



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA TÉCNICA**

### **TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL**

**Correlación entre resultados de resistencia de probetas cilíndricas de hormigón de 150x300mm y probetas de 100x200mm para un rango entre 25MPa y 40MPa**

**TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.**

**AUTOR:** Cabrera Japón, Glenda Yadira

**DIRECTOR:** Segarra Morales, María Soledad, Ing. M.Sc.

**CO-DIRECTOR:** Valarezo Aguilar, Marlon Francisco, Ing. M.Sc.

**LOJA - ECUADOR**

**2013**



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2013

## CERTIFICACIÓN

Ing. Msc.

María Soledad Segarra Morales

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

### CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado **“Correlación entre resultados de resistencia de probetas cilíndricas de hormigón de 150x300mm y probetas de 100x200mm para un rango entre 25MPa y 40MPa”**, realizado por el profesional en formación: Glenda Yadira Cabrera Japón; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, septiembre de 2013

f) \_\_\_\_\_

Directora: Ing. MSc. María Soledad Segarra Morales

CI: 1102956958

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, **Cabrera Japón Glenda Yadira** declaro ser autor (a) del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 de Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f: \_\_\_\_\_

Autor:           Cabrera Japón Glenda Yadira  
Cedula:         1900592740

## DEDICATORIA

Con profundo cariño a Dios por todas la bendiciones que me ha concedido a lo largo de mi vida; a mi querida madre Ruth Japón quien con todo su amor y esfuerzo me ha apoyado incondicionalmente para cumplir este gran sueño; a mi hijo Christopher por ser mi fuerza y razón de mi vida, mis hermanos Henry, Jacksson, Cristian y amigos que me han brindado su sincero apoyo, y a todas las personas que me apoyaron en mi formación profesional.

*Glenda Yadira*

## **AGRADECIMIENTO**

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a:

A la Escuela de Ingeniería Civil, bajo la Dirección de la Ing. María Segarra M, por su constante dedicación para formar profesionales competentes y con calidad humana.

A los docentes del Departamento de Geología Minas e Ingeniería Civil de la UTPL que con sus sabios conocimientos me formaron académica y personalmente.

*Glenda Yadira*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	4
1. Generalidades.....	5
1.1. Justificación.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Metodología.....	6
CAPÍTULO II.....	8
2. Resistencia a la compresión.....	9
2.1. ASTM C39, “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.....	10
2.1.1. Procedimiento de ensayo.....	10
2.1.2. Cálculos.....	12
2.1.3. Precisión y exactitud.....	12
2.2. Probetas cilíndricas de 300x150 mm Y 200x100 mm.....	12
2.3. Análisis estadístico.....	13
2.3.1. Declaraciones de precisión en métodos de ensayo de materiales de construcción (Norma ASTM C670-03) .....	13

2.3.2. Control estadístico.....	14
2.3.3. Regresión lineal y correlación.....	17
2.3.3.1. Análisis de regresión .....	17
2.3.3.1.1. Metodo de Mínimos Cuadrados.....	17
2.3.3.1.2. Análisis de regresión con X-error (Mandel) .....	17
2.3.3.2. Análisis de correlación.....	18
2.3.4. Análisis de varianza (ANOVA).....	21
2.3.4.1. Hipótesis empleada.....	21
2.3.4.2. Análisis simple de la varianza (one-Way ANOVA) .....	22
2.3.4.2.1. Pruebas No Paramétricas.....	24
2.3.4.2.2. Pruebas de homocedasticidad. ....	26
 CAPÍTULO III.....	 28
3. Materiales.....	29
3.1. Árido fino.....	30
3.2. Árido grueso.....	30
3.3. Cemento.....	31
3.4. Agua.....	32
3.5. Almohadillas Elastomericas.....	32
3.6. Diseño del Hormigón y características. ....	32
3.6.1. Elaboración de las probetas de 300x1500 y 200x100.....	35
3.6.2. Curado de los cilindros de Hormigón.....	37
3.6.3. Ensayo de resistencia a la compresión.....	37
 CAPITULO IV.....	 41
 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	 42
 CONCLUSIONES.....	 58
 RECOMENDACIONES.....	 59
 BIBLIOGRAFIA.....	 60
 ANEXOS .....	 62
 <b>Anexo A.</b> Ensayo de los agregados.....	 63
<b>Anexo B.</b> Dosificación de Hormigones a diferentes niveles de resistencia 25, 30, 35,	



40MPa.....	69
<b>Anexo C.</b> Reporte de los resultados de los cilindros de 100x200mm y 150x300mm.....	85
<b>Anexo D.</b> Resultados promedios de resistencia a la compresión de los cilindros de 100x200 mm y 150x300mm.....	93
<b>Anexo E.</b> Metodo de mínimos cuadrados y Mandel.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>PAG.</b>
Tabla 2.1	Tolerancia permisible de tiempo de ensayo.....	10
Tabla 2.2	Tipos de fallas.....	11
Tabla 2.3	Factor de correccion según relacion L/D.....	12
Tabla 2.4	Rango aceptable de fuerza individual de cilindros.....	12
Tabla 2.5	Máximo Rango Aceptable.....	14
Tabla 2.6	Análisis de varianza para un experimento de un solo factor.....	23
Tabla 2.7	Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas.....	27
Tabla 3.1	Características del agregado fino y grueso, Cantera de Catamayo Malca 3.....	31
Tabla 3.2.	Características del hormigón fresco.....	34
Tabla 3.3	Requerimientos para consolidación de las probetas cilíndricas.....	36
Tabla 3.4	Temperatura de Curado °C.....	37
Tabla 4.1	Resistencias promedios de cada nivel de resistencia (VER ANEXO D).....	42
Tabla 4.2	Resumen de resultados de Desviación estándar, coeficiente de variación y varianza.....	43
Tabla 4.3	Promedios y Resistencias Máximas y Mínimas de la Tabla 4.2.....	44
Tabla 4.4	Resistencias calculadas mediante la ecuación de Mínimos cuadrados y Mandel.....	46
Tabla 4.5	Tests de Normalidad por Shapiro-Wilk de cilindros 100x200 mm.....	49
Tabla 4.6	Test de Homogeneidad de varianzas cilindros 100x200 mm.....	50
Tabla 4.7	Medias de cada nivel de resistencia de cilindros 100x200.....	51
Tabla 4.8	ANOVA de cilindros 100x200.....	51
Tabla 4.9	Prueba POST HOT-TEST de cilindros 100x200.....	52
Tabla 4.10	Tests de normalidad por Shapiro-Wilk de cilindros 150x300 mm.....	53
Tabla 4.11	Test de Homogeneidad de varianzas de cilindros 150x300 mm.....	55
Tabla 4.12	Medias de cada nivel de resistencia de cilindros 150x300 mm.....	55
Tabla 4.13	ANOVA de cilindros 150x300 mm.....	55
Tabla 4.14	Prueba POST HOT-TEST de cilindros 150x300 mm.....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA</b>		<b>PAG.</b>
Gráfica 2.1	Grafico Q-Q normal con tendencia.....	26
Gráfica 2.2	Grafico Q-Q normal sin tendencia.....	26
Gráfica 4.1	Regresión Lineal mediante Mínimos Cuadrados.....	44
Gráfica 4.2	Regresión Lineal mediante Método de Mandel.....	45
Gráfica 4.3	Regresión Lineal mediante el software.....	45
Gráfica 4.4	Regresión Lineal mediante el programa.....	46
Gráfica 4.5	Resistencias calculadas mediante las ecuaciones de Mínimos cuadrados y Mandel.....	47
Gráfica 4.6	Distribución Normal de los cilindros 100x200mm.....	48
Gráfica 4.7	Distribución Normal de los cilindros 150x300mm.....	48
Gráfica 4.8	Gráficos de normalidad Q-Q y P-P de cilindros 100x200 mm.....	49
Gráfica 4.9	Homogeneidad de varianzas de cilindros 100x200 mm.....	50
Gráfica 4.10	Medias de las Resistencias.....	52
Gráfica 4.11	Diagramas de caja de cilindros 100x200.....	52
Gráfica 4.12	Gráficos de normalidad Q-Q y P-P de cilindros 150x300 mm.....	53
Gráfica 4.13	Homogeneidad de varianzas de cilindros 150x300 mm.....	54
Gráfica 4.14	Medias de las Resistencias.....	56
Gráfica 4.15	Diagramas de caja de cilindros 150x300 mm.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PAG.</b>
Figura. 2.1	Dirección de minimización de error a) análisis de mínimos cuadrados b) Análisis de Mandel.....	18
Figura. 2.2	Diagramas de dispersión que ilustran una correlación negativa y positiva.....	19
Figura. 2.3	Diagrama del coeficiente de determinación.....	20
Figura 2.4	Distribución F de Fisher.....	24
Figura. 3.1	Agregado fino.....	30
Figura. 3.2	Agregado grueso.....	31
Figura.3.3	Cemento portland (IMG12628).....	32
Figura. 3.4	Materiales para el hormigón.....	33
Figura 3.5	Características del hormigón fresco.....	35
Figura. 3.6	Especímenes de 100x200 y 150x300 mm.....	36
Figura 3.7	Curado de especímenes cilindros.....	37
Figura 3.8	Verificación perpendicular y planeidad.....	38
Figura 3.9	Registro de medidas (diámetros, Longitud y pesos).....	38
Figura 3.10	Maquina ACCU-TEK.....	39
Figura 3.11	Especímenes a ensayarse de 200x100 mm y 300x150 mm.....	39
Figura 3.12	Fallas Tipo 3.....	40
Figura 3.13	Falla Tipo 5.....	40

## RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se trabajó con probetas cilíndricas de hormigón de diferentes tamaños como son las de 150x300mm y 100x200mm, con la finalidad de comparar las resistencias a la compresión de diferentes niveles 25, 30, 35 y 40 MPaque presenten los cilindros de 150x300mm y 100x200mm (se elaboraron 30 especímenes para cada resistencia y para cada tamaño dando un total de 120 especímenes de 150x300mm y 120 especímenes de 100x200mm), para lo cual las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de acuerdo a las normas ASTM y ACI, y con los resultados obtenidos se aplicaron los métodos estadísticos como son: Mínimos cuadrados y Mandel, y de esta manera encontrar la correlación existente entre los dos tamaños de cilindros 150x300mm y 100x200mm.

Una vez obtenidos los resultados de esta investigación, se pretende facilitar el muestreo de hormigón con el uso frecuente de cilindros de 100x200mm, teniendo varias ventajas como son: transporte, manejo, menor cantidad de hormigón para su muestreo (por necesitar espacio en almacenamiento y curado) y por requerir menos esfuerzo en las presas para su rotura.

**Palabras clave:** hormigón, resistencia, especímenes cilíndricos, curado.

## ABSTRACT

In the present investigation we worked with concrete cylindrical specimens of different sizes as those of 150x300mm and 100x200mm, in order to compare the compressive strength of various levels 25, 30, 35 and 40 MPa in the cylinders of 150x300mm and 100x200mm (30 specimens were prepared for each and every size resistance giving a total of 120 specimens of 150x300mm and 120 specimens of 100x200mm), for which the samples were tested in the laboratory according to ASTM and ACI, and with results obtained were applied statistical methods such as: Least Squares and Mandel, and thus find the correlation between the two cylinder sizes 150x300mm and 100x200mm.

With the results obtained, is to facilitate the sampling of concrete cylinders frequent use of 100x200mm, with advantages such as: transportation, handling, fewer concrete for sampling and require less effort to be broken dams.

Keywords: concrete, strength, cylindrical specimens, cured.

## INTRODUCCIÓN

En la construcción, el hormigón es caracterizado por su resistencia a la compresión el cual es una de las propiedades principales del hormigón y normalmente se exige su control en la especificación de la obra; para efectuar este control, es necesario preparar probetas cilíndricas con una altura igual a dos veces su diámetro. Las probetas cilíndricas más comunes son las de 150mm de diámetro por 300mm de altura, pero con el uso cada vez más frecuente de hormigones de mayor resistencia, las probetas de 100mm de diámetro por 200mm de altura son más convenientes por requerir menos espacio para su almacenamiento, transporte y menos esfuerzos en las prensas para su rotura.

En esta investigación, el objetivo principal es comparar las resistencias de los cilindros de 150x300mm con los cilindros de 100x200mm; y de esta manera, con resultados satisfactorios, ingresar al campo de muestreo de hormigón el uso frecuente de cilindros de 100x200mm.

Para la investigación se aplicaron algunas normas como por ejemplo las normas ASTM D75, que determinan las características de los agregados (Cantera de Catamayo, Malca 3) para sus posteriores dosificaciones a diferentes niveles de resistencia que se realizaron como son 25,30,35 y 40Mpa para los dos tamaños de especímenes de 150x300 y 100x200mm, luego se realizaron los ensayos para obtener las características del hormigón fresco aplicando las normas ASTM C143 (Asentamiento) ASTM C1064 (temperatura) ASTM C138 (rendimiento) ASTM C231 (Contenido de aire) , así mismo se aplicó la norma ASTM C39 que determina el esfuerzo de compresión de especímenes cilíndricos, tal compresión dependerá directamente de la forma y tamaño de los cilindros además de ciertas características como consistencia de la pasta, la edad del hormigón, el procedimiento de mezcla y del método de muestreo, una vez obtenidos los resultados de resistencias se procedió a aplicar la norma ASTM C 670-03, el cual nos ayuda con la evaluación de los resultados de la prueba de resistencia para aceptar o depurar los resultados. Luego se procedió a realizar un análisis estadístico por el método de mínimos cuadrados y Mandel, para realizar la correlación que existe entre los dos tamaños de las probetas cilíndricas 150x300 y 100x200mm.

Una vez obtenidos los resultados de esta investigación se comprueba que los cilindros de 100x200mm fueron mayores en un 90% aproximadamente en comparación con los de 150x300mm y se obtuvo un coeficiente de correlación entre los dos tamaños de 0.97 dando una buena correlación entre ambos tamaños.

**CAPITULO I**  
**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**



## 1. Generalidades

La resistencia a compresión es una de las propiedades principales del hormigón y normalmente se exige su control en la especificación de la obra; para efectuar este control, es necesario preparar probetas cilíndricas con una altura igual a dos veces su diámetro. Las probetas cilíndricas más comunes son las de 150mm de diámetro por 300mm de altura, pero cada vez más frecuente, el uso de las probetas de 100mm de diámetro por 200mm de altura por las ventajas que presentan como: requerimiento de menos espacio para su almacenamiento, transporte y menos esfuerzos en las prensas para su rotura, dentro de las principales entre otras.

Dentro de este ámbito, el objetivo principal de este trabajo es comparar las resistencias de los cilindros de 150x300mm con las resistencias de los cilindros de 100x200mm.

### 1.1. Justificación

En la norma ASTM C 39 se determina el esfuerzo de compresión de especímenes cilíndricos, tal compresión dependerá directamente de la forma y tamaño de los cilindros además de ciertas características como consistencia de la pasta, la edad del hormigón, el procedimiento de mezcla y del método de muestreo, además existe un coeficiente de variación para probetas de 150x300mm tanto para condiciones de laboratorio como de campo, y para probetas de 100x200mm solo existe para condiciones de laboratorio; es por eso que por medio de esta investigación **“CORRELACIÓN ENTRE RESULTADOS DE RESISTENCIA DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGÓN DE 150x300mm Y PROBETAS DE 100x200mm PARA UN RANGO ENTRE 25MPa Y 40MPa”** se pretende determinar la variación en condiciones de campo para las probetas de 100x200mm; además, nos ayudara a entender el comportamiento del hormigón en su estado tanto endurecido como fresco de cada uno de las probetas a diferentes rangos de resistencia y correlacionar los resultados entre las probetas antes mencionadas y la importancia en el uso de las proporciones exactas, y la practica en campo para tener una buena consistencia en el concreto y que cumpla con los requerimientos de obra.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Comparar resultados de resistencia entre probetas de 150x300mm y 100x200mm, para hormigones entre 25MPa y 40MPa.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el uso de las probetas de 100x200mm para ensayos de resistencia a la compresión.
- Determinar la correlación entre la resistencia obtenida mediante las probetas de 150x300mm y la obtenida mediante las probetas de 100x200mm para varios niveles de resistencia.
- Determinar la variación dentro de la prueba para las probetas de 100x200mm dentro del rango de resistencia determinado.

## **1.3. Metodología**

Para conseguir los objetivos propuestos, desarrollaremos las siguientes actividades:

- Escoger un tipo de árido fino y grueso, el mismo que sea apto para la fabricación de hormigón (ASTM C33), y demás componentes del hormigón para alcanzar los rangos de resistencia esperados.
- Elaborar 4 diseños estandarizados de hormigón para los siguientes niveles de resistencia 25, 30, 35 y 40 MPa con el empleo del método del volumen absoluto y de acuerdo a lo descrito en el documento ACI 211.1.
- Fabricar 240 probetas cilíndricas, 120 de tamaño 100x200mm y 120 de tamaño 150x300mm de acuerdo con la norma ASTM C31 y verificar la uniformidad del hormigón tomado como muestra; para ello se determinará para cada muestra de hormigón fabricada el asentamiento (ASTM C143), temperatura (ASTM C1064), peso unitario (ASTM C138) y contenido de aire del hormigón (ASTM C231).
- Determinar la resistencia a la compresión de las probetas a la edad de 28 días de acuerdo con ASTM C39. En este proceso se prestará especial cuidado en la perpendicularidad, refrendado de caras, centrado del cilindro, aplicación de la carga (velocidad), rigidez de los platos de apoyo, rótula del equipo de aplicación de carga. Fuentes principales de la variación dentro de la prueba. Además se considera ensayar 30 probetas pequeñas y 30 grandes por cada nivel de resistencia especificado.

- Finalmente se aplicaran los procedimientos estadísticos descritos en ACI 214 para obtener la correlación entre los valores de resistencia y el coeficiente de variación dentro de cada prueba.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En este capítulo se detalla de manera general el uso de los cilindros de 150x300 mm y de 100x200 mm, como la resistencia a la compresión de acuerdo a la norma ASTM C39

Además se describe los métodos estadísticos empleado para la evaluación de resultados de las resistencias de ambos tamaños de cilindros.

## **2. Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura.

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras.

La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'c$ , del proyecto.

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de cimbras o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas *curadas de manera estándar* según la norma ASTM C31 "Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensayo de concreto en campo".

Para estimar la resistencia del concreto *in situ*, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, "Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto", como lo detallamos a continuación.

## 2.1. ASTM C39, “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.

Esta prueba describe el procedimiento para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón, tal como cilindros moldeados en el laboratorio o en el campo. Se limita a concreto que tiene un peso unitario superior a 800 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados a la compresión obtenidos pueden depender de forma y el tamaño del espécimen, la pasta del cemento, los procedimientos de mezcla, los métodos de muestreo, fabricación y la edad y las condiciones de humedad durante el curado.

### 2.1.1. Procedimiento de ensayo

El procedimiento para el ensayo de especímenes cilíndrico de concreto se describe en la norma ASTM C 39.

➤ El ensayo se debe realizar tan pronto como sea posible después de que el espécimen sea retirado de la cámara de curado y conservando sus condiciones de humedad.

Los cilindros fabricados para una edad específica se probarán con un tiempo de tolerancia permisible como se describe a continuación:

Tabla 2.1. Tolerancia permisible de tiempo de ensayo

Edad de curado	Tolerancia permisible de Tiempo de Ensayo
24 horas	± 0.5 h
3 días	2 h
7 días	6 h
28 días	20 h
90 días	2 días

Fuente: ASTM estándar C 39 sección 7.3

➤ Especimen. Antes de que se coloque el espécimen en la zona de carga se debe comprobar requerimientos para el ensayo como: perpendicularidad, superficies planas y diámetros.

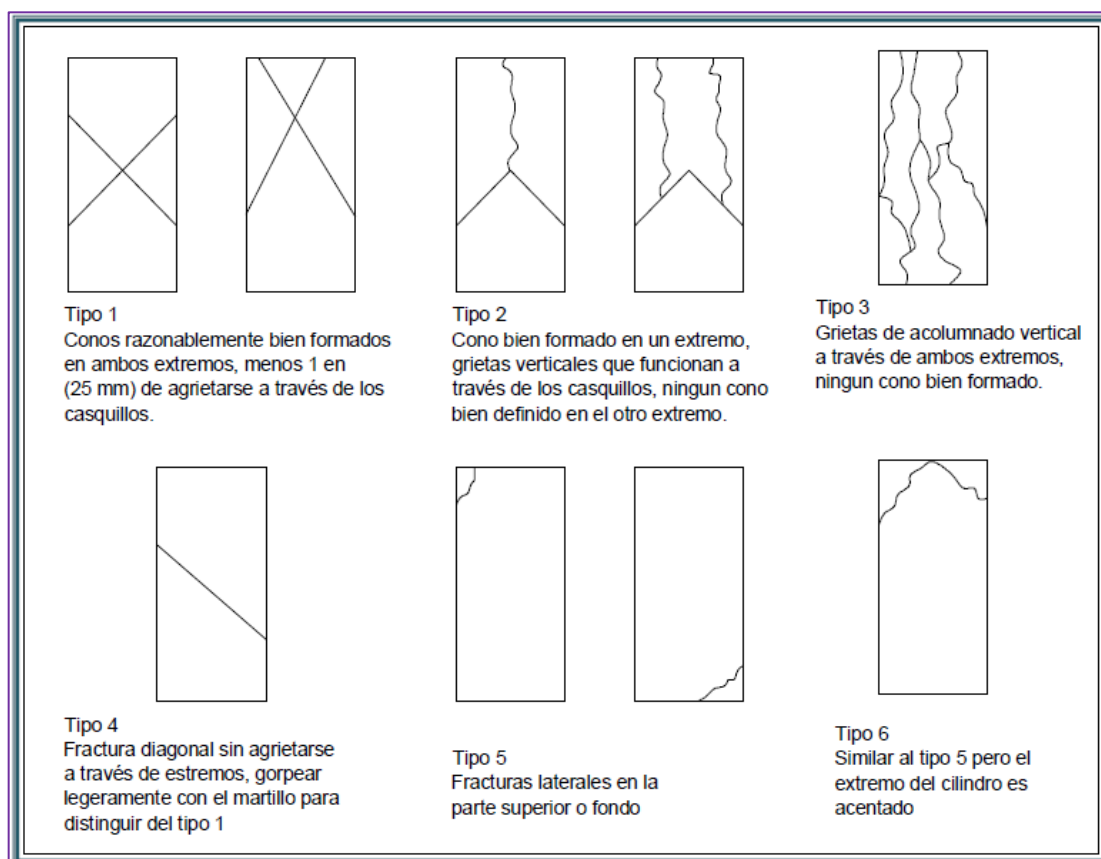
En caso de que los especímenes cilíndrico no cumplan con estas condiciones se puede alisar las superficies utilizando una amoladora, hasta que cumpla con estas condiciones.

➤ Verificar que el contador de carga se encuentre en cero y en modo “cilindro/core”.

- Aplicar carga continuamente con un rango de velocidad de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s. En el caso de especímenes cilíndrico de 150 mm de diámetro la velocidad media de aplicación es 456 kgf/s.
- Durante el ensayo ajuste suavemente la válvula de inyección de aceite, con el fin de mantener constante la velocidad de aplicación de la carga durante la última fase de carga.
- Se debe aplicar carga al cilindro hasta que este falle, y se registra la carga máxima obtenida, el tipo de falla y la apariencia o características del concreto durante la prueba.

Existen diferentes tipos de fallas que se presenta al ensayar especímenes cilíndrico, estos tipos se presentan a continuación:

Tabla 2.2. Tipos de fallas



Fuente: ASTM estándar C 39 sección 7.3

### 2.1.2. Cálculos

Se calcula la máxima resistencia a la compresión del cilindro dividiendo la máxima carga registrada durante el ensayo para el área promedio previamente determinada y expresar los resultados lo mas cercano a 0.1 MPa (1 kg/cm<sup>2</sup>).

$$\sigma = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área}} \quad (2.1)$$

Cuando la relación altura-diámetro es menor que 1.8, corregir el resultado de la resistencia multiplicandolo por el factor de corrección mostrado en la tabla siguiente:

Tabla 2.3. Factor de correccion según relacion L/D

L/D	Factor de corrección
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Fuente: ASTM estándar C 39 sección 8.2

### 2.1.3. Precisión y exactitud

PRECISIÓN: La precisión de los ensayos individuales de cilindros de 150x300 mm y de 100x200 mm fabricados de mezcla de concreto fresco es dada para cilindros moldeados en laboratorio y en el campo. Estos valores son aplicables para especímenes cilíndrico con resistencias de 15 a 55 MPa (150 a 550 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla 2.4 Rango aceptable de fuerza individual de cilindros.

	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RANGO ACEPTABLE EN FUERZA INDIVIDUAL DE CILINDROS	
150x300 mm (6x12 pulg)		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de laboratorio	2.40%	6.60%	7.80%
Condiciones de campo	2.90%	8.00%	9.50%
100x200 mm (4x8 pulg)	3.20%	9.00%	10.60%

Fuente: ASTM estándar C 39 sección 10.1

## 2.2. Probetas cilíndricas de 300x150 mm y 200x100 mm

El uso de las probetas cilíndricas de 100x200 mm para pruebas de aceptación del hormigón se hace cada vez más general en el mundo de la construcción, principalmente por las



ventajas que estas presentan comparadas con la probeta tradicional de 150x300 mm, que entre otras son: facilidad de almacenamiento y protección en obra, menor espacio de ocupación en las áreas de curado en el laboratorio, menor requerimiento de material para su fabricación por probeta, facilidad para transportar y menor peso. (Valarezo, 2012).

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) se hace referencia en el Comentario a ACI 318-08 como base para la afirmación de que las probetas cilíndricas de 100x200 mm tienden a tener un 20% más alta dentro de la variabilidad en el ensayo de la compresión que las probetas cilíndricas de 150x30 mm, esta variabilidad se determina de la misma muestra, es decir, es la variación que existe entre dos o tres cilindros elaborados del mismo hormigón y ensayados a la misma edad.

Otro aspecto importante es la diferencia entre los valores de resistencias que existen entre las probetas cilíndricas de 100x200 mm y 150x300 mm, algunos estudios han demostrado que es insignificante la diferencia que existe entre ambos tamaños a diferentes niveles de resistencia.

### **2.3. Análisis estadístico**

#### **2.3.1. Declaraciones de precisión en métodos de ensayo de materiales de construcción (norma ASTM C670-03)**

Los procesos de medidas bajo las Normas ASTM, requieren que todos los métodos de prueba incluyan declaraciones de precisión y exactitud. La norma ASTM C670-03 provee una guía para el uso de términos y declaraciones sobre métodos de prueba (Ver Anexo D). De esta manera una declaración de precisión dada por normas estandarizadas y un control estadístico minucioso nos ha permitido depurar un conjunto de valores iniciales, lo que conlleva a obtener resultados confiables en la investigación propuesta, por lo que es necesario

##### **a) Diferencia aceptable entre dos resultados**

La “diferencia límite dos-sigma ( $d2s$ )” o “diferencia límite dos-sigma en porcentaje ( $d2s\%$ )”, ha sido elegido como el indicador apropiado en la mayoría de declaraciones de precisión. Estos índices señalan una diferencia máxima aceptable entre dos resultados obtenidos en porciones de prueba del mismo material (o cualquier otro sistema de causas apropiado). El indicador ( $d2s\%$ ) es la diferencia entre dos resultados de pruebas individuales expresados como un porcentaje de su promedio que reúne las mismas condiciones. Estos índices son

calculados multiplicando la desviación estándar adecuada (1s) o coeficiente de variación (1s%) por el factor  $2\sqrt{2}$  (igual a 2.83)

**b) Rango aceptable de más de dos resultados**

En casos donde el método de ensayo requiere más de dos resultados a ser obtenidos, el rango (diferencia entre el más alto y más bajo) del grupo de resultados deben compararse a un máximo rango aceptable para el sistema aplicable de causas y números de resultados. El rango para números diferentes de resultados de pruebas es obtenido multiplicando la desviación estándar adecuada (1s) o coeficiente de variación (1s%) por el factor apropiado de la segunda columna de la Tabla 2.1

Tabla 2.5 Máximo Rango Aceptable

Número de Resultados de Resistencias	Multiplicador de (1s) ó (1s%) para el Rango Máximo Aceptable
2	2,80
3	3,30
4	3,60
5	3,90
6	4,00
7	4,20
8	4,30
9	4,40
10	4,50
11	4,60
12	4,70

Fuente: ASTM 670-03

Se obtuvieron éstos valores de la Tabla A7 de “Order Statics and Their Use in Testing and Estimation” Vol. 1, for Leon Harter, Aerospace Research Laboratories, United States Air Force.

**2.3.2. Control estadístico**

Una vez determinados los promedios finales mediante la norma ASTM C670 procedemos a realizar un análisis estadístico, correlacionando las resistencias a la compresión de los dos tamaños de cilindros mediante el método de regresión lineal por mínimos cuadrados y Mandel, además aplicando los programas estadísticos.

Para iniciar con el análisis estadísticos de los resultados obtenidos se han tomado en cuenta para su comprensión un breve resumen de algunos conceptos y fórmulas estadísticas utilizadas para la siguiente investigación.

## Medidas de dispersión

Una razón para estudiar la dispersión de un conjunto de datos es comparar la dispersión en dos o más distribuciones. Además se consideran varias medidas de dispersión, la amplitud de variación o intervalo se basa en la localización de los valores más grande y más pequeño de un conjunto de datos. La desviación media, la varianza y la desviación estándar se basan en las desviaciones respecto a la media.

## Media aritmética

La **media aritmética** (también llamada **promedio** o simplemente **media**) de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. (Marchal-Mason, 2004)

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} = \frac{1}{n} \sum X_i = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3 + \dots \dots + X_n) \quad (2.2)$$

Dónde:

$\bar{X}$  = media aritmética de los valores

$X_i$  = valor de cada observación

n = número total de observaciones

## Desviación media

Es el promedio aritmético de los valores absolutos de las desviaciones con respecto a la media aritmética. (Marchal-Mason, 2004)

Para el cálculo de la desviación media, aplicamos la siguiente formula:

$$Dm = \frac{|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + \dots + |x_n - \bar{x}|}{n} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (2.3)$$

Dónde:

Dm = desviación media

$x_i$  = valor de cada observación

$\bar{x}$  = media aritmética de los valores

n = número total de observaciones

### **Varianza**

Es la media aritmética de las desviaciones cuadráticas  $(x_i - \bar{x})^2$  de cada elemento,  $x_i$  respecto a la  $\bar{x}$ . (Marchal-Mason, 2004)

$$V = \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (2.4)$$

Dónde:

V = varianza

$x_i$  = valor de cada observación

$\bar{x}$  = media aritmética de los valores

n = número total de observaciones

### **Desviación estándar**

Es la raíz cuadrada positiva de la varianza. La desviación estándar “es la medida mas generalmente reconocida de dispersión de datos de prueba individual de su promedio”

La muestra es un porción de la población, que consta de una cantidad finita de datos. (Marchal-Mason, 2004)

La desviación estándar se calcula con la siguiente formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

Dónde:

S: Desviación estándar

n: número total de observaciones

$X_i$ : valor de cada observacion

$\bar{X}$ : media aritmetica de los valores

## **Coeficiente de variación**

Es la razón (cociente) de la desviación estándar y la media aritmética, expresada como un porcentaje, (Marchal-Mason, 2004), además es útil cuando se compara la variabilidad de dos o más conjuntos de datos que difieren de manera considerable en la magnitud de las observaciones.

Se calcula con la siguiente formula:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100 \quad (2.6)$$

Dónde:

CV = coeficiente de variación

S = desviación estándar

$\bar{X}$  = media aritmética de los valores

### **2.3.3. Regresión lineal y correlación**

#### **2.3.3.1. Análisis de regresión**

El análisis de regresión encuentra la ecuación de la recta que mejor describe la relación entre las dos variables, la relación entre las dos variables será una expresión algebraica que describe la relación matemática entre x y y.

##### **2.3.3.1.1. Método de Mínimos Cuadrados**

Técnica empleada para obtener la ecuación de regresión, minimizando la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores verdaderos de Y y los valores pronosticados de Y. (Marchal-Mason, 2004) (Ver Anexo E)

##### **2.3.3.1.2. Análisis de regresión con X-error (Mandel)**

De acuerdo al código ACI 228.1R-95, el análisis de Mandel minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones en dirección inclinada a lo largo de la línea recta como se muestra en la Figura 2.1.

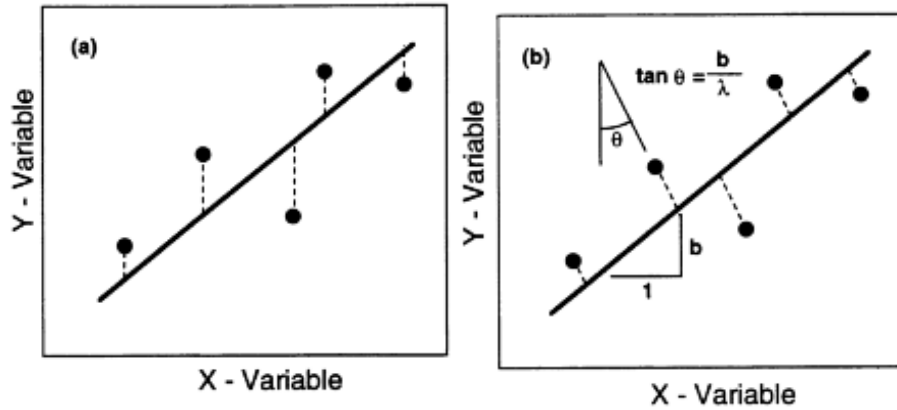


Figura. 2.1 Dirección de minimización de error a) análisis de mínimos cuadrados b) Análisis de Mandel (Carino 1990)  
Fuente: Código ACI 228. 1R-95

El parámetro  $\lambda$  y la correlación de los resultados de prueba, que son los promedios de los logaritmos de los resultados de resistencia a la compresión de la variable independiente (valor X) y los promedios de los logaritmos de la variable dependiente (valor Y) se usó para determinar la relación resistencia usando los cálculos esquematizados a continuación:

$$\ln Y' = a + B \ln X \quad (2.7)$$

Donde:

$\ln Y$ = Promedio de logaritmo natural de resistencia a la compresión (cilindros 15x30 cm).

A= Ordenada de la intercesión con el eje Y.

B= Pendiente de la recta.

$\ln X$ = Promedio de logaritmo natural de resistencia a la compresión (cilindros 10x20 cm).

El objetivo es encontrar los valores de a y B para un mejor ajuste de la línea recta y para la relación de resistencia. (Ver Anexo E)

### 2.3.3.2. Análisis de correlación.

Es un conjunto de técnicas estadísticas empleado para medir la intensidad de la asociación entre dos variables. El principal objetivo del análisis de correlación consiste en determinar qué tan intensa es la relación entre dos variables. Normalmente, el primer paso es mostrar los datos en un diagrama de dispersión. (Marchal-Mason, 2004)

### a) Coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación describe la intensidad de la relación entre dos conjuntos de variables de nivel de intervalo. Se denota como  $r$ , con frecuencia se menciona también como  $r$  de Pearson, siempre tiene un valor de  $-1$  a  $+1$ . Un valor de  $+1$  significa una correlación positiva perfecta y que la recta sube hacia la izquierda, y un valor de  $-1$  muestra una correlación negativa perfecta y que la recta baja hacia la derecha. Un valor de  $r=0$  indica que no existe relación lineal entre las dos variables. (Marchal-Mason, 2004)

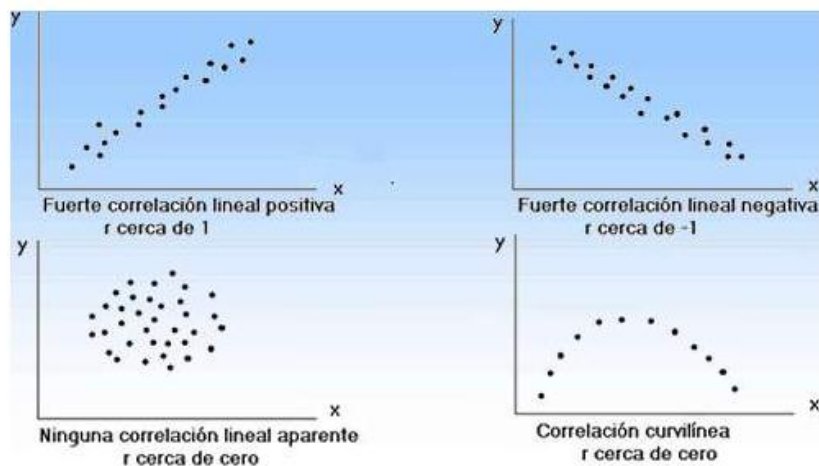


Figura. 2.2 Diagramas de dispersión que ilustran una correlación negativa y positiva.  
Fuente: Estadística para administración y Economía 11ª edición

Para calcular el coeficiente de correlación se usa la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{(n-1)S_x S_y} \quad (2.8)$$

Donde:

$r$ = coeficiente de correlación.

$\bar{X}$ = Media de la variable independiente

$\bar{Y}$ = Media de la variable dependiente.

$n$ = es el número de elementos de la muestra

$S_x$ = desviación estándar de la variable independiente.

$S_y$ = desviación estándar de la variable dependiente.

**b) Coeficiente de Determinación.**

Es la porción de la variable total en la variable dependiente Y, que se explica por la variación en la variable independiente X. (Marchal-Mason, 2004)

Se calcula elevando al cuadrado el coeficiente de correlación y la formula es la siguiente:

$$r^2 = \frac{\sum(Y-\bar{Y})^2 - \sum(Y-Y')^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (2.9)$$

La sumatoria de las diferencias en cada una de las formas de variación la podemos representar así:

$$\sum(Y - \bar{Y})^2 = \text{Variación Total}$$

$$\sum(Y - Y')^2 = \text{Variación no explicada.}$$

$$\sum(Y' - \bar{Y})^2 = \text{Variación explicada.}$$

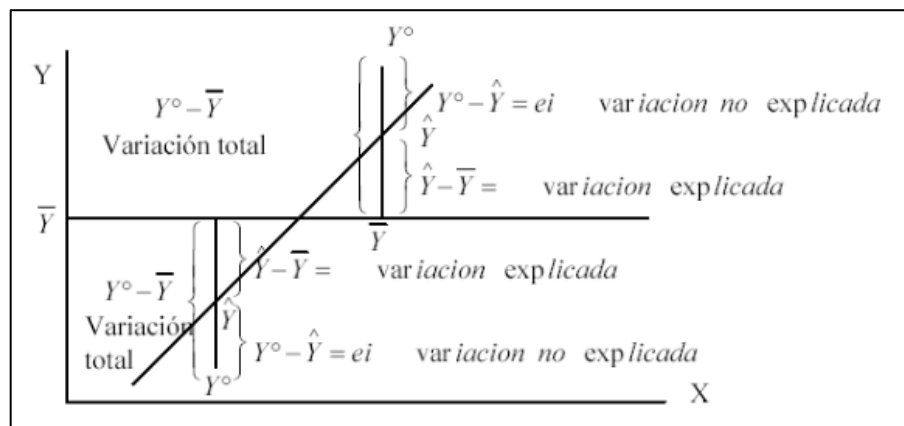


Figura. 2.3 Diagrama del coeficiente de determinación.  
Fuente: Estadística para administración y Economía 11ª edición

Se dijo anteriormente, que el coeficiente de determinación es la proporción de cambio explicado en Y, por cambio en X, es decir, la proporción que representa la variación explicada de la variación total. (Mata-Sanchez, 2004)

Recuerde una proporción es la relación de una parte con el total, por tanto, el coeficiente de determinación será:

$$r^2 = \frac{\text{variación total} - \text{variación no explicada}}{\text{variación total}} = \frac{\sum(Y-\bar{Y})^2 - \sum(Y-Y')^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (2.10)$$



Donde:

$r^2$ =Coeficiente de determinación

$Y'$ = Valor pronosticado de la variable Y.

$\bar{Y}$ = Valor promedio de la variable dependiente.

### 2.3.4. Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso. Nos ocupamos en este artículo de la primera de ellas.

Anova mira los promedios de cada nivel contra el promedio general y lo llama entre tratamientos. Anova queda con dos estimados de varianza, dentro y entre los niveles; con estas sacas un cociente, si las 2 varianzas se parecen, es decir, el cociente es aproximadamente 1, el factor no tiene ningún impacto en la respuesta, pero si este cociente resulta ser grande, entonces el factor tiene mucho impacto en la respuesta.

#### 2.3.4.1. Hipótesis empleada

Usaremos el análisis de la varianza (ANOVA) para contrastar la hipótesis nula de que las medias de distintas poblaciones coinciden. El contraste a realizar sería:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i \quad (2.11)$$

Frente a:

$$H_A = \text{No todas las medias poblacionales son iguales}$$

La hipótesis de que los distintos tratamientos no producen ningún efecto (o la de que las medias de todas las poblaciones son iguales) se contrasta mediante el análisis de la varianza de una vía, comparando la variabilidad entre grupos con la variabilidad dentro de los grupos.

### 2.3.4.2. Análisis simple de la varianza (one-Way ANOVA)

El objetivo principal de muchos experimentos consiste en determinar el efecto que sobre alguna variable dependiente  $Y$  tienen distintos niveles de algún factor  $X$  (variable independiente y discreta). El factor puede ser la temperatura, la empresa que ha producido el bien, el día de la semana, etc.

Esencialmente, el diseño para el análisis simple de la varianza consistirá en obtener muestras aleatorias e independientes del valor de  $Y$  asociado a cada uno de los distintos niveles del factor  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Entonces podremos determinar si los diferentes niveles del factor tienen un efecto significativo sobre el valor de la variable dependiente.

El funcionamiento de la técnica ANOVA simple es, a grandes rasgos, el siguiente: a fin de comparar las medias de  $Y$  asociadas a los distintos niveles del factor ( $X_2, \dots, X_n$ ), compararemos una medida de la **variación entre diferentes niveles (MS-factor)** con una medida de la **variación dentro de cada nivel (MS-error)**. Si el MS-factor es significativamente mayor que el MS-error, concluiremos que las medias asociadas a diferentes niveles del factor son distintas. Esto significa que el factor influye significativamente sobre la variable dependiente  $Y$ . Si, por el contrario, el MS-factor no es significativamente mayor que el MS-error, no rechazaremos la hipótesis nula de que todas las medias, asociadas a diferentes niveles del factor, coinciden.

#### Supuestos

De forma similar a lo que ocurre con la regresión lineal, aquí también hay un modelo para los datos. El modelo asociado al  $i$ -ésimo nivel del factor  $X$  será:

$$Y = \mu_i + \varepsilon \quad (2.12)$$

Donde:

- Los errores  $\varepsilon$  están normalmente distribuidos con media 0
- Los errores  $\varepsilon$  son independientes
- Los errores  $\varepsilon$  tienen varianza constante  $\sigma^2$

Para verificar estos supuestos suele ser útil realizar un gráfico que muestre la distribución de las observaciones por niveles: si en el gráfico se aprecian diferencias entre niveles por lo que a la variación de las observaciones se refiere, es muy probable que tengamos con el supuesto de varianza constante; si aparecen “outliers”, puede que no se cumpla el supuesto

de normalidad; por otra parte, si el tiempo fuese un factor importante a registrar observaciones, podría ocurrir que observaciones consecutivas estuviesen correlacionadas, con lo que no se cumpliría el supuesto de independencia. (Terrádez-Juan, s.f)

Se calcula la tabla denominada Anova, la primera columna representa la variabilidad entre los diferentes grupos (tratamientos) y la variabilidad intra grupo (error); en la segunda columna calculamos la suma de cuadrados con las siguientes fórmulas:

La variabilidad dentro de los grupos se calcula con:

$$SS_{Tratamientos} = \sum_{i=1}^k \frac{y_{i.}^2}{n_i} - \frac{y_{..}^2}{N} \quad (2.13)$$

La variabilidad total entre los grupos se calcula de la siguiente ecuación:

$$SS_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} \quad (2.14)$$

Por lo tanto la variabilidad dentro de los tratamientos se define como:

$$SS_E = SS_T - SS_{Tratamientos} \quad (2.15)$$

$$SS_E = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} - \sum_{i=1}^k \frac{y_{i.}^2}{n_i} - \frac{y_{..}^2}{N} \quad (2.16)$$

La media de los cuadrados de los errores se definirá como:

$$MS_E = \frac{SS_E}{n-k} \quad (2.17)$$

La media de los cuadrados de los grupos (tratamientos) se define como:

$$MS_{Tratamientos} = \frac{SS_{Tratamientos}}{k-1} \quad (2.18)$$

El resumen de todos los cálculos realizados se los presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.6 Análisis de varianza para un experimento de un solo factor.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F <sub>o</sub>
Tratamientos	SS <sub>Tratamientos</sub>	k-1	MS <sub>Tratamientos</sub>	$\frac{MS_{Tratamientos}}{MS_E}$
Error	SS <sub>E</sub>	n-k	MS <sub>E</sub>	
Total	SS <sub>T</sub>	n-1		

Fuente: Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería, pág. 635

Finalmente tomamos la decisión de aceptación de la hipótesis nula en base a las siguientes condiciones:

De la tabla V del Apéndice A del libro (Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería, Douglas C. Montgomery y George C. Runger, pag A-10 hasta A14), calculamos  $F_{\alpha}$ , con el valor de alfa, es decir el intervalo de confianza; y con los grados de libertad como sigue:

$$F_{\alpha, gl.numerador, gl.denominador} = F_{\alpha, k-1, n-1}$$

- a) Si  $F_p \leq F_{k-1; n-1; \alpha}$ , no rechazamos la hipótesis nula en favor de la alternativa con un nivel de significación  $\alpha$ .
- b) Si  $F_p > F_{k-1; n-1; \alpha}$ , rechazamos la hipótesis nula en favor de la alternativa con un nivel de significación  $\alpha$ .



Figura 2.4 Distribución F de Fisher  
Fuente: Primitivo Reyes A. (2007), Análisis de varianza Anova de una vía

Otra manera de comprobar es con el valor de significancia  $p$  que no debe ser menor que el valor de significación  $\alpha$ ;

$$P > \alpha (0.05)$$

Cuando no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula es decir se cumple la condición a), se considera que las medias de los tratamientos son iguales.

#### 2.3.4.2.1. Pruebas No Paramétricas

Para llevar a cabo un ANOVA de un factor se basa en el cumplimiento de dos supuestos fundamentales: normalidad y homocedasticidad.

#### Pruebas de Normalidad.

Para evaluar la normalidad de un conjunto de datos tenemos el **Test de Kolmogorov-Smirnov** y el **test de Shapiro-Wilks**

- La prueba de **Kolmogorov-Smirnov** con la modificación de Lilliefors es la más utilizada y se considera uno de los test más potentes para muestras mayores de 30 casos.

En este test la Hipótesis nula  $H_0$ : es que el conjunto de datos siguen una distribución normal. Y la Hipótesis Alternativa  $H_1$ : es que no sigue una distribución normal.

➤ La prueba de **Shapiro-Wilks** se basa en estudiar el ajuste de los datos graficados sobre un gráfico probabilístico en el que cada dato es un punto cuyo valor de abscisa el valor observado de probabilidad para un valor determinado de la variable, y el de ordenada el valor esperado de probabilidad. En este test  $H_0$  y la  $H_1$  son iguales que para la prueba anterior.

El estadístico  $W$  de Shapiro-Wilks mide la fuerza del ajuste con una recta. Cuanto mayor sea este estadístico mayor desacuerdo habrá con la recta de normalidad, por lo que podremos rechazar la hipótesis nula. La prueba de Shapiro-Wilks está considerada como la prueba más potente para muestra inferiores a 30 casos. Si el valor p-valor (Sig.) es menor que 0.05, se debe rechazar la hipótesis caso contrario se la aprueba.

### **Gráficos con Pruebas de normalidad**

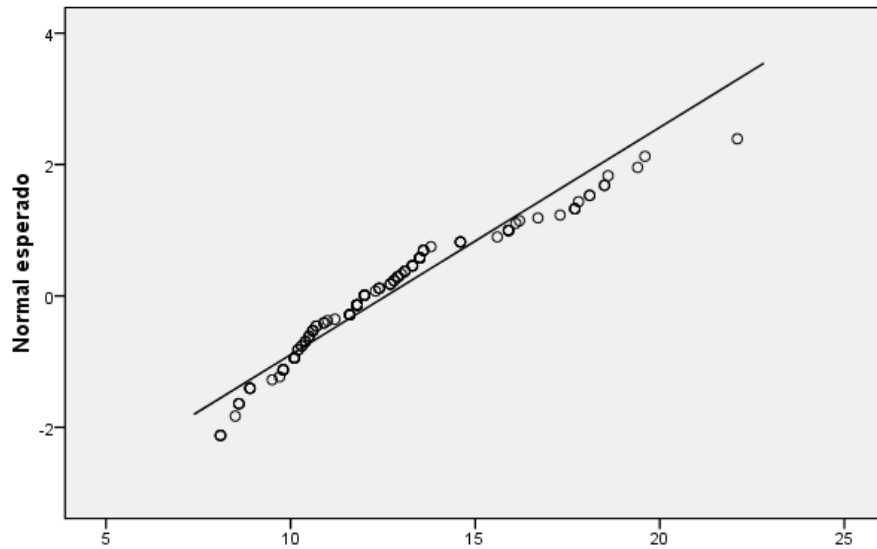
Este procedimiento sirve para averiguar si nuestros datos pueden proceder de una población normal. Para ello se sirve de dos gráficos (gráfico Q-Q normal con tendencia y gráfico Q-Q normal sin tendencia). En estos gráficos, se representan los cuantiles reales y teóricos de una distribución normal (los cuantiles dividen la muestra en una serie de grupos de igual tamaño).

#### ➤ **Gráfico Q-Q normal con tendencia**

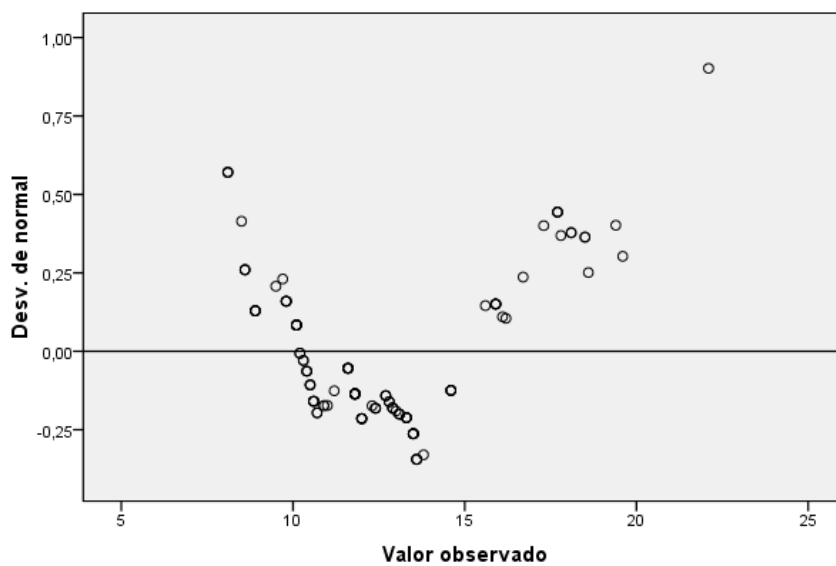
Los valores correspondientes a una distribución normal teórica vienen representados por una recta, mientras que los puntos representan los valores empíricos de la distribución de la variable. Así, si los puntos están próximos a la recta, quiere decir que el ajuste es aceptable.

#### ➤ **Gráfico Q-Q normal sin tendencia**

Este gráfico recoge las desviaciones de las observaciones de la muestra respecto a la recta normal. De forma que si la muestra procede de una población normal los puntos deben fluctuar alrededor de 0 y sin seguir un patrón determinado. En caso contrario pueden alejarse de la normalidad. (Pérez, s.f)



Gráfica 2.1 Grafico Q-Q normal con tendencia  
Fuente:Técnicas estadísticas con SPSS



Gráfica 2.2 Grafico Q-Q normal sin tendencia  
Fuente:Técnicas estadísticas con SPSS

#### 2.3.4.2.2. Pruebas de homocedasticidad.

Homocedasticidad o igualdad de varianzas significa que todas las poblaciones muestreadas poseen la misma varianza; con grupos de distinto tamaño, el incumplimiento de este supuesto debe ser cuidadosamente vigilado. Esta opción permite contrastar este supuesto mediante la prueba de Levene.

La Tabla 2.7 contiene el estadístico de Levene que nos permite contrastar la hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales. Si el nivel crítico (sig.) es menor o igual que 0,05, debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas. Si es mayor, aceptamos la hipótesis de igualdad de varianzas. (Bakieva, *et al*, s.f)

Tabla 2.7 Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.929	3	64	.432

Fuente: (Bakieva, *et al*, s.f)

**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**



Los análisis y ensayos que se realizan en cualquier proceso de investigación requieren ser desarrollados de acuerdo a normas o estándares, es por ello que para la presente investigación se somete a métodos estandarizados por ASTM, y ACI que serán descritos en este capítulo.

Además se describe las características y propiedades de los materiales utilizados como los agregados que son sumamente importantes ya que de ellos depende la calidad del hormigón que vamos a obtener; asimismo se explica el diseño y proporcionamiento del hormigón de acuerdo al ACI 211.1 en la cual se obtienen características como trabajabilidad, durabilidad, resistencia para la elaboración de los especímenes de 150x300 mm y 100x200mm a diferentes niveles de resistencia 25, 30, 35, 40 MPa, tomando en cuenta el control de calidad del hormigón en el estado fresco para obtener las características, como son muestreo, revenimiento, temperatura, peso unitario, masa volumétrica y rendimiento, contenido de aire.

La preparación de especímenes para ensayos de resistencia deben amasarse y curarse de acuerdo a la norma ASTM C31 (Elaboración y curado en obras de especímenes de hormigón para muestras de compresión), en base a la cual se han realizado los especímenes de 150x300 mm y 100x200 mm en campo, tomando en cuenta el número de capas utilizadas y dimensiones de las varillas para la compactación de acuerdo a las dimensiones de los cilindros.

Esta investigación tiene como finalidad analizar la correlación que existe entre los resultados de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón aplicando la norma ASTM C39 para los dos tamaños de cilindros indicadas anteriormente.

### **3. Materiales**

La importancia del uso del tipo y de la calidad correcta del agregado (árido) no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto. (Kosmatka *et al*, 2004)

Para la selección de los materiales a utilizarse se tomó en cuenta la Tesis “Evaluación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de áridos del cantón Loja”, la cual evaluó concesiones mineras como: Junior-La Flaca, El Huato y Malca 3, ubicadas en el cantón Loja y Catamayo. Los resultados de las pruebas de laboratorio se determinó que para mezclas de hormigón puede emplearse solo el árido grueso de la concesión minera Malca 3 ya que

cumple con los requisitos de calidad especificados en la norma ASTM C33, y el árido fino de todas las concesiones mineras no es apto para mezclas de hormigón debido a su alto contenido de terrones de arcillas y por no cumplir con los requisitos en la norma ASTM C 33, sin embargo es utilizado para este propósito en nuestro medio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se seleccionó los áridos provenientes de la concesión minera Malca 3, ya que estos presentan buenas propiedades, especialmente el árido grueso; además esta concesión es la tercera fuente de abastecimiento de áridos para la construcción en el cantón Loja.

### **3.1. Árido fino**

Los agregados finos (Fig. 3.1) generalmente consisten en arena natural o piedra natural (partida, machacada, pedregón arena de trituración) con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm (0.2 pulg.). (Kosmatka *et al*, 2004)



Figura. 3.1 Agregado fino  
Fuente: Autora

El árido fino utilizado es natural procedente del río Catamayo concesión minera Malca 3.

### **3.2. Árido grueso**

Los agregados gruesos (Fig. 3-2) consisten en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5 mm (0.2 pulg.) y generalmente entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1½ pulg.).(Kosmatka *et al*, 2004)

El árido grueso que se utilizó para esta investigación fue material natural granular de tamaño máximo nominal de 25 mm, y procedente del río Catamayo concesión minera Malca 3.



Figura. 3.2 Agregado grueso.  
Fuente: Autora

Los ensayos que se realizaron a los áridos para obtener las siguientes características son las siguientes (Ver Anexo A):

Tabla 3.1 Características del agregado fino y grueso, Cantera de Catamayo Malca 3

PROPIEDADES	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	NORMA
Tamaño Máximo Nominal (mm)		25	ASTM C 136
Densidad Aparente en estado compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1770	ASTM C 29
Módulo de finura	2600		ASTM C 136
Densidad Real (D <sub>ss</sub> ) (kg/m <sup>3</sup> )	2530	5020	ASTM C 128-ASTM C 127
Densidad Seca (D <sub>s</sub> ) (kg/m <sup>3</sup> )	2500	4970	ASTM C 128-ASTM C 127
Densidad Aparente (D) (kg/m <sup>3</sup> )	2580	5220	ASTM C 128-ASTM C 127
Porcentaje de absorción (P <sub>a</sub> ) (%)	1.29	0.96	ASTM C 128-ASTM C 127

Fuente: Autora

Cabe recalcar que los ensayos del contenido de humedad se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C 566, este ensayo se realizó varias veces para poder corregir la dosificación por humedad.

### 3.3. Cemento

Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio (Fig. 2-3). Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen por la reacción química con el agua. El cemento utilizado en la fabricación de hormigón debe estar totalmente seco y suelto y no debe presentar grumos de fraguado anticipado. El cemento utilizado para la investigación fue Holcim tipo IP.



Figura.3.3 Cemento Portland  
Fuente: (IMG12628), Cap. 2.

### **3.4. Agua**

Prácticamente cualquier agua natural que sea potable y no presente fuerte sabor u olor se la puede usar como agua de mezcla (de mezclado, de amasado) para la preparación del concreto. Sin embargo, también se pueden emplear en concreto algunas aguas que no se consideran potables. (Kosmatka *et al*, 2004)

El agua que se utilizó para la elaboración de las mezclas fue de la red de agua potable de la ciudad de Loja.

### **3.5. Almohadillas Elastomericas**

Las almohadillas elastomericas se utilizan para determinar la resistencia a la compresión, las cuales se utilizaron siempre neoprenos marca DURO con dureza 60 para especímenes cilíndricos de 150x300 mm y de dureza 70 para especímenes de 100x200 mm; se ensayó las almohadillas elastomericas para los niveles de resistencia de 25, 30, 35, y 40 MPa.

### **3.6. Diseño del Hormigón y características.**

El diseño del hormigón se realizó de acuerdo al código del ACI 211.1 (Práctica Estándar de Elección de las Proporciones para el Concreto Normal, de Densidad Elevada y Masivo), donde se determina las cantidades de los ingredientes que serán utilizados en la elaboración de 4 diseños estandarizados de hormigón para los siguientes niveles de resistencia 25, 30, 35 y 40 MPa (Ver Anexo B) con el empleo del método del volumen absoluto, ya que este método involucra el uso de las masas específicas relativas de todos los ingredientes y es más preciso.

Antes de que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se seleccionan sus características considerando el uso que se propone dar al hormigón, las condiciones de

exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del hormigón, las características que se seleccionaron son las siguientes:

- Resistencia.
- Relación agua-material cementante.
- Agregados.
- Contenido de aire.
- Revenimiento.
- Contenido de agua.

Una vez obtenidas estas características se elaboraron 6 lotes para la resistencia de 25MPa, 5 lotes para la resistencia de 30MPa, 5 lotes para la resistencia de 35MPa y 5 lotes para la resistencia de 40MPa, dando un total de 21 lotes, 120 especímenes de 150x300 mm y 100x200 mm

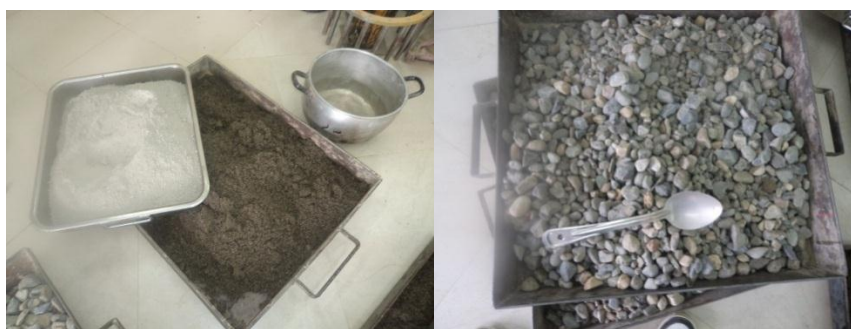


Figura. 3.4 Materiales para el hormigón  
Fuente: Autora

Los ensayos (pruebas, experimentaciones) de control de calidad y aceptación son partes indispensables del proceso constructivo. Los resultados de los ensayos proporcionan informaciones para basar las decisiones con respecto a los ajustes del diseño de la mezcla. Las pruebas físicas y las propiedades del concreto se usan para medir la aceptación. El resultado final de las resistencias a compresión, la baja permeabilidad, durabilidad, documentado y un número mínimo de grietas, podría ser un criterio de aceptación.

Para obtener las características del hormigón de cada lote o mezcla se realizó primero el muestreo, en la que las muestras se deben obtener y manejar de acuerdo a la norma ASTM C 172, se deben tomar muestras compuestas en un intervalo que no exceda de 15 min entre la primera y la última porción de la muestra, en los primeros 5 min se deben realizar los ensayos de revenimiento, el ensayo más difundido para medir esta propiedad es el ensayo del cono de Abrams que mide el asentamiento de un tronco de cono moldeado con el hormigón fresco, como lo describe la norma ASTM C143; la medida del asentamiento

nos permite determinar si el hormigón tiene una consistencia seca, plástica, blanda o fluida. Temperatura, el ensayo se realiza de acuerdo a la norma ASTM C 1064, se debe tomar la lectura con una aproximación de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  después de un tiempo mínimo de 2min o hasta que la lectura se estabilice. Masa volumétrica y rendimiento, este método de ensayo permite determinar la densidad del hormigón fresco, además deben ser suficientemente precisos para determinar la cantidad volumétrica (rendimiento) del concreto producido en cada mezcla, el ensayo se realiza de acuerdo a la norma ASTM C138. Contenido de aire, para esta investigación se realizó el ensayo por el método de presión como lo indica la norma ASTM C 231.

Tabla 3.2. Características del hormigón fresco

Niveles de f'c	Lote N.-	Resistencias (Mpa)		Características del hormigón fresco		
		150x300m m	100x200mm	Asent. (mm)	Temp. °C	Contenido de aire %
25MPa	1	26.18	27.34	49.00	20.00	1
	2	25.75	26.80	49.00		
	3	28.25	29.13	56.00		
	4	27.57	27.64	56.00		
	5	29.79	29.78	48.00		
	6	28.57	27.43	48.00		
30MPa	7	34.00	34.40	32.00	20.00	1
	8	31.98	32.18	32.00		
	9	33.56	36.38	35.00		
	10	33.29	35.77	35.00		
	11	30.82	30.79	40.00		
35MPa	12	36.73	38.07	28.00	19.80	1
	13	36.98	38.02	28.00		
	14	36.83	37.41	30.00		
	15	36.29	37.33	30.00		
	16	37.47	35.39	28.00		
40MPa	17	41.58	41.65	46.00	19.70	1
	18	40.68	42.10	46.00		
	19	42.64	43.91	32.00		
	20	42.60	44.50	32.00		
	21	42.23	44.44	35.00		

Fuente: Autora



Figura 3.5 Características del hormigón fresco  
Fuente: Autora

### 3.6.1. Elaboración de las probetas de 300x1500 y 200x100

Para la elaboración de los especímenes se debe tomar en cuenta algunas consideraciones para su correcta elaboración como por ejemplo: el tamaño del espécimen estándar es de 150mm de diámetro por 300mm de altura para agregado de tamaño máximo que no exceda a 2 pulg. (50mm) y para los cilindros de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura para agregados de tamaño máximo que no exceda a una pulg (25mm), se deben colocar los moldes en una superficie lisa, nivelada y rígida y se los debe llenar cuidadosamente para evitar distorsiones en su forma.

Una vez obtenidas las dosificaciones y realizadas las mezclas bajo condiciones de campo se procede a la elaboración de las especímenes de 150x300 mm y 100x200 mm, siguiendo el procedimiento dado por la norma ASTM C 31 (Práctica estándar para la elaboración y curado en obra de especímenes de concreto). El número capas y varillado para la compactación se hacen como se indica en la Tabla 3.3

Tabla 3.3 Requerimientos para consolidación de las probetas cilíndricas

DIMENSIONES DEL MOLDE (mm)	VARILLADO				VIBRADO		
	N.- DE CAPAS APROXIMADAMENTE IGUALES	N.- DE INSERCIONES DE LA VARILLA POR CAPA	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	LONGITUD DE LA VARILLA (mm)	N.- DE CAPAS APROXIMADAMENTE IGUALES	N.- DE INSERCIONES DE LA VARILLA POR CAPA	DIÁMETRO DEL VIBRADOR (mm)
100X200	2	25	10±2	300 a 600	2	1	<25
150X300	3	25	16±2	400 a 600	2	2	<38

Fuente: Ing. Marlon Valarezo, 2012

Una vez tomado en cuenta los requerimientos para la consolidación de acuerdo al tamaño del espécimen se procede a la elaboración de los cilindros de 150x300 mm y de 100x200 mm se debe empezar, como mínimo, 15 min después de la elaboración de la muestra del concreto y se tomaron en cuenta los métodos de la ASTM C192 y ASTM C31. Se realizaron 4 diseños estandarizados de hormigón con los siguientes niveles de resistencia 25, 30, 35 y 40MPa en la que se elaboraron 30 especímenes para cada resistencia y para cada tamaño de cilindro, dando un total de 120 especímenes de 150x300 mm y 120 especímenes de 100x200 mm, se elaboraron 21 lotes las cuales se las identificaron con la letra “Y” seguida de una numeración que va del 1 al 120 (los primeros 1-30 son de la resistencia de 25Mpa, del 31-60 son de la resistencia de 30MPa, del 61-90 son de la resistencia de 35MPa y del 91 al 120 son de la resistencia de 40MPa) para resistencia de 25MPa en cada lote se elaboraron 5 especímenes de 150x300 mm y 5 especímenes de 100x200 mm, para las resistencias de 30,35 y 40MPa en cada lote se elaboraron 6 especímenes de 150x300 mm y 8, 6, 4 especímenes de 100x200 mm. (Ver anexo C)

Todos los especímenes cilíndricos fabricados se identificaron y se colocaron en un lugar protegido de movimientos y vibraciones para que cumplan con un curado inicial satisfactorio.



Figura. 3.6 Especímenes de 100x200 y 150x300 mm.  
Fuente: Autora



### 3.6.2. Curado de los cilindros de Hormigón.

Una vez elaborados las probetas cilíndricas se procedieron al curado de las mismas, con el fin de evitar evaporación y pérdida de agua de los mismos, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 31 para cilindros elaborados en campo.

Siempre se debe enfatizar la necesidad de curado pues tiene una fuerte influencia sobre las propiedades del concreto endurecido, o sea, el curado adecuado hace que el concreto tenga mayor durabilidad, resistencia, impermeabilidad, resistencia a la abrasión, estabilidad dimensional. (Kosmatka *et al*, 2004)

Para esta investigación se trabajó con bandejas de acero para el curado de los cilindros, también se tomaron lecturas de temperatura del agua y al ambiente tres veces al día como podemos ver a continuación.

Tabla 3.4 Temperatura de Curado °C

Medio evaluado	Temperatura			Promedio
	8:00	12:00	3:00	
Agua	16	19	21	19
Ambiente	19	22	19	20

Fuente: Autora.

A continuación la Figura 3.7 se muestra el curado de los cilindros.

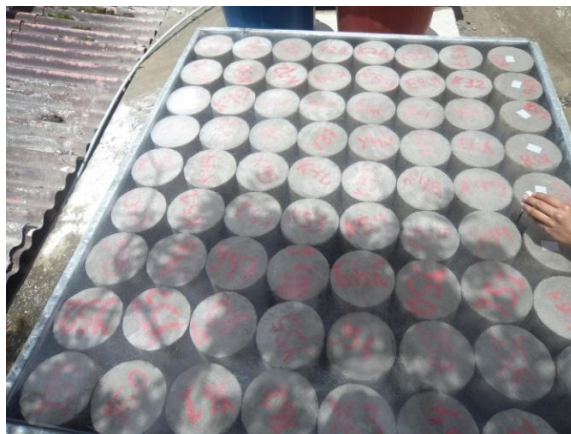


Figura 3.7 Curado de especímenes cilindros

Fuente: Autora

### 3.6.3. Ensayo de resistencia a la compresión.

Los ensayos de resistencia a compresión se realizaron de acuerdo a los procedimientos establecidos en la norma ASTM C 39 (Determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto), a la edad de 28 días de curado.

El ensayo se empezó tan pronto como el espécimen ha sido retirado de las bandejas de curado y conservando las condiciones de humedad, tomando en cuenta que a la edad de 28 días existe una tolerancia permisible de ensayo 20 h ó 3.0 %. (De acuerdo a la Tabla 3.1 tolerancia permisible de tiempo de ensayo, de acuerdo a la norma ASTM C 39)

Antes de ensayarlos a los especímenes se procedió al chequeo la verticalidad y planeidad de todos los especímenes cilíndricos, los que no cumplieron con lo descrito en la norma ASTM C 39, se pulieron, esmerilaron según la norma ASTM C 1231.



Figura 3.8 Verificación perpendicular y planeidad.  
Fuente: Autora

Luego de realizar estas comprobaciones y de hacer las respectivas correcciones por pulido cuando fueron necesarias, se procedió a registrar datos de peso, diámetro y longitud de cada espécimen cilíndrico.

Se midieron todos los cilindros para comprobar que los diámetros no difieran en más del 2%, ya que si sobrepasa esto no podrán ser ensayados. (Ver Anexo C)



Figura 3.9 Registro de medidas (diámetros, Longitud y pesos)  
Fuente: Programa de certificación internacional ACI

Una vez chequeado los especímenes y calificados, se procede a realizar el ensayo según la norma ASTM C 39 el cual determina el esfuerzo a la compresión en especímenes de

cilindros, obteniendo la carga máxima y el tipo de falla, se ensayaron 120 especímenes de 150x300 mm y 100x200 mm, se utilizó la maquina ACCU-TEK, con una capacidad de carga de 2.225 KN que se encuentra en el laboratorio de Resistencia de Materiales del Departamento de Geología Minas e Ingeniería Civil de la UTPL. (Ver Anexo C)



Figura 3.10 Maquina ACCU-TEK  
Fuente: Autora



Figura 3.11 Especímenes a ensayarse de 200x100 mm y 300x150 mm  
Fuente: Autora

Los tipos de fallas más comunes en cilindros de 150x300mm es el Tipo 3 y en cilindros de 100x200 mm el tipo de falla más común es el de Tipo 5 (Ver Anexo C)



Figura 3.12 Fallas Tipo 3  
Fuente: Autora



Figura 3.13 Falla Tipo 5  
Fuente: Autora

Se utiliza neoprenos según la norma ASTM C 1231, tomando en cuenta que se deben reemplazar aquellas placas que presenten agrietamientos o hendiduras que excedan los 10 mm de largo, independientemente de su profundidad, además proporciona un número límite de usos en función de la dureza para los neoprenos de dureza de 60 y 70 el límite es de 100 usos.

**CAPITULO IV**  
**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se realizó 240 probetas cilíndricas de hormigón, 30 probetas para cada uno de los siguientes niveles de resistencia 25, 30, 35, 40, tanto para cilindros de 100x200mm y 150x300mm obteniéndose 21 lotes de hormigón en cada lote se obtuvo 6 especímenes de 150x300mm y 8-4 especímenes de 100x200mm; luego se empleó la norma ASTM C39 para obtener las resistencias a la compresión. Una vez obtenido estos datos se procedieron a depurar los cilindros de acuerdo a la norma ASTM C670-03, quedando un total de 20 lotes de hormigón, el lote que se eliminó fue el 10 por no cumplir con la norma; obteniéndose así la siguiente Tabla.

Tabla 4.1 Resistencias promedios de cada nivel de resistencia (VER ANEXO D)

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (MPa)</b>			
<b>f'c</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>ESPECIMENES</b>	
		<b>150X300mm</b>	<b>100X200mm</b>
25MPa	1	26.18	27.34
	2	25.75	26.80
	3	28.25	29.99
	4	27.57	28.17
	5	29.79	29.78
	6	28.57	27.43
30MPa	7	33.29	34.40
	8	31.98	32.18
	9	33.56	36.39
	11	30.82	30.79
35MPa	12	36.73	38.02
	13	36.98	38.02
	14	36.83	37.00
	15	36.29	37.33
	16	37.47	35.31
40MPa	17	41.58	41.65
	18	40.68	42.10
	19	42.64	43.91
	20	42.60	44.50
	21	40.94	44.92

Fuente: Autora

A continuación se analiza el efecto de coeficientes para los niveles de resistencia tanto para cilindros 100x200 mm y 150x300 mm.

En la Tabla 4.2 indica que la mayoría de los resultados de los cilindros de 100x200 mm son mayores a las de 150x300 mm, excepto en los lotes 6, 11 y 16 que presenta resistencias menores.

Además en la Tabla 4.2 resume los promedios de coeficientes de variación de los cilindros de 100x200 mm y 150x300 mm; se puede observar que en la mayoría de resistencias los cilindros de 150x300 mm presentan coeficientes de variación menor a los cilindros de 100x200 mm los cuales están en un rango de 0.86% a 4.84%, mientras que los cilindros de 100x200 mm están en un rango de 1.23% a 5.29%, siendo mayor a los cilindros de 150x300 mm. Comparando las relaciones de resistencia entre los cilindros de 100x200 mm y 150x300 mm. (S100/S150), presentan en su mayoría resultados mayores a la unidad, lo cual demuestra que los cilindros de 100x200 mm presentan resistencias mayores a la de los cilindros de 150x300 mm (Tabla 4.2) y (Tabla 4.3)

Tabla 4.2 Resumen de resultados de Desviación estándar, coeficiente de variación y varianza

f <sub>c</sub>	LOTE N.-	ESPECIMENES (mm)		σ(Mpa)		C.V %		VARIANZA		RELACION (S100/S150)
		150x300	100x200	150x300	100x200	150x300	100x200	150x300	100x200	
25MPa	1	26.18	27.34	0.64	0.46	2.46	1.68	0.42	0.21	1.04
	2	25.75	26.8	0.55	0.58	2.12	2.17	0.3	0.34	1.04
	3	28.25	29.99	1.37	1.27	4.84	4.22	1.87	1.6	1.06
	4	27.57	28.17	0.74	0.92	2.69	3.26	0.55	0.84	1.02
	5	29.79	29.78	1.11	1.25	3.72	4.2	1.23	1.56	1.00
	6	28.57	27.43	0.42	0.55	1.46	2.01	0.17	0.3	0.96
30MPa	7	33.29	34.4	0.88	1.26	2.63	3.65	0.77	1.58	1.03
	8	31.98	32.18	0.7	0.94	2.2	2.92	0.49	0.88	1.01
	9	33.56	36.39	0.94	0.73	2.8	2	0.89	0.53	1.08
	11	30.82	30.79	0.29	1.09	0.94	3.52	0.08	1.18	1.00
35MPa	12	36.73	38.02	0.59	1.79	1.61	4.7	0.35	3.19	1.04
	13	36.98	38.02	0.72	1.74	1.94	4.57	0.52	3.02	1.03
	14	36.83	37.00	0.88	1.92	2.39	5.19	0.78	3.69	1.00
	15	36.29	37.33	1.27	0.63	3.51	1.69	1.62	0.4	1.03
	16	37.47	35.31	0.61	0.43	1.62	1.23	0.37	0.19	0.94
40MPa	17	41.58	41.65	0.51	2.17	1.22	5.22	0.26	4.72	1.00
	18	40.68	42.1	0.77	1.01	1.9	2.39	0.6	1.02	1.03
	19	42.64	43.91	0.92	1.6	2.16	3.63	0.85	2.54	1.03
	20	42.6	44.5	0.37	2.36	0.86	5.29	0.13	5.55	1.04
	21	40.94	44.92	0.96	1.21	2.34	2.69	0.92	1.46	1.10
<b>PROMEDIO=</b>						2.27	3.31			

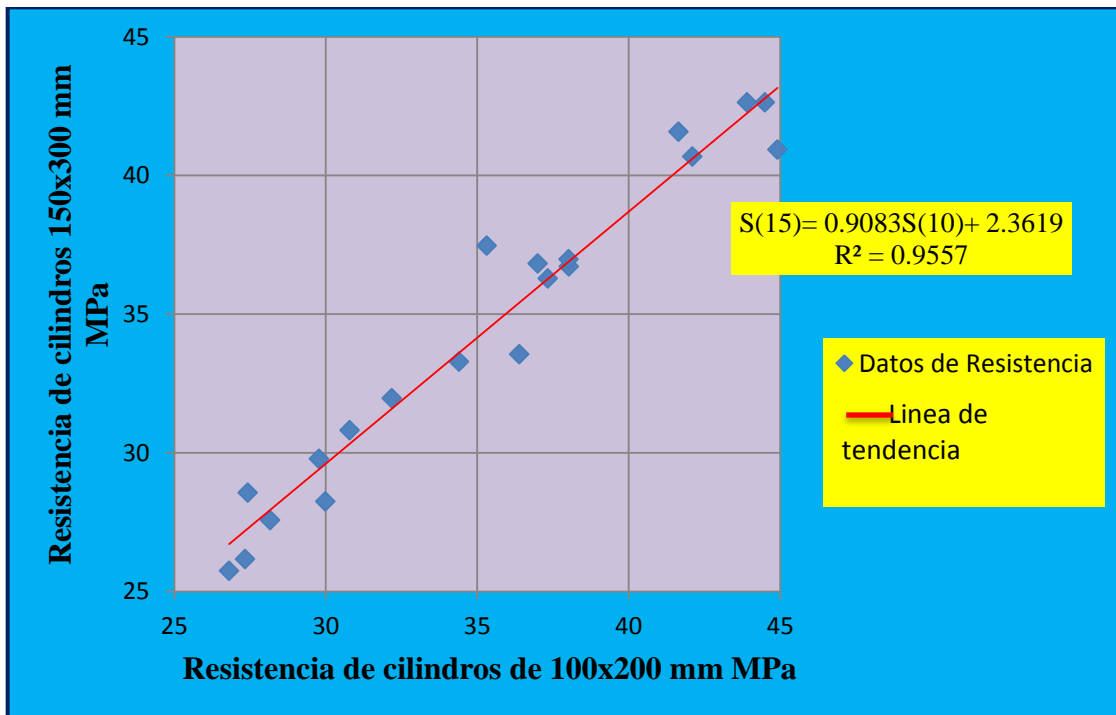
Fuente: Autora

Tabla 4.3 Promedios y Resistencias Máximas y Mínimas de la Tabla 4.2

f'c	ESPECIMENES DE 100X200 mm					ESPECIMENES DE 150x300 mm				
	$\sigma$ (Mpa)	C.V %	Res. Máx.	Res. Min.	Res. Prom.	$\sigma$ (Mpa)	C.V %	Res. Máx.	Res. Min.	Res. Prom.
25MPa	0.84	2.92	29.99	26.80	28.25	0.80	2.88	29.79	25.75	27.69
30MPa	1.00	3.02	36.39	30.79	33.44	0.70	2.14	33.56	30.82	32.41
35MPa	1.30	3.48	38.02	35.31	37.14	0.81	2.22	37.47	36.29	36.86
40MPa	1.67	3.85	44.92	41.65	43.42	0.71	1.70	42.64	40.68	41.69

Fuente: Autora

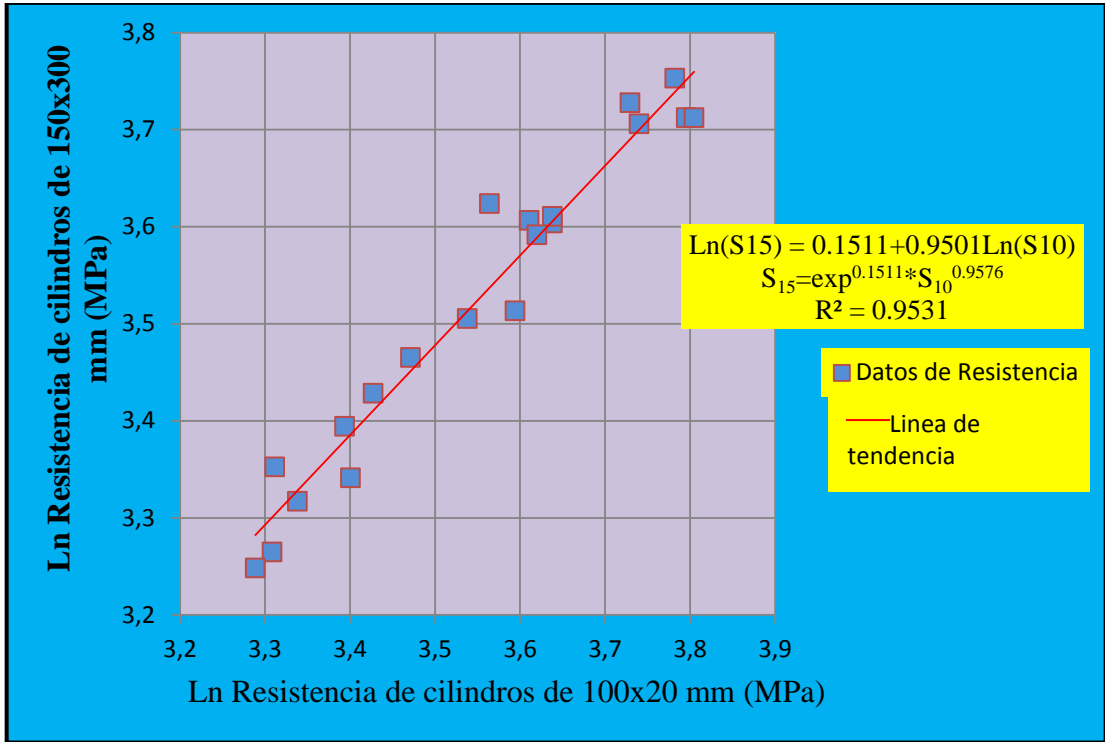
Una vez obtenido las resistencias promedios (Tabla 4.1) se procede a realizar el análisis estadístico (EXCEL) por el método de Mínimos cuadrados y Método de Mandel (ACI 228.1R) y en los programas estadístico (Ver Anexo D) mediante un análisis de regresión lineal para determinar ecuaciones y el coeficiente de determinación, para estimar la resistencia a la compresión de los especímenes 150x300 mm con la utilización de los especímenes de 100x200 mm. Como podemos observar el coeficiente de determinación son casi similares y se acercan a la unidad (Ver Grafica 4.1 y Grafica 4.2)



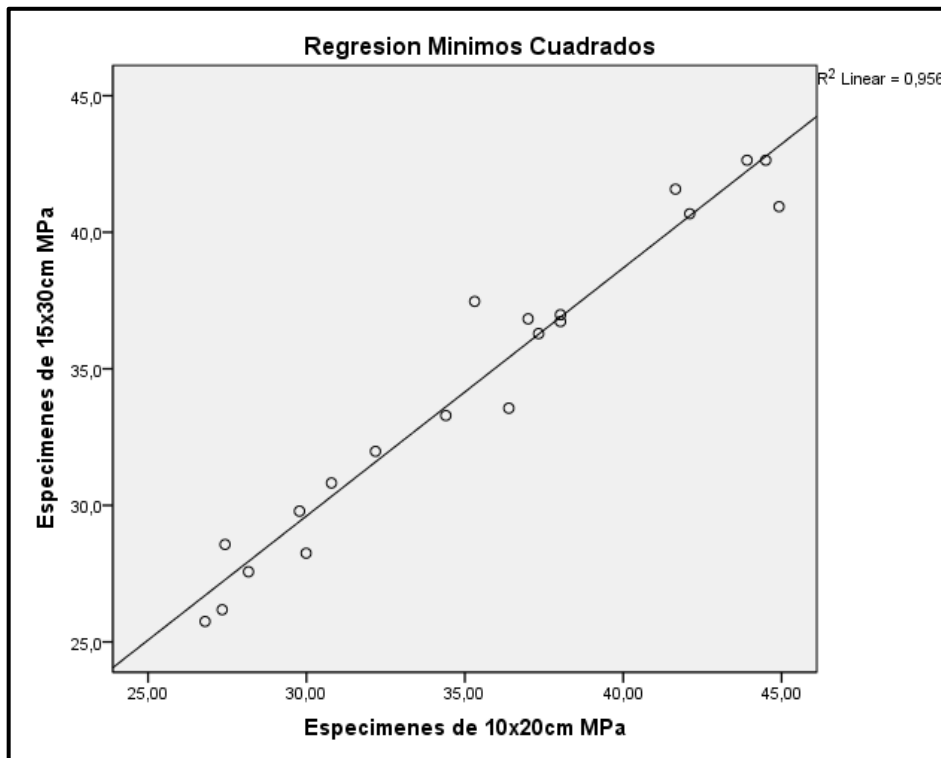
Gráfica 4.1 Regresión Lineal mediante Mínimos Cuadrados

Fuente: Autora

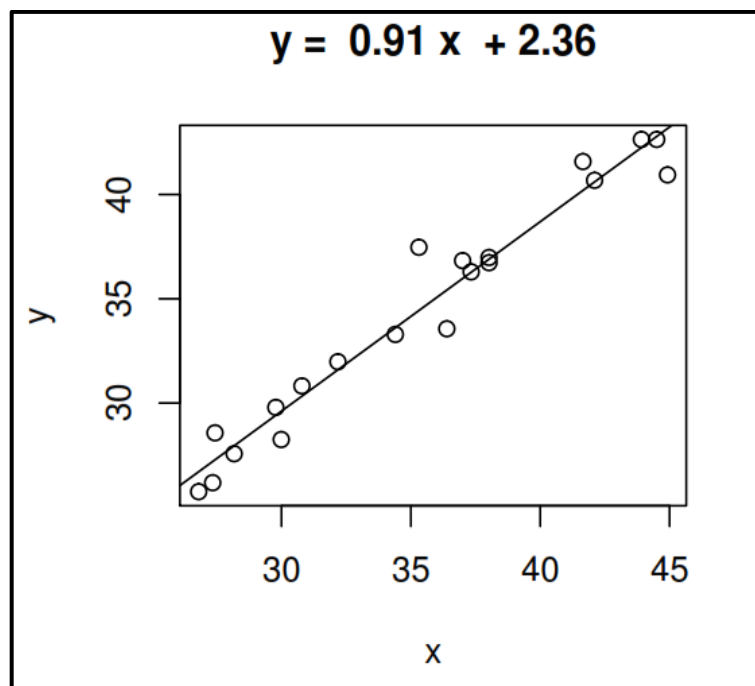




Gráfica 4.2 Regresión Lineal mediante Método de Mandel  
 Fuente: Autora



Gráfica 4.3 Regresión Lineal mediante software  
 Fuente: Autora



Gráfica 4.4 Regresión Lineal mediante software  
Fuente: Autora

Con las ecuaciones mencionadas anteriormente se procede a calcular las resistencias, como se indica en la Tabla 4.4

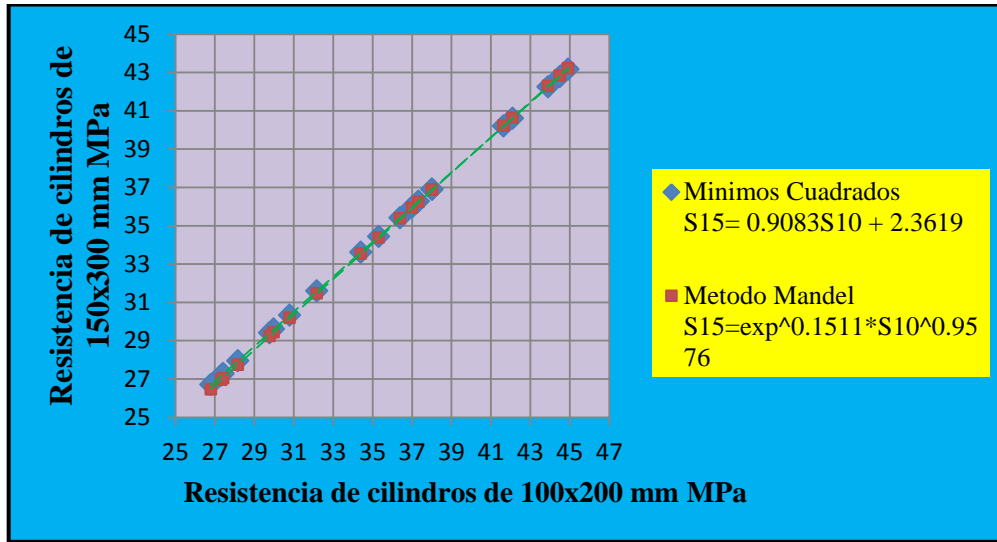
Tabla 4.4 Resistencias calculadas mediante la ecuación de Mínimos cuadrados y Mandel

<b>CILINDROS DE 15x30cm (Mpa)</b>		
<b>RESISTENCIAS REALES (Mpa)</b>	<b>RESISTENCIAS CALCULADAS (Mpa)</b>	
<b>En el Laboratorio</b>	<b>Mínimos Cuadrados</b>	<b>Mandel</b>
26.18	27.19	26.96
25.75	26.71	26.46
28.25	29.60	29.43
27.57	27.95	27.74
29.79	29.41	29.24
28.57	27.27	27.04
33.29	33.61	33.54
31.98	31.59	31.47
33.56	35.42	35.38
30.82	30.33	30.18
36.73	36.90	36.89
36.98	36.90	36.88
36.83	35.97	35.94
36.29	36.27	36.25
37.47	34.44	34.38
41.58	40.20	40.22
40.68	40.61	40.64

42.64	42.24	42.29
42.60	42.78	42.83
40.94	43.16	43.21

Fuente: Autora

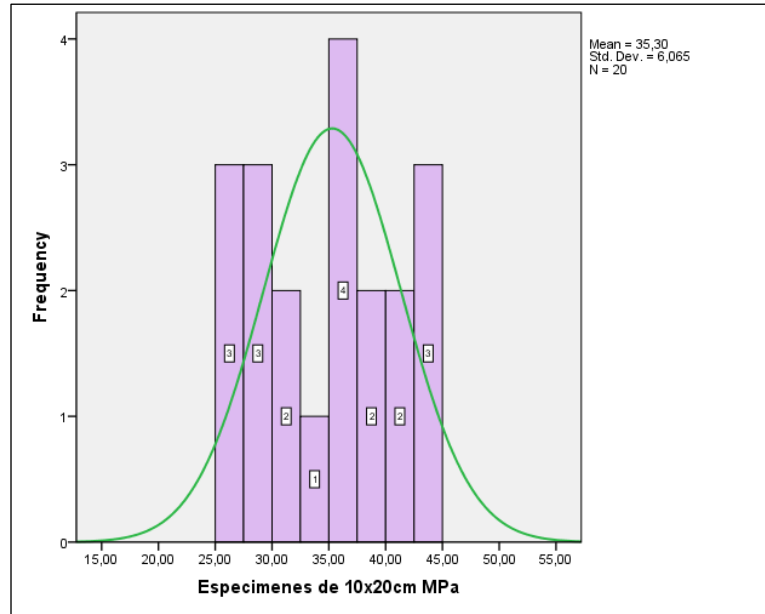
A continuación en la Gráfica 4.5 presentamos la resistencia a la compresión de los cilindros de 15x30cm utilizando las ecuaciones de Mínimos cuadrados y Mandel



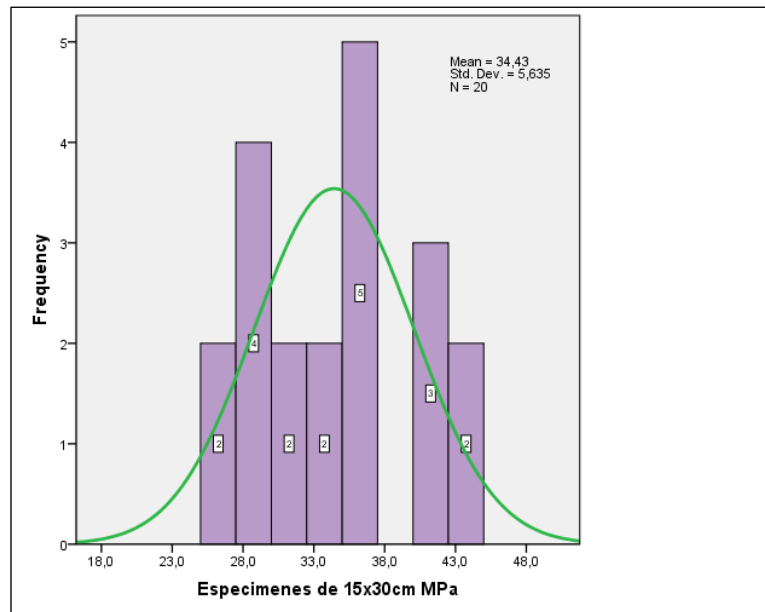
Gráfica 4.5 Resistencias calculadas mediante las ecuaciones de Mínimos cuadrados y Mandel

Fuente: Autora

La distribución normal es la más importante en la representación del conjunto de valores de calidad, por lo que es necesario realizar la distribución normal de frecuencias tanto para cilindros de 100x200 mm y 150x300 mm; a continuación las Gráfica 4.6 y Gráfica 4.7



Gráfica 4.6 Distribución Normal de los cilindros 100x200mm  
Fuente: Autora



Gráfica 4.7 Distribución Normal de los cilindros 150x300mm  
Fuente: Autora

A continuación se realizó en programas estadísticos el análisis de varianza (ANOVA) para el grupo de resistencias (25, 30,35, 40)MPa de los cilindros de 100x200 mm y de 150x300 mm, para comprobar la hipótesis de que las medias son iguales o no son iguales, tomando en cuenta las condiciones de normalidad y homogeneidad

Para realizar el análisis de varianza primero se debe realizar la hipótesis donde:

Ho=  $\mu_{25MPa} = \mu_{30MPa} \dots$  las medias son iguales

H1=  $\mu_{25MPa} \neq \mu_{30MPa}$  las medias no son iguales

Regla de decisión es:

si Sig. < 0.05 entonces rechazar la Ho

si Sig. > 0.05 entonces NO rechazar la Ho

### Anova para la resistencia de 25, 30, 35 y 40 MPa de los cilindros de 100x200 mm

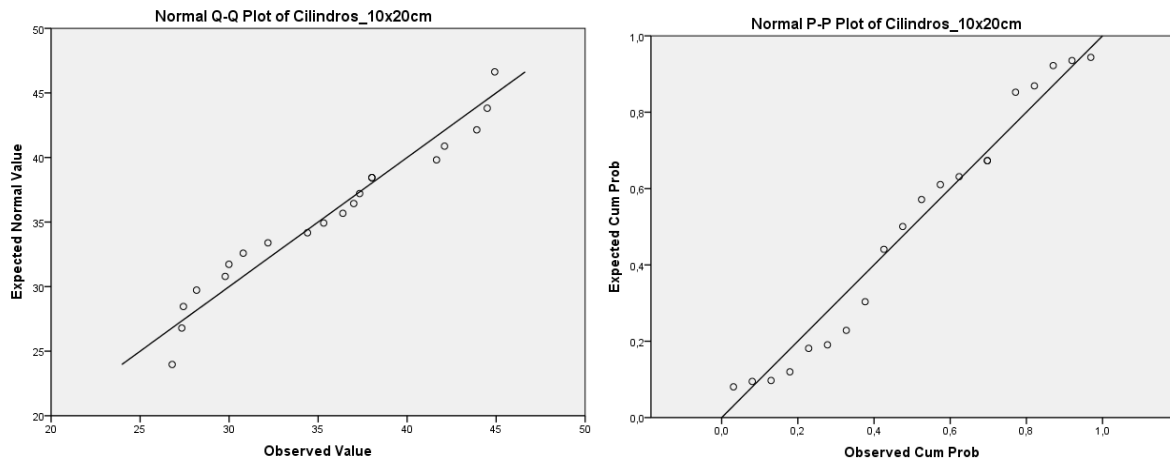
#### ➤ Normalidad

Tabla 4.5 Tests de Normalidad por Shapiro-Wilk de cilindros 100x200 mm

	Resistencia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cilindros 100x200mm	25MPa	0,230	6	0,200	0,874	6	0,243
	30MPa	0,195	4	0,200	0,976	4	0,876
	35MPa	0,251	5	0,200	0,846	5	0,183
	40MPa	0,232	5	0,200	0,888	5	0,348

Fuente: Autora

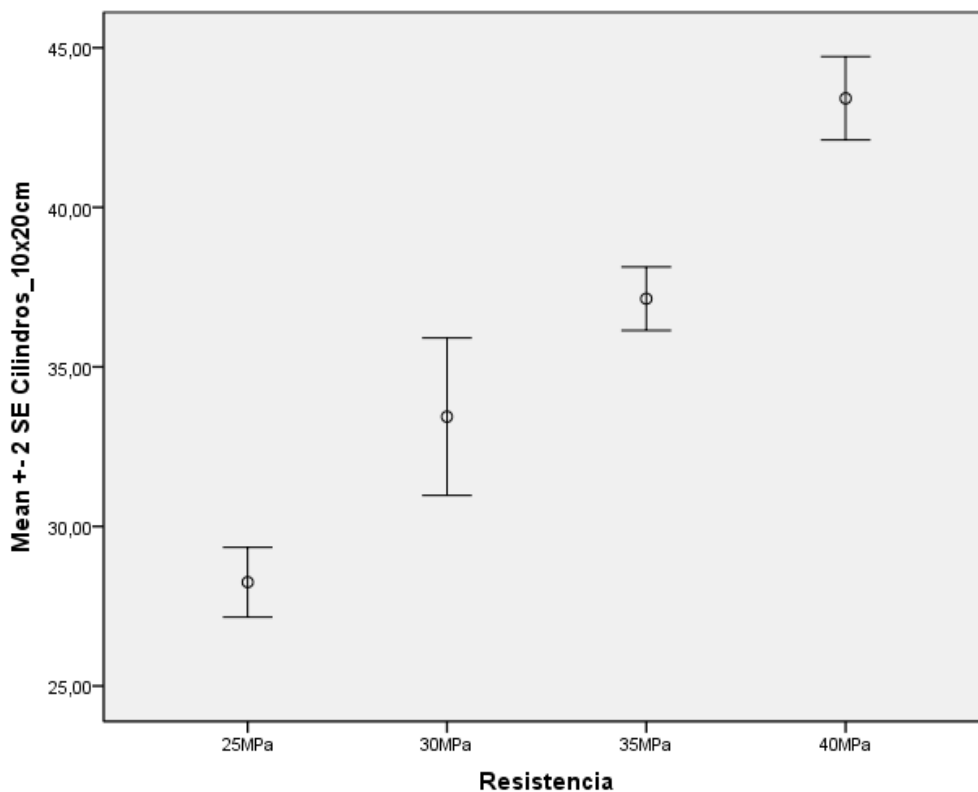
Como podemos observar la significancia de todas las resistencia al nivel de sig. de 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis.



**Gráfica 4.8** Gráficos de normalidad Q-Q y P-P de cilindros 100x200 mm

Fuente: Autora

➤ Homogeneidad de varianzas



Gráfica 4.9 Homogeneidad de varianzas de cilindros 100x200 mm  
Fuente: Autora

Tabla 4.6 Test de Homogeneidad de varianzas de cilindros 100x200 mm

LeveneStatistic	df1	df2	Sig.
2,249	3	16	0,122

Fuente: Autora

Como podemos observar en la figura existe homogeneidad y cómo podemos observar estadísticamente en el test la significancia es mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis.

Tabla 4.7 Medias de cada nivel de resistencia de cilindros 100x200

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
25MPa	6	28,2517	1,33999	0,54705	26,8454	29,6579	26,80	29,99
30MPa	4	33,4400	2,46537	1,23269	29,5170	37,3630	30,79	36,39
35MPa	5	37,1360	1,11280	0,49766	35,7543	38,5177	35,31	38,02
40MPa	5	43,4160	1,46046	0,65314	41,6026	45,2294	41,65	44,92
Total	20	35,3015	6,06461	1,35609	32,4632	38,1398	26,80	44,92

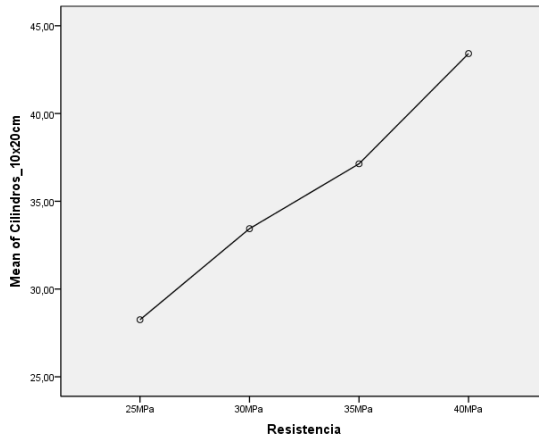
Fuente: Autora

Tabla 4.8 ANOVA de cilindros 100x200

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	658,114	3	219,371	86,245	0,000
Within Groups	40,697	16	2,544		
Total	698,811	19			

Fuente: Autora

En el cuadro Anova la significancia es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales y se concluye que al menos dos son diferentes, para saber cuáles son diferentes se realiza la prueba POST HOT-TEST, antes de aplicar la prueba observemos las medias.

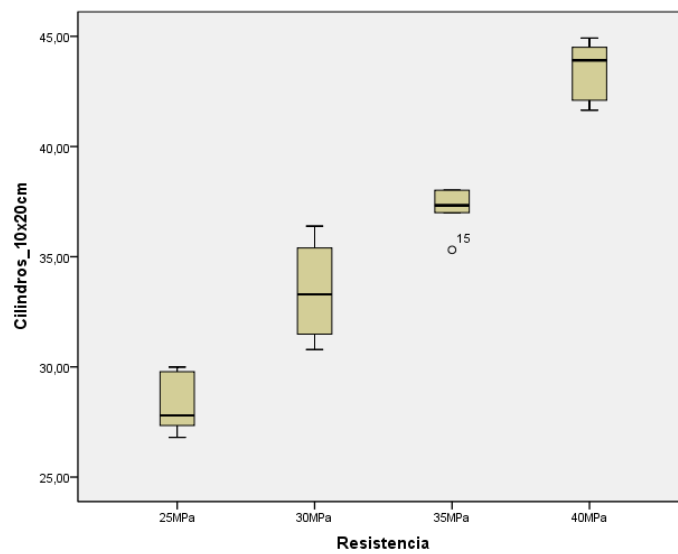


Gráfica 4.10 Medias de las Resistencias  
Fuente: Autora

Tabla 4.9 Prueba POST HOT-TEST de cilindros 100x200

(I) Resistencia	Sig.			
	(J) Resistencia			
	25MPa	30MPa	35MPa	40MPa
25MPa		0,001	0,000	0,000
30MPa	0,001		0,027	0,000
35MPa	0,000	0,027		0,000
40MPa	0,000	0,000	0,000	

Fuente: Autora



Gráfica 4.11 Diagramas de caja de cilindros 100x200  
Fuente: Autora



Anova para la resistencia de 25, 30, 35 y 40 MPa de los cilindros de 100x200 mm

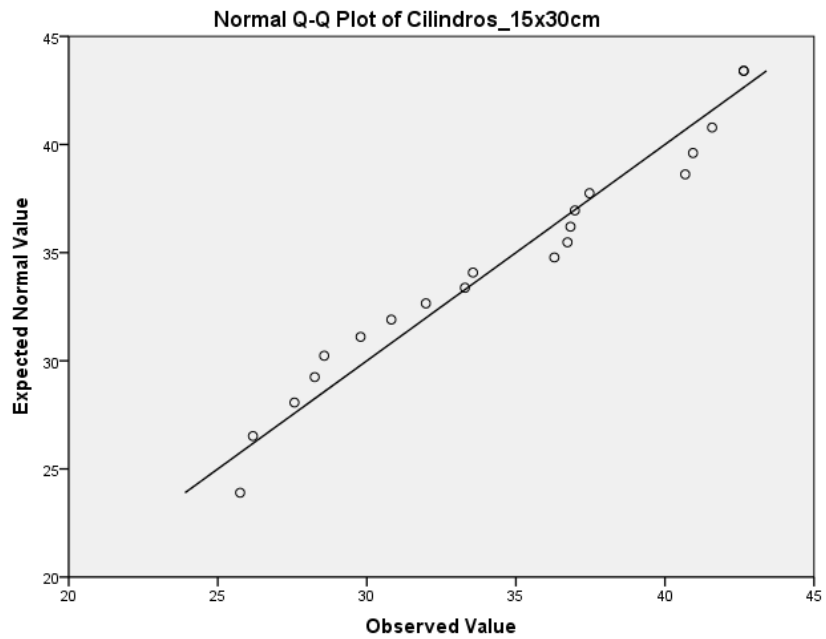
➤ **Normalidad**

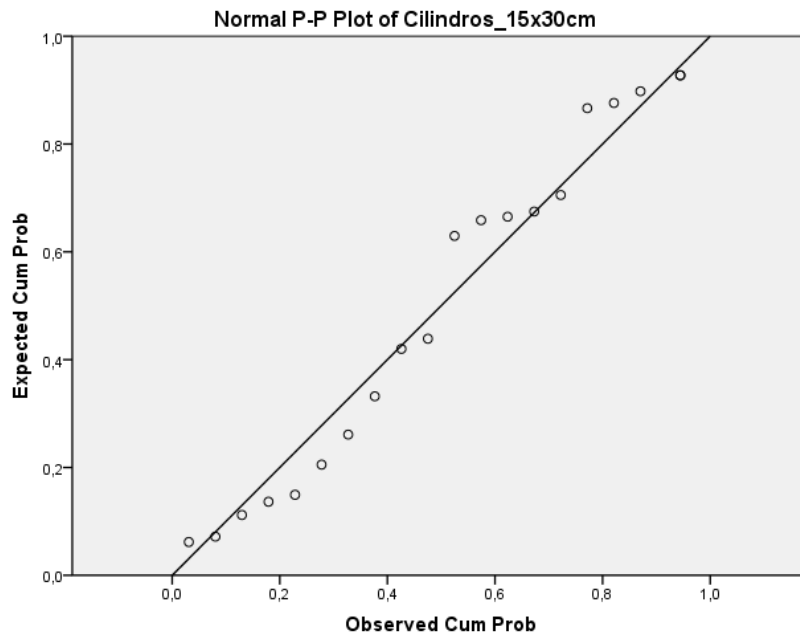
Tabla 4.10 Tests de normalidad por Shapiro-Wilk de cilindros 150x300 mm

	Resistencia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cilindros 150x300 mm	25MPa	0,172	6	0,200*	0,959	6	0,810
	30MPa	0,256	4		0,918	4	0,524
	35MPa	0,189	5	0,200*	0,978	5	0,925
	40MPa	0,247	5	0,200*	0,863	5	0,240

Fuente: Autora

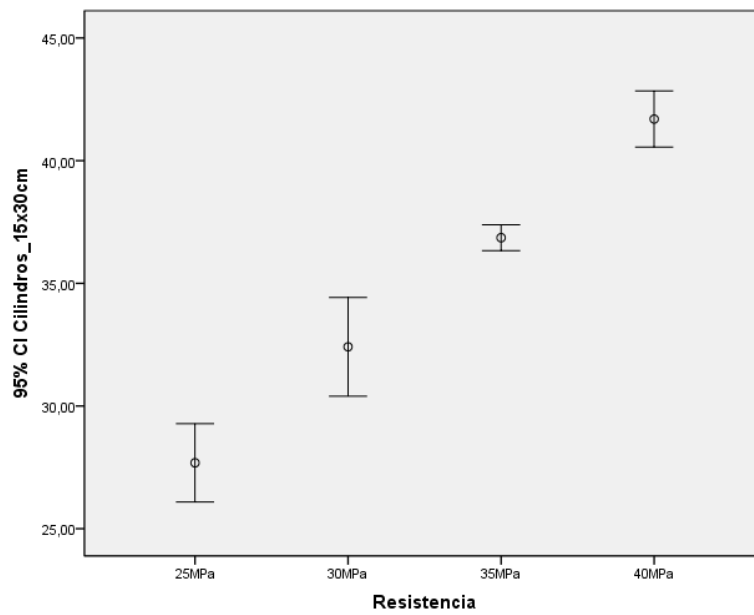
Como podemos observar la significancia de todas las resistencia al nivel de sig. de 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis.





Gráfica 4.12 Gráficos de normalidad Q-Q y P-P de cilindros 150x300 mm  
Fuente: Autora

➤ **Homogeneidad de varianzas**



Gráfica 4.13 Homogeneidad de varianzas de cilindros 150x300 mm  
Fuente: Autora

Tabla 4.11 Test de Homogeneidad de varianzas de cilindros 150x300 mm

LeveneStatistic	df1	df2	Sig.
2,686	3	16	0,081

Fuente: Autora

Como podemos observar en la figura existe homogeneidad y cómo podemos observar estadísticamente en el test la significancia es mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis.

Tabla 4.12 Medias de cada nivel de resistencia de cilindros 150x300 mm

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
25MPa	6	276,85	152,026	,62064	260,89	292,80	25,75	29,79
30MPa	4	324,12	126,621	,63311	303,97	344,27	30,82	33,56
35MPa	5	368,60	,42697	,19095	363,29	373,90	36,29	37,47
40MPa	5	416,960	,92189	,41228	405,513	428,407	40,68	42,64
Total	20	344,270	563,469	125,995	317,899	370,641	25,75	42,64

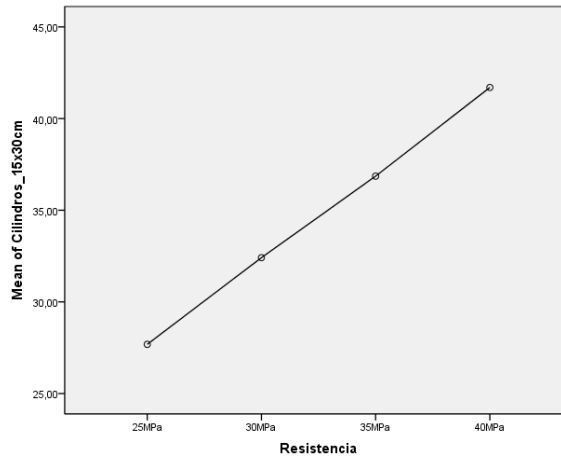
Fuente: Autora

Tabla 4.13 ANOVA de cilindros 150x300 mm

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	582,749	3	194,250	151,650	0,000
Within Groups	20,495	16	1,281		
Total	603,244	19			

Fuente: Autora

En el cuadro Anova la significancia es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales y se concluye que al menos dos son diferentes, para saber cuáles son diferentes se realiza la prueba POST HOT-TEST, antes de aplicar la prueba observemos las medias.

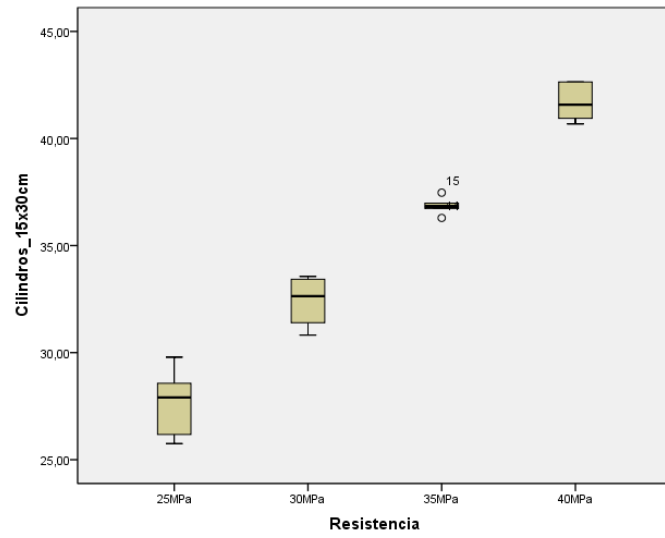


Gráfica 4.14 Medias de las Resistencias  
Fuente: Autora

Tabla 4.14 Prueba POST HOT-TEST de cilindros 150x300 mm

(I) Resistencia	(J) Resistencia	Sig.
25MPa	30MPa	.000
	35MPa	.000
	40MPa	.000
30MPa	25MPa	.000
	35MPa	.000
	40MPa	.000
35MPa	25MPa	.000
	30MPa	.000
	40MPa	.000
40MPa	25MPa	.000
	30MPa	.000
	35MPa	.000

Fuente: Autora



Gráfica 4.15 Diagramas de caja de cilindros 150x300 mm  
Fuente: Autora

## CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo a la investigación que se realizó, la resistencia a la compresión de los cilindros de 100x200 mm fue mayor que la resistencia que representan los cilindros de 150x300 mm en un 90% aproximadamente.
- ✓ Las resistencias de 25 y 30 MPa en los cilindros de 100x200 mm fueron significativamente mayores a las de 150x300mm
- ✓ Las resistencias de 35 y 40 MPa en los cilindros de 100x200 mm fueron más altos que los cilindros de 150x300 mm.
- ✓ Se determinó que en la mayoría de resistencias los cilindros de 150x300 mm presentan coeficientes de variación menor a los cilindros de 100x200 mm los cuales están en un rango de 0.86% a 4.84%, mientras que los cilindros de 100x200 mm están en un rango de 1.23% a 5.29%, siendo mayor a los cilindros de 150x300 mm.
- ✓ Comparando las relaciones de resistencia entre los cilindros de 100x200 mm y 150x300 mm. ( $S_{100}/S_{150}$ ), presentan en su mayoría resultados mayores a la unidad, lo cual demuestra que los cilindros de 100x200 mm presentan resistencias mayores a la de los cilindros de 150x300 mm.
- ✓ A partir de un análisis de regresión lineal tanto por el método de Mínimos cuadrados y el método de Mandel y en programas estadísticos se obtuvieron dos ecuaciones para estimar la resistencia a la compresión de los cilindros de 150x300 mm utilizando cilindros de 100x200 mm, las cuales se presentan a continuación

Mínimos cuadrados  $S(15) = 0.9083S(10) + 2.3619$

Método de Mandel  $\ln(S15) = 0.1511 + 0.9501\ln(S10)$

- ✓ Se obtuvo un coeficiente de correlación entre los dos tamaños de 0.97 dando una buena correlación entre ambos tamaños ya que se aproxima a 1 en los dos métodos (Mínimos cuadrados y el método de Mandel) y en los programas utilizados.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar los especímenes de 100x200 mm siempre y cuando el agregado con tamaño máximo nominal no exceda de 25mm.
- ✓ Tener cuidado en el transporte de los especímenes de 100x200 mm, debido a su menor tamaño y peso, pueden ser susceptibles de mal trato, daño e inclusive puede alterar su resistencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACI, 2008, ACI-214, Evaluación de los resultados de la prueba de resistencia del hormigón, Disponible en: [http://www.slideshare.net/certificacion\\_aci/criterios-de-aceptacin-aci-presentation](http://www.slideshare.net/certificacion_aci/criterios-de-aceptacin-aci-presentation)
- ACI 211.4R-93 (Reapproved 1998). Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash.
- ACI 228. 1R-03 In Place Methods to Estimate Concrete Strength. Reported by ACI Committee 228.
- ASTM C 670-03. "Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statement for Test Methods for Construction Materials", [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C 39/C 39M-03. "Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. American Society for Testing and Materials", [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C 31/C 31M-03a. "Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field", [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C 192/C 192M-02. "Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field", [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM Standard D75, 2003, "Standard Practice for Sampling Aggregates,"ASTMInternational,WestConshohocken,PA,2003,DOI: D 75-03,[www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM StandardC33, 2008, "Standard Specification for Concrete Aggregates,"ASTMInternational, WestConshohocken,PA,2008,DOI: C33/C 33M,[www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM Standard C 127, 2007, "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate,"ASTMInternational, WestConshohocken,PA,2007,DOI C127-07,[www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM Standard C 128, 2001, "Standard Test Method for Density, RelativeDensity (Specific Gravity), and AbsorptionofFine Aggregate," ASTMInternational,WestConshohocken, PA,2001,DOIC128-01, [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM, 1996-2011, ASTM C33 / C33M (Cement Standards and Concrete Standards), Disponible en: <http://www.astm.org/Standards/C33.htm>
- Bakieva, M., González Such, J. y Jornet, J. SPSS: ANOVA de un factor, Disponible en:<http://www.uv.es/innovamide>.
- Departamento Ingeniería y Gestión de la Construcción Pontificia Universidad Católica de Chile, 2008, Dosificación de Hormigones, Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/54237565/Manual-Dosificacion-de-Hormigones>



- DOUGLAS M, Geroge R. Probabilidad y Estadística aplicada a la Ingeniería. Editorial MC Graw – Hill Interamericana S. A. México 1997.
- FACULTAD DE INGENIERIA, 2008, DISEÑO DE MEZCLAS POR EL METODO ACI, Disponible en: [http://www.4shared.com/get/Z87boR\\_R/DISEO\\_ACI.html](http://www.4shared.com/get/Z87boR_R/DISEO_ACI.html)
- INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO-INECYC, 2009, CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN, Disponible en: [http://inecyc.org.ec/documentos/notas\\_tecnicas/CONTROL\\_CALIDAD\\_HORMIGON.pdf](http://inecyc.org.ec/documentos/notas_tecnicas/CONTROL_CALIDAD_HORMIGON.pdf)
- Kosmatka,S.Kerkhoff,B.Panarese,C.Tanesi,J.(2004),*Diseño y Control de Mezclas de Concreto*(1a ed.) México:Eds. PortlandCementAssociation.
- LIND-MARCHAL-MANSON. Estadística para administración y Economía 11ª edición, editorial México 2004
- Manuel Terradez-Angel A. Juan, Análisis de Varianza (Anova), Disponible en: [www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf)
- “Técnica Estadísticas con SPSS”. Cesar Pérez. Ed. Prentice Hall
- UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, (2008). *Programa de Certificación Internacional ACI, Técnico en ensayos de campo Grado I*. En J. Carvallo, J. Palacios, M. Valarezo (comps.), ASTM C31, Preparación y curado de probetas de hormigón en Obra (59-65). Loja: UTPL.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, (2008). *Programa de Certificación Internacional ACI, Técnico en ensayos de campo Grado I*. En J. Carvallo, J. Palacios, M. Valarezo (comps.), ASTM C143, Método de asentamiento del cono de Abrams (27-31). Loja: UTPL.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, (2008). *Programa de Certificación Internacional ACI, Técnico en ensayos de campo Grado I*. En J. Carvallo, J. Palacios, M. Valarezo (comps.), ASTM C1064, Medición de la temperatura de hormigón fresco (23-25). Loja: UTPL.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, (2008). *Programa de Certificación Internacional ACI, Técnico en ensayos de campo Grado I*. En J. Carvallo, J. Palacios, M. Valarezo (comps.), ASTM C138, Determinación del peso unitario, rendimiento y contenido de aire por el método gravimétrico (51-56). Loja: UTPL.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, (2008). *Programa de Certificación Internacional ACI, Técnico en ensayos de campo Grado I*. En J. Carvallo, J. Palacios, M. Valarezo (comps.), ASTM C231, Determinación del contenido de aire del hormigón fresco por el método volumétrico (34-37). Loja: UTPL.

## **ANEXOS**

## ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</b>			
<b>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES</b>			
<b>ARIDO FINO PARA HORMIGON</b>			
<b>DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DE AGUA.</b>			
<b>MUESTRA</b>		<b>ENSAYO</b>	
<b>Tipo de árido:</b>	Arena	<b>Norma:</b>	ASTM C128
<b>Procedencia:</b>	Catamayo	<b>Fecha:</b>	Diciembre del 2011
<b>Sector:</b>	Malca 3	<b>Realizado por:</b>	Glenda Cabrera
<b>DATOS DE ENSAYO</b>			
<b>No. Prueba</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr).		491.96	493.10
Masa del matraz más agua (gr) : B		1252.90	1252.00
Masa del matraz más agua más muestra (gr) : C		1557.30	1543.20
Masa de la muestra seca al horno (gr). A		486.45	486.07
Densidad real (estado sss): D <sub>sss</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )		2.623	2.442
Densidad seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )		2.594	2.407
Densidad aparente: D (gr/cm <sup>3</sup> )		2.672	2.494
Porcentaje de absorción: Pa en %		1.13	1.45
D <sub>sss</sub> =	2.533 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad real	D <sub>sss</sub> = 500 / (B+500-C)
D <sub>s</sub> =	2.501 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad seca	D <sub>s</sub> = A / (B+500-C)
D =	2.583 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente	D = A / (B+A-C)
Pa =	1.29 %	Porcentaje de absorción	Pa = 100 x ( 500-A ) / A
<b>Observaciones:</b> Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado			

## ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES			
ARIDO GRUESO PARA HORMIGON			
DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DE AGUA.			
MUESTRA		ENSAYO	
<b>Tipo de árido:</b>	Grava	<b>Norma:</b>	ASTM C127
<b>Procedencia:</b>	Catamayo	<b>Fecha:</b>	Diciembre del 2011
<b>Sector:</b>	Malca 3	<b>Realizado por:</b>	Glenda Cabrera
DATOS DE ENSAYO			
No. Prueba	1	2	3
Masa de la muestra en el aire estado sss (gr.) : B	8620.00	8280.00	
Masa de la muestra sumergida en agua (gr.) : C	6870.00	6658.00	
Masa de la muestra seca al horno (gr) : A	8540.00	8200.00	
Densidad real (estado sss): D <sub>sss</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	4.926	5.105	
Densidad seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	4.880	5.055	
Densidad aparente: D (gr/cm <sup>3</sup> )	5.114	5.318	
Porcentaje de absorción: Pa en %	0.94	0.98	
D <sub>sss</sub> = 5.016 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad real	$D_{sss} = B / ( B - C )$	
D <sub>s</sub> = 4.968 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad seca	$D_s = A / ( B - C )$	
D = 5.216 gr/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente	$D = A / ( A - C )$	
Pa = 0.96 %	Porcentaje de absorción	$Pa = 100 \times ( B - A ) / A$	
<b>Observaciones:</b> Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado			

## ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA						
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES						
ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN						
DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA						
MUESTRA				ENSAYO		
Tipo de árido:	Cantera			Norma:	ASTM C136	
Procedencia:	Catamayo			Fecha:	Diciembre del 2011	
Sector:	Malca 3			Realizado:	Glenda Cabrera	
Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
9,5	0	0.00	0.00	100.00	100	100
4,75	0	0.00	0.00	100.00	95	100
2,36	110.62	15.13	15.13	84.87	80	100
1,18	116.36	15.91	31.04	68.96	50	85
0,600	131.91	18.04	49.08	50.92	25	60
0,300	189.2	25.87	74.95	25.05	10	30
0,150	131.4	17.97	92.92	7.08	2	10
0,075	33.28	4.55	97.47	2.53		
Fondo	18.48	2.53	100.00	0.00		
Total	731.25	100.00				
Masa Muestra de Ensayo:	732.35 gramos			Módulo de finura: M <sub>f</sub> =	2.6	
Requisito de Gradación de la Arena para hormigón				Módulo de Finura:	2,3 a 3,1	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

Abertura de Malla (mm)	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)	Material Analizado (%)	Requisito INEN 872 (%)
9,5	100	100	100	100
4,75	95	100	100	95
2,36	80	100	84.87	80
1,18	50	85	68.96	50
0,600	25	60	50.92	25
0,300	10	30	25.05	10
0,150	2	10	7.08	2
0,075			2.53	
Fondo			0.00	

**Observaciones:** Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado

## ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA						
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES						
ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN						
DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA						
MUESTRA				ENSAYO		
Tipo de árido:	Cantera			Norma:	ASTM C136	
Procedencia:	Catamayo			Fecha:	Diciembre del 2011	
Sector:	Malca 3			Realizado:	Glenda Cabrera	
Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75						
63					100	100
50		0.00	0.00	100.00	95	100
37.5		0.00	0.00	100.00		
25	5800	29.44	29.44	70.56	35	70
19	4280	21.73	51.17	48.83		
12.5	5300	26.90	78.07	21.93	10	30
9.5	2160	10.96	89.04	10.96		
4.75	1380	7.01	96.04	3.96	0	5
Fondo	780	3.96	100.00	0.00		
Total	19700.00	100.00				
				Tamaño Máximo (mm)=	50	
Masa Muestra de Ensayo: 19700.00 gramos				Tamaño Máximo Nominal en mm:	50.00	
CURVA GRANULOMÉTRICA						
<p><b>Observaciones:</b> Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado</p>						

**ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</b>			
<b>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES</b>			
<b>ARIDO GRUESO PARA HORMIGÓN</b>			
<b>DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA</b>			
<b>MUESTRA</b>		<b>ENSAYO</b>	
<b>Tipo de árido :</b>	Cantera	<b>Norma:</b>	ASTM C29
<b>Procedencia:</b>	Catamayo	<b>Fecha:</b>	Diciembre del 2011
<b>Sector:</b>	Malca 3	<b>Realizado por:</b>	Glenda Cabrera
<b>DATOS DE ENSAYO</b>			
Peso del recipiente vacío más placa de vidrio:		11120.00	gramos
Peso del recipiente más agua más placa de vidrio:		25200.00	gramos
Temperatura del agua en °C	19	Densidad del agua en gr/cm <sup>3</sup>	0.998
Peso del recipiente vacío gr.	9640.00	Volumen del recipiente cm <sup>3</sup>	14101.29
<b>ESTADO COMPACTADO</b>			
<b>No. Prueba</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
Volumen del recipiente: V en cm <sup>3</sup>		14101.29	14101.29
Peso del recipiente más muestra		34520.00	34800.00
Masa de la muestra de ensayo: m		24880.00	25160.00
Densidad aparente: D (gr/cm <sup>3</sup> )		1.764	1.784
Masa unitaria ( d. aparente ) compactada:		1.774 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>Observaciones:</b> Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado			

**ANEXO A: ENSAYO DE LOS AGREGADOS**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</b>				
<b>LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y MINERALES</b>				
<b>ARIDO FINO PARA HORMIGÓN</b>				
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD</b>				
<b>MUESTRA</b>			<b>ENSAYO</b>	
<b>Tipo de arido</b>	Arena		<b>Norma:</b>	<b>INEN 862</b>
<b>Procedencia:</b>	Catamayo		<b>Fecha:</b>	Diciembre del 2011
<b>Sector:</b>	Malca 3		<b>Realizado por:</b>	Glenda Cabrera
<b>DATOS DE ENSAYO</b>				
<b>No. Prueba</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Masa de la muestra humeda (gr) : A		519.19		
Masa de la muestra seca al horno (gr): B		494.10		
Contenido de humedad (%) : CH		5.08		
	CH = $100 \times (A - B) / B$		CH = 5.08%	
<b>Observaciones:</b> Las muestras, los datos de referencia y la identificacion fueron proporcionados por el interesado				



**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 25 Mpa (LOTE 1-2)</b>						
<b>Dosificación por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				7.82%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.65%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				250	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				334	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.50	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especif.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				384.16	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690	Tabla 9.4	
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.128	384.16	384.16	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.50	25.12	25.12
Aire	0.002					
Arena	0.2120	536.98	536.98	1.40	69.89	27.60
Grava	0.465	1224.27	1224.27	3.19	159.35	89.81
Total	1.00	2338.40	2338.40			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	384.156					384.16
Agua	193.000				55.72	137.28
Arena	536.977	1.29	7.82	6.53	35.07	572.04
Grava	1224.271	0.96	2.65	1.69	20.65	1244.92
Total	2338.404					2338.40
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 6 cilind.
Cemento	384.156	1.00	50.00	50.00	8.07	16.13
Agua	137.282	0.36	17.87	17.87	2.88	5.77
Arena	572.045	1.49	74.45	29.40	12.01	24.03
Grava	1244.921	3.24	162.03	91.32	26.14	52.29

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 25 Mpa (LOTE 3-4)</b>						
<b>Dosificación por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.83%	%	
Contenido de humedad de la grava				1.50%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				250	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				334	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.50	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				384.16	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.128	384.16	384.16	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.50	25.12	25.12
Aire	0.002					
Arena	0.2120	536.98	536.98	1.40	69.89	27.60
Grava	0.465	1224.27	1224.27	3.19	159.35	89.81
Total	1.00	2338.40	2338.40			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	384.16					384.16
Agua	193.00				30.98	162.02
Arena	536.98	1.29	5.83	4.54	24.37	561.34
Grava	1224.27	0.96	1.50	0.54	6.61	1230.88
Total	2338.40					2338.40
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 6 cilind.
Cemento	384.16	1.00	50.00	50.00	8.07	16.13
Agua	162.02	0.42	21.09	21.09	3.40	6.81
Arena	561.34	1.46	73.06	28.85	11.79	23.58
Grava	1230.88	3.20	160.21	90.29	25.85	51.70

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 25 Mpa (LOTE 5-6)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				9.06%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.36%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				250	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				334	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.50	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				384.16	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.128	384.16	384.16	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.50	25.12	25.12
Aire	0.002					
Arena	0.2120	536.98	536.98	1.40	69.89	27.60
Grava	0.465	1224.27	1224.27	3.19	159.35	89.81
Total	1.00	2338.40	2338.40			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Materiales	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	384.16					384.16
Agua	193.00				58.83	134.17
Arena	536.98	1.29	9.06	7.77	41.73	578.71
Grava	1224.27	0.96	2.36	1.40	17.11	1241.38
Total	2338.40					2338.40
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
Materiales	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 6 cilind.
Cemento	384.16	1.00	50.00	50.00	8.07	16.13
Agua	134.17	0.35	17.46	17.46	2.82	5.63
Arena	578.71	1.51	75.32	29.74	12.15	24.31
Grava	1241.38	3.23	161.57	91.06	26.07	52.14

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 30 Mpa (LOTE 7)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				4.88%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.56%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				300	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				384	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.45	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				432.74	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.144	432.74	432.74	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.45	22.30	22.30
Aire	0.002					
Arena	0.1958	495.97	495.97	1.15	57.31	22.63
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.83	141.46	79.73
Total	1.00	2345.97	2345.97			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	432.74					432.74
Agua	193.00				37.34	155.66
Arena	495.97	1.29	4.88	3.59	17.80	513.76
Grava	1224.27	0.96	2.56	1.60	19.54	1243.81
Total	2345.97					2345.97
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 7 cilind.
Cemento	432.74	1.00	50.00	50.00	9.09	21.20
Agua	155.66	0.36	17.99	17.99	3.27	7.63
Arena	513.76	1.19	59.36	23.44	10.79	25.17
Grava	1243.81	2.87	143.72	81.00	26.12	60.95

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 30 Mpa (LOTE 8)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				4.88%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.56%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				300	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				384	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.45	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				432.74	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.144	432.74	432.74	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.45	22.30	22.30
Aire	0.002					
Arena	0.1958	495.97	495.97	1.15	57.31	22.63
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.83	141.46	79.73
Total	1.00	2345.97	2345.97			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	432.74					432.74
Agua	193.00				37.34	155.66
Arena	495.97	1.29	4.88	3.59	17.80	513.76
Grava	1224.27	0.96	2.56	1.60	19.54	1243.81
Total	2345.97					2345.97
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 7 cilind.
Cemento	432.74	1.00	50.00	50.00	9.09	18.17
Agua	155.66	0.36	17.99	17.99	3.27	6.54
Arena	513.76	1.19	59.36	23.44	10.79	21.58
Grava	1243.81	2.87	143.72	81.00	26.12	52.24

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 30 Mpa (LOTE 9)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				4.88%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.56%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				300	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				384	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.45	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				432.74	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.144	432.74	432.74	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.45	22.30	22.30
Aire	0.002					
Arena	0.1958	495.97	495.97	1.15	57.31	22.63
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.83	141.46	79.73
Total	1.00	2345.97	2345.97			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	432.74					432.74
Agua	193.00				37.34	155.66
Arena	495.97	1.29	4.88	3.59	17.80	513.76
Grava	1224.27	0.96	2.56	1.60	19.54	1243.81
Total	2345.97					2345.97
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 7 cilind.
Cemento	432.74	1.00	50.00	50.00	9.09	21.20
Agua	155.66	0.36	17.99	17.99	3.27	7.63
Arena	513.76	1.19	59.36	23.44	10.79	25.17
Grava	1243.81	2.87	143.72	81.00	26.12	60.95

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 30 Mpa(LOTE 10)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				4.88%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.63%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				300	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				384	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.45	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especif.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				432.74	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.144	432.74	432.74	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.45	22.30	22.30
Aire	0.002					
Arena	0.1958	495.97	495.97	1.15	57.31	22.63
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.83	141.46	79.73
Total	1.00	2345.97	2345.97			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	432.74					432.74
Agua	193.00				38.26	154.74
Arena	495.97	1.29	4.88	3.59	17.80	513.76
Grava	1224.27	0.96	2.63	1.67	20.46	1244.73
Total	2345.97					2345.97
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 6 cilind.
Cemento	432.74	1.00	50.00	50.00	9.09	18.17
Agua	154.74	0.36	17.88	17.88	3.25	6.50
Arena	513.76	1.19	59.36	23.44	10.79	21.58
Grava	1244.73	2.88	143.82	81.06	26.14	52.28

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 30 Mpa(LOTE 11)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.78%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.17%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				300	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				384	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.45	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especif.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				432.74	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.144	432.74	432.74	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.45	22.30	22.30
Aire	0.002					
Arena	0.1958	495.97	495.97	1.15	57.31	22.63
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.83	141.46	79.73
Total	1.00	2345.97	2345.97			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	432.74					432.74
Agua	193.00				37.11	155.89
Arena	495.97	1.29	5.78	4.49	22.26	518.22
Grava	1224.27	0.96	2.17	1.21	14.86	1239.13
Total	2345.97					2345.97
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 6 cilind.
Cemento	432.74	1.00	50.00	50.00	9.09	18.17
Agua	155.89	0.36	18.01	18.01	3.27	6.55
Arena	518.22	1.20	59.88	23.64	10.88	21.77
Grava	1239.13	2.86	143.17	80.69	26.02	52.04



**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 35 Mpa(LOTE 12)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				7.48%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.45%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				350	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				435	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.40	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				488.61	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.163	488.61	488.61	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.40	19.75	19.75
Aire	0.002					
Arena	0.1772	448.80	448.80	0.92	45.93	18.13
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.51	125.28	70.61
Total	1.00	2354.68	2354.68			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	488.61					488.61
Agua	193.00				46.04	146.96
Arena	448.80	1.29	7.48	6.19	27.78	476.58
Grava	1224.27	0.96	2.45	1.49	18.27	1242.54
Total	2354.68					2354.68
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 7 cilind.
Cemento	488.61	1.00	50.00	50.00	10.26	23.94
Agua	146.96	0.30	15.04	15.04	3.09	7.20
Arena	476.58	0.98	48.77	19.26	10.01	23.35
Grava	1242.54	2.54	127.15	71.66	26.09	60.88

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 35 Mpa (LOTE 13)</b>						
<b>Dosificación por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				7.48%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.45%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				350	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				435	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.40	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especif.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				488.61	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.163	488.61	488.61	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.40	19.75	19.75
Aire	0.002					
Arena	0.1772	448.80	448.80	0.92	45.93	18.13
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.51	125.28	70.61
Total	1.00	2354.68	2354.68			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	488.61					488.61
Agua	193.00				46.04	146.96
Arena	448.80	1.29	7.48	6.19	27.78	476.58
Grava	1224.27	0.96	2.45	1.49	18.27	1242.54
Total	2354.68					2354.68
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 6 cilind.
Cemento	488.61	1.00	50.00	50.00	10.26	20.52
Agua	146.96	0.30	15.04	15.04	3.09	6.17
Arena	476.58	0.98	48.77	19.26	10.01	20.02
Grava	1242.54	2.54	127.15	71.66	26.09	52.19

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 35 Mpa (LOTE 14-16)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				6.29%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.01%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				350	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				435	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.40	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				488.61	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.163	488.61	488.61	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.40	19.75	19.75
Aire	0.002					
Arena	0.1772	448.80	448.80	0.92	45.93	18.13
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.51	125.28	70.61
Total	1.00	2354.68	2354.68			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	488.61					488.61
Agua	193.00				35.22	157.78
Arena	448.80	1.29	6.29	5.00	22.42	471.23
Grava	1224.27	0.96	2.01	1.05	12.79	1237.06
Total	2354.68					2354.68
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 7 cilind.
Cemento	488.61	1.00	50.00	50.00	10.26	23.94
Agua	157.78	0.32	16.15	16.15	3.31	7.73
Arena	471.23	0.96	48.22	19.04	9.90	23.09
Grava	1237.06	2.53	126.59	71.35	25.98	60.62

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 35 Mpa(LOTE 15)</b>						
<b>Dosificación por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				6.29%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.01%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				350	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				435	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.40	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				488.61	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.163	488.61	488.61	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.40	19.75	19.75
Aire	0.002					
Arena	0.1772	448.80	448.80	0.92	45.93	18.13
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.51	125.28	70.61
Total	1.00	2354.68	2354.68			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	488.61					488.61
Agua	193.00				35.22	157.78
Arena	448.80	1.29	6.29	5.00	22.42	471.23
Grava	1224.27	0.96	2.01	1.05	12.79	1237.06
Total	2354.68					2354.68
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 6 cilind.
Cemento	488.61	1.00	50.00	50.00	10.26	20.52
Agua	157.78	0.32	16.15	16.15	3.31	6.63
Arena	471.23	0.96	48.22	19.04	9.90	19.79
Grava	1237.06	2.53	126.59	71.35	25.98	51.96

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 40 Mpa (LOTE 17)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.40%	%	
Contenido de humedad de la grava				1.68%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				400	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				490	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.35	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especif.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				551.43	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.184	551.43	551.43	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.35	17.50	17.50
Aire	0.002					
Arena	0.1563	395.77	395.77	0.72	35.89	14.17
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.22	111.01	62.56
Total	1.00	2364.47	2364.47			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	551.43					551.43
Agua	193.00				25.11	167.89
Arena	395.77	1.29	5.40	4.11	16.27	412.04
Grava	1224.27	0.96	1.68	0.72	8.83	1233.10
Total	2364.47					2364.47
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 7 cilind.
Cemento	551.43	1.00	50.00	50.00	11.58	27.02
Agua	167.89	0.30	15.22	15.22	3.53	8.23
Arena	412.04	0.75	37.36	14.75	8.65	20.19
Grava	1233.10	2.24	111.81	63.02	25.90	60.42

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 40 Mpa (LOTE 18)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.40%	%	
Contenido de humedad de la grava				1.68%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				400	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				490	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.35	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				551.43	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m <sup>3</sup> )	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación Correg. Kg/m	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.184	551.43	551.43	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.35	17.50	17.50
Aire	0.002					
Arena	0.1563	395.77	395.77	0.72	35.89	14.17
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.22	111.01	62.56
Total	1.00	2364.47	2364.47			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m <sup>3</sup>	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	551.43					551.43
Agua	193.00				25.11	167.89
Arena	395.77	1.29	5.40	4.11	16.27	412.04
Grava	1224.27	0.96	1.68	0.72	8.83	1233.10
Total	2364.47					2364.47
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif. Volum 6 cilind.
Cemento	551.43	1.00	50.00	50.00	11.58	23.16
Agua	167.89	0.30	15.22	15.22	3.53	7.05
Arena	412.04	0.75	37.36	14.75	8.65	17.31
Grava	1233.10	2.24	111.81	63.02	25.90	51.79

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 40 Mpa (LOTE 19-21)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.08%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.14%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				400	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				490	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.35	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				551.43	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.184	551.43	551.43	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.35	17.50	17.50
Aire	0.002					
Arena	0.1563	395.77	395.77	0.72	35.89	14.17
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.22	111.01	62.56
Total	1.00	2364.47	2364.47			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	551.43					551.43
Agua	193.00				29.42	163.58
Arena	395.77	1.29	5.08	3.79	15.00	410.77
Grava	1224.27	0.96	2.14	1.18	14.42	1238.69
Total	2364.47					2364.47
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 6 cilind.
Cemento	551.43	1.00	50.00	50.00	11.58	27.02
Agua	163.58	0.30	14.83	14.83	3.44	8.02
Arena	410.77	0.74	37.25	14.71	8.63	20.13
Grava	1238.69	2.25	112.32	63.30	26.01	60.70

**ANEXO B. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES A DIFERENTES NIVELES DE RESISTENCIA 25, 30, 35, 40MPA**

<b>DOSIFICACION DE HORMIGONES DE 40 Mpa (LOTE 20)</b>						
<b>Dosificacion por el método ACI 211.4R</b>						
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES</b>						
Densidad real del cemento				3.00	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la arena estado sss				2.53	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad real de la grava estado sss				2.63	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad aparente grava estado compactado				1.77	gr/cm <sup>3</sup>	
Modulo de finura de la arena				2.60		
Tamaño máximo del arido grueso				25.00	mm	
Capacidad de absorción de la arena				1.29	%	
Capacidad de absorción de la grava				0.96	%	
Contenido de humedad de la arena				5.08%	%	
Contenido de humedad de la grava				2.14%	%	
Asentamiento				25-75	mm	
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c:				400	Kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio requerida fr:				490	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>						
El hormigón se dosificará con aire incluido						
Relación agua/cemento para resistencia especificada				0.35	Tabla 2.4	
Cantidad de agua para T <sub>máx.Nom.</sub> 25.00 mm y Asent. especific.				193	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de cemento				551.43	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregado grueso				0.690		
<b>RESUMEN DE LA DOSIFICACION</b>						
Materiales	Volumen real (m3)	Dosificación Peso Kg/m3	Dosificación Correg. Kg/m	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Volum./saco
Cemento	0.184	551.43	551.43	1.00	50	50
Agua	0.193	193.00	193.00	0.35	17.50	17.50
Aire	0.002					
Arena	0.1563	395.77	395.77	0.72	35.89	14.17
Grava	0.465	1224.27	1224.27	2.22	111.01	62.56
Total	1.00	2364.47	2364.47			
<b>CORRECCION DE LA DOSIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
MATERIAL	Dosificación Peso Kg/m3	Capacidad Absorción	Contenido Humedad	Agua Porcentaje	Agua Peso	Dosificación Corregida
Cemento	551.43					551.43
Agua	193.00				29.42	163.58
Arena	395.77	1.29	5.08	3.79	15.00	410.77
Grava	1224.27	0.96	2.14	1.18	14.42	1238.69
Total	2364.47					2364.47
<b>DOSIFICACION PARA 6 CILINDROS</b>						
MATERIAL	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/saco	Dosificación Vol./saco	Dosif.Peso 3 cilind.	Dosif.Volum 6 cilind.
Cemento	551.43	1.00	50.00	50.00	11.58	23.16
Agua	163.58	0.30	14.83	14.83	3.44	6.87
Arena	410.77	0.74	37.25	14.71	8.63	17.25
Grava	1238.69	2.25	112.32	63.30	26.01	52.03



**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

**RESULTADOS DEL ENSAYO A LA COMPRESION EN CILINDROS DE HORMIGÓN**

**REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 150x300mm (f'c=25MPa)**

MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD ( días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.( pulg )		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (pulg)	Φ PROM. (mm)	ÁREA ( mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (MPA)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2								
Y1	01	19-ene-2012	16-feb-2012	28	30.00	12.56	5.922	5.972	0.8	1.99	5.95	151.05	17921	477.9	27.18	5
Y2		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.60	12.42	5.915	5.930	0.3	1.97	5.92	150.43	17773	456.9	26.21	3
Y3		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.80	12.48	5.905	5.968	1.1	1.98	5.94	150.79	17857	452.9	25.85	5
Y4		19-ene-2012	16-feb-2012	28	30.20	12.64	5.903	5.928	0.4	2.01	5.92	150.25	17731	455.7	26.20	3
Y5		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.80	12.32	5.863	5.878	0.3	2.00	5.87	149.11	17463	435.8	25.44	5
Y6	02	19-ene-2012	16-feb-2012	28	30.00	12.52	5.927	5.925	0.0	1.99	5.93	150.52	17794	436.5	25.01	3
Y7		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.90	12.50	5.889	5.927	0.6	1.99	5.91	150.06	17686	446.5	25.73	3
Y8		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.60	12.40	5.928	5.963	0.6	1.96	5.95	151.02	17912	450.4	25.63	3
Y9		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.70	12.52	5.901	5.976	1.3	1.97	5.94	150.84	17869	452.7	25.82	3
Y10		19-ene-2012	16-feb-2012	28	29.00	11.64	5.809	5.801	0.1	1.97	5.81	147.45	17075	444.5	26.54	3
Y11	03	24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.00	12.94	5.940	6.041	1.7	1.97	5.99	152.16	18184	490.8	27.51	3
Y12		24-ene-2012	22-feb-2012	29	29.90	12.78	5.958	5.886	1.2	1.99	5.92	150.42	17770	463.3	26.58	3
Y13		24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.00	12.78	6.009	5.905	1.7	1.98	5.96	151.31	17981	493.8	27.99	5
Y14		24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.00	12.68	5.890	5.956	1.1	1.99	5.92	150.44	17776	524.6	30.08	3
Y15		24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.20	12.70	5.890	5.896	0.1	2.02	5.89	149.68	17597	502.3	29.10	3
Y16	04	24-ene-2012	22-feb-2012	29	29.40	11.80	5.803	5.819	0.3	1.99	5.81	147.60	17110	446.0	26.57	3
Y17		24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.20	12.64	5.893	5.937	0.7	2.01	5.92	150.24	17728	474.4	27.28	3
Y18		24-ene-2012	22-feb-2012	29	29.80	16.28	5.886	5.834	0.9	2.00	5.86	148.84	17400	471.5	27.62	3
Y19		24-ene-2012	22-feb-2012	29	30.00	12.62	5.920	5.882	0.6	2.00	5.90	149.89	17644	495.0	28.60	5
Y20		24-ene-2012	22-feb-2012	29	29.80	12.46	5.947	5.870	1.3	1.99	5.91	150.08	17689	482.4	27.80	2
Y21	05	30-ene-2012	27-feb-2012	28	29.80	12.96	6.038	5.973	1.1	1.95	6.01	152.54	18275	505.5	28.20	3
Y22		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.10	12.72	5.941	5.890	0.9	2.00	5.92	150.25	17731	505.4	29.06	2
Y23		30-ene-2012	27-feb-2012	28	29.80	12.70	5.894	6.000	1.8	1.97	5.95	151.05	17921	538.7	30.64	3
Y24		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.00	12.76	5.886	5.913	0.5	2.00	5.90	149.85	17635	529.4	30.60	3
Y25		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.10	12.82	5.945	5.905	0.7	2.00	5.93	150.50	17788	531.7	30.47	3
Y26	06	30-ene-2012	27-feb-2012	28	29.80	12.40	5.892	5.924	0.5	1.99	5.91	150.06	17686	503.1	29.00	3
Y27		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.20	12.78	5.925	5.904	0.4	2.01	5.91	150.23	17725	491.3	28.25	3
Y28		30-ene-2012	27-feb-2012	28	29.70	12.58	5.943	5.913	0.5	1.97	5.93	150.57	17806	489.4	28.02	2
Y29		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.20	12.72	5.943	5.900	0.7	2.01	5.92	150.41	17767	500.2	28.70	2
Y30		30-ene-2012	27-feb-2012	28	30.00	12.66	5.950	5.902	0.8	1.99	5.93	150.52	17794	504.1	28.88	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 100x200mm (f'c=25MPa)															
MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD ( días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.(mm)		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (MPA)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2							
Y1	01	19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.80	3.84	101.20	101.30	0.1	1.96	101.25	8052	213.3	27.00	3
Y2		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.70	3.78	101.20	102.40	1.2	1.94	101.80	8139	222.1	27.82	5
Y3		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.70	3.76	102.10	101.50	0.6	1.94	101.80	8139	213.4	26.73	5
Y4		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.90	3.82	101.90	102.00	0.1	1.95	101.95	8163	221.6	27.67	4
Y5		19-ene-2012	16-feb-2012	28	20.00	3.86	101.20	101.70	0.5	1.97	101.45	8083	217.8	27.47	5
Y6	02	19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.90	3.80	101.30	102.00	0.7	1.96	101.65	8115	218.1	27.40	6
Y7		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.70	3.76	101.80	101.50	0.3	1.94	101.65	8115	211.9	26.62	5
Y8		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.90	3.78	101.20	101.50	0.3	1.96	101.35	8067	205.0	25.90	1
Y9		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.90	3.78	101.90	102.00	0.1	1.95	101.95	8163	215.6	26.92	6
Y10		19-ene-2012	16-feb-2012	28	19.90	3.80	101.60	101.50	0.1	1.96	101.55	8099	216.0	27.19	6
Y11	03	24-ene-2012	22-feb-2012	29	20.00	3.84	101.86	101.48	0.4	1.97	101.67	8118	240.8	30.24	2
Y12		24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.84	101.72	101.18	0.5	1.96	101.45	8083	203.7	25.69	5
Y13		24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.82	101.16	101.08	0.1	1.97	101.12	8031	242.8	30.82	3
Y14		24-ene-2012	22-feb-2012	29	20.00	3.84	100.62	101.02	0.4	1.98	100.82	7983	240.9	30.76	3
Y15		24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.82	100.74	100.82	0.1	1.97	100.78	7977	220.1	28.13	5
Y16	04	24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.82	101.20	101.36	0.2	1.96	101.28	8056	201.9	25.55	5
Y17		24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.78	102.14	102.02	0.1	1.95	102.08	8184	216.5	26.97	5
Y18		24-ene-2012	22-feb-2012	29	20.00	3.82	101.88	100.58	1.3	1.98	101.23	8048	229.6	29.08	5
Y19		24-ene-2012	22-feb-2012	29	20.00	3.82	100.12	100.62	0.5	1.99	100.37	7912	217.2	27.98	6
Y20		24-ene-2012	22-feb-2012	29	19.90	3.84	101.76	101.32	0.4	1.96	101.54	8098	227.5	28.64	5
Y21	05	30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.20	4.10	103.94	103.70	0.2	1.95	103.82	8465	233.9	28.16	5
Y22		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	3.86	102.12	103.04	0.9	1.95	102.58	8264	246.0	30.34	5
Y23		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	3.86	100.72	100.86	0.1	1.98	100.79	7979	225.6	28.82	3
Y24		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.10	4.10	104.32	104.20	0.1	1.93	104.26	8537	261.5	31.22	3
Y25		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	4.06	103.62	103.72	0.1	1.93	103.67	8441	251.3	30.35	5
Y26	06	30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.10	3.90	101.82	102.06	0.2	1.97	101.94	8162	213.9	26.72	5
Y27		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	3.82	101.72	101.58	0.1	1.97	101.65	8115	214.8	26.98	5
Y28		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	3.86	102.62	101.18	1.4	1.96	101.90	8155	222.1	27.76	5
Y29		30-ene-2012	27-feb-2012	28	20.00	3.84	100.76	101.92	1.2	1.97	101.34	8066	221.7	28.02	2
Y30		30-ene-2012	27-feb-2012	28	19.90	3.84	101.10	100.92	0.2	1.97	101.01	8013	217.4	27.65	6

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

<b>REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 150x300mm (f'c=30MPa)</b>																
MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD (días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.( pulg )		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (pulg)	Φ PROM. (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (MPa)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2								
Y31	07	1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.70	13.14	6.042	6.045	0.0	1.93	6.04	153.50	18507	594.1	32.72	2
Y32		1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.80	12.62	5.914	6.002	1.5	1.97	5.96	151.33	17987	570.7	32.34	2
Y33		1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.70	12.66	5.923	5.914	0.2	1.98	5.92	150.33	17749	653.5	37.53	2
Y34		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.30	12.66	5.943	5.907	0.6	2.01	5.93	150.50	17788	592.3	33.94	3
Y35		1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.70	12.66	5.903	5.953	0.8	1.97	5.93	150.57	17806	601.8	34.45	3
Y36		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.10	12.66	5.923	5.909	0.2	2.00	5.92	150.27	17734	574.2	33.01	3
Y37	08	1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.90	12.34	5.913	5.881	0.5	2.00	5.90	149.78	17621	558.8	32.33	5
Y38		1-feb-2012	29-feb-2012	28	29.90	12.86	5.981	6.004	0.4	1.96	5.99	152.21	18196	548.8	30.74	3
Y39		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.10	12.30	5.886	5.902	0.3	2.01	5.89	149.71	17603	545.7	31.60	2
Y40		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.10	12.66	5.905	5.927	0.4	2.00	5.92	150.27	17734	558.1	32.08	2
Y41		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.10	12.46	5.949	5.881	1.1	2.00	5.92	150.24	17728	567.9	32.65	2
Y42		1-feb-2012	29-feb-2012	28	30.20	12.62	5.929	5.900	0.5	2.01	5.91	150.23	17725	564.2	32.45	2
Y43	09	3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.70	12.26	5.909	5.845	1.1	1.99	5.88	149.28	17501	545.1	31.75	2
Y44		3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.70	12.40	5.910	5.859	0.9	1.99	5.88	149.47	17546	581.0	33.75	2
Y45		3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.50	12.74	6.020	5.990	0.5	1.93	6.01	152.53	18272	612.6	34.18	3
Y46		3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.60	12.38	5.909	5.889	0.3	1.98	5.90	149.83	17633	595.2	34.41	3
Y47		3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.10	12.56	5.928	5.848	1.3	2.01	5.89	149.56	17567	579.0	33.60	2
Y48		3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.30	12.66	5.915	5.940	0.4	2.01	5.93	150.56	17803	588.0	33.67	3
Y49	10	3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.20	12.58	5.915	5.913	0.0	2.01	5.91	150.22	17722	619.8	35.65	3
Y50		3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.10	12.58	5.905	5.900	0.1	2.01	5.90	149.92	17653	567.0	32.74	2
Y51		3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.00	13.12	6.038	6.034	0.1	1.96	6.04	153.31	18461	648.2	35.79	3
Y52		3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.90	12.58	5.950	5.923	0.5	1.98	5.94	150.79	17857	594.3	33.92	3
Y53		3-feb-2012	2-mar-2012	28	30.10	12.64	5.888	5.961	1.2	2.00	5.92	150.48	17785	545.5	31.27	3
Y54		3-feb-2012	2-mar-2012	28	29.80	12.54	5.970	5.972	0.0	1.96	5.97	151.66	18066	538.7	30.40	2
Y55	11	4-feb-2012	3-mar-2012	28	29.80	12.62	6.003	5.919	1.4	1.97	5.96	151.41	18005	545.4	30.88	2
Y56		4-feb-2012	3-mar-2012	28	29.70	12.34	5.909	5.897	0.2	1.98	5.90	149.94	17656	534.8	30.88	5
Y57		4-feb-2012	3-mar-2012	28	30.00	12.58	5.926	5.923	0.1	1.99	5.92	150.48	17785	544.5	31.21	3
Y58		4-feb-2012	3-mar-2012	28	29.90	13.02	6.030	6.060	0.5	1.95	6.05	153.54	18516	551.2	30.35	3
Y59		4-feb-2012	3-mar-2012	28	30.10	12.64	5.878	5.930	0.9	2.01	5.90	149.96	17662	531.5	30.67	2
Y60		4-feb-2012	3-mar-2012	28	30.10	12.62	5.877	5.940	1.1	2.01	5.91	150.08	17689	537.0	30.95	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 100x200mm (f'c=30MPa)															
MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD ( días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.(mm)		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (Kg/cm2.)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2							
Y31	07	1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.20	4.06	104.30	104.22	0.1	1.94	104.26	8537	291.6	<b>34.82</b>	5
Y32		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	100.92	102.04	1.1	1.96	101.48	8088	291.9	<b>36.79</b>	2
Y33		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.20	4.08	104.08	104.36	0.3	1.94	104.22	8531	290.9	<b>34.76</b>	5
Y34		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.84	102.38	102.36	0.0	1.95	102.37	8231	262.0	<b>32.45</b>	5
Y35		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	101.52	101.68	0.2	1.96	101.60	8107	277.4	<b>34.88</b>	3
Y36		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.10	4.04	103.60	103.62	0.0	1.94	103.61	8431	278.9	<b>33.72</b>	2
Y37		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.82	101.94	101.70	0.2	1.96	101.82	8142	269.4	<b>33.73</b>	3
Y38		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.80	101.70	102.16	0.5	1.95	101.93	8160	272.8	<b>34.08</b>	3
Y39	08	1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.82	101.96	101.68	0.3	1.96	101.82	8142	252.8	<b>31.65</b>	5
Y40		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.20	3.88	101.48	101.72	0.2	1.99	101.60	8107	247.5	<b>31.12</b>	2
Y41		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.82	100.82	101.12	0.3	1.98	100.97	8007	259.1	<b>32.99</b>	5
Y42		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.80	101.68	100.72	0.9	1.98	101.20	8044	260.0	<b>32.95</b>	2
Y43	09	3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.20	4.10	104.44	103.82	0.6	1.94	104.13	8516	276.7	<b>33.12</b>	2
Y44		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	4.04	104.16	103.56	0.6	1.93	103.86	8472	304.4	<b>36.63</b>	3
Y45		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	3.82	101.18	101.10	0.1	1.98	101.14	8034	312.0	<b>39.59</b>	2
Y46		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	3.82	102.08	101.92	0.2	1.96	102.00	8171	291.7	<b>36.39</b>	5
Y47		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.82	100.78	100.86	0.1	1.97	100.82	7983	290.1	<b>37.04</b>	2
Y48		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.80	102.12	101.20	0.9	1.96	101.66	8117	278.7	<b>35.00</b>	2
Y49		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.84	101.02	101.82	0.8	1.96	101.42	8079	292.2	<b>36.87</b>	2
Y50		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.80	102.26	101.04	1.2	1.96	101.65	8115	289.9	<b>36.41</b>	2
Y51	10	3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.10	4.06	104.04	103.90	0.1	1.93	103.97	8490	288.9	<b>34.69</b>	2
Y52		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.82	101.04	102.46	1.4	1.96	101.75	8131	300.5	<b>37.67</b>	5
Y53		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.82	101.76	101.34	0.4	1.96	101.55	8099	281.8	<b>35.47</b>	3
Y54		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.10	3.88	101.38	101.74	0.4	1.98	101.56	8101	280.1	<b>35.25</b>	3
Y55	11	4-feb-2012	3-mar-2012	28	19.90	3.82	102.00	100.80	1.2	1.96	101.40	8075	258.3	<b>32.61</b>	3
Y56		4-feb-2012	3-mar-2012	28	19.90	3.80	101.54	101.20	0.3	1.96	101.37	8071	235.9	<b>29.80</b>	3
Y57		4-feb-2012	3-mar-2012	28	20.00	3.82	101.46	101.32	0.1	1.97	101.39	8074	239.5	<b>30.24</b>	3
Y58		4-feb-2012	3-mar-2012	28	20.00	3.82	101.28	101.48	0.2	1.97	101.38	8072	239.9	<b>30.29</b>	2
Y59		4-feb-2012	3-mar-2012	28	19.90	3.82	101.02	101.58	0.6	1.96	101.30	8060	250.0	<b>31.62</b>	5
Y60		4-feb-2012	3-mar-2012	28	20.10	4.06	104.62	103.60	1.0	1.93	104.11	8513	252.1	<b>30.19</b>	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

**REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 150x300mm (f'c=35MPa)**

MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD ( días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.( pulg )		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (pulg)	Φ PROM. (mm)	ÁREA ( mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (MPA)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2								
Y61	12	7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.90	12.60	5.928	5.910	0.3	1.99	5.92	150.34	17752	635.6	<b>36.50</b>	3
Y62		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.20	12.64	5.902	5.903	0.0	2.01	5.90	149.92	17653	633.3	<b>36.57</b>	2
Y63		7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.70	12.32	5.913	5.856	1.0	1.99	5.88	149.47	17546	628.8	<b>36.53</b>	3
Y64		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.10	12.66	5.932	5.933	0.0	2.00	5.93	150.69	17833	651.7	<b>37.25</b>	2
Y65		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.20	12.60	5.870	5.917	0.8	2.02	5.89	149.69	17600	648.8	<b>37.58</b>	2
Y66		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.20	12.62	5.894	5.925	0.5	2.01	5.91	150.10	17695	623.7	<b>35.93</b>	2
Y67	13	7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.90	12.66	6.020	5.925	1.6	1.97	5.97	151.70	18075	658.8	<b>37.15</b>	3
Y68		7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.70	12.30	5.902	5.841	1.0	1.99	5.87	149.14	17468	639.0	<b>37.29</b>	2
Y69		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.20	12.62	5.901	5.885	0.3	2.02	5.89	149.68	17597	636.2	<b>36.85</b>	3
Y70		7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.70	12.46	5.860	5.973	1.9	1.98	5.92	150.28	17737	629.5	<b>36.18</b>	2
Y71		7-feb-2012	6-mar-2012	28	30.00	13.10	6.028	6.024	0.1	1.96	6.03	153.06	18400	688.3	<b>38.13</b>	3
Y72		7-feb-2012	6-mar-2012	28	29.80	12.78	5.993	5.993	0.0	1.96	5.99	152.22	18199	648.0	<b>36.30</b>	3
Y73	14	9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.00	13.10	6.028	6.077	0.8	1.95	6.05	153.73	18562	665.2	<b>36.53</b>	2
Y74		9-feb-2012	8-mar-2012	28	29.80	12.34	5.885	5.881	0.1	1.99	5.88	149.43	17537	647.9	<b>37.66</b>	3
Y75		9-feb-2012	8-mar-2012	28	29.60	12.44	5.957	5.860	1.6	1.97	5.91	150.08	17689	656.3	<b>37.82</b>	3
Y76		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.00	12.58	5.905	5.931	0.4	2.00	5.92	150.32	17746	630.8	<b>36.23</b>	3
Y77		9-feb-2012	8-mar-2012	28	29.80	12.86	6.027	5.985	0.7	1.95	6.01	152.55	18278	637.5	<b>35.55</b>	3
Y78		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.10	12.64	5.888	5.901	0.2	2.01	5.89	149.72	17606	642.6	<b>37.21</b>	3
Y79	15	9-feb-2012	8-mar-2012	28	29.70	12.36	5.845	5.910	1.1	1.99	5.88	149.29	17504	599.3	<b>34.90</b>	3
Y80		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.20	12.58	5.902	5.920	0.3	2.01	5.91	150.14	17704	609.2	<b>35.08</b>	3
Y81		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.20	12.66	5.925	5.892	0.6	2.01	5.91	150.08	17689	640.9	<b>36.93</b>	3
Y82		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.20	12.68	5.909	5.940	0.5	2.01	5.92	150.48	17785	662.6	<b>37.98</b>	3
Y83		9-feb-2012	8-mar-2012	28	30.10	12.62	5.908	5.870	0.64	2.01	5.89	149.58	17573	642.3	<b>37.26</b>	2
Y84		9-feb-2012	8-mar-2012	28	29.90	12.60	5.945	5.931	0.24	1.98	5.94	150.83	17866	623.8	<b>35.59</b>	3
Y85	16	10-feb-2012	9-mar-2012	28	29.80	12.30	5.853	5.886	0.56	2.00	5.87	149.09	17457	660.6	<b>38.58</b>	3
Y86		10-feb-2012	9-mar-2012	28	30.20	12.70	5.905	5.909	0.07	2.01	5.91	150.04	17680	650.4	<b>37.50</b>	2
Y87		10-feb-2012	9-mar-2012	28	30.20	12.62	5.920	5.900	0.34	2.01	5.91	150.11	17698	652.7	<b>37.59</b>	3
Y88		10-feb-2012	9-mar-2012	28	30.10	12.66	5.932	5.909	0.39	2.00	5.92	150.38	17761	649.7	<b>37.29</b>	2
Y89		10-feb-2012	9-mar-2012	28	29.90	12.66	5.896	6.014	2.00	1.98	5.96	151.26	17969	649.5	<b>36.85</b>	3
Y90		10-feb-2012	9-mar-2012	28	30.30	12.74	5.952	5.904	0.81	2.01	5.93	150.57	17806	646.9	<b>37.03</b>	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 100x200mm (f'c=35MPa)															
MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD (días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.(mm)		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	RESIT. OBTENID.(MPa)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2							
Y61	12	7-feb-2012	6-mar-2012	28	19.90	3.82	101.68	101.32	0.4	1.96	101.50	8091	314.3	<b>39.60</b>	2
Y62		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.20	3.92	101.80	101.62	0.2	1.99	101.71	8125	286.4	<b>35.93</b>	2
Y63		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.20	4.08	103.94	104.00	0.1	1.94	103.97	8490	334.6	<b>40.17</b>	2
Y64		7-feb-2012	6-mar-2012	28	19.90	3.84	100.70	102.00	1.3	1.96	101.35	8067	294.5	<b>37.21</b>	3
Y65		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.10	4.04	103.58	103.79	0.2	1.94	103.69	8443	286.2	<b>34.55</b>	2
Y66		7-feb-2012	6-mar-2012	28	19.90	3.80	102.06	101.58	0.5	1.95	101.82	8142	311.0	<b>38.93</b>	2
Y67		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.20	4.08	104.10	103.22	0.8	1.95	103.66	8439	346.7	<b>41.88</b>	2
Y68		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.00	3.82	101.52	101.60	0.1	1.97	101.56	8101	288.4	<b>36.29</b>	3
Y69	13	7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.00	3.80	100.56	101.22	0.7	1.98	100.89	7994	311.3	<b>39.69</b>	5
Y70		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.00	3.84	101.48	101.92	0.4	1.97	101.70	8123	296.9	<b>37.26</b>	2
Y71		7-feb-2012	6-mar-2012	28	19.90	3.82	101.76	101.14	0.6	1.96	101.45	8083	310.8	<b>39.19</b>	5
Y72		7-feb-2012	6-mar-2012	28	20.00	3.84	101.66	100.94	0.7	1.97	101.30	8060	284.2	<b>35.95</b>	2
Y73	14	9-feb-2012	8-mar-2012	28	19.90	3.80	101.28	101.24	0.0	1.97	101.26	8053	312.4	<b>39.54</b>	3
Y74		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.00	3.82	101.94	101.42	0.5	1.97	101.68	8120	321.0	<b>40.30</b>	5
Y75		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.00	3.82	100.92	100.90	0.0	1.98	100.91	7998	293.3	<b>37.38</b>	2
Y76		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.00	3.82	102.18	101.56	0.6	1.96	101.87	8150	280.3	<b>35.06</b>	2
Y77		9-feb-2012	8-mar-2012	28	19.90	3.82	102.10	101.74	0.4	1.95	101.92	8158	317.2	<b>39.63</b>	2
Y78		9-feb-2012	8-mar-2012	28	19.90	3.82	101.08	101.04	0.0	1.97	101.06	8021	285.0	<b>36.22</b>	5
Y79		9-feb-2012	8-mar-2012	28	19.90	3.80	101.04	101.68	0.6	1.96	101.36	8069	279.2	<b>35.27</b>	5
Y80		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.00	3.82	102.02	101.74	0.3	1.96	101.88	8152	287.0	<b>35.89</b>	2
Y81	15	9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.10	4.04	103.64	103.52	0.1	1.94	103.58	8426	308.1	<b>37.27</b>	2
Y82		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.20	4.08	104.62	103.74	0.8	1.94	104.18	8524	311.1	<b>37.20</b>	2
Y83		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.20	3.88	101.40	102.08	0.7	1.99	101.74	8130	292.4	<b>36.66</b>	2
Y84		9-feb-2012	8-mar-2012	28	20.10	4.00	104.12	103.72	0.4	1.93	103.92	8482	317.7	<b>38.18</b>	2
Y85	16	10-feb-2012	9-mar-2012	28	20.00	4.04	104.42	104.44	0.0	1.92	104.43	8565	295.9	<b>35.22</b>	5
Y86		10-feb-2012	9-mar-2012	28	20.20	3.90	102.18	101.82	0.4	1.98	102.00	8171	285.6	<b>35.63</b>	5
Y87		10-feb-2012	9-mar-2012	28	20.10	4.08	104.44	104.38	0.1	1.93	104.41	8562	290.6	<b>34.60</b>	2
Y88		10-feb-2012	9-mar-2012	28	20.00	3.82	101.60	101.68	0.1	1.97	101.64	8114	285.0	<b>35.81</b>	5
Y89		10-feb-2012	9-mar-2012	28	19.90	3.82	101.12	100.02	1.1	1.98	100.57	7944	276.6	<b>35.49</b>	2
Y90		10-feb-2012	9-mar-2012	28	20.20	4.06	104.16	104.56	0.4	1.94	104.36	8554	298.6	<b>35.58</b>	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

<b>REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 150x300mm (f'c=40MPa)</b>																
MUESTRA N.-	LOTE N.-	FECHA		EDAD ( días )	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.( pulg )		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (pulg)	Φ PROM. (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID. (MPa)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2								
Y91	17	14-feb-2012	13-mar-2012	28	29.80	12.60	6.020	5.935	1.4	1.96	5.98	151.83	18105	724.4	<b>40.79</b>	3
Y92		14-feb-2012	13-mar-2012	28	29.50	12.32	5.911	5.908	0.1	1.97	5.91	150.10	17695	729.0	<b>42.00</b>	3
Y93		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.20	12.62	5.919	5.920	0.0	2.01	5.92	150.36	17755	729.5	<b>41.88</b>	3
Y94		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.20	12.64	5.916	5.908	0.1	2.01	5.91	150.16	17710	726.3	<b>41.80</b>	2
Y95		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.00	12.58	5.931	5.920	0.2	1.99	5.93	150.51	17791	717.3	<b>41.10</b>	3
Y96		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.20	12.64	5.910	5.920	0.2	2.01	5.92	150.24	17728	728.7	<b>41.90</b>	3
Y97	18	14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.00	13.16	6.036	6.075	0.6	1.95	6.06	153.81	18580	720.2	<b>39.51</b>	3
Y98		14-feb-2012	13-mar-2012	28	29.70	12.88	5.969	6.020	0.9	1.95	5.99	152.26	18208	714.0	<b>39.97</b>	3
Y99		14-feb-2012	13-mar-2012	28	29.60	12.56	5.862	5.911	0.8	1.98	5.89	149.52	17558	713.6	<b>41.43</b>	3
Y100		14-feb-2012	13-mar-2012	28	29.70	12.50	5.963	5.875	1.5	1.98	5.92	150.34	17752	710.2	<b>40.78</b>	3
Y101		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.20	12.70	5.909	5.920	0.2	2.01	5.91	150.23	17725	716.9	<b>41.23</b>	3
Y102		14-feb-2012	13-mar-2012	28	30.20	12.70	5.920	5.930	0.2	2.01	5.93	150.50	17788	718.7	<b>41.19</b>	3
Y103	19	16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.30	12.64	5.916	5.911	0.1	2.02	5.91	150.20	17719	754.8	<b>43.42</b>	3
Y104		16-feb-2012	15-mar-2012	28	29.60	12.34	5.851	5.939	1.5	1.98	5.90	149.73	17609	743.7	<b>43.05</b>	3
Y105		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.20	12.72	5.939	5.959	0.3	2.00	5.95	151.10	17933	765.4	<b>43.51</b>	3
Y106		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.00	12.62	5.944	5.947	0.1	1.99	5.95	151.02	17912	738.4	<b>42.02</b>	3
Y107		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.20	12.66	5.913	5.915	0.0	2.01	5.91	150.22	17722	742.9	<b>42.73</b>	3
Y108		16-feb-2012	15-mar-2012	28	29.80	12.64	6.052	5.951	1.7	1.95	6.00	152.44	18251	736.2	<b>41.12</b>	3
Y109	20	16-feb-2012	15-mar-2012	28	29.60	12.46	5.855	5.937	1.4	1.98	5.90	149.76	17615	740.1	<b>42.83</b>	3
Y110		16-feb-2012	15-mar-2012	28	29.70	12.40	5.875	5.936	1.0	1.98	5.91	150.00	17671	733.0	<b>42.28</b>	3
Y111		16-feb-2012	15-mar-2012	28	29.80	12.84	6.000	5.973	0.5	1.96	5.99	152.06	18159	769.4	<b>43.19</b>	3
Y112		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.20	12.66	5.920	5.915	0.1	2.01	5.92	150.30	17743	739.2	<b>42.47</b>	3
Y113		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.10	12.68	5.903	5.862	0.7	2.01	5.88	149.42	17534	732.8	<b>42.60</b>	3
Y114		16-feb-2012	15-mar-2012	28	30.00	13.18	6.028	6.061	-0.5	1.95	6.04	153.53	18513	766.6	<b>42.21</b>	3
Y115	21	13-mar-2012	10-abr-2012	28	29.30	11.74	5.767	5.754	0.2	2.00	5.76	146.32	16814	766.2	<b>46.45</b>	3
Y116		13-mar-2012	10-abr-2012	28	30.10	12.60	5.921	5.900	0.4	2.00	5.91	150.13	17701	771.5	<b>44.43</b>	3
Y117		13-mar-2012	10-abr-2012	28	30.00	12.56	5.894	5.918	0.4	2.00	5.91	150.01	17674	699.6	<b>40.35</b>	3
Y118		13-mar-2012	10-abr-2012	28	30.00	13.04	6.025	6.025	0.0	1.96	6.03	153.04	18394	758.7	<b>42.05</b>	3
Y119		13-mar-2012	10-abr-2012	28	29.90	12.82	5.970	6.031	1.0	1.96	6.00	152.41	18245	723.5	<b>40.42</b>	3
Y120		13-mar-2012	10-abr-2012	28	30.00	12.56	5.935	5.903	0.5	2.00	5.92	150.34	17752	690.6	<b>39.66</b>	3

**ANEXO C. REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS CILINDROS DE 100X200MM Y 150X300MM**

<b>REPORTE DE RESULTADOS CILINDROS DE 100x200mm (f'c=40MPa)</b>															
MUESTRA N.-	COC HAD A N.-	FECHA		EDAD ( días)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	DIÁM.(mm)		DIAM 2%	L/D	Φ PROM. (mm)	ÁREA ( mm2)	CARGA ( KN )	RESIT. OBTENID (MPA)	TIPO DE FALLA
		MOLDEO	ROTURA				1	2							
Y91	17	1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	101.58	101.60	0.0	1.96	101.59	8106	320.6	40.32	3
Y92		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.84	100.40	101.22	0.8	1.98	100.81	7982	317.6	40.56	3
Y93		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	102.72	102.20	0.5	1.94	102.46	8245	318.8	39.41	2
Y94		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.82	102.38	102.00	0.4	1.96	102.19	8202	315.9	39.26	3
Y95		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	101.50	101.62	0.1	1.96	101.56	8101	328.6	41.35	2
Y96		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.80	3.88	101.18	101.28	0.1	1.96	101.23	8048	354.8	44.94	5
Y97		1-feb-2012	29-feb-2012	28	19.90	3.82	101.56	101.38	0.2	1.96	101.47	8087	349.2	44.02	2
Y98		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	3.82	101.68	101.74	0.1	1.97	101.71	8125	345.5	43.35	2
Y99	18	1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.10	3.90	102.38	101.96	0.4	1.97	102.17	8199	349.5	43.46	5
Y100		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.00	4.02	104.60	104.42	0.2	1.91	104.51	8578	345.3	41.03	5
Y101		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.20	4.08	104.32	104.04	0.3	1.94	104.18	8524	349.8	41.83	2
Y102		1-feb-2012	29-feb-2012	28	20.20	4.06	104.44	104.06	0.4	1.94	104.25	8536	352.5	42.10	2
Y103	19	3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	3.82	101.78	101.42	0.4	1.97	101.60	8107	338.7	42.59	5
Y104		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.80	101.72	101.36	0.4	1.96	101.54	8098	355.4	44.74	5
Y105		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.80	101.76	101.60	0.2	1.96	101.68	8120	344.0	43.18	5
Y106		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	3.82	101.48	101.40	0.1	1.97	101.44	8082	336.1	42.39	2
Y107		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.84	101.12	101.28	0.2	1.97	101.20	8044	337.9	42.82	2
Y108		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	3.82	101.70	101.88	0.2	1.96	101.79	8138	371.1	46.49	3
Y109		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.80	3.76	108.60	101.92	6.2	1.88	105.26	8702	368.0	43.11	3
Y110		3-feb-2012	2-mar-2012	28	19.90	3.84	101.34	101.86	0.5	1.96	101.60	8107	365.3	45.93	3
Y111	20	3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.20	3.92	102.48	101.94	0.5	1.98	102.21	8205	344.0	42.74	2
Y112		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.00	4.06	104.24	104.24	0.0	1.92	104.24	8534	396.9	47.41	2
Y113		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.20	4.10	104.52	104.00	0.5	1.94	104.26	8537	380.4	45.42	3
Y114		3-feb-2012	2-mar-2012	28	20.10	4.08	104.48	104.20	0.3	1.93	104.34	8551	356.0	42.44	3
Y115	21	13-mar-2012	10-abr-2012	28	20.00	3.84	101.48	101.64	-0.2	1.97	101.56	8101	356.6	44.87	2
Y116		13-mar-2012	10-abr-2012	28	19.90	3.78	101.78	101.52	0.3	1.96	101.65	8115	368.4	46.27	2
Y117		13-mar-2012	10-abr-2012	28	19.90	3.78	100.92	101.12	0.2	1.97	101.02	8015	355.4	45.20	3
Y118		13-mar-2012	10-abr-2012	28	19.90	3.80	101.86	101.20	0.6	1.96	101.53	8096	344.1	43.32	5
Y119		13-mar-2012	10-abr-2012	28	19.90	3.80	100.68	100.90	0.2	1.97	100.79	7979	338.4	43.24	5
Y120		13-mar-2012	10-abr-2012	28	20.00	3.82	101.72	101.60	0.1	1.97	101.66	8117	348.4	43.75	2



**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 300x150mm (f'c=25MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPa)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACION %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y1	01	27.18	-3.90	26.18	6.66	9.36
Y2		26.21	-0.10			
Y3		25.85	1.20			
Y4		26.20	-0.10			
Y5		25.44	2.80			
Y6	02	25.01	2.90	25.75	5.95	9.36
Y7		25.73	0.00			
Y8		25.63	0.40			
Y9		25.82	-0.30			
Y10		26.54	-3.10			
Y11	03	27.51	2.60	28.25	3.51	9.36
Y12		26.58	5.90			
Y13		27.99	0.90			
Y14		30.08	-6.50			
Y15		29.10	-3.00			
Y16	04	26.57	3.60	27.57	2.03	9.36
Y17		27.28	1.10			
Y18		27.62	-0.20			
Y19		28.60	-3.70			
Y20		27.80	-0.80			
Y21	05	28.20	5.40	29.79	8.07	9.36
Y22		29.06	2.50			
Y23		30.64	-2.90			
Y24		30.60	-2.70			
Y25		30.47	-2.30			
Y26	06	29.00	-1.50	28.57	3.43	9.36
Y27		28.25	1.10			
Y28		28.02	1.90			
Y29		28.70	-0.50			
Y30		<b>28.88</b>	<b>-1.10</b>			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 300x150mm (f'c=30MPa)</b>						
<b>NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTR A N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPA)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACION %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y31	07	32.72	3.80	34.00	15.26	9.60
Y32		32.34	4.90			
Y33		37.53	-10.40			
Y34		33.94	0.20			
Y35		34.45	-1.30			
Y36		33.01	2.90			
Y31	07	32.72	1.70	33.29	6.33	9.36
Y32		32.34	2.90			
Y34		33.94	-1.90			
Y35		34.45	-3.50			
Y36		33.01	0.90			
Y37		08	32.33			
Y38	30.74		3.80			
Y39	31.60		1.20			
Y40	32.08		-0.30			
Y41	32.65		-2.10			
Y42	32.45		-1.50			
Y43	09	31.75	5.40	33.56	7.93	9.60
Y44		33.75	-0.60			
Y45		34.18	-1.80			
Y46		34.41	-2.50			
Y47		33.60	-0.10			
Y48		33.67	-0.30			
Y49	10	35.65	-7.10	33.29	16.20	9.60
Y50		32.74	1.70			
Y51		35.79	-7.50			
Y52		33.92	-1.90			
Y53		31.27	6.10			
Y54		30.40	8.70			
Y50	10	32.74	1.70	32.64	8.15	7.92
Y52		33.92	-1.90			
Y53		31.27	6.10			
Y55	11	30.88	-0.20	30.82	2.80	9.60
Y56		30.88	-0.20			
Y57		31.21	-1.30			
Y58		30.35	1.50			
Y59		30.67	0.50			
Y60		30.95	-0.40			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 300x150mm (f'c=35MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPA)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACION %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y61	12	36.50	0.60	36.73	4.49	9.60
Y62		36.57	0.40			
Y63		36.53	0.50			
Y64		37.25	-1.40			
Y65		37.58	-2.30			
Y66		35.93	2.20			
Y67	13	37.15	-0.50	36.98	5.29	9.60
Y68		37.29	-0.80			
Y69		36.85	0.30			
Y70		36.18	2.20			
Y71		38.13	-3.10			
Y72		36.30	1.90			
Y73	14	36.53	0.80	36.83	6.15	9.60
Y74		37.66	-2.20			
Y75		37.82	-2.70			
Y76		36.23	1.60			
Y77		35.55	3.50			
Y78		37.21	-1.00			
Y79	15	34.90	3.80	36.29	8.48	9.60
Y80		35.08	3.30			
Y81		36.93	-1.80			
Y82		37.98	-4.70			
Y83		37.26	-2.70			
Y84		35.59	1.90			
Y85	16	38.58	-2.90	37.47	4.62	9.60
Y86		37.50	-0.10			
Y87		37.59	-0.30			
Y88		37.29	0.50			
Y89		36.85	1.70			
Y90		37.03	1.20			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 300x150mm (f'c=40MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPA)</b>	<b>% DE VARIACIO N</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACIO N %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y91	17	40.79	1.90	41.58	2.91	9.60
Y92		42.00	-1.00			
Y93		41.88	-0.70			
Y94		41.80	-0.50			
Y95		41.10	1.20			
Y96		41.90	-0.80			
Y97	18	39.51	2.90	40.68	4.71	9.60
Y98		39.97	1.70			
Y99		41.43	-1.80			
Y100		40.78	-0.20			
Y101		41.23	-1.30			
Y102		41.19	-1.20			
Y103	19	43.42	-1.80	42.64	5.60	9.60
Y104		43.05	-1.00			
Y105		43.51	-2.00			
Y106		42.02	1.50			
Y107		42.73	-0.20			
Y108		41.12	3.60			
Y109	20	42.83	-0.50	42.60	2.30	9.60
Y110		42.28	0.70			
Y111		43.19	-1.40			
Y112		42.47	0.30			
Y113		42.60	0.00			
Y114		42.21	0.90			
Y115	21	46.45	-10.00	42.23	16.09	9.60
Y116		44.43	-5.20			
Y117		40.35	4.40			
Y118		42.05	0.40			
Y119		40.42	4.30			
Y120		39.66	6.10			
	21			40.94	4.15	7.92
Y117		40.35	1.40			
Y118		42.05	-2.70			
Y119		40.42	1.30			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 200x100mm (f'c=25MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPa)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DEVARIACIO N %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y1	01	27.00	1.20	27.34	4.0	12.48
Y2		27.82	-1.80			
Y3		26.73	2.20			
Y4		27.67	-1.20			
Y5		27.47	-0.50			
Y6	02	27.40	-2.20	26.80	5.6	12.48
Y7		26.62	0.70			
Y8		25.90	3.40			
Y9		26.92	-0.40			
Y10		27.19	-1.40			
Y11	03	30.24	-3.80	29.13	17.6	12.48
Y12		25.69	11.80			
Y13		30.82	-5.80			
Y14		30.76	-5.60			
Y15		28.13	3.40			
Y11	03	30.24	-0.80	29.99	8.8	11.52
Y13		30.82	-5.80			
Y14		30.76	-2.60			
Y15		28.13	6.20			
Y16		04	25.55			
Y17	26.97		2.40			
Y18	29.08		-5.20			
Y19	27.98		-1.20			
Y20	28.64		-3.60			
Y17	04	26.97	2.40	28.17	7.5	11.52
Y18		29.08	-5.20			
Y19		27.98	-1.20			
Y20		28.64	-3.60			
Y21	05	28.16	5.40	29.78	10.3	12.48
Y22		30.34	-1.90			
Y23		28.82	3.20			
Y24		31.22	-4.80			
Y25		30.35	-1.90			
Y26	06	26.72	2.60	27.43	4.8	12.48
Y27		26.98	1.60			
Y28		27.76	-1.20			
Y29		28.02	-2.20			
Y30		27.65	-0.80			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 200x100mm (f'c=30MPa)</b>						
<b>NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTR A N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPa)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACIO N %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y31	07	34.82	-1.20	34.40	12.6	13.76
Y32		36.79	-6.90			
Y33		34.76	-1.00			
Y34		32.45	5.70			
Y35		34.88	-1.40			
Y36		33.72	2.00			
Y37		33.73	2.00			
Y38		34.08	0.90			
Y39	08	31.65	8.00	32.18	5.8	11.52
Y40		31.12	9.50			
Y41		32.99	4.10			
Y42		32.95	4.20			
Y43	09	33.12	9.00	36.38	17.8	13.76
Y44		36.63	-0.70			
Y45		39.59	-8.80			
Y46		36.39	0.00			
Y47		37.04	-1.80			
Y48		35.00	3.80			
Y49		36.87	-1.30			
Y50		36.41	-0.10			
Y44	09	36.63	-0.60	36.39	5.6	12.8
Y46		36.39	0.00			
Y47		37.04	-1.80			
Y48		35.00	3.80			
Y49		36.87	-1.30			
Y50		36.41	-0.10			
Y51	10	34.69	-0.80	35.77	8.3	11.52
Y52		37.67	-9.50			
Y53		35.47	-3.10			
Y54		35.25	-2.50			
Y55	11	32.61	-5.90	30.79	9.1	12.8
Y56		29.80	3.20			
Y57		30.24	1.80			
Y58		30.29	1.60			
Y59		31.62	-2.70			
Y60		30.19	2.00			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 200x100mm (f'c=35MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPA)</b>	<b>% DE VARIACION</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DE VARIACION %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y61	12	39.60	-4.00	38.07	19.24	13.76
Y62		35.93	5.60			
Y63		40.17	-5.50			
Y64		37.21	2.30			
Y65		34.55	9.20			
Y66		38.93	-2.30			
Y67		41.88	-10.00			
Y68		36.29	4.70			
Y61	12	39.60	-4.10	38.02	11.16	12.80
Y62		35.93	5.50			
Y63		40.17	-5.70			
Y64		37.21	2.10			
Y66		38.93	-2.40			
Y68		36.29	4.60			
Y69	13	39.69	-4.40	38.02	9.86	11.52
Y70		37.26	2.00			
Y71		39.19	-3.10			
Y72		35.95	5.50			
Y73	14	39.54	-5.70	37.41	14.01	13.76
Y74		40.30	-7.70			
Y75		37.38	0.10			
Y76		35.06	6.30			
Y77		39.63	-5.90			
Y78		36.22	3.20			
Y79		35.27	5.70			
Y80		35.89	4.10			
Y73	14	39.54	-6.90	37.00	12.37	13.44
Y75		37.38	-1.00			
Y76		35.06	5.30			
Y77		39.63	-7.10			
Y78		36.22	2.10			
Y79		35.27	4.70			
Y80		35.89	3.00			
Y81	15	37.27	0.20	37.33	4.07	11.52
Y82		37.20	0.30			
Y83		36.66	1.80			
Y84		38.18	-2.30			
Y85	16	35.22	0.30	35.31	3.42	12.80
Y86		35.63	-0.90			
Y87		34.60	2.00			
Y88		35.81	-1.40			
Y89		35.49	-0.50			
Y90		35.58	-0.80			

**ANEXO D. RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS  
CILINDROS DE 100X200 MM Y 150X300MM**

<b>RESULTADOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE 200x100mm (f'c=40MPa) NORMA (ASTM 670-03)</b>						
<b>MUESTRA N.-</b>	<b>LOTE N.-</b>	<b>RESIT. OBTENID. (MPA)</b>	<b>% DE VARIACIO N</b>	<b>f'c PROMEDIO Mpa</b>	<b>AMPLITUD DEVARIACI ON %</b>	<b>RANGO ACEPTABLE %</b>
Y91	17	40.32	3.20	41.65	13.63	13.76
Y92		40.56	2.60			
Y93		39.41	5.40			
Y94		39.26	5.70			
Y95		41.35	0.70			
Y96		44.94	-7.90			
Y97		44.02	-5.70			
Y98		43.35	-4.10			
Y99		18	43.46			
Y100	41.03		2.50			
Y101	41.83		0.60			
Y102	42.10		0.00			
Y103	19	42.59	3.00	43.91	9.32	13.76
Y104		44.74	-1.90			
Y105		43.18	1.60			
Y106		42.39	3.40			
Y107		42.82	2.50			
Y108		46.49	-5.90			
Y109		43.11	1.80			
Y110		45.93	-4.60			
Y111	20	42.74	4.00	44.50	11.16	11.52
Y112		47.41	-6.50			
Y113		45.42	-2.10			
Y114		42.44	4.60			
Y115	21	44.87	0.10	44.92	6.77	12.80
Y116		46.27	-3.00			
Y117		45.20	-0.60			
Y118		43.32	3.50			
Y119		43.24	3.70			
Y120		43.75	2.60			



## ANEXO E. METODO DE MÍNIMOS CUADRADOS Y MANDEL

### 4.4 METODOS ESTADISTICOS

#### 4.4.1 METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS

<b>REGRESION LINEAL POR PRINCIPIOS DE MINIMOS CUADRADOS</b>														
f'c	Muestra #	ESPECIMENES		$(X-\bar{X})$	$(Y-\bar{Y})$	$(X-\bar{X})^2$	$(Y-\bar{Y})^2$	$(X-\bar{X})*(Y-\bar{Y})$	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Y'	$(Y-Y')$	$(Y-Y')^2$
		X= 10X20cm	Y=15X30cm											
25MPa	1	27.34	26.18	-7.86	-8.24	61.77	67.93	64.77	747.31	685.18	715.57	27.38	-1.20	1.44
	2	26.80	25.75	-8.39	-8.67	70.42	75.19	72.77	718.49	662.89	690.13	26.90	-1.15	1.33
	5	30.18	29.79	-5.01	-4.62	25.12	21.39	23.18	911.09	887.61	899.27	29.93	-0.14	0.02
	6	27.43	28.57	-7.77	-5.85	60.37	34.21	45.45	752.20	816.18	783.54	27.46	1.11	1.24
30MPa	7	34.06	33.29	-1.13	-1.12	1.29	1.27	1.28	1160.18	1108.42	1134.01	33.40	-0.11	0.01
	8	32.18	31.98	-3.02	-2.44	9.12	5.96	7.38	1035.28	1022.44	1028.84	31.71	0.26	0.07
	9	36.39	33.56	1.19	-0.86	1.43	0.74	-1.03	1324.27	1126.22	1221.24	35.49	-1.93	3.72
	11	30.79	30.82	-4.41	-3.60	19.41	12.93	15.85	948.04	949.95	948.99	30.47	0.35	0.12
35MPa	12	38.02	36.73	2.83	2.31	7.99	5.33	6.53	1445.77	1348.81	1396.45	36.95	-0.22	0.05
	15	37.33	36.29	2.13	1.87	4.55	3.50	3.99	1393.53	1316.92	1354.68	36.33	-0.04	0.00
	16	35.31	37.47	0.12	3.05	0.01	9.33	0.35	1246.95	1404.19	1323.23	34.52	2.95	8.71
40MPa	17	41.18	41.58	5.99	7.16	35.82	51.26	42.85	1695.92	1728.70	1712.23	39.78	1.80	3.23
	18	42.10	40.68	6.91	6.27	47.71	39.27	43.29	1772.71	1655.23	1712.96	40.61	0.08	0.01
	19	43.91	42.64	8.71	8.23	75.86	67.65	71.64	1927.75	1818.42	1872.29	42.22	0.42	0.18
	21	44.92	40.94	9.72	6.52	94.51	42.54	63.41	2017.64	1676.07	1838.94	43.13	-2.19	4.78
<b>SUMA=</b>		527.94	516.27	0.00	0.00	515.40	438.51	461.70	19097.13	18207.25	18632.39	516.27	0.00	24.91
<b>PROMEDIO=</b>		35.20	34.42											
<b>DESV. ESTANDAR=</b>		6.067	5.60											

$$n = 15$$

### 1. Pendiente de la linea de Regresion

$$b = \frac{n(\sum XY) - \sum X - \sum Y}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = 0.90$$

### 2. Punto donde se intercepta con el eje Y

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n}$$

$$a = 2.89$$

### 3. Ecuacion de Regresion Lineal

$$Y' = a + bX$$

$$Y' = 3,08 + 0,89X$$

### 4. Error de estimacion

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{n - 2}}$$

$$S_{yx} = 1.38$$

### 5. Coeficiente de determinacion

$$r^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2 - \sum(Y - Y')^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

$$r^2 = 0.9432$$

### 6. Coeficiente de correlacion

$$r = \sqrt{r^2}$$

$$r = 0.9712$$

<b>METODO DE MANDEL</b>						
<b>Regresion Lineal por el Metodo de Mandel</b>						
Número de puntos de prueba				N=	15	
Número de repeticiones de prueba de 10x20cm				n <sub>x</sub> =	8	
Número de repeticiones de prueba de 15x30cm				n <sub>y</sub> =	6	
1.- Transforme los datos tomando el logaritmo natural de las resistencias reales						
2.- Para cada nivel de resistencia calcule el promedio y la desviacion estandar						
<b>RESISTENCIAS DE CILINDROS DE 10X20cm</b>						
f'c	Resistencia Real (Mpa)	Ln Resistencia	Desviacion estandar	Varianza	(X- $\bar{X}$ )	(X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
		x (Mpa)	LnSX	Ln(SX) <sup>2</sup>		
25MPa	27.34	3.3082	0.01682	0.00028	-0.24	0.0570
	26.80	3.2886	0.02188	0.00048	-0.26	0.0667
	30.18	3.4073	0.02970	0.00088	-0.14	0.0195
	27.43	3.3115	0.02019	0.00041	-0.24	0.0554
30MPa	34.06	3.5282	0.02585	0.00067	-0.02	0.0004
	32.18	3.4712	0.02927	0.00086	-0.08	0.0057
	36.39	3.5943	0.02022	0.00041	0.05	0.0022
	30.79	3.4272	0.03477	0.00121	-0.12	0.0143
35MPa	38.02	3.6382	0.04288	0.00184	0.09	0.0083
	37.33	3.6198	0.01681	0.00028	0.07	0.0053
	35.31	3.5642	0.01230	0.00015	0.02	0.0003
40MPa	41.18	3.7180	0.04465	0.00199	0.17	0.0293
	42.10	3.7401	0.02384	0.00057	0.19	0.0373
	43.91	3.7821	0.03594	0.00129	0.24	0.0553
	44.92	3.8048	0.02706	0.00073	0.26	0.0665
<b>Suma=</b>		53.20	0.40218	0.01205		0.42363
<b>X=</b>		3.55				
<b>Desv. Estandar=</b>		0.1740				

RESISTENCIAS DE LOS CILINDROS DE 15X30cm										
f'c	Resistencia Real (Mpa)	Ln Resistencia	Desviacion estandar	Varianza	$(Y-\bar{Y})$	$(Y-\bar{Y})^2$	$(X-\bar{X})*(Y-\bar{Y})$	LnY'	Y'	$(Y-Y')^2$
		Y (Mpa)	LnSY	Ln(SY)^2						
25MPa	26.18	3.2648	0.02448	0.00060	-0.2611	0.0682	0.0623	3.2981	27.06	566.29
	25.75	3.2483	0.02118	0.00045	-0.2776	0.0771	0.0717	3.2794	26.56	543.37
	29.79	3.3943	0.03765	0.00142	-0.1316	0.0173	0.0184	3.3927	29.75	694.39
	28.57	3.3523	0.01466	0.00022	-0.1736	0.0301	0.0409	3.3012	27.15	566.14
30MPa	33.29	3.5053	0.02624	0.00069	-0.0206	0.0004	0.0004	3.5080	33.38	892.60
	31.98	3.4650	0.02220	0.00049	-0.0609	0.0037	0.0046	3.4537	31.62	792.47
	33.56	3.5133	0.02855	0.00082	-0.0126	0.0002	-0.0006	3.5711	35.56	1026.79
	30.82	3.4282	0.00941	0.00009	-0.0977	0.0095	0.0117	3.4116	30.32	722.91
35MPa	36.73	3.6035	0.01609	0.00026	0.0776	0.0060	0.0071	3.6130	37.08	1120.54
	36.29	3.5915	0.03500	0.00123	0.0656	0.0043	0.0048	3.5955	36.43	1078.53
	37.47	3.6236	0.01612	0.00026	0.0977	0.0095	0.0017	3.5424	34.55	956.48
40MPa	41.58	3.7276	0.01222	0.00015	0.2017	0.0407	0.0345	3.6892	40.01	1316.54
	40.68	3.7058	0.01912	0.00037	0.1799	0.0324	0.0348	3.7103	40.87	1380.89
	42.64	3.7529	0.02175	0.00047	0.2270	0.0515	0.0534	3.7503	42.53	1504.01
	40.94	3.7121	0.02327	0.00054	0.1862	0.0347	0.0480	3.7721	43.47	1580.65
Suma=		52.89	0.32796	0.00804		0.3856	0.3936			
X=		3.53								
Desv. Estandar=		0.1660								

### 3.- Calculo de las varianzas

Calcular  $(S_x)^2$  y  $(S_y)^2$ , que son las variaciones promedio (los cuadrados de las desviaciones estándar de los logaritmos)

$$(S_x)^2 = \frac{\sum(S_{xj})^2}{N} \qquad (S_y)^2 = \frac{\sum(S_{yj})^2}{N}$$

$$(S_x)^2 = 0.00080347$$

$$(S_y)^2 = 0.00053593$$

### 4.- Calculo del valor de lambda

$$\lambda = \frac{\frac{(S_y)^2}{n_y}}{\frac{(S_x)^2}{n_x}}$$

$$\lambda = 0.8894$$

### Suma de los cuadrados de las desviaciones sobre la media

$$S_{xx} = \sum (X_j - \bar{X})^2$$

$$S_{xx} = 0.4236$$

$$S_{yy} = \sum (Y_j - \bar{Y})^2$$

$$S_{yy} = 0.3856$$

$$S_{xy} = \sum (X_j - \bar{X})(Y_j - \bar{Y})$$

$$S_{xy} = 0.3936$$

### 5.- Encuentra el valor de b y k simultaneamente

$$b = \frac{S_{xy} + kS_{yy}}{S_{xx} + kS_{xy}} \qquad k = \frac{b}{\lambda}$$

$$\frac{b^2}{\lambda} S_{xy} + b \left( S_{xx} - \frac{S_{yy}}{\lambda} \right) - S_{xy} = 0$$

0.4425	b <sup>2</sup>	-0.00995083	b	-0.3936	=	0
--------	----------------	-------------	---	---------	---	---

### Mejor ajuste de estimación

$$b=B= 0.9544 \quad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$k= 1.0731$$

$$a= 0.1408$$

$$e^a= 1.1512$$

### 7.-Calculo del error estandar de las estimaciones a y B

#### 7.1- Calculo de las sumas modificadas de cuadrados

$$S_{uu} = S_{xx} + 2KS_{xy} + K^2S_{yy}$$

$$S_{uu}= 1.7124$$

$$S_{vv} = b^2S_{xx} - 2bS_{xy} + S_{yy}$$

$$S_{vv}= 0.0202$$

#### 7.2- Calculo del siguiente error de ajuste

$$S_e = \sqrt{\frac{S_{vv}}{N-2}}$$

$$S_e= 0.0394$$

#### 7.3.- Error en a

$$S_a = S_e \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{\bar{X}^2(1 + Kb)^2}{S_{uu}}}$$

$$S_a= 0.2167$$

#### 7.4.- Error en b

$$S_B = S_e \frac{|1 + Kb|}{\sqrt{S_{uu}}}$$

$$S_b = 0.0610158$$

$$\ln Y' = a + B \ln X$$

$$\ln Y' = 0.1408 + 0.9544 \ln X$$

#### Coefficiente de Correlacion

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{S_x S_y (n - 1)}$$

$$r = 0.9738$$

#### Coefficiente de determinación

$$r^2 = r^2$$

$$r^2 = 0.9482$$