capacidad para resistir los efectos dañinos de diversos agentes agresivos que ponen en riesgo su durabilidad.

Para lograrlo, en lo que se refiere a la formulación de la pasta de cemento, existen tres medios que pueden aplicarse en forma individual o combinada, según se requiera: 1) selección de una relación agua/cemento apropiada, 2) empleo de un cemento de características y propiedades idóneas, 3) incorporación de un aditivo como complemento justificable.

En la grafica 1, se muestran las resistencias a compresión de 28 días que pueden obtenerse en condiciones y especímenes estándar de laboratorio con el uso de diversas relaciones agua/cemento, en concretos con o sin aire incluido; y en la grafica se indican las relaciones agua/cemento máximas recomendadas en los informes ACI 201.2 y ACI 211.1, apéndice 5 para diversas condiciones de exposición y servicio que ponen en riesgo la durabilidad del concreto en estructuras ordinarias y masivas, respectivamente.





**TABLA 1 RESISTENCIA RELACION AGUA-CEMENTO**

### **2.1.11 RESISTENCIA A COMPRESIÓN A DIFERENTES EDADES**

En ciertos casos, puede requerirse que la resistencia de proyecto especificada ( $f'c$ ) se obtenga a una edad diferente de 28 días. Aunque eventualmente la edad especificada puede ser de 14 días, más bien estos casos corresponden a estructuras que deben entrar en operación a largo plazo, y por tanto resulta ventajoso en lo técnico y/o económico, diferir la obtención de la resistencia de proyecto del concreto a 90 días e incluso a un año de edad.

### **2.1.12 RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN DIFERENTES ESPECÍMENES**

La resistencia de diseño del concreto en función de la relación agua/cemento, indicadas en el método AC#211.1, se basan en resultados a compresión a 28 días, en especímenes estándar, el espécimen considerado como estándar para concretos con tamaños máximos de grava hasta 51mm(2") es el cilindro de 15cm (6") de diámetro y 30 cm. (12") de altura.



## 2.2 MÉTODO ACI 211.1.

El método del Comité ACI 211 es el más utilizado en concretos convencionales por su simplicidad y buena aproximación a las proporciones óptimas de la mezcla. Sin embargo, para concretos de alto desempeño suelen utilizarse modificaciones.

Este método ofrece la alternativa de determinar la cantidad de arena en base a los pesos de los materiales o a los volúmenes absolutos.

Los datos necesarios previos a la aplicación del método son los siguientes:

- Análisis granulométrico de los agregados.
- Peso unitario varillado del agregado grueso.
- Gravedad específica de los agregados.
- Requerimientos de agua de mezclas realizadas con los agregados disponibles.
- Correspondencias entre la relación agua-cemento o agua-cemento y otros materiales cementantes y la resistencia.
- Combinación óptima de los agregados gruesos, si hubiese más de uno.

Disponiendo de lo anterior, se siguen en orden los siguientes pasos:

1. Elección del revenimiento, si no se ha especificado previamente.
2. Selección del tamaño máximo del agregado.
3. Estimación del contenido de agua y aire en la mezcla.
4. Elección de la relación agua-cemento de materiales cementante.
5. Cálculo del contenido de materiales cementante.
6. Estimación del contenido de agregado grueso.
7. Estimación del contenido de agregado fino.
8. Ajuste por humedad y absorción de agregados.
9. Ajuste en los mezclas de prueba.

Por medio de este procedimiento, se puede llegar a diseñar mezclas como las que se utilizaran en este trabajo, las cuales se obtuvieron de trabajadores de la construcción (albañiles) y de empresas dedicadas a la fabricación de cemento (Cemex).

El método, además, presenta una serie de tablas para el proporcionamiento de los materiales de la mezcla, por ejemplo: Tabla 1, las que deben ser utilizadas con criterio, pues han sido desarrolladas para concretos convencionales

**Tabla 1 volumen de agregados grueso por unidad de volumen de hormigón.**

Tamaño máximo del Agregado, en mm.	Volumen unitario del Agregado grueso, seco y varillado, para diferentes MF de Agregado fino (* *)			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.6
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.8	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

**(\* \*) El agregado grueso se supone seco y varillado según la norma ASTM C29**

### 2.3 PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO HECHO EN OBRA.

Para la construcción de estructuras ordinarias de concreto, en muy contadas ocasiones se utilizan gravas con tamaño máximo superior a 51mm (2"), por lo cual en la práctica común el cilindro de 15 x 30 cm. (6" x 12") es generalmente aceptado como estándar para el diseño de las mezclas y el control del concreto.

**TABLA 2 PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO HECHO EN OBRA.**

TIPOS DE CONCRETO	TAMAÑO DE GRAVA	CARRETILLADAS Y BOTES			CEMENTO
		GRAVA	ARENA	AGUA	
MUROS Y PISOS (f'c=100kg.cm2)	3/4"	300 kg.	287.5 kg.	40 lts.	1 BULTO
TRABES Y DALAS (f'c=150kg.cm2)	3/4"	287 kg.	237.5 kg.	40 lts.	1 BULTO
MUROS Y PISOS (f'c=200kg.cm2)	3/4"	225 kg.	200 kg.	30 lts.	1 BULTO
MUROS Y PISOS (f'c=250kg.cm2)	3/4"	200 kg.	175 kg.	25 lts.	1 BULTO

LOS BOTES MENCIONADOS SON DEL TIPO ALCOHOLERO 20 LTROS DE CAPACIDAD



**TABLA 3 PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO HECHO DE MANERA CONTROLADA**

TIPOS DE CONCRETO	TAMAÑO DE GRAVA	CARRETILLADAS Y BOTES			CEMENTO
		GRAVA	ARENA	AGUA	
MUROS Y PISOS (f'c=100kg.cm <sup>2</sup> )	3/4"	225 kg.	215.62 kg.	40 lts.	1 BULTO
TRABES Y DALAS (f'c=150kg.cm <sup>2</sup> )	3/4"	215.25 kg.	178.125 kg.	40 lts.	1 BULTO
MUROS Y PISOS (f'c=200kg.cm <sup>2</sup> )	3/4"	168.75 kg.	150 kg.	30 lts.	1 BULTO
MUROS Y PISOS (f'c=250kg.cm <sup>2</sup> )	3/4"	150 kg.	131.25 kg.	25 lts.	1 BULTO

LOS BOTES MENCIONADOS SON DEL TIPO ALCOHOLERO 20 LTROS DE CAPACIDAD

## CAPITULO 3

### PRUEBAS DE LABORATORIO

#### 3.1 DETERMINACION DE DESPERDICIOS Y PESOS VOLUMETRICOS

La norma **ASTM C 29** Este método de ensayo se refiere a la determinación de la densidad aparente ("unidad de peso") de agregados compactados en una condición o suelto, y se calcularon los huecos entre las partículas en multa, gruesa o una mezcla de agregados sobre la base de la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no exceda de 5 pulgadas [125 mm] en tamaño máximo nominal.

#### OBJETIVO

El objetivo general es establecer los finos que existen en la grava ya que estos son perjudiciales para el concreto, así como saber la cantidad de gravas existentes en la arena.

También de saber el peso volumétrico de los agregados en diferentes condiciones las cuales son sueltos y compactados.

Conocer los trabajos preliminares al ensaye de muestras en el laboratorio.

Determinar los desperdicios según aplicación del material.

Reafirmar mediante un ensaye práctico el concepto del peso volumétrico.

#### EQUIPO

1. Recipiente de lámina de  $\pm 3$  y 10 litros de capacidad.
2. Cucharón de 1.0 y 0.5kg de capacidad.
3. Varilla metálica lisa:
  - Punta de bala (Redondeada).
  - Longitud = 60cm.
  - Diámetro = 1.59cm (5/8").
4. Regla metálica (Rasero).
5. Brocha de 4".
6. Báscula de 20kg de capacidad con aproximación de 1gr con marco de pesas.



7. Báscula de 2.5kg de capacidad con aproximación de 0.1gr con marco de pesas.
8. Charolas redondas de 30cm de diámetro (2pza).
9. Espátula de abanico.
10. Vidrio de reloj.
11. Pala recta (3pza).
12. Báscula de 120kg de capacidad con aproximación de 10gr con marco de pesas y balanzón.
13. Escoba para realizar limpieza en área de trabajo.
14. Rastrillo metálico (se usara para extender el material en el secado)
15. Franela para realizar limpieza en el área de trabajo.
16. Regla de madera para el cuarteo de muestras.
17. Mallas 1", No. 4 de  $\phi$ 30cm.
18. Cerillos.

## PREPARACION DE LAS MUESTRAS.

Comprende de dos etapas el secado y el cuarteo.

1. Secado: Se puede realizar por medio de tres formas.

Secado ambiental:

Se extiende el material en una superficie limpia y lo mas lisa posible se remueve a intervalos de tiempo regulares para favorecer la perdida de humedad.

El secado logrado es aparente cuando el material suelta polvo al ser removido.

Secado rápido:

En una charola de lámina se pone material en la parrilla de gas a fuego lento. Se remueve constantemente con una espátula de abanico con el fin de evitar la calcinación de las partículas finas. A intervalos regulares se verifica la pérdida de humedad colocando el vidrio de reloj sobre la muestra si se observa condensación de partículas de agua en el vidrio se continua con el procedimiento hasta que no exista dicha condensación.

Secado en horno eléctrico:

Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, para introducirlo al horno a 105 grados centígrados de temperatura durante 24hr.

### CLASIFICACION DE SUELOS.

Considerando importante en toda obra de ingeniería conocer el tipo de materiales localizados en el área de estudio.

El criterio para determinar el tipo de suelo es el tamaño por tanto división que se presenta es la siguiente Tabla :3

Tamaño	Nombre
2m o mas	Rocas
2m-0.75m	Fragmentos grandes
0.75m-0.25m	Fragmentos medianos
0.25m-7.5cm	Fragmentos chicos
7.5cm-4.75mm	Gravas(G)
4.75mm-0.075mm	Arenas(S)
0.075mm a Tm*	Limos y arcillas

\*Tamaños menores a la malla No.200

### PORCENTAGES DE DESPERDICIOS

#### ARENA

PORCENTAJE DE GRAVA:

Objetivo:

Determinar la cantidad de grava presente en la muestra de arena.

Procedimiento:

Se determina el peso total de la muestra, se criba a través de la malla No.4 (4.75mm) y se pesa el retenido en dicha malla. Se obtiene la relación entre el peso retenido y el peso total de la muestra.

$$\% \text{ de grava en la arena} = \frac{\text{Peso retenido en la malla No.4}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$



## GRAVA

### **PORCENTAJE DE RETENIDO EN EL TAMAÑO NOMINAL**

Objetivo:

Determinar el tamaño nominal de la muestra.

Procedimiento:

Se determina el peso total de la muestra se criba a través de la malla correspondiente al tamaño nominal y se pesa el retenido.

$$\% \text{retenido en tamaño nominal} = \frac{\text{Peso retenido en tamaño nominal}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

### **PORCENTAJE DE ARENA**

Objetivo:

Determinar el porcentaje de arena presente en la muestra de grava y verificar si dicho porcentaje se encuentra dentro de especificaciones.

Procedimiento:

La misma muestra se criba a través de la malla No.4 y se pesa el material que pasa por la malla.

$$\% \text{de arena en grava} = \frac{\text{Peso retenido en la malla No.4}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

### **PESOS VOLUMETRICOS**

Se determinará el peso volumétrico suelto y el peso volumétrico compacto.

## 1. PESO VOLUMÉTRICO SUELTO.

### PROCEDIMIENTO:

1. Se cuartea el material.
2. En forma representativa se toma material con el cucharón con la brocha se recogen finos, y se depositan en un recipiente con una altura de caída de 0.0cm, se llena hasta el nivel de derrame. El deposito del material se hará con la ayuda de la mano impidiendo que el material siga directamente del cucharón al recipiente esto es interceptando el flujo para minimizar la altura de caída.
3. Se enrasa la arena con regla metálica (rasero).
4. Se enrasa la grava con la mano compensando los huecos con las salientes.
5. Se pesa el recipiente con el material.
6. Se realizan tres veces el procedimiento con el objeto de tener al menos tres datos obtenidos.  
Se repetirá la prueba si la diferencia excede de  $30\text{kg/m}^3$  el peso volumétrico obtenido en la grava entre el valor menor y el mayor para la arena la tolerancia será de  $10\text{kg/m}^3$  entre el valor menor y mayor.
7. Se reporta el promedio, así como todo el procedimiento.

## 2. PESO VOLUMÉTRICO COMPACTO

### PROCEDIMIENTO

1. Se cuartea el material
2. Se toma el material con el cucharón en forma representativa y se deposita en el recipiente distribuyendo el material de manera uniforme, el llenado será hasta de  $1/3$  de volumen del recipiente.
3. Se aplican 25 golpes (piquetes) con varilla punta de bala distribuidos en toda el área.  
La velocidad de la aplicación de los piquetes deberá ser moderada (ni muy rápido ni muy lento).
4. Se llena  $2/3$  del volumen del recipiente, se aplican 25 golpes con la varilla punta de bala, distribuidos en toda el área. Sin penetrar en su totalidad la primera capa ( $\pm 1\text{cm}$ ).
5. Se llena hasta el nivel de derrame y se varilla como se indico en los incisos c y d.
6. Se enrasa en la arena con la regla metálica



7. Se enrasa la arena con la yema de los dedos sin hacer presión compensando los huecos con las salientes.
8. Se pesa el recipiente con el material
9. Se realizara tres veces el procedimiento con el objeto de obtener al menos tres datos.

Se repetirá la prueba si la diferencia excede de los  $30\text{kg/m}^3$  el peso volumétrico obtenido de la grava y  $10\text{kg/m}^3$  en la arena.

### **CORRECCIONES POR HUMEDAD.**

- a) Se pesan aproximadamente 500g de grava y 200gr de arena y se secan en la parrilla a fuego directo para obtener el peso constante ( $P_s$ ).
- b) Se corregirán por humedad solamente los pesos volumétricos y promedio y se reportarán.

### **CALCULOS**

Cálculo del porcentaje de Humedad

$$\%w = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde:

$P_w$ =Peso húmedo del material. (gr)

$P_s$ =Peso seco del material. (gr)

$P_w - P_s$ =Peso del agua. (gr)

Cálculo del peso volumétrico suelto (PVS)

$$PVS = \frac{\text{Pesodelmaterialcontenidoenelrecipiente(kg)}}{\text{Volumendelrecipiente(lt)}} \times 1000$$

Donde:

PVS=Peso volumétrico suelto ( $\text{kg/m}^3$ )

Cálculo del peso volumétrico compacto (PVC)

$$PVC = \frac{\text{Pesodelmaterialcontenidoenelrecipiente(kg)}}{\text{Volumendelrecipiente(lt)}} \times 1000$$

Donde:

PVC=Peso volumétrico compacto ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Cálculos:

$$PVSC = \frac{\text{Pesovolumétrico compacto}}{1 + \frac{\%w}{100}} (\text{kg}/\text{m}^3)$$

$$PVSS = \frac{\text{Pesovolumétrico suelto}}{1 + \frac{\%w}{100}} (\text{kg}/\text{m}^3)$$

Donde:

PVCS= peso volumétrico seco compacto

PVSS= peso volumétrico seco suelto



Fig. 1 preparación del agregado (arena y grava), se cuartea para obtener una muestra





Fig. 2 llenado de recipiente desde 1/3 y posteriormente a 2/3 del recipiente hasta llenarlo



Fig. 3 se aplican los 25 golpes (piquetes) por cada 1/3 de la capacidad del recipiente ( sin pasar del 1/3 anterior)



Fig.4 una vez llenado el recipiente se le aplican los 25 golpes (piquetes) para compactar el material (para las pruebas de material suelto no se aplican los 25 golpes simplemente se deposita el material en el recipiente).

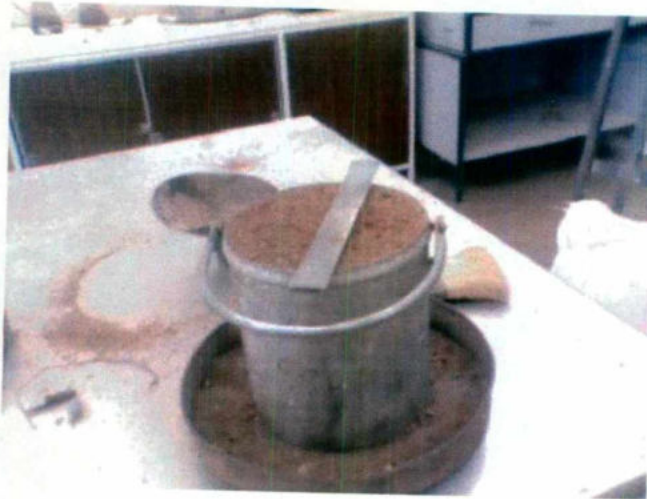


Fig. 5 Se enrasa el material a nivel del recipiente (este procedimiento es para ambas condiciones suelto y compactado).



Fig. 6 se pesa el material (este procedimiento es para ambas condiciones suelto y compactado).



### 3.2 ABSORCION Y DENSIDAD DE AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO.

La norma **ASTM C 128** Este método de ensayo se refiere a la determinación de la densidad media de una cantidad de partículas de agregado fino (sin incluir el volumen de espacios vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción del agregado fino.

#### OBJETIVO

El objetivo fundamental de las pruebas de absorción y densidad, en el caso de la absorción se refiere al absorción de agua que tiene los agregados, ya que si estos presentan una absorción superior a la permitida no se tendrá una buena reacción agua-cemento ya que de esta reacción depende la resistencia del concreto. En la densidad se determinaran los pesos específicos de los agregados que son parte fundamental de la resistencia del concreto.

Calcular por métodos físicos los pesos específicos relativos (densidad) y absorción de los agregados para la elaboración del concreto hidráulico.

#### EQUIPO:

1. Pala recta (2)
2. Regla de madera (larga y corta)
3. Charola rectangular (60x40x10)
4. Cucharón con capacidad (1kg y 0.5kg)
5. Vaso de aluminio con capacidad (1lt)
6. Báscula de 2.5kg de capacidad
7. Marco de pesas completo
8. Matraz aforado con fondo plano de 500cc.
9. Tronco cono de bronce.
10. Pisón metálico con peso de 150gr
11. Termómetro de (-10 a 110 ó 115°C)
12. Espátula de abanico.
13. Vidrio de reloj.
14. Charola redonda. (2)
15. Embudo metálico.
16. Mallas de  $\frac{3}{4}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{8}$ "
17. Picnómetro.
18. Probetas de 100 y 250ml.
19. Brocha de 4".
20. Franela y escoba para limpiar el área de trabajo.
21. Cerillos.



## **PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE LA ARENA.**

1. Calibrar el matraz; esto es determinar el peso y temperatura con agua hasta el nivel de aforo.
2. Homogenizar la muestra a efectuar el cuarteo.
3. Obtener una muestra representativa de más o menos 2kg de material que pase por la malla No.4 (4.75mm), después de haber cuarteado la muestra.
4. Colocar el material en la charola rectangular y saturar con agua a temperatura ambiente durante 24hrs.
5. Después de cumplirse el tiempo de saturación colocamos la charola sobre la parrilla empezamos a evaporar el agua por ebullición hasta lograr que no se observe agua libre, pero si humedad aparente. Será necesario remover constantemente el material de la charola con espátula para evitar calcinación de las partículas finas.
6. Después de que ya no se observe agua libre, retiramos la charola de la parrilla y con una corriente de aire o con espátula seguiremos evaporando agua para llegar a la condición de saturado y superficialmente seco.
7. Colocamos arena húmeda dentro del molde tronco-cónico para verificar la existencia de humedad libre, compactamos 25 veces con el pisón sin hacer presión, es decir la compactación se realizará por peso propio del pisón y en una sola capa. Levantamos el molde en forma vertical y la forma de tronco-cono será retenida por la arena, en caso de que este sobresaturada.
8. Pondremos nuevamente a charola sobre la parrilla a fuego lento y seguiremos aplicando aire para evaporar agua de tal manera que después de varios intentos la arena no retendrá la forma tronco-cono y se formará un cono la muestra estará en la condición de saturada y superficialmente seco (S.S.S.)
9. Tomaremos 200gr de arena en condición (S.S.S.) y en una charola redonda procederemos a secar el material, sea por el método de fuego directo o bien en horno eléctrico, hasta obtener el peso constante (peso seco).
10. Simultáneamente colocaremos 200gr de arena en el matraz aforado de 500c.c Vaciaremos la arena con un embudo, en el matraz el contenido de agua será la mitad o menos de su volumen.
11. Colocaremos el matraz en la bomba de vacío para extraer el aire fig. 3.3 y después aforamos hasta el nivel y pesamos en matraz con el material y el agua.
12. Se verifica nuevamente la temperatura antes de pesar y se revisará que no este húmedo el matraz en la parte de afuera y parte superior del nivel de aforo, por dentro.



## CALCULOS

$$ABSORCION = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde.

$P_w$ =Peso húmedo del material en condición (S.S.S)

$P_s$ =Peso del material (peso constante) en gr

$$PESOESPECIFICORELATIVO = \frac{P_s}{(P_s + PM + AGUA) - (PM + m + AGUA)}$$

Donde:

$PM$ =Peso del matraz

$m$ =Peso de la muestra en condición (S.S.S)

$(P_s + m + AGUA)$ =Peso del material seco a peso constante + Peso del matraz con agua hasta el nivel de aforo a  $T^{\circ}C$

$(PM + m + AGUA)$ =Peso del matraz + material en condición (S.S.S)+ agua hasta el nivel de aforo  $T^{\circ}C$

### **PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y ABSORCION DE LA GRAVA.**

1. Tomaremos más o menos 1000gr de grava, la cual se retenga en la malla 3/8" y pase la malla 3/4".
2. Colocaremos la grava en un vaso de aluminio con agua y saturaremos durante 24 horas temperatura ambiente.
3. Una vez saturado el material vaciaremos en la malla 3/8" y lo lavaremos con agua a chorro lento, se considera lavado el material hasta que el agua pase limpia a través de la malla.
4. Escurriremos el material y lo depositaremos en la franela húmeda exprimida.
5. Secaremos con la franela el material hasta que el brillo de la superficie desaparezca.
6. Pesaremos más o menos 500gr de grava en la condición (S.S.S) y la colocaremos en un picnómetro el cual deberá estar preparado previamente. La colocación del material deberá hacerse despacio para

evitar desalojar agua por la parte superior del picnómetro y también se deberá tener cuidado en no tocar el agua con los dedos.

7. Recibiremos el agua desalojada en una probeta de 250c.c de capacidad; el volumen deberá estimarse con una aproximación de 1.0c.c (probeta de 100c.c)
8. Después de la lectura del volumen final sacaremos la grava y la colocaremos en una charola redonda para su secado a peso constante.

Mientras se seca la grava se volverá a calibrar el picnómetro y lo dejaremos preparado con la probeta.

Pesaremos la grava anotando este valor, entonces la grava se colocará en el picnómetro como se hizo en el paso 6 y obtendremos el volumen desalojado.

El volumen de absorción es la diferencia entre el volumen inicial y el volumen final.

#### CALCULOS

$$ABSORCION = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde.

$P_w$  = Peso del material en condición (S.S.S)

$P_s$  = Peso seco del material (peso constante) en gr

$$PESOESPECIFICORELATIVO = \frac{P_s}{v}$$

Donde:

$P_s$  = Peso seco del material (gr)

$v$  = Volumen desalojado ( $\text{cm}^3$ )

Peso específico del agua =  $1.0\text{gr}/\text{cm}^3$

Cálculo.

$$\text{Volumen de absorción} = V_1 - V_2$$

Donde



$V_1$ =Volumen inicial  
 $V_2$ =Volumen final



Fig. 7 Se criba la arena por la malla No.4 para obtener una muestra de arena.

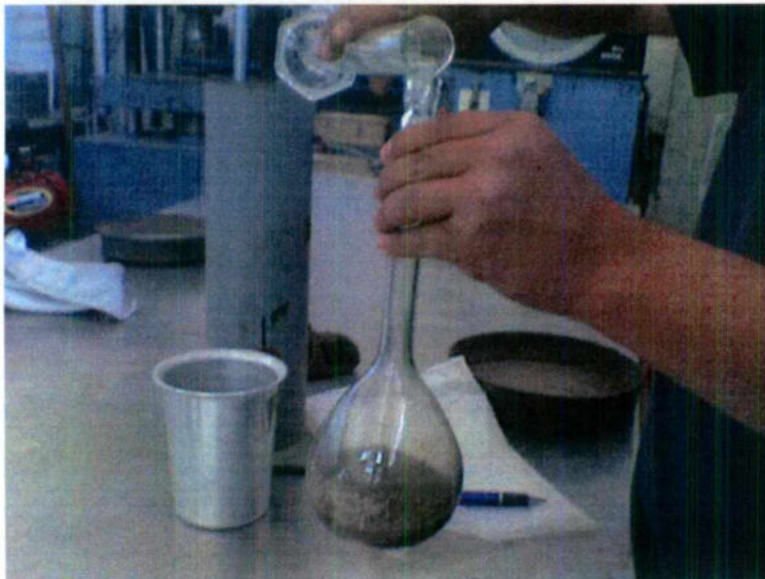


Fig. 8 calibración del matras para la determinación de la densidad de la arena.



Fig. 9 se coloca la muestra en el tronco-cónico para su saturación.



Fig. 9 obtención del peso del matraz y muestra saturada.



Fig. 10 colocación del matraz en la bomba de vacío para la extracción del aire



### 3.3 GRANULOMETRIA DE AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO.

La norma **ASTM C 33** esta especificación define los requisitos de clasificación y la calidad de finas y gruesas agregadas (que no sean ligeros o pesados agregado) para su uso en concreto.

La granulometría del agregado que se obtiene mediante el análisis granulométrico, es un factor importante para determinar los requerimientos de agua, las proporciones de agregado grueso y arena, y el contenido de cemento para una trabajabilidad satisfactoria.

#### OBJETIVO

Determinar la sucesión de tamaños de un material determinado, la cual se representará gráficamente en tablas de especificaciones.

#### EQUIPO.

En la grava:

1. Mallas No.4, 3/8", 1/2", 3/4" y 1"
2. Charolas de 60x40x10cm (6)
3. Báscula de 20kg con aproximación de 1.0gr
4. Pala recta (2)
5. Cucharón de 1/2kg.
6. Una regla de madera

En la arena:

1. Mallas No.4, 8, 16, 30, 50,100, 200
2. Fondo y tapa para mallas
3. Vaso de aluminio con capacidad 1.0lt con marco de pesas
4. Una varilla de 1/4" de diámetro, punta redonda
5. Un vidrio de reloj
6. Báscula de 2.5kg de capacidad
7. Marco de pesas completo
8. Escoba y franela
9. Encendedor o cerillos
10. Balanzón de la báscula de 120kg.

## PROCEDIMIENTO

### GRAVA

1. Cuartearemos el material y tomaremos una muestra representativa de peso conocido (10.0kg como mínimo con aproximación de 1gr)
2. Cribaremos el material por las mallas empezando por la menor abertura en el siguiente orden No.4, 3/8", 1/2", 3/4" y 1". El cribado lo haremos moviendo solamente los brazos y llevando la malla en forma horizontal y vertical alternada teniendo cuidado de no perder material durante el proceso y tener resultados incorrectos. A continuación se muestra el orden en ke se debe cribar el material.

<b>10kg</b>	<b>Peso inicial</b>
182gr	Malla No.4
1963gr	Malla 3/8"
2956gr	Malla 1/2"
3366gr	Malla 3/4"
1532gr	Malla 1"

3. Daremos por terminado el cribado cuando a través de la malla no pase más del 1% en peso. Pero nunca deberemos de manipular los granos cuando se encuentran en la malla.

### CALCULO.

Error de pesada

$$\text{Error de pesada} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Suma de pesos retenidos parciales}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

### ARENA

1. Cuartearemos el material y tomaremos una muestra representativa de 500gr, simultáneamente tomaremos una muestra de 250gr para corregir por humedad.
2. Colocaremos la arena en el vaso de aluminio para saturar.



3. Después de saturar el material lo lavamos, agitando con la varilla en forma de 8 durante 15 segundos, dejamos que repose 30 segundos y decantamos el agua sobre la malla No.200
4. Agregamos agua y repetamos el procedimiento hasta que el agua que pase a través de la malla pase limpia.
5. Se lava el material que se retuvo en la malla No.200 y se regresa al vaso.
6. Después de este procedimiento decantamos el agua sobrante sin tirar arena y la ponemos a secar en la parrilla, ya sea en el mismo vaso o en una charola redonda, teniendo cuidado de no perder material al vaciarlo. El secado se hará a fuego directo (fuego lento).
7. Determinamos el peso de la muestra seca-lavada y vaciaremos el material en las mallas previamente colocadas en columna empezando por la mayor abertura. Procederemos al cribado agitando la columna ya sea en forma manual o con vibrador automático, para terminar con un cribado manual en cada malla.
8. Pesaremos las fracciones y elaboraremos una tabla de cálculo.
9. Al estar cribando debemos tener cuidado de no tirar las partículas de la muestra para evitar errores en los pesos retenidos.

#### CALCULO.

Cálculo de la humedad.

$$\%w = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Corrección al peso inicial

$$PIC = \frac{\text{Peso inicial}}{1 + \frac{\%w}{100}}$$

Peso seco lavado corregido

PSLC=PESO SECO LAVADO-CHAROLA

### **3.4 DESGASTE, POR CENTAJE DE FINOS, CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA, EQUIVALENTE DE ARENA.**

#### **PRUEBA No.1 DESGASTE DE LOS ANGELES**

##### OBJETIVO

**ASTM C 535** donde se determinara la resistencia de la abrasión la que nos representa una forma de evaluar el grado de sanidad del material para determinar si es el adecuado para la mezcla que se requiere, así como estimar su grado de alteración planos de falla ya que este agregado es fundamental para la resistencia que se pretende tener y formas de partículas.

##### ANTECEDENTES

La prueba consiste en someter el material con granulometría conocida a un proceso de abrasión que se efectuará en la maquina de los ángeles; se introducirá la muestra junto con la carga abrasiva (esferas metálicas) y por un proceso rotatorio de la maquina se producirán efectos de abrasión e impacto.

##### PROCEDIMIENTO:

1. Se selecciona en la tabla el tipo de muestra los demás requisitos de la prueba, en función de la granulometría de proyecto.
2. Se obtendrá una muestra representativa cuarteando el material para las cantidades que se expresan en la tabla.
3. A continuación se colocaran en el cilindro de la maquina de los ángeles con peso predeterminado y con la carga abrasiva correspondiente, se instala su cubierta y se cierra herméticamente.
4. se hace funcionar la maquina para que gire a una velocidad uniforme de (30 a 33 rev/min) hasta completar 500 revoluciones en el caso de las muestras A, B, C y D de 1000 para los de tipo E, F y G.
5. Se extrae el material de la maquina se criba por a malla No.12 protegiéndola con la malla No.4, al terminar lo lavamos enérgicamente decantando el agua en la malla No.12.
6. Después del procedimiento secaremos el material a fuego lento sobre una parrilla hasta peso constante.



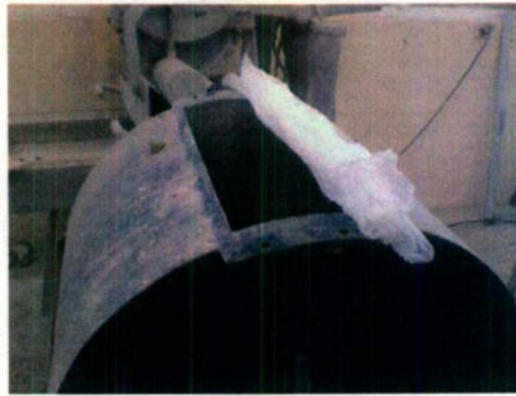


Fig. 11 Maquina de los ángeles.



Fig. 12 Esferas para la carga abrasiva.

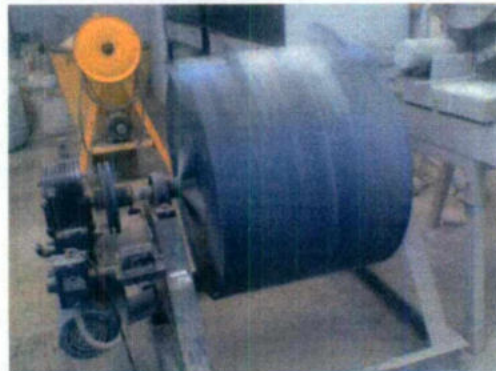


Fig. 13 Maquina con la muestra de agregados a una velocidad de 30 a 33 rev/min.

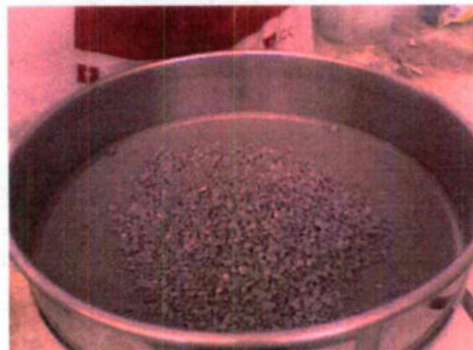


Fig. 14 Muestra después de las 500 rev/min.

## **PRUEBA No.2 PORCENTAJES DE FINOS EN GRAVAS.**

### **OBJETIVO.**

Determinar la cantidad de finos que contiene la grava para saber si es la adecuada para la mezcla del concreto ya que dicho material es perjudicial para la elaboración de mezclas de concreto.

### **PROCEDIMIENTO.**

1. En una forma representativa tomar 2000gr de material que conserve las condiciones de campo. Tomar 500gr para corregir por humedad.
2. Lavar enérgicamente el material y decantar el agua en la malla No.200 protegiéndola con la malla No.4. se repetirá el lavado hasta que el agua pase limpia a través de la malla.

## **PRUEBA No.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN ARENA.**

El objetivo fundamental de esta prueba es conocer si la arena contiene materiales orgánicos, ya que estos son bien sabidos que afectan al concreto al no permitir que las reacciones entre los componentes que forman el concreto no sean las adecuadas y no permiten que este tenga la resistencia que se requiere.

### **OBJETIVO.**

Determinar el contenido de materia orgánica en forma cualitativa.

### **PROCEDIMIENTO.**

- a) preparación del color patrón en el orden siguiente:

10c.c. de alcohol
2gr de ácido tánico
+90c.c de agua
Solución al 2% de ácido tánico

9gr de NaOH
+300c.c. agua
Solución al 3% de NaOH



## Procedimiento de mezcla

1. medir el agua antes de destapar el NaOH
2. pesar exacto y rápido el NaOH y agregarlo al agua
3. el NaOH se diluirá movimiento rotatorio manual de recipiente que lo contenga no es conveniente utilizar ningún instrumento para la disolución.

97.5c.c Solución al 3% de NaOH
2.5c.c Solución al 2% de ácido tánico
100c.c Solución color patrón (color No.3)

- b) colocar el biberón 4onzas de arena que pasen por la malla No.4 y agregar solución al 3% de NaOH hasta 7.5onzas. agitar vigorosamente y reponer la solución si es necesario.
- c) Dejar en reposo 24hr al cabo de las cuales observaremos el color de la solución arriba de la arena



Fig. 15 Instrumentos y soluciones para la prueba de contenido de materia organoca.

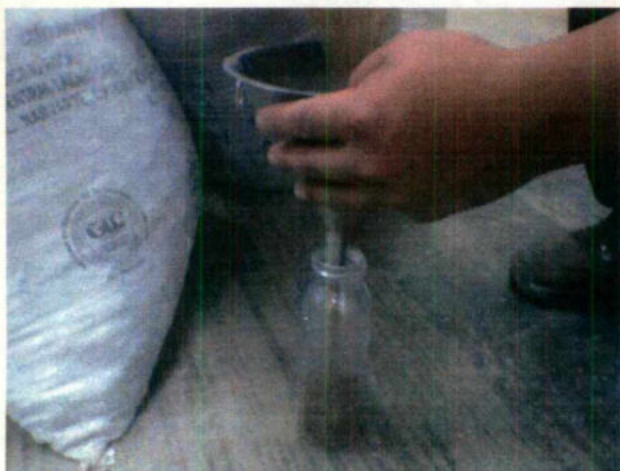


Fig.16 Preparación de la muestra de arena.



Fig. 17 Preparación de formulas para la prueba.



Fig. 18 Muestras con la formula especificada en las pruebas.



### 3.5 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

La norma **ASTM C 39 -72** este método de ensayo se refiere a la determinación de resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de hormigón moldeado, tales como los cilindros perforados y núcleos.

Se limita a concretos que tengan un peso unitario superior a 50 lb/ft<sup>3</sup> [800 kg/m<sup>3</sup>].

Los ensayos de laboratorio practicados a los concretos elaborados, fueron estado endurecido: las resistencias a compresión.

Para el estudio de estas propiedades se fabricaron cilindros de concreto estándar de 0.15 x 0.30 m. Las propiedades de resistencia a la compresión se estudiaron a las edades de 28 días.

#### CONCRETO HECHO DE MANERA CONTROLADA.

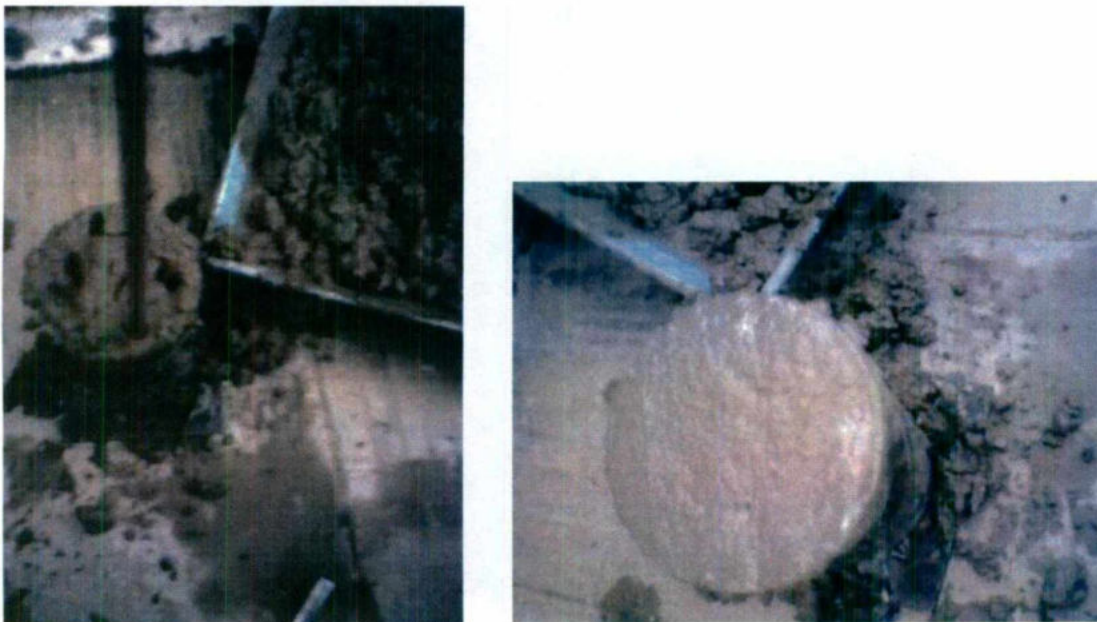


FIG. 19 Preparación de cilindros de concreto



Fig. 20 Preparación de concreto en diferentes resistencias.



Fig. 21 Cilindros de concreto en diferentes resistencias.



Fig. 22 Cilindros de concreto hecho de manera controlada





Fig. 23 descimbrado de cilindros fabricados en forma controlada



Fig. 24 Fraguado de cilindros durante 28 días en cámara.

## 28 DIAS DESPUES SE REALIZAN LAS PRUEBAS PARA RESISTENCIA



Fig. 25 Cabeceo de cilindros de concreto con azufre.

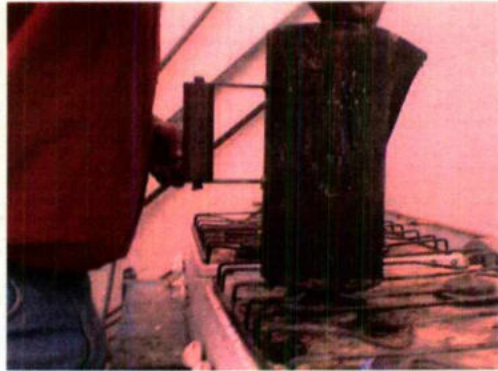


Fig. 26 Cilindros cabeceados para la prueba de compresión.



Fig. 27 Prueba de compresión a cilindros de concreto de diferentes resistencias.



## CONCRETO HECHO EN OBRA



Fig. 28 Cilindros de concreto de diferentes resistencias hechos en obra



Fig. 29 Identificación de los cilindros.

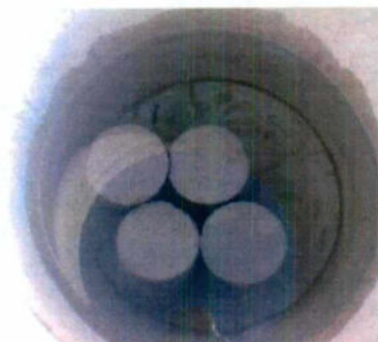


Fig. 30 Descimbrado y fraguado de cilindros de concreto

## 28 DIAS DESPUES SE REALIZAN LAS PRUEBAS PARA RESISTENCIA



Fig. 31 Cabeceo de cilindros de concreto hecho en obra con azufre.

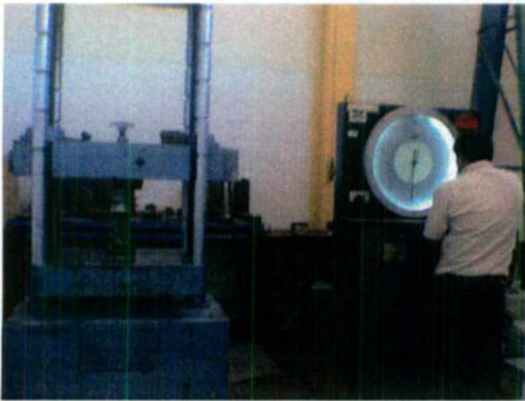


Fig. 32 prueba de compresión a cilindros de concreto hecho en obra



## CAPITULO 4

### ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 DETERMINACION DE DESPERDICIOS Y PESOS VOLUMETRICOS

##### Cálculos.

Cálculo del porcentaje de Humedad

$$\%w = \frac{P\omega - P_s}{P_s} \times 100$$

$$PVS = \frac{\text{Pesodelmaterialcontenidoenelrecipiente(kg)}}{\text{Volumenelrecipiente(lt)}} \times 1000$$

$$PVC = \frac{\text{Pesodelmaterialcontenidoenelrecipiente(kg)}}{\text{Volumenelrecipiente(lt)}} \times 1000$$

$$PVSC = \frac{\text{Pesovolumétrico compacto}}{1 + \frac{\%w}{100}} \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$PVSS = \frac{\text{Pesovolumétrico suelto}}{1 + \frac{\%w}{100}} \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

##### Grava

$$\%w = \frac{636 - 620.7}{620.7} \times 100$$

$$\%w = 2.5$$

##### Arena

$$\%w = \frac{640.7 - 615.4}{615.4} \times 100$$

$$\%w = 4.1$$

### Grava

Tabla Cálculo del Peso Volumétrico Seco Suelto.

Peso del recipiente + material (kg.)	Peso del recipiente (kg.)	Peso neto del material (kg.)	Volumen de recipiente (Lt)	P.V.S.H.	%w	P.V.S.S
17.350	3.845	13.505	10	1350.5	2.5	1317.6
16.720	3.845	12.875	10	1287.5	2.5	1256.1
16.781	3.845	12.936	10	1293.6	2.5	1262.0 5
			promedio	1310.5	promedio	1278.6

Tabla Cálculo del Peso Volumétrico Seco Compacto.

Peso del recipiente + material (kg.)	Peso del recipiente (kg.)	Peso neto del material (kg.)	Volumen de recipiente (Lt)	P.V.C.H.	%w	P.V.S.C.
17.66	3.85	13.81	10	1381	2.5	1360.6
17.46	3.85	13.61	10	1361	2.5	1340.8
16.99	3.85	13.14	10	1314	2.5	1294.6
			promedio	1352	promedio	1332.0



## Arena

Tabla Cálculo del Peso Volumétrico Seco Suelto.

Peso del recipiente + material (kg.)	Peso del recipiente (kg.)	Peso neto del material (kg.)	Volumen de recipiente (Lt)	P.V.S.H.	%w	P.V.S.S
8.10	1.66	6.44	5	1288	4.1	1237.3
8.06	1.66	6.40	5	1280	4.1	1229.6
8.02	1.66	6.36	5	1272	4.1	1221.9
			promedio	1280	promedio	1229.6

Tabla Cálculo del Peso Volumétrico Seco Compacto.

Peso del recipiente + material (kg.)	Peso del recipiente (kg.)	Peso neto del material (kg.)	Volumen de recipiente (Lt)	P.V.C.H.	%w	P.V.S.C.
8.51	1.66	6.85	5	1370	4.1	1316.04
8.36	1.66	6.70	5	1340	4.1	1287.2
8.44	1.66	6.78	5	1356	4.1	1302.6
			promedio	1355.33	promedio	1301.9

## 4.2 ABSORCION Y DENSIDAD DE AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO.

### ARENA

$$ABSORCION = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

$$ABSORCION = \frac{640 - 615.4}{615.4} \times 100$$

$$ABSORCION = 4.11$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = \frac{P_s}{(P_s + PM + AGUA) - (PM + m + AGUA)}$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = \frac{200}{821.7 - 817.6}$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = 48.78$$

### GRAVA.

$$ABSORCION = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

$$ABSORCION = \frac{636 - 620.7}{620.7} \times 100$$

$$ABSORCION = 2.46$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = \frac{P_s}{v}$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = \frac{620.7}{296.88}$$

$$PESOSPECIFICORELATIVO = 2.09$$



Peso específico del agua =  $1.0\text{gr/cm}^3$

Volumen de absorción =  $V_1 - V_2$

Volumen de absorción = 3031.97

#### 4.3 GRANULOMETRIA DE AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO.

$\% \text{Retenido} = (W_{\text{ret}} / W_{\text{total}}) * 100$

##### GRAVA

$W_m = 13.319$

$W_{ch} = 3.741$

<b>Malla</b>	<b>Paso</b>
3/4	10.424
1/2	4.029
3/8	1.456
No.4	0

<b>Malla</b>	<b>Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	
			<b>100%</b>
3/4	2.895kg	21.73	78.27
1/2	6.395kg	48.01	30.26
<b>3/8</b>	2.573kg	19.318	10.942
<b>No.4</b>	1.456kg	10.931	

## ARENA

Wm=500gr

Wch=751gr

<b>Malla</b>	<b>Paso</b>
No.4	500gr
No.8	500gr
No.16	347gr
No.30	264gr
No.50	49gr
No.100	9gr
No.200	2gr

<b>Malla</b>	<b>Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	
			100
No.4	0	0	100
No.8	0	0	100
No.16	153gr	30.6	69.4
No.30	83gr	16.6	52.8
No.50	215gr	43	9.8
No.100	40gr	8	1.8
No.200	7gr	1.4	



#### 4.4 DESGASTE, PORCENTAJES DE FINOS, CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA, EQUIVALENTE DE ARENA

##### 1. DESGASTE DE LOS ANGELES

$$pI=500\text{gr}$$
$$pw=512.44$$

$$\%w=((512.44-500)/500)*100$$
$$\%w=2.488$$

$$P.I.C= 500/1.0248)$$
$$PIC=487.86$$
$$PF=285.76\text{gr}$$

$$D=((487.66-235)/487.66)*100$$
$$D= 41.4$$

POR LO TANTO  $\%D < 50\%$

##### 2. PORCENTAJES DE FINOS EN GRAVAS

$$pI=500\text{gr}$$
$$pw=512.44$$

$$\%w=((512.44-500)/500)*100$$
$$\%w=2.488$$

$$P.I.C= 500/1.0248)$$
$$PIC=487.86$$

$$PSL=485.04$$

$$\%F=((487.86-485.04)/487.66)*100$$
$$\%F=0.57$$

POR LO TANTO  $\%F < 1\%$

### 3. CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN ARENA

A continuación se muestra una tabla de cómo se prepararon las mezclas para poder ver cuanta materia orgánica había en nuestro material.

10c.c. de alcohol
2gr de ácido tánico
+90c.c de agua
Solución al 2% de ácido tánico

9gr de NaOH
+300c.c. agua
Solución al 3% de NaOH

97.5c.c Solución al 3% de NaOH
2.5c.c Solución al 2% de ácido tánico
100c.c Solución color patrón (color No.3)

Después de haber preparado la solución nos da un color igual al color patrón y al checar esto con la tabla nos dice que las cantidades son aceptables de materia orgánica es decir M.O=3



#### 4.5 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HECHO EN LABORATORIO Y HECHO EN OBRA

##### RESISTENCIA DEL CONCRETO HECHO EN OBRA

<b>F' c=250kg/m<sup>2</sup></b>	<b>F' c=200kg/m<sup>2</sup></b>	<b>F' c=150kg/m<sup>2</sup></b>	<b>F' c=100kg/m<sup>2</sup></b>
26ton	19.10ton	17.150ton	16.8ton
312kg/m <sup>2</sup>	229.2kg/m <sup>2</sup>	205.8kg/m <sup>2</sup>	201.6kg/m <sup>2</sup>
25.45ton	19.50ton	17.450ton	16.50ton
305.4kg/m <sup>2</sup>	234kg/m <sup>2</sup>	209.4kg/m <sup>2</sup>	198kg/m <sup>2</sup>
21.40ton	20.65ton	18.10ton	15.95ton
256.8kg/m <sup>2</sup>	247.8kg/m <sup>2</sup>	217.2kg/m <sup>2</sup>	191.4kg/m <sup>2</sup>
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
<b>291.4 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>237 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>210.8 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>197 kg/m<sup>2</sup></b>

RESISTENCIA DEL CONCRETO HECHO EN LABORATORIO

$F'c=250\text{kg/m}^2$	$F'c=200\text{kg/m}^2$	$F'c=150\text{kg/m}^2$	$F'c=100\text{kg/m}^2$
20.5ton	17ton	13ton	9ton
246kg/m <sup>2</sup>	204kg/m <sup>2</sup>	156kg/m <sup>2</sup>	108kg/m <sup>2</sup>
20.8ton	16.7ton	12.8ton	8.7ton
249.6kg/m <sup>2</sup>	200.4kg/m <sup>2</sup>	153.6kg/m <sup>2</sup>	104.4kg/m <sup>2</sup>
21.40ton	17.2ton	12.5ton	8.45ton
256.8kg/m <sup>2</sup>	206.4kg/m <sup>2</sup>	150kg/m <sup>2</sup>	101.4kg/m <sup>2</sup>
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
<b>250.8 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>203.6 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>153.2 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>104.6 kg/m<sup>2</sup></b>

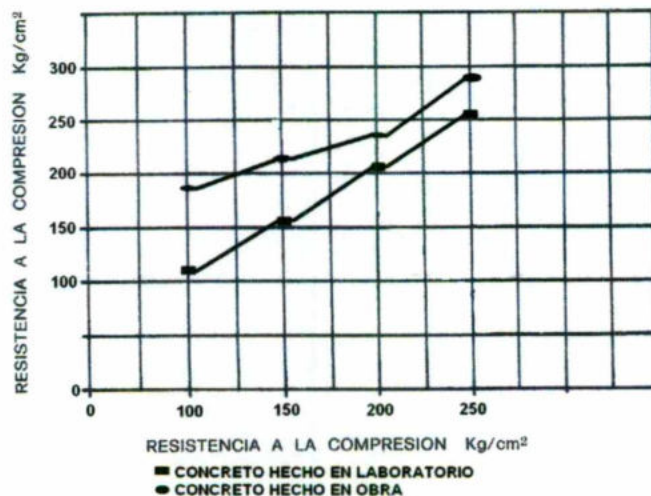


## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES

Después de las pruebas de laboratorio aplicadas al concreto hecho en obra y al hecho en laboratorio, se llegó a los resultados mostrados anteriormente, los resultados indican que la consecuencia de no tener un control de calidad en la proporción de agregados del concreto resulta un concreto con una resistencia superior a la deseada teniendo estos en promedio una resistencia sobrada, en el caso del  $f'c= 100 \text{ kg./cm}^2$  fue del 88.3%,  $f'c=150$  fue del 37.6%,  $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$  fue de 16.4 y del  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$  fue de 16.2 respectivamente con los hechos en laboratorio.

Otro propósito del proporcionamiento de una mezcla es el de obtener una mezcla de concreto que satisfaga los requerimientos de funcionamiento al menor costo posible; esto incluye decisiones en cuanto a la selección de los ingredientes no sean sólo los adecuados; sino que estén disponibles a precios razonables. El objetivo total del trabajo, puede por lo tanto resumirse en seleccionar los ingredientes adecuados entre los materiales disponibles y determinar la combinación de estos para la realización de mezclas de concreto que satisfagan los requerimientos para lo cual se crearon.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

**Comisión Federal de Electricidad**, 1979, "Manual de Diseño de Obras Civiles", Geotecnia, México.

Singer 1983, "Mecánica de Materiales", México.

Muñoz Casas 1942, "Concreto", Cultura, México.

C.McCormac 2002, "Diseño de Concreto Reforzado", Alfaomega, México.

R. Park 1987, "Losas de Concreto Reformado", Limusa, México.

A. H. Nilson 1982, "Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado", Limusa, México.

I.M.C.Y. "Agregados para Concreto", Limusa, México.

I.M.C.Y. "Tecnología del Concreto", tomo I, Limusa, México.

I.M.C.Y. "Tecnología del Concreto", tomo II, Limusa, México.

Sahop, "Instructivo para efectuar pruebas en Suelos", Apoyo didáctico Volumen 1.

Sahop, "Instructivo para efectuar pruebas en Agregados y Concreto Hidráulico", Apoyo didáctico Volumen 3.

ASTM C 29/ C 29M – 90. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate.

ASTM C 33 – 90. Standard Specification for Concrete Aggregates.

ASTM C 39. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

ASTM C 94 – 90. Standard Specification for Ready-Mixed Concrete.



ASTM C 127 – 88. Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

ASTM C 128 – 88. Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.

ASTM C 136 – 84a. Standard Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

ASTM C 138 – 81. Standard Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

ASTM C 192 – 90a. Standard Practice for Making and Curing Test Specimens in the Laboratory.

ASTM C 511 – 85. Standard Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.

ASTM C 566 – 89. Standard Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying.

ASTM C 617. Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens.