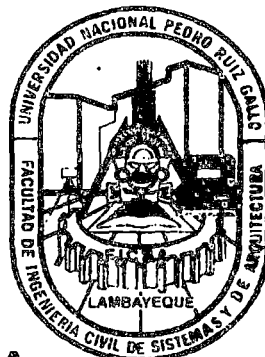




# **UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**"DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE  
RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS  
DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6" x 12" y 4" x 8" CON  
CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)"**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MORO VIGO PIERRE JULIO ANTHONY**

**ASESOR:**

**MG. TC. ING. MONDRAGÓN CASTAÑEDA CARLOS ERNESTO**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**



# **“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE  
RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS  
DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON  
CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)”.**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MORO VIGO PIERRE JULIO ANTHONY**

**ASESOR:**

**MG. TC. ING. MONDRAGÓN CASTAÑEDA CARLOS ERNESTO**

**Lambayeque – Perú**



**“UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN  
ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR  
DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)”.**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:  
INGENIERO CIVIL  
APROBADO POR:**

M. Sc. Ing. Victor Manuel Escobedo Oblitas  
Presidente del jurado

M. Sc. Ing. Marco Antonio Guzmán Vigo  
Primer miembro del jurado

M. Sc. Ing. Ricardo Antonio Sosa Sandoval  
Segundo miembro del jurado

M. Tc. Ing. Carlos Ernesto Mondragón Castañeda  
Patrocinador

**Autor:**

Bach. Pierre Julio Anthony Moro Vigo.



## Dedicatoria

A DIOS quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Antonio Moro Ugaz y Silvia Vigo Berrospi quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme en todo; y a mi asesor MC. TC. Ing. Carlos Mondragón Castañeda por su apoyo, enseñanza y confianza para elaborar esta Tesis.



### Agradecimientos especiales.

Al Ingeniero Carlos Mondragón Castañeda, por orientar a la realización de la presente Tesis y por su asesoramiento.

Al Ingeniero Paulo Caballón Días, por incentivar, brindarme su apoyo y sabias sugerencias para la realización de esta Tesis.

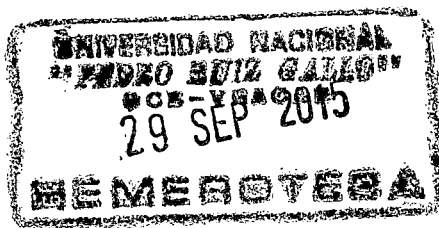
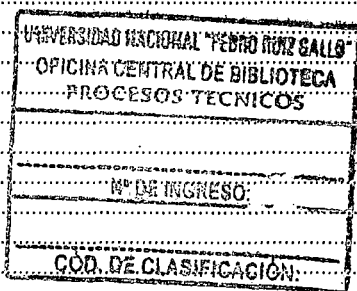
A las personas e instituciones que tuvieron la gentileza de donar materiales y documentación técnica, para hacer la parte experimental del presente estudio:

- CONSTRUCTORA JME SAC.



## Índice

INTRODUCCIÓN .....	7
I. ASPECTOS GENERALES .....	9
1.1. Situación problemática.....	9
1.2. Problema .....	9
1.3. Hipótesis.....	9
1.4. Objetivos. ....	10
1.5. Justificación e importancia.....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes de otras investigaciones.....	13
2.2. Testigos cilíndricos.....	14
2.3. Resistencia mecánica.....	15
2.4. Resistencia a compresión.....	28
2.5. Resistencia a tensión.....	38
2.6. Mezclas de concreto.....	44
2.7. Desviación estándar de las resistencias.....	46
2.8. Correlación entre probetas de 6"x12" y 4"x8" .....	49
III. MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO.....	56
3.1. Cemento Portland Tipo I (Sol).....	56
3.2. Agregados.....	57
3.2.1. Agregado fino.....	58
3.2.2. Agregado grueso.....	61
3.3. Agua.....	64
3.4. Aditivos.....	64
IV. DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO .....	67
4.1. Diseño de mezcla.....	67
4.2. Diseño de mezcla con relación $a/c = 0.55$ .....	67
4.3. Diseño de mezcla con relación $a/c = 0.65$ .....	68
4.4. Diseño de mezcla con relación $a/c = 0.75$ .....	69
4.5. Resumen de los tres diseños de mezcla con relación $a/c$ de 0.55; 0.65; 0.75.....	70
V. ENSAYOS CON EN CONCRETO ENDURECIDO.....	72
5.1. Ensayos de resistencia a la compresión.....	72
5.1.1. Ensayos de las probetas de 6" x 12" .....	73
5.1.2. Ensayos de las probetas de 4" x 8" .....	75
5.2. Ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral.....	77
5.2.1. Ensayos de las probetas de 6" x 12" .....	78
5.2.2. Ensayos de las probetas de 4" x 8" .....	80
5.2.3. Comparación de resultados de especímenes de 6"x12" y 4"x8" .....	82
5.2.4. Comparación de las resistencias a compresión mediante gráficos.....	83
VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	90
6.1. Desviación estándar de las resistencias.....	90
a) Desviación estándar de especímenes de 6"x12" para ensayos a compresión.....	91
b) Desviación estándar de especímenes de 4"x8" para ensayos a compresión.....	92
c) Desviación estándar de especímenes de 6"x12" para ensayos a tracción por compresión diametral.....	93
d) Desviación estándar de especímenes de 4"x8" para ensayos a tracción por compresión diametral.....	94
6.2. Coeficiente de variación de las resistencias.....	95
a) Coeficiente de variación de las resistencias de especímenes de 6"x12" .....	96
b) Coeficiente de variación de las resistencias de especímenes de 4"x8" .....	97
c) Coeficiente de variación de las resistencias de especímenes de 6"x12" en ensayo de tracción por compresión diametral.....	98
d) Coeficiente de variación de las resistencias de especímenes de 4"x8" en ensayo de tracción por compresión diametral.....	99
6.3. Relación entre probetas de 6"x12" y 4"x8" .....	100
a) Factor de relación por edades entre especímenes de 6"x12" y 4"x8" .....	100
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / LINGÜÍSTICAS.....	107
IX. ANEXOS.....	109





9.1. *Galería de fotos.*..... 109

9.2. *Norma aplicada para los ensayos de agregados.*..... 117

9.3. *Ensayos y cálculos.* ..... 124



## INTRODUCCIÓN

La presente Tesis corresponde a la "Determinación del factor de relación de resultados en ensayos de resistencias en probetas de concreto estándar de 6"x12" y 4"x8" con Cemento Portland Tipo I (Sol)", tiene por finalidad que esta investigación sirva para que el uso de las probetas de 4"x8" sea más factible.

Actualmente las probetas de 6"x12", estandarizadas, no han sido reemplazadas el objetivo de esta investigación es que sean reemplazadas por las probetas de 4"x8", se ha visto por conveniente que el uso y manejo del concreto es más fácil, lo que indica que nosotros como Ingenieros Civiles estemos interesados en estudiar el comportamiento de probetas de 4"x8" y así lograr una relación eficiente que nos permita por medio de resultados en laboratorio obtener una situación de probetas de 6"x12", la cual nos brindara muchos beneficios como estudiar el concreto, y beneficios ahorrrativos que pueda conllevar una obra o proyecto.





## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

---



## I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Situación problemática

Las normas ASTM proponen que para la evaluación de la calidad del concreto en función a la resistencia a la compresión se fabriquen probetas en forma cilíndrica cuyo diámetro sea de 15 cm. y su altura de 30 cm. en la mayoría de los laboratorios del país dedicados al control de calidad de los materiales de construcción utilizan máquinas cuya capacidad máxima no excede en más 25000 libras, el problema se da cuando se necesite ensayar concretos de altas resistencias que sobrepasen los 400 kg/cm<sup>2</sup>, lo que se supone que se genere una fuerza mínima de 175000 a 195000 libras con lo cual el esfuerzo en las máquinas genera consecuencias y daños progresivos y a veces irreparables en su mecanismo.

Las probetas de 15x30 cm son más difíciles de manipular por su peso que es de aproximadamente 13 kg. En comparación con las probetas de 4 x 8 que es de aproximadamente 5 kilogramos.

Las probetas de 6x12 también demandan de más material para su elaboración en comparación de las 4x8".

### 1.2. Problema

¿Cuál es el factor de relación de resultados en ensayos de resistencias en probetas de concreto estándar de 6"x12" y 4"x8" con Cemento Portland Tipo I (Sol)?

### 1.3. Hipótesis.

- El factor de relación de resultados en ensayos de resistencia a compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral en probetas de concreto estándar de 6"x12" y 4"x8" con Cemento Portland Tipo I (Sol), oscila entre el 0.85 – 0.95.



#### 1.4. Objetivos.

##### 1.4.1 Objetivos generales.

- Determinar el factor de relación en resultados de resistencia a la compresión entre probetas de 6"x12" y 4"x8".
- Determinar el factor de relación en resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral entre probetas de 6"x12" y 4"x8".

##### 1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar los agregados (según ASTM C-33).
- Diseñar mezclas de concreto con relación agua cemento (a/c) 0.55; 0.65; 0.75 (según ASTM C-94).
- Determinar el asentamiento del concreto fresco cono de Abrams (según ASTM C-143).
- Determinar el Peso Unitario y Rendimiento del Concreto (según ASTM C-138).
- Elaborar y curar las probetas de 6"x12 y 4"x8" (según ASTM C-31).
- Ensayar las probetas (según ASTM C-39 – C496).
- Evaluar y comparar los resultados de los ensayos realizados a las probetas de 6"x12" y 4"x8" y determinar el factor de relación según los datos obtenidos.

#### 1.5. Justificación e importancia.

Las principales razones de este proyecto de investigación son:

- Economía de materiales.
- Facilidad de fabricación. El llenado de los moldes se realizará con mayor rapidez, ya que se requiere menor volumen de concreto, aumentando así el rendimiento del personal encargado.
- Mayor facilidad en el manejo y transporte de los especímenes.
- Menor capacidad de almacenamiento requerida.



- Menor capacidad de la máquina de ensayo. La prensa de ensayo a la compresión simple requiere menor capacidad de carga al disminuir las dimensiones de los especímenes.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

---



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de otras investigaciones.

Ya existen precedentes en cuanto a la investigación de probetas más pequeños que el estándar para determinar la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto endurecido.

- Gonnerman realizó investigaciones al respecto, relacionando las variables de forma y tamaño de los especímenes con respecto a su esfuerzo de compresión llegando a la conclusión de que el esfuerzo de compresión disminuye con incremento de tamaño de los especímenes.
- Neville estudió también el efecto de la forma y tamaño de los especímenes en el esfuerzo de ruptura de las probetas de concreto y sugirió una relación general entre el esfuerzo de compresión y la forma y tamaño del espécimen:  $(v/hd) + (h/d)$  donde  $v$  = volumen del cilindro,  $h$  = altura del cilindro y  $d$  = dimensión lateral.
- Instituto Americano del Concreto (ACI), desarrolló una investigación bastante práctica al respecto utilizando especímenes de 10x20 cm. Se usó gravas de piedra caliza, gravas naturales y manufacturadas como agregado grueso y arena natural como agregado fino. Se realizó diferentes combinaciones de grados pétreos para ser ensayados a los 7, 28, 42 y 91 días de madures. Todos los resultados coincidieron que las probetas de 6x12 pulgadas desarrollan un menor esfuerzo a la compresión que las probetas de 4 x 8 pulgadas. Las diferencias entre ambas probetas aumentan con incrementos en la resistencia del concreto.
- Los estudios realizados por Nasser y Forstie han demostrado que los cilindros de 7.5 x 15 y 10 x 20 cm son confiables para el ensayo a la resistencia a la compresión del concreto, cuando el tamaño máximo del agregado grueso no excede más de 2.5 cm (1 pulgada).
- Josué Galvis Ramos llegó a la conclusión que los factores de correlación tienen un nivel más alto de confiabilidad cuando el tamaño máximo del agregado es menor y el diámetro del cilindro es mayor.



## 2.2. Testigos cilíndricos.

### a) Cilindros de ensayo del concreto.

Normalmente, se mide la resistencia a la compresión para garantizar que el concreto despachado a determinado proyecto cumple con los requerimientos especificados y con el control de calidad. Para la realización del ensayo a compresión del concreto, se moldean especímenes cilíndricos de ensayo de 6"x12" o de 4"x8", luego se almacenan en campo hasta que el concreto endurezca, de acuerdo a los requerimientos del ASTM C 31.

Cuando se elaboren cilindros para la aceptación del concreto, el técnico que se encuentra en campo debe ensayar otras propiedades del concreto fresco como temperatura, asentamiento (revenimiento), densidad (peso unitario), y contenido de aire. Esta información debe existir, acompañado al grupo de cilindros, hechos para un vaciado o colocación particular. Un resultado de un ensayo de resistencia es siempre el promedio de al menos dos especímenes ensayados a la misma edad. Un juego de 2 a 6 cilindros puede realizarse a partir de la misma muestra de concreto, como mínimo cada 115 m<sup>3</sup> de concreto colocado.

De acuerdo a la ASTM C 31, los resultados de cilindros curados normalmente se usan para:

- Ensayo de aceptación para una resistencia especificada.
- Verificar las proporciones de mezcla para una resistencia especificada.
- Ejercer control de calidad del productor de concreto.

Es muy importante que los cilindros sean preparados y curados siguiendo los procedimientos normalizados. Cualquier desviación de dichos procedimientos resultara en una menor resistencia medida. Los resultados de resistencia bajos debidos



a procedimientos que no concuerdan con las normas causan una preocupación injustificada, costos y demora al proyecto.

Los resultados de resistencia de los cilindros curados en campo se emplean para:

- Determinar el tiempo en el cual la estructura se puede poner en servicio.
- Evaluar la suficiencia del curado y la protección del concreto en la estructura.

## 2.3. Resistencia mecánica.

### 2.3.1. Aspectos fundamentales.

La resistencia mecánica del concreto endurecido ha sido tradicionalmente la propiedad más identificada con su comportamiento como material de construcción, lo cual se ha considerado atribuible a tres principales razones: 1) en la mayoría de los casos, la resistencia mecánica (a compresión o tensión) tiene influencia directa en la capacidad de carga de las estructuras, 2) es la propiedad más fácilmente determinable en el concreto endurecido, y 3) los resultados de su determinación pueden ser utilizados como datos índice de otras propiedades del concreto.

En términos generales, la resistencia mecánica que potencialmente puede desarrollar el concreto depende de la resistencia individual de los agregados y de la pasta de cemento endurecida, y de la adherencia que se produce entre ambos materiales. En la práctica, habría que añadir a estos factores el grado de densificación logrado en la mezcla de concreto en la estructura, ya que, como ocurre con otros materiales, la proporción de vacíos en el concreto endurecido tiene un efecto decisivo en su resistencia mecánica. Los tres primeros factores representan aspectos cuya evaluación y ajuste debe anticiparse a la producción del





concreto, cuando se hacen las previsiones inherentes al diseño de las mezclas, en tanto que el último, juntos con la ejecución de otras acciones como la del curado, forma parte de las actividades en obra que son el complemento indispensable para que el concreto en la estructura alcance a desarrollar su resistencia potencial.

#### 2.3.1.1. Resistencia de los agregados.

Cuando las partículas de los agregados son duras y resistentes, la resistencia mecánica del concreto tiende a ser gobernada por la resistencia de la pasta de cemento y/o por la adherencia de esta con los agregados. Por el contrario, si los agregados son débiles, la resistencia intrínseca de estos se convierte en una limitación para la obtención de altas resistencias mecánicas en el concreto, lo cual quiere decir que el concreto no pueda ser más resistente que las partículas individuales de los agregados, como resulta evidente al considerar las burbujas de aire o los agregados ligeros. Sin embargo, es conveniente que siempre haya adecuación entre la resistencia que se requiere obtener en el concreto y la que manifiestan los agregados, a fin de no tener que depender excesivamente de la resistencia de la pasta, lo cual repercute adversamente en el aspecto económico por la necesidad de incrementar el consumo unitario de cemento.

Por otra parte es conveniente no perder de vista que, para unos determinados agregados, la resistencia intrínseca de sus partículas es una característica que difícilmente puede mejorarse, por lo que su comportamiento en este aspecto debe ser evaluado previamente con el propósito de aceptarlos o rechazarlos para el uso propuesto. Bajo tal consideración, es válido suponer que en condiciones normales la resistencia propia de los agregados no sea la que



determine la resistencia mecánica del concreto endurecido, sino que ésta dependa de la resistencia de la pasta de cemento endurecida y/o de la adherencia pasta-agregado, siendo ambos aspectos susceptibles de maniobra.

#### 2.3.1.2. Resistencia de la pasta de cemento.

La adquisición de resistencia mecánica de la pasta de cemento conforme endurece es una consecuencia inmediata del proceso de hidratación de los granos de cemento. Cuando la pasta se encuentra en la etapa de fraguado se inicia en la periferia de los granos de cemento la formación de un tejido filamentosos, constituido por los productos de hidratación denominados genéricamente "gel de cemento". Al crecer e incrementarse estos productos "puentean" los espacios ocupados por la solución acuosa y aglutinan los granos de cemento para darle rigidez a la pasta, que de este modo adquiere el fraguado, pasando así de su condición inicial de masa blanda y viscosa a la de cuerpo rígido pero frágil, prácticamente sin resistencia mecánica al fraguar.

Luego en presencia de agua y bajo condiciones favorables de temperatura, prosigue la hidratación de los granos de cemento, dando lugar a la formación de más productos de hidratación que tienden a ocupar los espacios intersticiales de la pasta, reduciendo su porosidad e incrementando progresivamente su resistencia mecánica. Este proceso se desarrolla con relativa rapidez durante las primeras semanas, a partir de la elaboración de la pasta, y después amengua su velocidad para dar un esquema evolutivo. Si las condiciones de humedad y temperatura continúan siendo favorables, el proceso de hidratación del cemento y de adquisición de resistencia mecánica de la pasta



puede prolongarse durante meses e incluso años. Por tal motivo y para fines prácticos se ha adoptado convencionalmente la costumbre de conceder un plazo de 28 días (cuatro semanas) a la pasta de cemento para considerarla hidratada o endurecida, a sabiendas que después de este lapso hay una aportación de resistencia mecánica que puede significar un importante incremento adicional que es aprovechable al ampliar el plazo para que el concreto obtenga su resistencia de proyecto.

Es entonces factible considerar que la resistencia mecánica de la pasta endurecida, en un momento dado, es gobernada por la influencia de dos variables principales:

1. La cantidad de productos de hidratación generados hasta ese momento.
2. La proporción del espacio disponible (originalmente lleno de agua) que ha sido ocupado por dichos productos de hidratación.

Lo primero, que representa el grado de hidratación adquirido por el cemento en un cierto lapso, depende básicamente de las características físicas y químicas del cemento, el grado de humedad, la temperatura de curado y el tiempo transcurrido desde la elaboración de la pasta, o edad de la misma. Si se normaliza el grado de humedad y la temperatura (como ocurre en el curado estándar de laboratorio) el desarrollo de la hidratación de cada pasta de cemento en particular, o sea a cantidad de gel producido por la unidad de cemento, pasa a depender esencialmente del tiempo transcurrido. De esta manera, cuando se trata de utilizar como dato de referencia la resistencia mecánica del concreto a 28, 90 o más días, se entiende que corresponde a su



hidratación durante ese lapso en condiciones normalizadas de humedad y temperatura.

En cuanto a lo segundo, que se refiere al grado de ocupación del espacio disponible por los productos de hidratación, no solo depende de la cantidad de gel sino también del tamaño del espacio originalmente disponible para su acomodo, es decir, por la proporción que representa el volumen original de agua con respecto al volumen total de la pasta al ser mezclada. Por consiguiente, a medida que se incrementa la proporción de agua en la pasta, mayor es el espacio disponible y menor el grado de ocupación de este espacio por el gel de cemento, con lo cual permanece libre una mayor proporción de este espacio en la pasta de cemento hidratada, esto es, aumenta su porosidad.

A fin de establecer la cuantía y las características de este espacio libre, es pertinente examinar simplifcadamente lo que ocurre con el agua original de mezcla en el seno de la pasta, conforme se hidrata el cemento. Sin considerar las pérdidas por sangrado, evaporación, etc., una parte del agua es tomada progresivamente por el cemento y el resto subsiste como agua libre; de la que toma el cemento, una fracción se combina químicamente para dar lugar a la formación del gel y otra es retenida por absorción en la superficie interna del propio gel y por ello se denomina agua del gel.

De este modo, en una pasta con cierto grado de endurecimiento, el agua se encuentra en tres formas básicas:

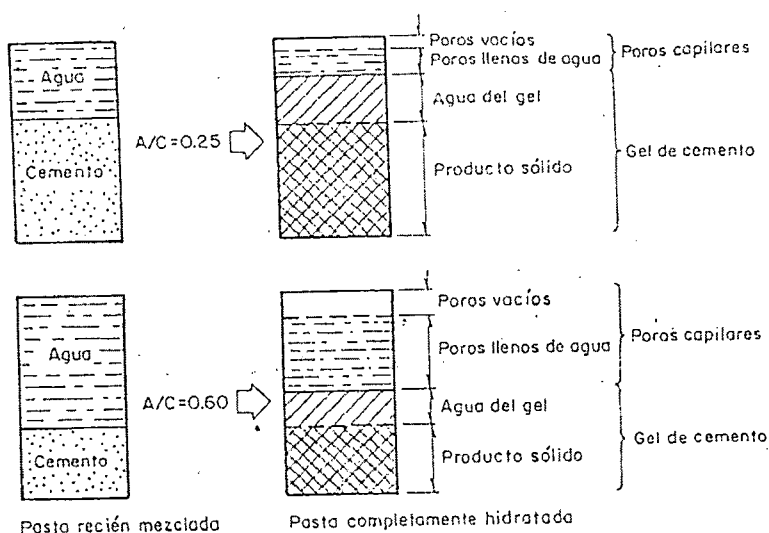
- 1) El agua combinada, que forma parte de la composición química de los productos de hidratación, y que por tanto no es evaporable.



- 2) El agua cuyas moléculas se encuentran retenidas por absorción en los poros del gel, cuyo gran desarrollo superficial interno favorece este fenómeno (para una pasta compactada e hidratada normalmente, esta agua representa alrededor del 28% del volumen del gel).
- 3) El agua que permanece en los espacios libres no ocupados por el gel, en los denominados poros capilares de la pasta endurecida, y que por ello se conoce como agua capilar.

En una pasta sujeta a compactación normal y completamente hidratada, y que únicamente contenga el agua indispensable para la hidratación del cemento ( $A/C = 0.25$ ), su volumen de poros capilares debe ser del orden de 18 a 19 %, pero esta proporción tiende a aumentar conforme se incrementa el agua, y así, una pasta hidratada con relación agua/cemento igual a 0.60 puede contener entre 47 y 60 % de poros capilares.

Se explica en la Figura 1



**Figura 1 Incremento de los poros capilares en la pasta de cemento hidratada, al aumentar la proporción de agua de mezcla.**

En términos generales, la resistencia mecánica de la pasta de cemento hidratada depende de la cuantía de su porosidad total.

#### 2.3.1.3. Adherencia pasta-agregado.

Considerando el trabajo conjunto de los agregados y la pasta de cemento en el concreto endurecido puede suponerse que, si las resistencias individuales de los agregados y la pasta no son restrictivas, la resistencia última del concreto debe depender sensiblemente de la adherencia entre ambos componentes. Sin embargo esta es una situación cambiante con la edad, pues aunque tanto la resistencia de la pasta como la de adherencia progresan con la hidratación del cemento, su evolución no necesariamente es igual, y así, hay evidencia de que el concreto a edad temprana la resistencia por adherencia suele ser menor que



la resistencia de la pasta, en tanto que a edades avanzadas tiende a ocurrir lo contrario.

Conforme a esa tendencia podría inferirse que, con agregados ordinarios de buena calidad, la resistencia mecánica del concreto a la edad de servicio debiera depender principalmente de la resistencia de la pasta. Aun cuando en la práctica esta es una condición frecuente, su vigencia no puede ser general porque hay aspectos específicos que la modifican, tales como la forma, textura superficial y tamaño de las partículas de los agregados, y el nivel de la resistencia de diseño del concreto, por ejemplo. En todo caso, lo que si debe considerarse como una conducción deseable en lo general, es que exista compatibilidad entre la resistencia de la pasta y la que se genere por adherencia entre esta y los agregados, lo cual significa que no tiene sentido práctico tratar de incrementar la resistencia del concreto utilizando una pasta de muy alta resistencia cuando es la falta de adherencia la que la limita. En esta situación, lo conveniente es ejercer acciones tendientes a mejorar la adherencia entre la pasta y los agregados, a fin de elevar el umbral de falla del concreto por este concepto, y después adecuar la resistencia de la pasta al nivel requerido.

Para mejorar la adhesión de la pasta con los agregados, cuando su deficiencia es imputable a éstos, existe la posibilidad de modificar la forma, textura superficial y tamaño de las partículas, en la medida que lo inconveniente de estas características sea causante de las deficiencias observadas en la adherencia. Por ejemplo, cuando se dispone de agregados con partículas muy redondeadas y de superficie demasiado lisas, puede ser difícil y/o antieconómico rebasar el topo de resistencia que le impone al concreto la reducida adherencia que suelen manifestar estas partículas con la pasta de



cimento. En tal caso, es posible someter los agregados a trituración parcial con el objeto de producir una adecuada proporción de partículas de forma mixta (redondeada y angulosa) y con textura menos lisa en las nuevas superficies resultantes de la fragmentación.

En lo relativo a la modificación del tamaño de las partículas, es necesario tener presente que al aumentar el tamaño máximo del agregado se manifiestan dos tendencias con efectos opuestos en la resistencia mecánica del concreto:

- 1) El aumento del tamaño máximo reduce el requerimiento de agua de mezcla y en consecuencia disminuye la relación agua/cemento, con lo cual se tiende a incrementar la resistencia del concreto.
- 2) En contraposición, al aumentar el tamaño de las partículas disminuye la superficie de contacto de los agregados con la pasta, y con ello tiende a reducirse la resistencia del concreto porque para una misma condición de carga se incrementan los esfuerzos de adherencia en el contacto pasta-agregado.

Al hacer el balance de estas tendencias, resulta que en los concretos de baja resistencia (menos de  $200 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente) domina el efecto de la reducción del agua de mezclado, y por consiguiente al aumentar el tamaño máximo del agregado tiende a incrementarse la resistencia del concreto; en tanto que para los concretos de mayor resistencia se manifiesta lo contrario pues domina el efecto de la superficie de adherencia disminuida, de manera que un aumento en el tamaño máximo tiende a reducir la resistencia del concreto en sus niveles altos.





#### 2.3.1.4. Comportamiento integral.

La resistencia mecánica del concreto se acostumbra medir de manera convencional en especímenes estándar de concreto simple que se someten a condiciones de carga reglamentadas, ya sea a compresión o tensión. De este modo, la resistencia correspondiente se identifica con el esfuerzo máximo generado en el concreto por la carga que produce la falla del espécimen. Si bien el estado de esfuerzos a que se someten los especímenes no coincide normalmente con el que existe en las estructuras, suele admitirse que la información obtenida del ensaye de especímenes de concreto simple puede ser utilizada para predecir el comportamiento del mismo concreto en la estructura.

La resistencia mecánica del concreto como un todo es influida por las resistencias individuales de los agregados y la pasta de cemento y por la adherencia entre ambos componentes, y en fin de cuentas la resistencia del conjunto es dictada por la que resulte más débil de las tres. De ordinario, la resistencia intrínseca de los agregados de calidad normal es superior a la que se requiere en el concreto convencional, de manera que el caso más común es que la resistencia del concreto sea gobernada por la de la pasta de cemento y/o por el grado de adherencia en el contacto pasta-agregado.

En los concretos de baja resistencia (menos de 200 kg/cm<sup>2</sup>, aproximadamente) a la edad de servicio (más de 20 días) es frecuente que la resistencia propia de la pasta sea el factor predominante, mientras que en los niveles altos (más de 500 kg/cm<sup>2</sup>) tiende a predominar la adherencia pasta-agregado como factor determinante de la resistencia del concreto. En los niveles intermedios (entre



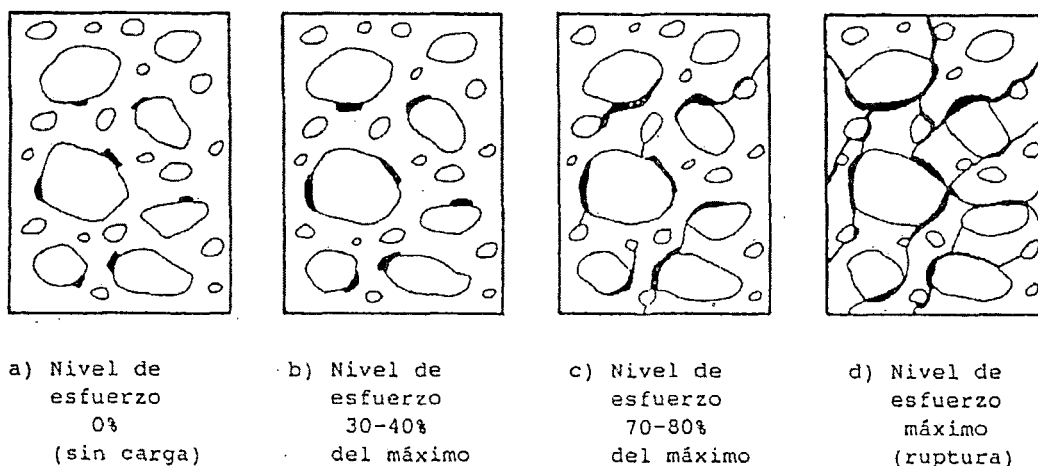
200 y 500 kg/cm<sup>2</sup>) que son los más usuales en las estructuras ordinarias, la resistencia del concreto puede ser limitada indistintamente por la resistencia de la pasta, la adherencia pasta – agregado, o una combinación de ambas, dependiendo significativamente de las características de forma, textura superficial y tamaño máximo de los agregados.

Esto pone de manifiesto el requerimiento de verificar oportunamente el comportamiento del concreto de uso previsto con los agregados dispuestos, a fin de comprobar la aptitud de éstos para el trabajo de conjunto con la pasta de cemento en el nivel de esfuerzo requerido. Para ajustar la resistencia del concreto al nivel deseado, es apropiado actuar en primer término sobre la resistencia de la pasta, eligiendo una relación agua/cemento adecuada. Si en el ensaye de especímenes preliminares la falla de la pasta endurecida es la que determina la resistencia del concreto, esto se considera propicio para la vigencia de la relación agua/cemento como principal medio de ajuste de la resistencia del concreto. De lo contrario, si hay síntomas de falla en los especímenes por concepto de adherencia, es pertinente revisar la limpieza superficial de los agregados, además de considerar una disminución en el tamaño máximo y/o, en casos que se justifique, una trituración parcial para introducir cambios de forma y de textura superficial en sus partículas.

Para juzgar el modo de falla que se presenta en los especímenes de prueba cuando se ensayan a compresión, es conveniente tomar en consideración que, conforme al criterio más aceptado, la falla del concreto se produce por el crecimiento progresivo de micro-fisuras y otras discontinuidades que existen

en el concreto desde antes de ser sometidos a carga. De acuerdo con ello, en el seno del concreto existe normalmente una serie de discontinuidades que se originan desde el momento de su colocación y compactación en los moldes y proliferan en el curso de su endurecimiento. De tal modo que cuando el concreto se somete a esfuerzos que se incrementan progresivamente, dichas discontinuidades crecen en número y extensión hasta provocar la falla del mismo.

De manera esquemática en la Figura 2 se representa la evolución de las grietas originales en el contacto pasta-agregado, a diferentes niveles de esfuerzo durante el proceso de carga a compresión uniaxial de un espécimen de concreto simple.



**Figura 2 Proceso evolutivo del agrietamiento del concreto durante el ensaye de ruptura a compresión.**

Comentarios:

- a) En el esquema a) corresponde a las grietas preexistentes en el concreto pasta-agregado, las cuales permanecen relativamente estables.



- b) En el esquema b) en tanto los esfuerzos aplicados no sobrepasan un nivel comprendido entre 30 y 40% del esfuerzo máximo que se identifica con la ruptura del concreto. Al incrementarse los esfuerzos aplicados más allá de este nivel, las grietas interfaciales comienzan a crecer y prolongarse a través de la pasta.
- c) En el esquema c) las grietas interfaciales se unen con las grietas vecinales del mismo tipo con lo que adquieren continuidad, de manera que al llegar a un nivel de esfuerzo comprendido entre 70 y 80% del máximo, el concreto presenta grietas continuas y de tendencia paralela a la dirección de la carga, que constituyen un daño irreversible de su integridad estructural. Si en este punto de la carga se continúa incrementando a la misma velocidad.
- d) El concreto es capaz de admitir un cierto incremento en el nivel de esfuerzos hasta llegar a un máximo en que la carga comienza a decrecer rápidamente porque el agrietamiento se generaliza esquema d) y sobrevive la ruptura del concreto. Cabe señalar que, si al llegar al estado de afectación estructural del esquema c) el nivel de esfuerzo aplicado se mantiene constante, de todas maneras los agrietamientos continúan progresando aunque a menor velocidad, y el concreto termina por fallar sin que se incrementen los esfuerzos pero en un tiempo más prolongado.



## 2.4. Resistencia a compresión.

### 2.4.1. Normas para determinarla.

La resistencia del concreto frecuentemente se identifica con su resistencia a compresión, porque está representa la condición de carga en que el concreto exhibe mayor capacidad para soportar esfuerzos, de modo que la mayoría de las veces los elementos estructurales se diseñan con el fin de utilizar esta propiedad del concreto. Aunado a ello, existe la ventaja de que la resistencia a compresión es la característica más fácil y confiablemente determinable en el concreto endurecido, aunque no es una propiedad tan precisamente definida como pudiera suponerse debido a un cierto número de factores y condiciones cambiantes que intervienen en su determinación; por tal motivo, es necesario reglamentar las condiciones y procedimientos para determinarla.

La determinación de la resistencia a compresión del concreto se efectúa de ordinario mediante el ensaye hasta la ruptura de especímenes representativos, con tres finalidades principalmente:

1. Comprobar si las previsiones que se hacen al diseñar una mezcla de concreto son adecuadas para cumplir con la resistencia de proyecto.
2. Controlar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas al nivel requerido durante la producción del concreto.
3. Verificar la resistencia del concreto como se encuentra en la estructura.

En los dos primeros casos, los especímenes se elaboran tomando muestras del concreto en estado fresco, en tanto que en el último caso los especímenes se obtienen del concreto ya endurecido en la estructura.



Las condiciones y procedimientos de ensaye que son aplicables en cada caso, se consignan en normas que reglamentan aspectos tales como la forma y dimensiones de los especímenes, la manera de elaborarlos, curarlos, prepararlos y ensayarlos, e incluso las características de los equipos en que se ensayan los especímenes.

#### 2.4.2. Características de los especímenes.

Según se ha dicho, el procedimiento usual para determinar la resistencia a compresión del concreto consiste en ensayar especímenes representativos que se cargan hasta la ruptura, por cuyo motivo se le califica como ensaye destructivo para distinguirlo de los procedimientos indirectos que se aplican en la estructura sin dañarla. También se ha mencionado que los especímenes representativos pueden ser elaborados durante la fabricación del concreto, mediante la obtención de muestras del concreto en estado fresco, o bien pueden ser obtenidos del concreto ya endurecido en la estructura.

El primer modo se acostumbra emplear en la etapa previa y durante la construcción de la estructura, es decir, al diseñar la mezcla en el laboratorio y en el curso de la producción del concreto en obra, de manera tal que el concreto de los especímenes recibe un tratamiento de compactación y curado que no es exactamente igual al del concreto en la estructura; a cambio, su relativa simplicidad y economía, lo convierten en el modo preferido para la realización de las numerosas pruebas que frecuentemente se necesitan para el conocimiento y el control de la uniformidad y el ajuste del nivel de la resistencia del concreto durante su producción.



El segundo modo normalmente se utiliza cuando por algún motivo se requiere verificar la resistencia y otras características del concreto tal como se encuentra colocado en la estructura, en cuyo caso puede concederse más representatividad al concreto de los especímenes en lo que se refiere a compactación y curado, si bien este modo de verificación de la resistencia tiene implicaciones prácticas y económicas que limitan su ejecución a la frecuencia mínima indispensable. Considerando que en ambos modos no se exigen iguales características en los especímenes.

a) Especímenes elaborados del concreto fresco.

Las dos formas geométricas que normalmente se utilizan en los especímenes que se elaboran para determinar la resistencia a compresión del concreto, son la cúbica y la cilíndrica. El cubo es el espécimen que se utiliza para esta finalidad en varios países de Europa y en otros lugares donde se aplican normas europeas, mientras que en la práctica de los de los EUA y Canadá, que también se aplica en México, se emplea el espécimen cilíndrico con altura igual al doble del diámetro ( $h=2d$ ). En condiciones comparables, la resistencia a compresión del concreto obtenida en cilindro es del orden del 80 % de la que se obtiene en cubo, si bien dicho porcentaje es solo aproximado porque varía con el grado de resistencia del concreto.

Para la definición de las dimensiones de los cilindros de prueba, en la práctica ASTM C 192 relativa a especímenes de laboratorio, se establece que el diámetro del cilindro debe ser por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo del agregado ( $d \geq 3 \text{ TMA}$ ), pero también se indica que el espécimen cilíndrico



mínimo permisible es el de 51 mm (2") de diámetro y 102 mm (4") de altura. Por su parte, la práctica ASTM C 31 correspondiente a cilindros de obra, señala que el cilindro mínimo permisible es el de 152 mm (6") de diámetro y 304 mm (12") de altura, al cual considera como espécimen estándar para todo concreto cuyo tamaño máximo de agregado (TMA) no exceda a 51 mm (2"), y que para agregados mayores deben utilizarse cilindros de prueba cuyo diámetro sea por lo menos el triple del tamaño máximo del agregado ( $d \geq 3TMA$ ). Debido a la continua necesidad de relacionar los resultados de laboratorio con los de obra, lo usual es que el cilindro de 152 x 304 mm (6"x12") se admita como estándar en ambos casos, para concretos con gravas hasta 51 mm (2") de tamaño máximo.

#### 2.4.3. Condiciones normales de prueba.

De igual manera que se reglamentan las características geométricas y dimensionales de los especímenes, también es necesario reglamentar todos los aspectos relacionados con su elaboración, conservación (curado), preparación y ensaye, a fin de evitar su influencia como factores de variación de la resistencia. Así, las resistencias que se obtienen bajo condiciones de prueba invariables, pueden ser evaluadas, comparadas o correlacionadas conforme se requiere.

##### a) Preparación y curado de los especímenes.

Con frecuencia se intenta relacionar las resistencias a compresión que se obtienen en especímenes extraídos de la estructura, con las obtenidas en especímenes elaborados en el laboratorio o en el campo. Sin embargo, debido a diferencias sustanciales que existen en las condiciones como se





obtienen y curan los especímenes en ambos casos, dicha relación resulta incierta, por cuyo motivo es pertinente deslindar sus respectivas funciones y campos de aplicación.

Para el preparado de las probetas o testigos de concreto se realiza haciendo un vaciado en 3 capas iguales en el molde. Cada una de las capas fue compactada con una varilla de 5/8" de diámetro. Mediante 25 golpes distribuidos uniformemente en el área de la sección transversal del recipiente, en la tercera se enrasa hasta que esté completamente lleno el recipiente.

Al día siguiente del vaciado se desmoldan los cilindros de prueba a temperatura y humedad del ambiente, luego se llevaron a la cámara de curado, hasta el día de las pruebas respectivas.

El curado de los cilindros de prueba se logra sumergiéndolos en el agua con cal hidráulica contenida en los depósitos, con el objeto de que la reacción química del cemento y el agua, así como los demás componentes del concreto, continuará y de esta forma el concreto fuera ganando resistencia hasta el día del ensayo.

La resistencia a la compresión de testigos de concreto está referida a la relación de la carga máxima aplicada por unidad de área del espécimen antes de la falla, la cual se produce por la zona más débil generando internamente cohesión y fricción.

b) Preparación y ensaye de los especímenes.

En sus aspectos esenciales, los requisitos de las condiciones de prueba para los especímenes cilíndricos de concreto, en lo que se refiere a su



preparación y ensaye, son prácticamente iguales para los especímenes que se fabrican en moldes estándares y no estandarizados.

En cuanto a la preparación de los especímenes cilíndricos, es de particular importancia el acondicionamiento de las superficies de las cabezas, a través de las cuales se transmiten las cargas de compresión, a fin de eliminar defectos que puedan producir concentraciones de esfuerzos en el espécimen y hacerlo fallar de manera irregular. En este aspecto hay dos factores cuya influencia es decisiva y que por ello se reglamentan con precisión: la "planicidad" de las superficies y su perpendicularidad con el eje del cilindro. El método ASTM C 39 establece que, para considerarlas aceptables, estas superficies no deben manifestar desviaciones mayores de 0.05 mm en una distancia de 152 mm (diámetro del cilindro estándar) al ser confrontadas con una regla perfectamente recta en cualquier dirección; y que su perpendicularidad con el eje del cilindro no debe diferir más de 0.5° con respecto al ángulo de 90°, lo que significa una desviación máxima de 3.2 mm en una distancia de 305 mm que es la altura del cilindro estándar.

Para conseguir las superficies de las cabezas de los especímenes cilíndricos cumplan con estos requisitos, suelen emplearse dos procedimientos consistentes en pulirlas con una piedra de esmeril de características apropiadas, o recubrirlas con una delgada capa (alrededor de 3mm de espesor) de pasta de cemento, masilla de yeso de alta resistencia, o un compuesto de azufre fundido. En el método ASTM C



617 se definen los requisitos que deben cumplirse cuando se emplea el segundo procedimiento, esto es, el recubrimiento de las cabezas del cilindro con una capa de alguno de estos tres materiales. La pasta de cemento se utiliza en los cilindros recién moldeados, es decir, se aplica al concreto en estado fresco, en tanto que el yeso de alta resistencia y el azufre fundido se utilizan en los especímenes de concreto endurecido, sean éstos cilindros estándares o no.

En relación con la práctica de "cabecear" los especímenes de concreto endurecido con un material de recubrimiento, es pertinente señalar una limitación que puede presentarse en función de la resistencia del concreto que se ensaya. Esto se debe a que el método de prueba invocado se menciona que el material de cabeceo debe ser, por lo menos, tan resistente como el concreto sobre el cual se aplica, y al mismo tiempo se establece como requisito de aceptación para dicho material una resistencia mínima a compresión de  $350 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual podría incapacitarlo para ser empleado en especímenes de concreto de muy alta resistencia.

Para evitar esta eventualidad, es necesario comprobar que la resistencia del material de cabeceo es congruente con la del concreto por ensayar, o de lo contrario considerar la conveniencia de emplear otro procedimiento para acondicionar las cabezas del espécimen. Así, por ejemplo, el Comité ACI 363 hace notar que hay compuestos de cabeceo (incluyendo mortero de azufre) cuyas resistencias oscilan entre  $500$  y  $600 \text{ kg/cm}^2$ , aproximadamente, y que son apropiados para especímenes de concreto



con resistencia superior a  $700 \text{ kg/cm}^2$  suele preferirse el moldeo o pulimento con esmeril de las cabezas con la tolerancia especificada.

Por otra parte, debido a que el cabeceo de especímenes en gran escala resulta incómodo y costoso, y además constituye un factor adicional de variación en los resultados de resistencia, se han hecho intentos para substituirlos por un procedimiento más sencillo, tal como el uso de placas de hule neopreno con determinadas características de espesor y dureza, confinadas en moldes metálicos e interpuestas entre las cabezas del espécimen y las placas metálicas de la máquina de ensaye; no obstante, aún no se cuenta con un método alternativo de esta índole para el acondicionamiento de las cabezas de los especímenes de concreto, que esté debidamente sancionado por un método de prueba normalizado y de aceptación general.

Una vez acondicionadas las cabezas de los especímenes (con un material de cabeceo o pulidas con esmeril) dentro de las tolerancias de planicidad y perpendicularidad especificadas, debe procederse a aplicarles una carga axial de compresión creciente hasta su ruptura; la carga máxima que se alcanza dividida entre la sección transversal del espécimen corresponde al esfuerzo máximo aplicado que define la resistencia del concreto a compresión simple.

Al igual que todos los aspectos previos, el proceso de aplicación de carga debe efectuarse bajo condiciones reglamentadas para evitar la influencia



de los factores cuya variación puede afectar los resultados. Entre dichos factores destacan las características de la máquina de ensaye, las condiciones de humedad del espécimen de concreto y la velocidad con que se incrementa la carga; todos los cuales se hallan convenientemente especificados en el citado método de prueba ASTM C 39 debido a la importancia de sus efectos.

En lo que se refiere a la máquina de ensaye, se especifican tanto sus características de diseño y construcción como las de funcionamiento. La reglamentación de las primeras tiene por objeto principal asegurar que la carga se aplique uniformemente distribuida sobre toda la superficie de contacto con el espécimen y que su resultante sea colineal con el eje de éste. De los requisitos de funcionamiento de la máquina de ensaye, son particularmente importantes su aptitud para incrementar la carga a velocidad uniforme y regulable y la exactitud y la precisión de su registro de cargas aplicadas, de modo que éstas coincidan con las cargas reales con un error máximo permisible de  $\pm 1\%$  en todo el intervalo de uso.

El grado de humedad del concreto en el momento de ser ensayado tiene influencia en su comportamiento bajo carga, ya que la presencia de agua en los poros de la pasta de cemento hidratada reduce su resistencia mecánica a compresión, con respecto a la misma pasta en condición seca. Consecuentemente, conforme disminuye por evaporación el grado de humedad de un espécimen de concreto originalmente saturado, tiende a ser mayor la carga requerida para provocar la ruptura del mismo, es decir, se incrementa la resistencia a compresión aparente del concreto. Por tal



motivo, es imprescindible definir el estado de humedad en que se deben ensayarse los especímenes de concreto, de acuerdo con la finalidad del ensaye.

Así, por ejemplo, cuando se trata de ensayar especímenes estándar curados en húmedos y cuyos resultados son la base de aceptación del concreto, deben tomarse las medidas necesarias para ensayarlos conforme lo previsto en el método de prueba, a fin de que todos los especímenes se ensayen con el mismo grado de humedad, lo más cercano a la saturación que sea posible.

La velocidad con que se incrementan los esfuerzos de compresión al efectuar el ensaye tiene un efecto notable en la magnitud de la carga máxima que un espécimen de concreto puede soportar, pues conforme los esfuerzos se aplican con mayor rapidez se incrementa la carga máxima alcanzable, esto es, se manifiesta un aumento en la resistencia aparente del concreto. Esto se hace notar en la Figura 3 en la que se indica cómo crece la resistencia a compresión del concreto a medida que aumenta la velocidad con que se aplica la carga. Debido a ello, para prevenir el efecto de esta variable, el método de prueba ASTM C 39 establece que el ensaye de los especímenes se realice aplicando los esfuerzos de compresión a una velocidad comprendida entre 1.5 y 3.5 kg/cm<sup>2</sup>/s; lo cual representa en el caso del espécimen cilíndrico estándar de 152 mm de diámetro, una velocidad de aplicación de carga comprendida entre 16 y 38 toneladas por minuto, aproximadamente.

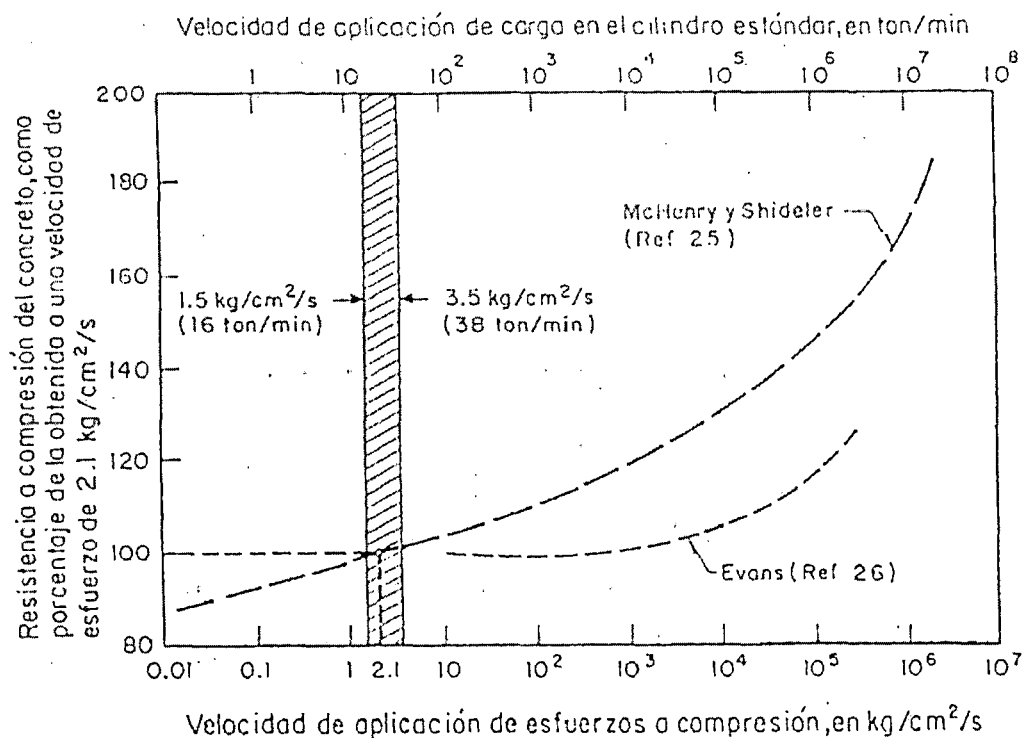


Figura 3. Variación de la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la velocidad de aplicación de carga.

## 2.5. Resistencia a tensión.

### 2.5.1. Aspecto general.

El concreto endurecido se manifiesta en los ensayos bajo carga de corta duración como un material de tendencia frágil, pues su ruptura se produce con una deformación unitaria relativamente reducida: entre 100 y 200 millonésimas a tensión y entre 2000 y 4000 millonésimas a compresión, según su grado de resistencia; y esta diferente deformación a tensión y compresión puede verse como una manifestación de lo heterogéneo de su composición que le confiere el carácter de cuerpo anisótropo. De tal modo, al considerar que la ruptura del concreto se puede asociar a una deformación límite, resulta explicable el hecho de que su capacidad para resistir esfuerzos a tensión sea considerablemente menor que a compresión.



En concordancia con esta limitación, al diseñar las estructuras se procura que el concreto no trabaje a tensión directa, sin embargo casi siempre es inevitable que el concreto en la estructura deba soportar ciertos esfuerzos a tensión, ya sea como consecuencia de determinadas condiciones de carga que involucran flexión y cortante, o como resultado de las contracciones que se producen en el concreto por secado o por temperatura, en condiciones que las restringen. De conformidad con ello, la resistencia del concreto a tensión es una propiedad que requiere consideración específica en el diseño de las estructuras en que tiene mayor influencia, tal como es el caso de las presa en arco, o de pavimentos de concreto hidráulico cuyo diseño se efectúa con base en la resistencia del concreto a tensión por flexión.

De igual manera que la resistencia del concreto a compresión, la de tensión también depende de las resistencias a tensión propias de la pasta de cemento y los agregados, y de la adherencia que se genera entre ambos, si bien la influencia relativa de estos factores puede variar en función de los procedimientos que se utilizan para determinar la resistencia del concreto a tensión, que son básicamente tres tal y como se presentan a continuación:

1. Prueba de tensión directa, por medio del ensaye de especímenes cilíndricos o prismáticos, sometidos a una fuerza de tensión axial.
2. Prueba de tensión indirecta, mediante el ensaye de especímenes cilíndricos, sujetos a la aplicación de una carga de compresión diametral.
3. Prueba de tensión por flexión en especímenes prismáticos (vigas), ensayados opcionalmente con una carga concentrada en el centro del claro, o con dos cargas concentradas iguales aplicadas en los tercios del claro.

En la resistencia a tensión de la pasta de cemento endurecida influyen, como factores básicos, su grado de porosidad y la presencia de microfisuras y otras discontinuidades originales, tal como sucede a





compresión; por consiguiente, la relación agua/cemento, la compactación y el curado continúan operando como medios prácticos para su regulación y desarrollo. Sin embargo, la influencia de las microfisuras y otras discontinuidades sobre la resistencia de la pasta endurecida es más importante a tensión que a compresión, porque cuando existe una discontinuidad en un material frágil (como la pasta) que se halla sometido a tensión, se producen concentraciones de esfuerzos en los bordes de la discontinuidad con una magnitud varias veces al esfuerzo medio de tensión que actúa nominalmente. De esta manera, la falla de la pasta a tensión puede ocurrir con un esfuerzo aparentemente bajo, que para fines prácticos es el que cuenta. La inferencia de ello es que una compacidad y curado deficientes en la pasta de cemento pueden resultar más adversos para su trabajo a tensión.

Los agregados de peso y calidad normal suelen estar constituidos por fragmentos de rocas cuya resistencia mecánica (a compresión y tensión) es superior a la que de ordinario se pretende en el concreto convencional; por tal motivo, en la ruptura del concreto por esfuerzos de tensión simple (como es el caso de prueba de tensión directa) no es usual que la falla ocurra en las partículas de agregados sino más bien a través de la pasta de cemento y/o en el contacto de esta con el agregado grueso.

La resistencia que se genera por adherencia en el contacto entre la pasta de cemento y los agregados juega un papel más importante en el comportamiento del concreto a tensión que a compresión, particularmente cuando se le ensaya a tensión directa o por compresión diametral, lo cual puede relacionarse en cierta medida con la "aureola de transición" que se forma en la pasta que rodea los agregados. Como un indicio de la influencia que esta aureola pueden ejercer en la resistencia por adherencia, cabe citar que con el uso de agregados calizos se ha observado menos orientación preferencial de los



productos de hidratación en la aureola, disminuyendo así su disposición para la propagación de fisuras.

Un factor adicional que tiende a producir variaciones significativas en la determinación de la resistencia del concreto a tensión, se refiere al grado de humedad del concreto de los especímenes en el momento del ensaye. Se dice que el concreto completamente seco manifiesta mayor resistencia a tensión que en estado saturado, tanto si se le ensaya a tensión directa como a tensión por flexión, pero que hallándose parcialmente seco puede resentir una disminución hasta de 40% en su resistencia a tensión, con respecto al mismo concreto saturado, cuando se le ensaya a flexión. Por este motivo, en la prueba de tensión por flexión se requiere un estado uniforme en la humedad de los especímenes, mediante acondicionamiento previo a la prueba, a fin de que el concreto conserve su estado de saturación original hasta el momento de ser ensayados.

#### 2.5.2. Ensaye a tensión indirecta.

Este ensaye llamado también prueba de tensión por compresión diametral, que consiste en ensayar un espécimen cilíndrico en posición horizontal, sometiéndolo a la acción de dos fuerzas opuestas de compresión uniformemente distribuidas a lo largo de las generatrices contenidas en su plano vertical de simetría. De manera que, al quedar sometido el cilindro a esta condición de carga de compresión diametral, se produce en dicho plano la distribución de esfuerzos.

A fin de reducir la concentración de esfuerzos de compresión que se produce a lo largo de las generatrices en que se aplican las cargas, se interponen dos tiras de material comprensible entre la superficie de concreto del espécimen y las placas o piezas metálicas que transmiten las cargas. De esta forma se evita la ruptura del concreto por aplastamiento en la zona de contacto y se consigue que el espécimen falle por efecto de los esfuerzos de tensión, según una superficie de



falla normal a éstos, que corresponde sensiblemente al plano vertical en que actúan las cargas.

La determinación de la resistencia a tensión del concreto por este procedimiento es relativamente sencilla y rápida, y sus resultados suelen mostrar una aceptable uniformidad y reproducibilidad. En consideración a ello, el procedimiento se encuentra reglamentado como prueba estándar en la norma ASTM C 496 que es aplicable a especímenes cilíndricos elaborados normalmente y a núcleos de concreto extraídos de las estructuras.

Conforme al método de prueba citado, los especímenes se cargan a una velocidad uniforme de aplicación de esfuerzos a tensión comprendida entre 7 y 14 kg/cm<sup>2</sup>/min, que para el caso del cilindro estándar de 15 x 30 cm se traduce en una velocidad de aplicación de la carga a compresión comprendida entre 5 y 10 ton/min. El esfuerzo de ruptura  $f_t$  en kg/cm<sup>2</sup>, que define la resistencia del concreto a tensión, se calcula por la siguiente expresión:

$$f_t = \frac{2P}{\pi ld}$$

Donde P es la carga máxima aplicada en kilogramos, en tanto que l y d corresponden a la longitud y el diámetro del espécimen en centímetros, respectivamente.

El grado de humedad del concreto en el momento de la prueba influye normalmente en la resistencia a tensión determinada por este procedimiento, de la siguiente manera: en el concreto de peso normal, la pérdida de humedad de los especímenes antes del ensaye se traduce en un cierto aumento de la resistencia a tensión indirecta, de igual modo que se manifiesta en la resistencia a compresión, pero en el concreto hecho con agregados ligeros suele ocurrir lo contrario. Debido a este efecto opuesto, el método de prueba establece que los



especímenes se ensayen en condiciones de humedad tales que no produzcan resultados sobrevaluados; de esta manera requiere que los especímenes de concreto de peso normal se ensayen saturados y los de concreto ligero, cuando se ensayen a 28 días deban curarse en húmedo durante 7 días y los 21 días restantes deban permanecer secándose en un ambiente con 50% de humedad relativa.

La resistencia a tensión del concreto obtenida por este procedimiento tiende a dar valores un poco más altos que los de tensión directa, lo cual suele atribuirse a:

1. Que la distribución no uniforme de esfuerzos en la sección de falla en la prueba indirecta restringe la propagación de las grietas y con ello se incrementa la carga de ruptura del espécimen.
2. Que en la prueba indirecta el cálculo del esfuerzo de ruptura a tensión de basa en dos suposiciones que lo simplifican pero no son del todo reales, es decir, que el concreto se comporta elásticamente y que la sección de falla existe un estado plano de esfuerzos.

De cualquier modo, ambas causas producen efectos que actúan consistentemente en el sentido de manifestar un valor más alto, y así la resistencia a tensión determinada por compresión diametral resulta con un incremento prácticamente constante con respecto a la de tensión directa en todos los niveles.

Cuando se relaciona la resistencia a tensión por compresión diametral del concreto con su resistencia a compresión, se observa que la primera varía proporcionalmente con la raíz cuadrada de la segunda, si bien el factor de proporcionalidad puede diferir para cada concreto específico, en función primordial de las características de los agregados que se utilizan.



## 2.6. Mezclas de concreto.

### 2.6.1. Diseño de mezcla de concreto

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado, así como la trabajabilidad, relaciones agua/cemento, a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente, las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas, etc.

#### a) Parámetros básicos de los métodos de diseño de mezclas.

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se esté adoptando.

Como consecuencia se usa en los cálculos la gravedad específica o el peso específico de masa, sea en condición seca o saturada superficialmente seca, para obtener los volúmenes sólidos de los componentes de modo de dosificarlos adecuadamente para obtener la unidad volumétrica de medida.

#### b) La resistencia en compresión y la relación agua /cemento.

Dado que por lo general la resistencia en compresión es un requisito fundamental que emana del proyecto estructural o en algunas ocasiones el proyectista exige consideraciones especiales de durabilidad, un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación a/c.



Ciertas ocasiones, las condiciones de durabilidad de las estructuras de concreto por circunstancias de exposición y agresividad extrema al medio ambiente y las características de operatividad o uso, motivan que independientemente del factor, se debe asumir una relación agua/cemento muy baja que optimice la impermeabilidad, la resistencia a la abrasión y el desgaste, la resistencia a la agresión química, etc., y que estará consecuentemente a una resistencia generalmente superior a la necesaria por requerimientos estructurales.

i. Agregado global.

La selección de las proporciones de los agregados grueso y agregado fino en la unidad cúbica del concreto tiene por finalidad de obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta se puede obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Estos agregados debidamente proporcionados se le denominan "Agregado Global" y a su gradación correspondiente se le llama "Granulometría Total"

Para ello es deseable que la granulometría total de las partículas de agregado sea tal que el volumen de vacíos, o espacios entre partículas sea mínima.

En este caso, para determinar los porcentajes adecuados de combinación de los agregados grueso y fino, se ha utilizado el "Método ACI" y el "Método del módulo de Fineza"

ii. Combinación del agregado con máxima densidad.

Consiste en determinar los porcentajes de combinación tanto del agregado grueso y agregado fino dentro de la mezcla de agregados global, que produzca el mínimo volumen de vacíos.



Para obtener este ensayo de máxima densidad se realiza pesando diversas proporciones de agregado fino y grueso mezclados al estado seco y compactado.

Hallamos el peso unitario compactado para cada combinación siguiendo la norma ASTM C29, plotamos una curva y observamos el porcentaje de agregado fino para el cual el peso unitario compactado es el máximo.

Los valores obtenidos fueron los siguientes

iii. Combinación optima de los agregados.

La combinación de los agregados obtenida mediante el método de máxima densidad del agregado global es una buena aproximación; pero no representa la combinación ideal, puesto que en esta mezcla los únicos materiales que intervienen son los agregados fino y grueso, independientemente de los otros componentes del concreto.

Para la combinación de agregados optima, nos valemos del porcentaje de combinación del agregado fino obtenida con el método de máxima densidad del agregado global, a este porcentaje se le toma los extremos y con los porcentajes de agregado fino resultantes se hacen los diseños de mezcla respectivos, estos diseños deberán de ser hechos para una misma relación agua/cemento.

El porcentaje de combinación óptima será aquel porcentaje para el cual se obtiene la mayor resistencia a la compresión a los 7 días de curado.

## 2.7. Desviación estándar de las resistencias.

La desviación estándar, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución y se suele representar por una "S" y está en las mismas unidades que los datos originales.



Es posible calcular la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza de la distribución y la varianza a su vez es la medida de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución, por lo tanto la desviación estándar se deduce como se muestra a continuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

S : Desviación estándar

n : Número de ensayos.

X<sub>i</sub> : Son los resultados de las resistencias de los ensayos.

X : Es le Promedio de los ensayos individuales.

A continuación se expone los factores de corrección a la desviación estándar que se estoma en cuenta para los números de ensayos mediante la siguiente tabla:

Ensayos	Factor de Corrección
Menos de 15	----
15	1.6
20	1.08
25	1.03
30	1.00

**Tabla 01. Factor de corrección para la desviación estándar.**





a) Coeficiente de variación de las resistencias.

El coeficiente de variación se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética, expresado en porcentaje, su utilidad radica en que podemos determinar que tanta variabilidad existe entre los valores de confiabilidad de variación.

El coeficiente de variación se suele representar por una "V" cuya fórmula se muestra a continuación.

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Donde :

CV : Coeficiente de variación, en porcentaje (%)

S : Desviación estándar.

X : Es el promedio de los ensayos individuales.

A continuación se muestra los siguientes valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control. Según la tabla descrita, los estudios realizados en laboratorio sobre el concreto, el coeficiente de variación no debe exceder el 5% para ensayos bien controlados.

Valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control	
Obtenible solo en ensayos de laboratorio bien controlados	5%
Excelente en obra	10% a 12%
Bueno	15%
Regular	18%
Inferior	20%
Malo	25%

. Tabla 02. Grados de control para el coeficiente de variación.



## 2.8. Correlación entre probetas de 6"x12" y 4"x8"

En muchas situaciones de la vida real, se presentan problemas en los cuales existe una relación entre dos o más variables y se hace necesario encontrar la naturaleza de esta relación.

En este capítulo se ilustra una situación real ya que antes de proceder con los estudios correspondientes, mencionaremos algunos conceptos teóricos, tal como la correlación, diagrama de dispersión, coeficiente de Pearson, etc., que son conocimientos básicos y fundamentales que hay que considerar para realizar los análisis de correlación de las probetas estandarizadas (6"x12") y no estandarizadas (4"x8"). Estos conceptos se detallan a continuación.

### a) Correlación.

Se puede decir que hay correlación entre dos variables cuando éstas cambian de tal modo que los valores que toma una de ellas son, hasta cierto punto, predecibles a partir de los que toma la otra. Para esto se hizo uso de la técnica de correlación, la cual resulta una herramienta muy útil a la hora de analizar el comportamiento de dos o más variables relacionadas.

### b) Diagrama de dispersión:

Un diagrama de dispersión es una representación gráfica de la relación entre dos variables cuyos datos numéricos son observados en un sistema de coordenadas cartesianas. Según sea la dispersión de los datos (nube de puntos) en el plano cartesiano, pueden darse alguna de las siguientes relaciones, Lineal, Logarítmica, Exponencial, Cuadrática, entre otras. Algunas relaciones se describen a continuación.

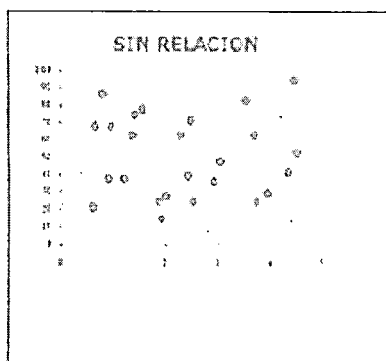


Figura 1

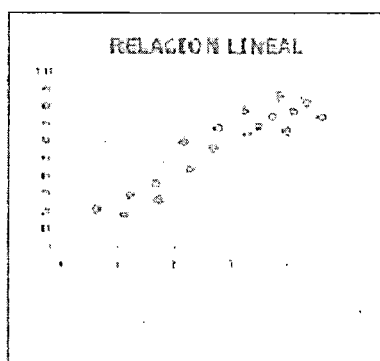


Figura 2

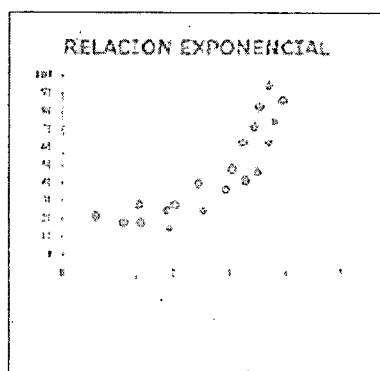


Figura 3

En la figura N°1, podemos observar que la nube de puntos resulta bastante dispersos, es decir que no se ajusta al conjunto de datos obtenidos, lo cual no se puede identificar como una línea de tendencia aceptable, por lo tanto podemos considerar la figura N°1 como un diagrama "sin relación" y no apto para realizar estudios de predicción o estimación porque no se puede afirmar que existe una relación entre ambas variables.

En la figura N°2, podemos observar que la nube de puntos no está tan dispersa como la anterior, es decir, que el conjunto de datos se ajusta a una línea de tendencia identificable con una pendiente aproximada de  $45^\circ$  con respecto al eje horizontal y de forma ascendente que nos indica que los valores del eje de las ordenadas aumenta conforme aumentan los valores del eje de las abscisas, por lo tanto podemos considerar la figura N° 2 como un diagrama de "relación Lineal" porque existe una correlación entre



ambas variables aunque matemáticamente no es exacto puesto que hay algunos puntos que se alejan de la línea identificado.

El ajuste lineal se puede representar mediante la siguiente expresión matemática descrita a continuación:

$$y = a + bx$$

En la figura N°3, la nube de puntos es mucho más definida, es decir, que el conjunto de datos tienden a ajustarse a una curva de tendencia exponencial de forma ascendente que nos indica que por cada valor del eje de las abscisas se puede deducir un valor del eje de las ordenadas, por lo tanto podemos considerar la figura N° 3 como un diagrama de "relación exponencial" porque existe una notable relación entre ambas variables.

El ajuste exponencial se puede representar mediante la siguiente expresión matemática descrita a continuación.

c) Coeficiente de Correlación de Pearson:

La correlación mide la relación lineal entre dos variables y su sentido (si es directo o inverso). Cuando la relación es perfectamente lineal dicho coeficiente vale 1 ó -1. Cuando el coeficiente tiene un valor próximo a cero, o bien no existe relación entre las variables analizadas o bien dicha relación no es lineal, entonces podemos definir como coeficiente de correlación de Pearson como el factor que mide el grado de relación existente entre las variables. De acuerdo con esto el coeficiente de correlación de Pearson se puede clasificar como se observa en la tabla, descrita a continuación.



Clasificación del grado de correlación	
Correlación	Valor o Rango
Perfecta	$ r  = 1$
Excelente	$0.9 \leq  r  < 1$
Buena	$0.8 \leq  r  < 0.9$
Regular	$0.5 \leq  r  < 0.8$
Mala	$ r  < 0.5$

Tabla 3. Cosificación del grado de correlación.

El coeficiente de correlación de Pearson se obtiene calculando en primer lugar la covarianza entre las variables, que es una medida de asociación con dependencia de las unidades de media de las variables. Después se divide por el producto de cada una de las desviaciones típicas de ambas variables, resultando una medida de asociación adimensional.

La fórmula práctica de cálculo de un factor de correlación entre dos variables "x" e "y" viene dada por:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{n \sum(xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \times \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

d) Regresión.

Una vez calculado el coeficiente de correlación de Pearson, es necesario evaluar que tan adecuado es el modelo de regresión obtenido. Para esto se hizo uso de la técnica de la regresión, la cual resulta una herramienta muy útil a la hora de analizar el comportamiento de dos o más variables relacionadas, es decir, la regresión se le puede definir como la técnica estadística utilizada para simular la relación existente entre dos o más variables. Por lo tanto se puede emplear para construir un modelo que permita predecir el comportamiento de una variable dada.

Se pretende entonces establecer mediante una regresión, la relación entre dichos datos al igual que calcular algunos pronósticos que puedan dar una



idea de cómo será el comportamiento de las resistencias del concreto en el futuro.

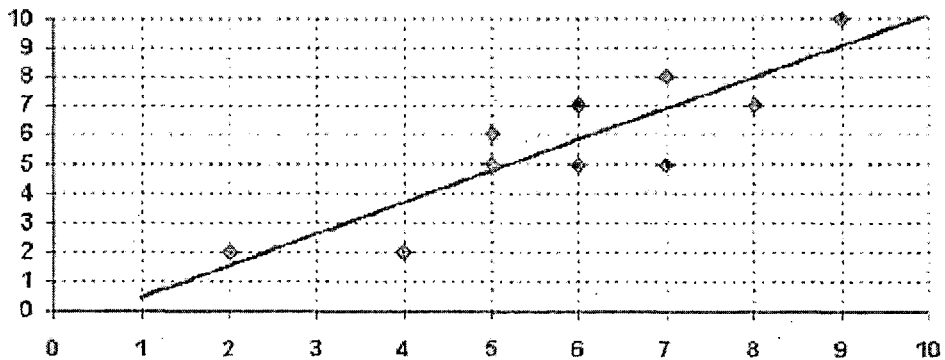


Figura 4. Ejemplo de puntos de regresión

Cuando observamos en la figura adjunta (Figura 4), una nube de puntos, podemos apreciar si los puntos se agrupan cerca de alguna curva. Aquí nos limitaremos a ver si los puntos se distribuyen alrededor de una recta. Si así ocurre diremos que hay correlación lineal. La recta se denomina recta de regresión y viene definida por la siguiente formula:

$$y = a + bx$$

Donde "y" sería la variable dependiente, es decir, aquella que viene definida a partir de la otra variable "x" (variable independiente). Para definir la recta hay que determinar los valores de los parámetros "a" y "b" empleando el concepto de la regresión lineal simple por mínimos cuadrados, que nos permite calcular el valor de estos dos parámetros, definiendo así la recta que mejor se ajusta a esta nube de puntos.



Las fórmulas para el cálculo de los parámetros se muestran a continuación.

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum Y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

a: es el valor que toma la variable dependiente "y", cuando la variable independiente "x" vale 0, y es el punto donde la recta cruza el eje vertical.

b: es el valor que determina la pendiente de la recta, es decir, su grado de inclinación.

y: es la media aritmética de la variable "y"

x: es la media aritmética de la variable "x"

Hablaremos de correlación lineal cuando la nube se parezca mucho a una recta y será cada vez más débil (o menos fuerte) cuando la nube vaya desparramándose con respecto a la recta.

En la figura observamos que la correlación es bastante fuerte, ya que la recta que hemos dibujado está próxima a los puntos de la nube.

Cuando la recta es creciente la correlación es positiva o directa: al aumentar una variable, la otra tiene también tendencia a aumentar. Cuando la recta es decreciente la correlación es negativa o inversa: al aumentar una variable, la otra tiene tendencia a disminuir.

Con todos los conocimientos mencionados, se considera que es posible predecir la resistencia a la compresión a los 3,7,28 y 42 días con una precisión de +-15%, debido a que se ha tratado de establecer la relación de resistencia a los 3,7,28 y 42 días de edad, indicando sus respectivos factor de relación, coeficientes de relación, recta de regresión y ecuación de relación así como sus diagramas de dispersión (nueve de puntos), elaborados con los datos obtenidos de los estudios realizados en laboratorio.



## CAPITULO III: MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

---





### III. MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO.

#### 3.1. Cemento Portland Tipo I (Sol).

El cemento utilizado para el desarrollo de este informe es el Cemento Portland Tipo I de la marca Sol, el cual cumple con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C 150, los cuales son mencionados a continuación en la Figura 5.

Análisis físicos	Valores	NTP 334,009, ASTM C 150 Portland Requisitos
Peso Específico (g/cm3)	3.12 g/cm	
Fineza Malla – 100%	0.22	
Fineza Malla – 200%	1.15	
Fineza Malla – 325%	7.56	
Superficie Específica Blaine	3091	Min. 2800 cm2/g
cm3/g	8.3	Max. 12.00%
Contenido de Aire %	0.17	Max. 0.80%
Expansión Autoclave %	3.14	
Densidad g/cm3	116	Min 45 min.
Fraguado Vicat Inicial (min)	278	Max. 375 min.
Fraguado Vicat Final (min)		
Resistencias a la Compresión (kg/cm2)		
24 Hrs.	165	
3 Días	264	Min. 122 Kg/cm2

7 Días	325	Min. 194 Kg/cm2
28 Días	395	

**Figura 5. Características y requisitos físicos del Cemento Portland Tipo I (Sol)**

**3.2. Agregados.**

Los agregados fueron proporcionados por la empresa Constructora JME S.A.C., los cuales son trasladados desde la cantera denominada “Jando Rosales – Anta”, ubicado en Ancash – Huaylas – Huallanca, hasta el acopio temporal de agregados para la obra Central Hidroeléctrica Quitaracsa I.

Estos agregados son acopiados como se muestran en la Figura 5, de este acopio se utilizó los agregados para el diseño de las mezclas de concreto y desarrollo del presente informe.



**Figura 5. Zona de acopio temporal de agregados.**



### 3.2.1. Agregado fino.

El agregado fino es arena natural (Gradación 1) extraída de la cantera Jando Rosales – Anta, para que el agregado sea aceptado y/o óptimo para la elaboración del concreto tiene que cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C 33, para lo cual se realizaron los ensayos descritos a continuación; tomando una muestra representativa del acopio se cuarteó al agregado según ASTM C 702.

#### a) Granulometría.

El ensayo de granulometría se realizó de acuerdo a la Norma ASTM C 33; el agregado fino si cumple con las especificaciones técnicas propuestas por la Norma ASTM C 33 como lo muestra la Figura 6 ya que la curva granulométrica se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ASTM.

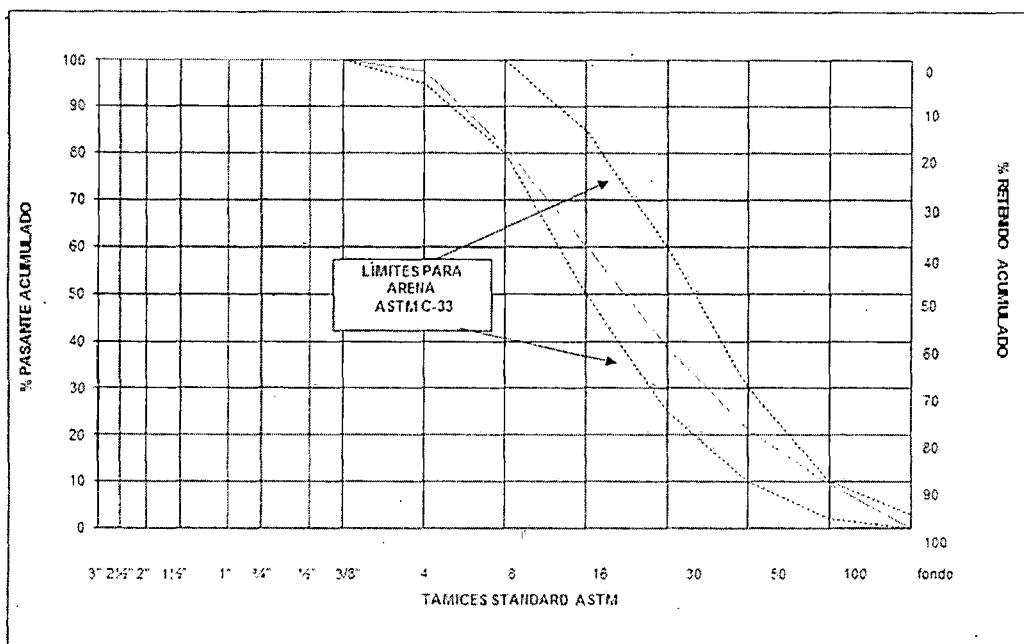


Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Jando Rosales - Anta



b) Módulo de finura.

El ensayo para determinar el módulo de finura del agregado fino se realizó de acuerdo a la Norma ASTM C 33; el agregado fino presenta en promedio su módulo de finura de 2.9 que se encuentra dentro del parámetro que establece la ASTM, por lo tanto si cumple con las especificaciones técnicas, además de estar dentro del rango para la elaboración de concretos de alta resistencia a continuación mostramos los resultados en la Figura 7.

ID de ENSAYO	M.F.	ID de ENSAYO	M.F.
1	2.91	16	2.89
2	2.95	17	2.87
3	2.89	18	2.91
4	2.88	19	2.94
5	2.98	20	2.92
6	2.93	21	2.95
7	2.91	22	2.89
8	2.93	23	2.95
9	2.91	24	2.88
10	2.94	25	2.90
11	2.91	26	2.90
12	2.84	27	2.88
13	2.87	28	2.93
14	2.90	29	2.94
15	2.93	30	2.95
PROMEDIO	2.91		

Figura 7. Resultados de ensayos de Módulo de Finura.



- c) Peso específico.  
Se realizó el ensayo de peso específico del agregado fino según la Norma ASTM dando un promedio de 2.57 gr/cc.
- d) Peso específico aparente.  
Se realizó el ensayo de peso específico aparente del agregado fino según la Norma ASTM dando un promedio de 2.72 gr/cc.
- e) Porcentaje de absorción.  
Se realizó el ensayo de porcentaje de absorción del agregado fino según Norma ASTM, dando un promedio de 2.1% dicho dato nos servirá para realizar los ajustes de agua para el diseño de mezcla.
- f) Peso unitario suelto.  
Se realizó el ensayo de peso unitario suelto del agregado fino dando un promedio de 1576 kg/m<sup>3</sup>.
- g) Peso unitario compactado.  
Se realizó el ensayo de peso unitario compactado del agregado fino dando un promedio de 1778 kg/m<sup>3</sup>.
- h) Contenido de humedad.  
Se realizaron ensayos para determinar el contenido de humedad del agregado fino según la Norma ASTM C 566, estos ensayos se realizaron para cada tanda de concreto, con el fin de reajustar el agua de diseño. Los resultados obtenidos están en un rango del 4.6% al 6.74%, dichos valores están por encima del porcentaje de absorción.
- i) Porcentaje que pasa la malla N° 200.  
Se realizaron ensayos para determinar el contenido de polvo o material que pase el tamiz N° 200 del agregado fino según la Norma ASTM C 117. Los resultados obtenidos dan un promedio de 2.5% que están por debajo del límite máximo que establece la ASTM.



3.2.2. Agregado grueso.

El agregado grueso es piedra de canto rodado, extraída de la cantera Jando Rosales – Anta, para que el agregado sea aceptado y/o óptimo para la elaboración del concreto tiene que cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C 33, para lo cual se realizaron los ensayos descritos a continuación; tomando una muestra representativa del acopio se cuarteó al agregado según ASTM C 702.

a) Granulometría.

El ensayo de granulometría se realizó de acuerdo a la Norma ASTM C 33; el agregado grueso si cumple con las especificaciones técnicas propuestas por la Norma ASTM C 33 como lo muestra la Figura 8 ya que la curva granulométrica se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ASTM.

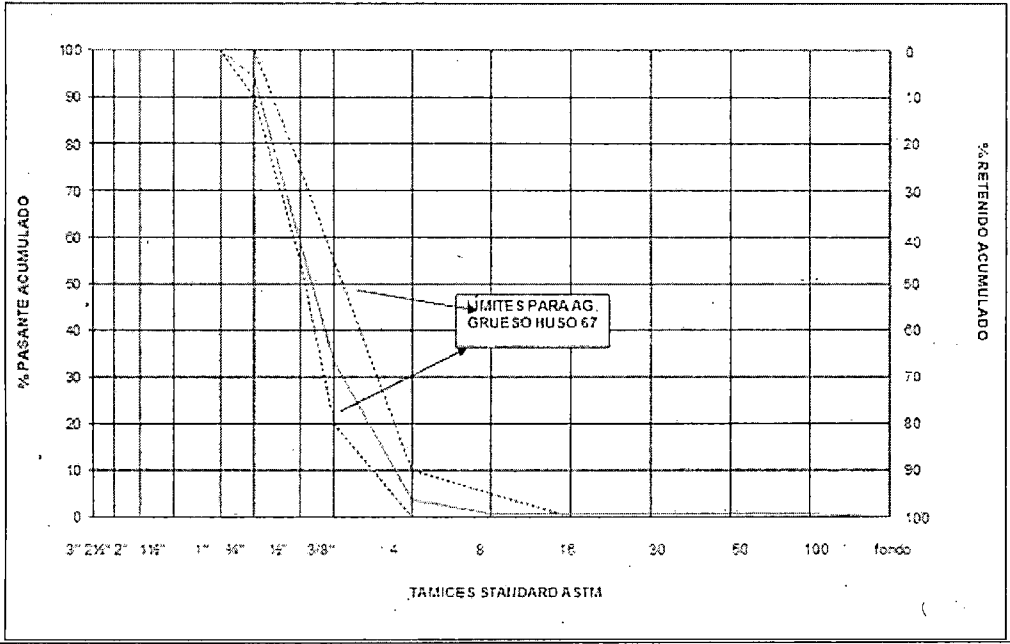


Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Jando Rosales - Anta



b) Módulo de finura.

El ensayo para determinar el módulo de finura del agregado grueso se realizó de acuerdo a la Norma ASTM C 33; el agregado grueso presenta en promedio su módulo de finura de 6.64, que se encuentra dentro del parámetro que establece la ASTM, por lo tanto si cumple con las especificaciones técnicas, a continuación mostramos los resultados en la Figura 9.

ID de ENSAYO	M.F.	ID de ENSAYO	M.F.
1	6.66	16	6.68
2	6.69	17	6.70
3	6.68	18	6.55
4	6.65	19	6.68
5	6.67	20	6.67
6	6.66	21	6.66
7	6.64	22	6.64
8	6.66	23	6.60
9	6.64	24	6.59
10	6.63	25	6.62
11	6.67	26	6.59
12	6.69	27	6.57
13	6.64	28	6.62
14	6.70	29	6.64
15	6.68	30	6.62
PROMEDIO	6.64		

Figura 9. Resultados de ensayos de Módulo de Finura.



c) Peso específico.

Se realizó el ensayo de peso específico del agregado grueso según la Norma ASTM dando un promedio de 2.69 gr/cc. Encontrándose dentro del parámetro que establece la ASTM que es de 2.5 a 2.750 gr/cc

d) Peso específico aparente.

Se realizó el ensayo de peso específico aparente del agregado grueso según la Norma ASTM dando un promedio de 2.79 gr/cc. Encontrándose dentro del parámetro que establece la ASTM.

e) Porcentaje de absorción.

Se realizó el ensayo de porcentaje de absorción del agregado grueso según Norma ASTM, dando un promedio de 1.3% dicho dato nos servirá para realizar los ajustes de agua para el diseño de mezcla.

f) Peso unitario suelto.

Se realizó el ensayo de peso unitario suelto del agregado fino dando un promedio de 1596 kg/m<sup>3</sup>.

g) Peso unitario compactado.

Se realizó el ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso dando un promedio de 1719 kg/m<sup>3</sup>.

h) Contenido de humedad.

Se realizaron ensayos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso según la Norma ASTM C 566, estos ensayos se realizaron para cada tanda de concreto, con el fin de reajustar el agua de diseño. Los resultados





obtenidos están en un rango del 0.9% al 1.95%, estos valores nos servirán para reajustar el agua de diseño de mezcla.

### 3.3. Agua.

El agua empleada en la preparación del concreto cumple con los requisitos de la NTP 339.088, por lo tanto se considera una agua apta para el mezclado de concreto como lo muestra en la Figura 10.

Requisitos	Unidad	Datos del Agua	Máximo Permisible
Cloruros	Ppm	500	1000
Sulfatos	Ppm	100	600
Carbonatos y bicarbonatos	Ppm	500	1000
PH		7	8
Residuo sólido	Ppm	2000	5000

**Figura 10. Datos obtenidos del ensayo del agua utilizada para el mezclado del concreto.**

### 3.4. Aditivos.

Los aditivos utilizados para los diseños de las mezclas de concreto son dos aditivos de la marca ADITIVOS FC SAC, con el propósito de lograr la plasticidad deseada.

#### 3.4.1. Aditivo FC Fotliment 310.

Es un aditivo plastificante para el concreto y mortero, cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D.

Características básicas:

Aspecto	:	Líquido
Densidad, g/ml	:	1.120 – 1.180
pH	:	8.50 – 9.50
Color	:	Marrón



Dosificación : de 0.4% a 1% del peso del cemento.

#### 3.4.2. Aditivo FC Megaplast 290.

Es un aditivo líquido reductor de agua, retardante de medio rango para el concreto y mortero, provee una mezcla más plástica al concreto fresco y una mejor durabilidad, reduciendo la contracción y la permeabilidad en el concreto endurecido. Cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A Y F.

##### Características básicas:

Aspecto	:	Líquido
Densidad, g/ml	:	0.900 – 1.12
pH	:	8.50 – 9.50
Color	:	Marrón
Dosificación	:	de 0.4% a 1% del peso del cemento.



## CAPITULO IV: DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO.

---



IV. DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO.

4.1. Diseño de mezcla.

Se diseñaron tres mezclas de concreto con las relaciones agua/cemento de 0.55, 0.65 y 0.75. Para el diseño de estas mezclas de concreto se utilizó el método del ACI para la determinación de la cantidad de cemento y agua; el método de volúmenes absolutos para la elección del porcentaje de los agregados fino y grueso.

4.2. Diseño de mezcla con relación a/c = 0.55

Una vez calculados la cantidad de cemento y el porcentaje de agregados obtenemos el diseño de mezcla como se muestra la Figura 11.

Diseño de mezcla de concreto de relacion agua/cemento 0.55					
Insumos	Procedencia	Norma Tecnica	Peso por m3	Peso por Tanda (70 lts)	Unidad por Tanda
Cemento Portland Tipo I (Sol)	UNACEM	ASTM C 150	350	24.50	Kg/Tanda
Arena para Concreto	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	958	67.08	Kg/Tanda
Piedra Huso # 67	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	892	62.43	Kg/Tanda
Agua de Diseño			155	10.82	Lt/Tanda
Agua de Absorcion				0.00	Lt/Tanda
FC Megaplast 290	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo A y F	1.88	0.13	ml/Tanda
FC Forliment 310	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo D	1.48	0.10	ml/Tanda
Peso Unitario Teorico			2358	165.09	Kg/Tanda

Proporción por Volumen	
Cemento	1.0
Arena	2.6
Piedra	2.5
Agua	0.55

Figura 11 Diseño de mezcla de concreto para una relación a/c = 0.55.



#### 4.3. Diseño de mezcla con relación a/c = 0.65

Una vez calculados la cantidad de cemento y el porcentaje de agregados obtenemos el diseño de mezcla como se muestra la Figura 12.

Diseño de mezcla de concreto de relacion agua/cemento 0.65

Insumos	Procedencia	Norma Tecnica	Peso por m3 (kg/m3)	Peso por Tanda	Unidad por Tanda
Cemento Portland Tipo I (Sol)	UNACEM	ASTM C 150	295	20.65	Kg/Tanda
Arena para Concreto	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	1003	70.20	Kg/Tanda
Piedra Huso # 67	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	899	62.93	Kg/Tanda
Agua de Diseño			149	10.43	Lt/Tanda
Agua de Absorcion				0.00	Lt/Tanda
FC Megaplast 290	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo A y F	1.71	0.12	ml/Tanda
FC Forliment 310	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo D	1.25	0.09	ml/Tanda
Peso Unitario Teorico			2349	164.45	Kg/Tanda

Proporción por Volumen	
Cemento	1.0
Arena	3.2
Piedra	3.0
Agua	0.65

**Figura 12 Diseño de mezcla de concreto para una relación a/c = 0.65**



4.4. Diseño de mezcla con relación  $a/c = 0.75$

Una vez calculados la cantidad de cemento y el porcentaje de agregados obtenemos el diseño de mezcla como se muestra la Figura 13.

Diseño de mezcla de concreto de relacion agua/cemento 0.75

Insumos	Procedencia	Norma Técnica	Peso por m3 (kg/m3)	Peso por Tanda (70 lts)	Unidad por Tanda
Cemento Portland Tipo I (Sol)	UNACEM	ASTM C 150	255	17.85	Kg/Tanda
Arena para Concreto	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	984	59.04	Kg/Tanda
Piedra Huso # 67	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	894	53.64	Kg/Tanda
Agua de Diseño			151	9.06	Lt/Tanda
Agua de Absorcion				0.00	Lt/Tanda
FC Megaplast 290	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo A y F	1.82	109.20	ml/Tanda
FC Forliment 310	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo D	1.40	84.00	ml/Tanda
Peso Unitario Teorico			2288	139.81	Kg/Tanda

Proporción por Volumen	
Cemento	1.0
Arena	3.8
Piedra	3.5
Agua	0.75

Figura 13 Diseño de mezcla de concreto para una relación  $a/c = 0.75$



4.5. Resumen de los tres diseños de mezcla con relación a/c de 0.55; 0.65; 0.75.

En la Figura 14 se muestran los tres diseños para las tres relaciones agua/cemento.

Insumos	Procedencia	Norma Técnica	Peso por m3 (kg/m3)			Unidad por Tanda
			R a/c= 0.55	R a/c= 0.65	R a/c= 0.75	
Cemento Portland Tipo I (Sol)	UNACEM	ASTM C 150	350	295	255	Kg/m3
Arena para Concreto	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	948	1003	984	Kg/m3
Piedra Huso # 67	Cantera Jando Rosales en Anta	ASTM C 33	869	899	894	Kg/m3
Agua de Diseño			148	149	151	Lt/m3
FC Megaplast 290	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo A y F	4.38	1.71	1.82	l/m3
FC Forliment 310	Aditivo FC	ASTM 494 Tipo D	2.97	1.25	1.4	l/m3
Peso Unitario Teórico			2323	2349	2287	Kg/m3

Figura 14. Resumen de los tres diseños de mezcla.

Comentarios:

- Se observa que se utilizó diferentes cantidades de cemento para los tres diseños.
- La proporción de agregados también varía para las tres relaciones agua/cemento.
- El agua de diseño (letra color rojo), es variable, esta cantidad se ajusta de acuerdo al contenido de humedad de los agregados aumentando o disminuyendo según sea el caso.
- También se observa que a mayor cantidad de agua menor requerimiento de aditivo.



## CAPITULO V: ENSAYOS CON EL CONCRETO ENDURECIDO

---





## V. ENSAYOS CON EL CONCRETO ENDURECIDO.

### 5.1. Ensayos de resistencia a la compresión.

Los especímenes de concreto tanto de 6" x 12" y los de 4" x 8" fueron elaborados y curados según la norma ASTM C 31; los especímenes fueron sometidos a las mismas condiciones de curado y de ensaye.

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 28 y 42 días, para los dos especímenes: los estandarizados de 6" x 12" y las no normalizadas de 4" x 8", para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75), los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C 39.

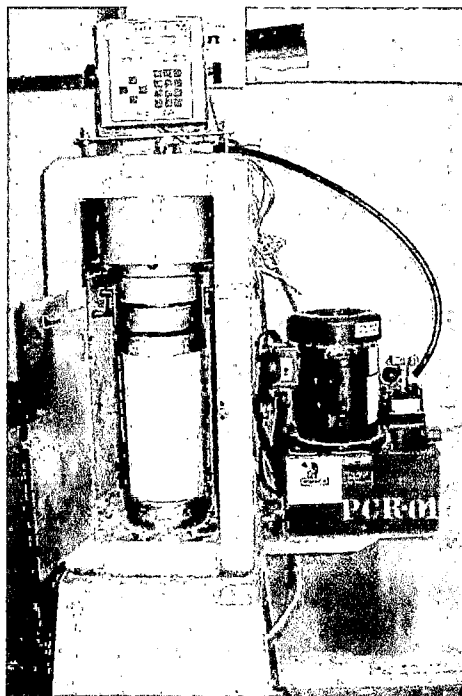
Para este ensayo se prepararon 15 juegos, de tres probetas, para cada edad se obtuvieron un total de 45 probetas por edad. Para lograr una distribución uniforme de la carga se utilizó almohadillas de neopreno.

Ensayados los especímenes se tomaron los datos del ensayo a compresión y se procedió procesamiento.

Las características de la máquina que se empleó para el ensayo son:

Máquina Empleada (Figura 15):

Marca	:	FORNEY
Serie	:	F-25EX-F-TPILOT
Capacidad	:	250000 Lbs.

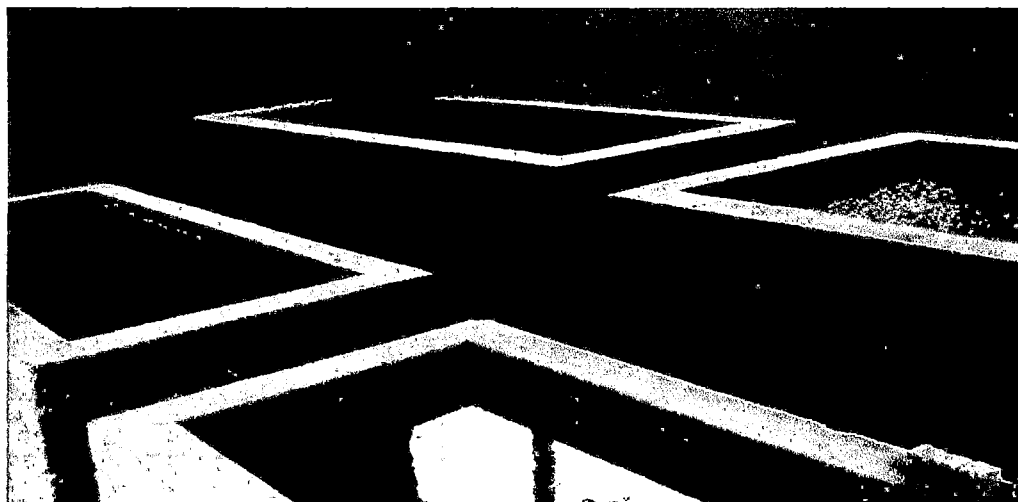


**Figura 15. Maquina utilizada para los ensayos (Forney)**

#### ***5.1.1. Ensayos de las probetas de 6" x 12"***

Primero se identificó a las probetas, luego se procedió a sumergirlas en las pozas de curado las cuales cumplen con la norma ASTM C 31 como se muestra en la Figura 16; hasta que alcancen la edad para ser ensayadas; a continuación se presenta los resultados de los ensayos por edad (3, 7, 28 y 42 días) y por relación agua/cemento.

Para la realización de este ensayo se fabricaron 15 juegos de especímenes por edad haciendo un total de 540 especímenes de 6" x 12" para las tres relaciones de agua cemento.



**Figura 16. Pozas de curado para los especímenes de 6”x12” y 4”x8”**

**a) Resultados de ensayos a compresión para las tres relaciones a/c por edades.**

Se elaboraron 15 juegos de especímenes por edad, cada juego de 3 especímenes, haciendo un total de 180 especímenes para este diseño de mezcla de concreto. Los especímenes se ensayaron según la norma ASTM C 39, para realizar el ensayo se hizo con una tolerancia de tiempo establecida en NTP 339.034 como lo muestra la Figura 17.

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible NTP 339.034	
	horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

**Figura 17. Tolerancia de tiempo permisible para el ensayo de especímenes.**

Se obtuvieron resultados individuales por espécimen y se promediaron los resultados para obtener un promedio de resistencia a la compresión por edad como lo muestra la Figura 18.

PROBETAS 6" x 12"			
EDAD	Resistencia a compresión (kg/cm2)		
	REL a/c = 0.55	REL a/c = 0.65	REL a/c = 0.75
3	237	210	160
7	336	245	200
28	415	319	248
42	449	338	261

**Figura 18. Resultados de los ensayos a compresión por edad de las tres relaciones agua/cemento.**

- Como se muestra en la Figura 18 se obtuvieron los promedios de los resultados de los ensayos a compresión para establecer una resistencia por edad y por relación agua/cemento.
- Como se aprecia en la Figura 18 se distinguen las tres relaciones agua/cemento por colores.
- También podemos observar que las resistencias varían de acuerdo a la relación agua/cemento; lo que nos indica que a menor relación agua/cemento mayor resistencia.

#### 5.1.2. Ensayos de las probetas de 4" x 8"

Primero se identificó a las probetas, luego se procedió a sumergirlas en las pozas de curado las cuales cumplen con la norma ASTM C 31 para que estén en las mismas condiciones que las probetas de 6" x 12"; hasta que alcancen la edad para ser ensayadas; a continuación se presenta los resultados de los ensayos por edad (3, 7, 28 y 42 días) y por relación agua/cemento.

Para la realización de este ensayo se fabricaron 15 juegos de especímenes por edad haciendo un total de 540 especímenes de 4" x 8" para las tres relaciones de agua cemento.

**a) Resultados de ensayos a compresión para las tres relaciones a/c por edades.**

Se elaboraron 15 juegos de especímenes por edad, cada juego de 3 especímenes, haciendo un total de 180 especímenes para este diseño de mezcla de concreto. Los especímenes se ensayaron según la norma ASTM C 39, para realizar el ensayo se hizo con una tolerancia de tiempo establecida en NTP 339.034 como lo muestra la Figura 17.

Se obtuvieron resultados individuales por espécimen y se promediaron los resultados para obtener un promedio de resistencia a la compresión por edad como lo muestra la Figura 19.

PROBETAS 4" x 8"			
EDAD	Resistencia a compresión (kg/cm2)		
	REL 0.55	REL 0.65	REL 0.75
3	275	234	193
7	358	277	237
28	456	361	272
42	480	379	290

**Figura 19. Resultados de los ensayos a compresión por edad de las tres relaciones agua/cemento.**

- Como se muestra en la Figura 19 se obtuvieron los promedios de los resultados de los ensayos a compresión para establecer una resistencia por edad y por relación agua/cemento.
- Como se aprecia en la Figura 19 se distinguen las tres relaciones agua/cemento por colores al igual que las de 6" x 12".
- También podemos observar que las resistencias varían de acuerdo a la relación agua/cemento; lo que nos indica que a menor relación agua/cemento mayor resistencia.
- Observamos que las probetas de 4"x8" tienen mayor resistencia a la compresión que las probetas de 6" x 12".



## **5.2. Ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral.**

Los especímenes de concreto tanto de 6" x 12" y los de 4" x 8" fueron elaborados y curados según la norma ASTM C 31; los especímenes fueron sometidos a las mismas condiciones de curado y de ensaye.

Se realizaron ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral a la edad de 28 días, para los dos casos de especímenes: los estandarizados de 6" x 12" y las no normalizadas de 4" x 8", para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75), los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C 39.

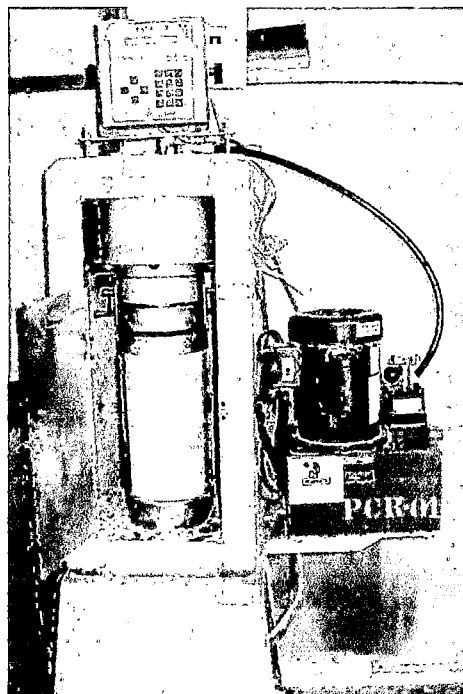
Para este ensayo se prepararon 15 juegos, de tres probetas, para cada edad se obtuvieron un total de 45 probetas por edad. Para lograr una distribución uniforme de la carga se utilizó una barra de acero a lo largo del eje diametral de los especímenes.

Ensayados los especímenes se tomaron los datos del ensayo a compresión y se procedió procesamiento.

Las características de la máquina que se empleó para el ensayo son:

Máquina Empleada (Figura 20):

Marca	:	FORNEY
Serie	:	F-25EX-F-TPILOT
Capacidad	:	250000 Lbs.



**Figura 20. Maquina utilizada para los ensayos (Forney)**

#### **5.2.1. Ensayos de las probetas de 6" x 12"**

Primero se identificó a las probetas, luego se procedió a sumergirlas en las pozas de curado las cuales cumplen con la norma ASTM C 31 como se muestra en la Figura 21; hasta que alcancen la edad para ser ensayadas; a continuación se presenta los resultados de los ensayos a la edad de 28 días para las tres relaciones agua/cemento.

Para la realización de este ensayo se fabricaron 15 juegos de especímenes por edad haciendo un total de 135 especímenes de 6" x 12" para las tres relaciones de agua cemento.



**Figura 21. Pozas de curado para los especímenes de 6"x12" y 4"x8"**

a) Resultados de ensayos a tracción por compresión diametral para las tres relaciones a/c por edades.

Se elaboraron 15 juegos de especímenes por edad, cada juego de 3 especímenes, haciendo un total de 135 especímenes para este diseño de mezcla de concreto. Los especímenes se ensayaron según la norma ASTM C 39.

Se obtuvieron resultados individuales por espécimen y se promediaron los resultados para obtener un promedio de resistencia a la compresión por edad como lo muestra la Figura 22.

PROBETAS DE 6"x12"		
RELACIÓN a/c	EDAD (dias)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)
0.55	28	23
0.65	28	20
0.75	28	18

**Figura 22. Resultados de los ensayos a tracción por compresión diametral por edad de las tres relaciones agua/cemento.**





- Como se muestra en la Figura 22 se obtuvieron los promedios de los resultados de los ensayos a compresión para establecer una resistencia a la edad de 28 días y por relación agua/cemento.
- Como se aprecia en la Figura 22 se distinguen las tres relaciones agua/cemento por colores.
- También podemos observar que las resistencias varían de acuerdo a la relación agua/cemento; lo que nos indica que a menor relación agua/cemento mayor resistencia.
- También observamos que el concreto sometido a ensayos de tracción no es tan resistente comparado con los ensayos a compresión.

### 5.2.2. Ensayos de las probetas de 4" x 8"

Primero se identificó a las probetas, luego se procedió a sumergirlas en las pozas de curado las cuales cumplen con la norma ASTM C 31 para que estén en las mismas condiciones que las probetas de 4" x 8"; hasta que alcancen la edad para ser ensayadas; a continuación se presenta los resultados a la edad de 28 días y por relación agua/cemento.

Para la realización de este ensayo se fabricaron 15 juegos de especímenes por edad haciendo un total de 135 especímenes de 4" x 8" para las tres relaciones de agua cemento.

- a) Resultados de ensayos a compresión para las tres relaciones a/c por edades.

Se elaboraron 15 juegos de especímenes por edad, cada juego de 3 especímenes, haciendo un total de 135 especímenes para este diseño de mezcla de concreto. Los especímenes se ensayaron según la norma ASTM C 39.

Se obtuvieron resultados individuales por espécimen y se promediaron los resultados para obtener un promedio de resistencia a la compresión por edad como lo muestra la Figura 23.



PROBETAS DE 4"x8"		
RELACIÓN a/c	EDAD (dias)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)
0.55	28	24
0.65	28	21
0.75	28	20

**Figura 23. Resultados de los ensayos tracción por compresión diametral para las tres relaciones agua/cemento.**

- Como se muestra en la Figura 23 se obtuvieron los promedios de los resultados de los ensayos a compresión para establecer una resistencia por edad y por relación agua/cemento.
- Como se aprecia en la Figura 23 se distinguen las tres relaciones agua/cemento por colores al igual que las de 4" x 8".
- También podemos observar que las resistencias varían de acuerdo a la relación agua/cemento; lo que nos indica que a menor relación agua/cemento mayor resistencia.
- Observamos que las probetas de 4"x8" tienen mayor resistencia a la tracción que las probetas de 6" x 12".



5.2.3. Comparación de resultados de especímenes de 6"x12" y 4"x8".

a) Ensayo de resistencia a la compresión.

La Figura 24 muestra la comparación de resultados a compresión de los dos especímenes para las tres relaciones agua cemento por edades.

Edad de la Prueba de Concreto	Rel. a/c = 0.55		Rel. a/c = 0.65		Rel. a/c = 0.75	
	Resistencia del concreto (kg/cm2)					
	6"x12"	4"x8"	6"x12"	4"x8"	6"x12"	4"x8"
3 días	237	275	210	234	160	193
7 días	336	358	245	277	200	237
28 días	415	456	319	361	248	272
42 días	449	480	338	379	261	290

Figura 24. Comparación de resultados a compresión.

- Se pueden apreciar los resultados para las relaciones agua/cemento de 0.55, 0.65 y 0.75 diferenciados por colores.
- Se parecía en la figura una comparación de resultados a la compresión entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".
- En la figura se muestra que los especímenes de 4"x8" tienen una mayor resistencia a la compresión que los especímenes de 6"x12".

b) Ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral.

En la Figura 25 muestra la comparación de resultados a tracción por compresión diametral de los dos especímenes para las tres relaciones agua cemento a la edad de 28 días.

Edad de la Prueba de Concreto	Rel. a/c = 0.55		Rel. a/c = 0.65		Rel. a/c = 0.75	
	Resistencia del concreto (kg/cm2)					
	6"x12"	4"x8"	6"x12"	4"x8"	6"x12"	4"x8"
28 días	23	24	20	21	18	20

Figura 25. Comparación de resultados para ensayos a tracción.

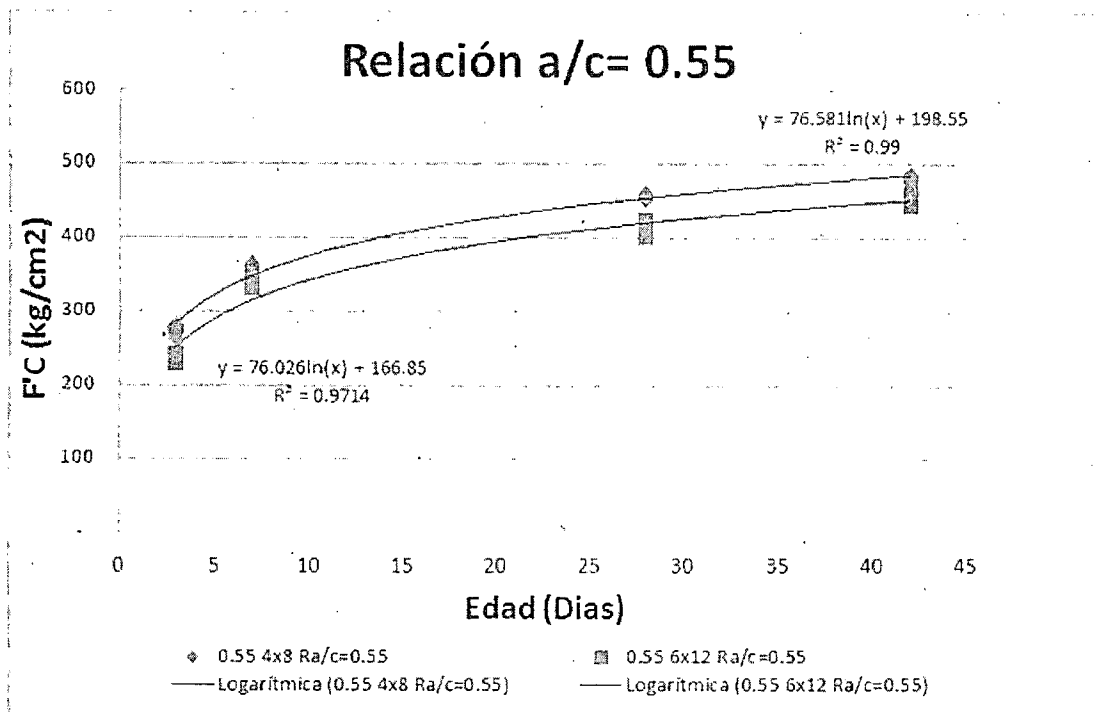
- En la Figura 25 se muestra los resultados de resistencia a tracción por compresión diametral para las tres relaciones a/c a la edad de 28 días.

- Vemos en la Figura 25 que los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia a la tracción que las de 6"x12"

#### 5.2.4. Comparación de las resistencias a compresión mediante gráficos.

##### i) Comparación de resistencias (r a/c= 0.55)

La Figura 26 muestra la comparación de la resistencia a compresión entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".



**Figura 26. Comparación de resistencias entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".**

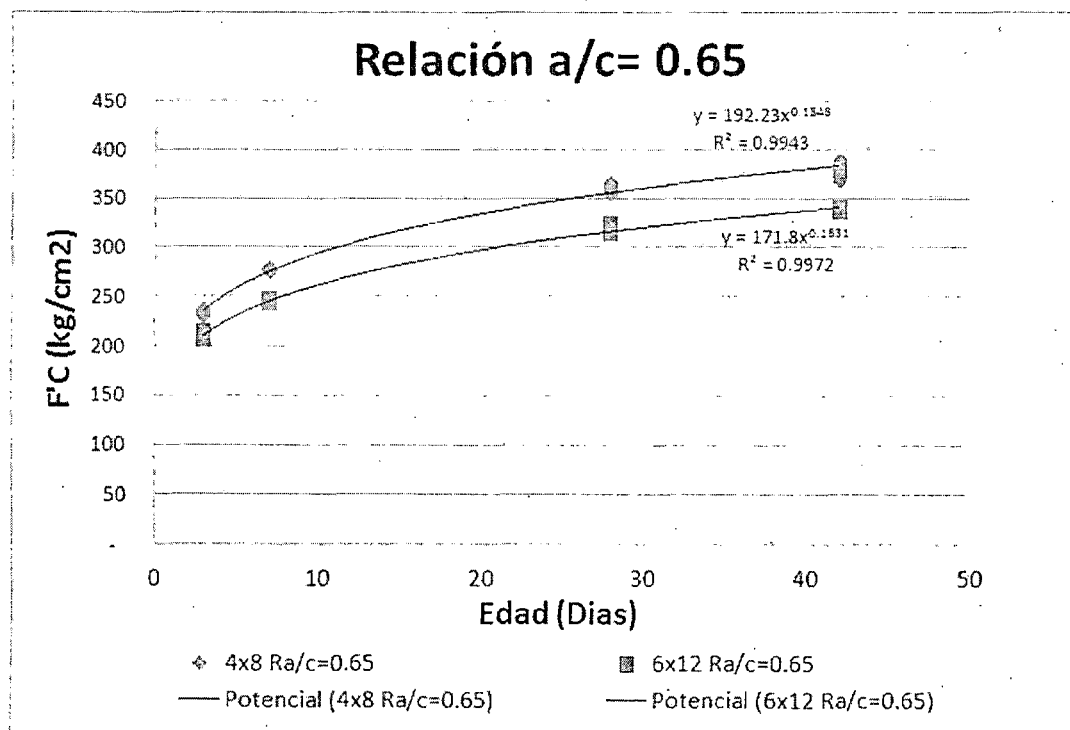
##### Comentarios:

- La Figura 26 muestra una línea de regresión de tipo logarítmica para los dos tipos de especímenes: de color azul los especímenes de 4"x8" y de color rojo los especímenes de 6"x12".
- La Figura 26 muestra que los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia a la compresión que los especímenes de 6"x12" en todas las edades.



ii) Comparación de resistencias ( $r_{a/c} = 0.65$ )

La Figura 27 muestra la comparación de la resistencia a compresión entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".



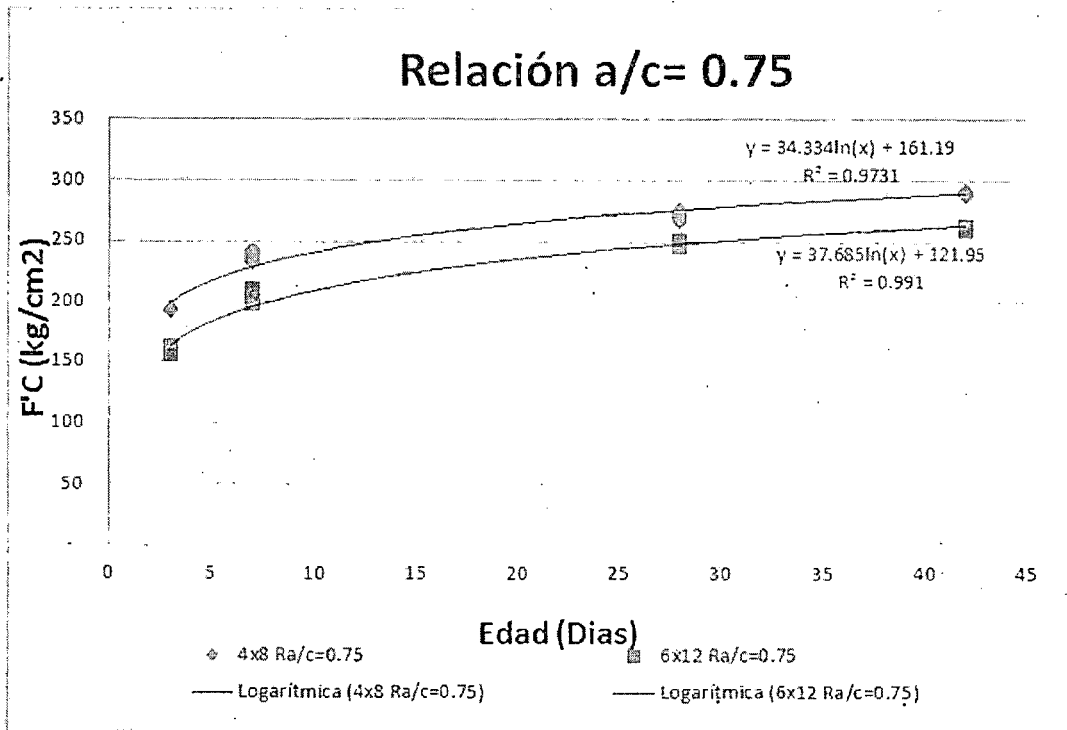
**Figura 27. Comparación de resistencias entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".**

Comentarios:

- La Figura 27 muestra una línea de regresión de tipo potencial para los dos tipos de especímenes: de color azul los especímenes de 4"x8" y de color rojo los especímenes de 6"x12".
- La Figura 27 muestra que los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia a la compresión que los especímenes de 6"x12" en todas las edades.

iii) Comparación de resistencias ( $r_{a/c} = 0.75$ )

La Figura 28 muestra la comparación de la resistencia a compresión entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".



**Figura 28. Comparación de resistencias entre los especímenes de 6"x12" y 4"x8".**

Comentarios:

- La Figura 28 muestra una línea de regresión de tipo logarítmica para los dos tipos de especímenes: de color azul los especímenes de 4"x8" y de color rojo los especímenes de 6"x12".
- La Figura 28 muestra que los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia a la compresión que los especímenes de 6"x12" en todas las edades.

A continuación los gráficos de barras de las resistencias del concreto fabricado con cemento Portland Tipo I (SOL) para los dos tipos de especímenes los estandarizados (6"x12") y no estandarizados (4"x8") elaborados para cada tipo de ensayo y relación de agua/cemento.

Se procederá a adjuntar los gráficos de barras de las diferentes resistencias del concreto fabricado con el cemento Portland Tipo I (Sol) para los dos tipos de especímenes los estandarizados (6"x12") y no estandarizados (4"x8") expresado en porcentaje y elaborados para cada tipo de ensayo de esta manera podemos tener una visión notable y visualizar cuanto están variando las resistencias de un tipo un tipo de probeta con respecto a la otra.

En la Figura 29 se muestra un gráfico de barras para poder apreciar con mayor exactitud como los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia que los de 6"x12" en todas las edades.

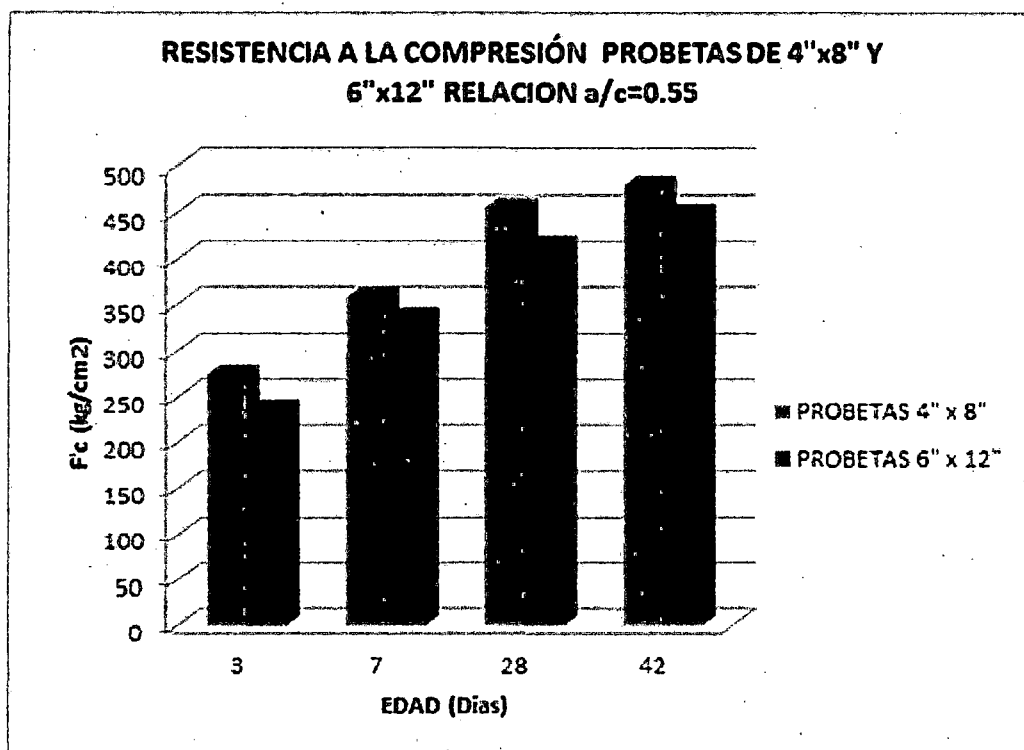


Figura 29. Gráfico de barras para la resistencia a compresión (rel a/c = 0.55)

En la Figura 30 se muestra un gráfico de barras para poder apreciar con mayor exactitud como los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia que los de 6"x12" en todas las edades.

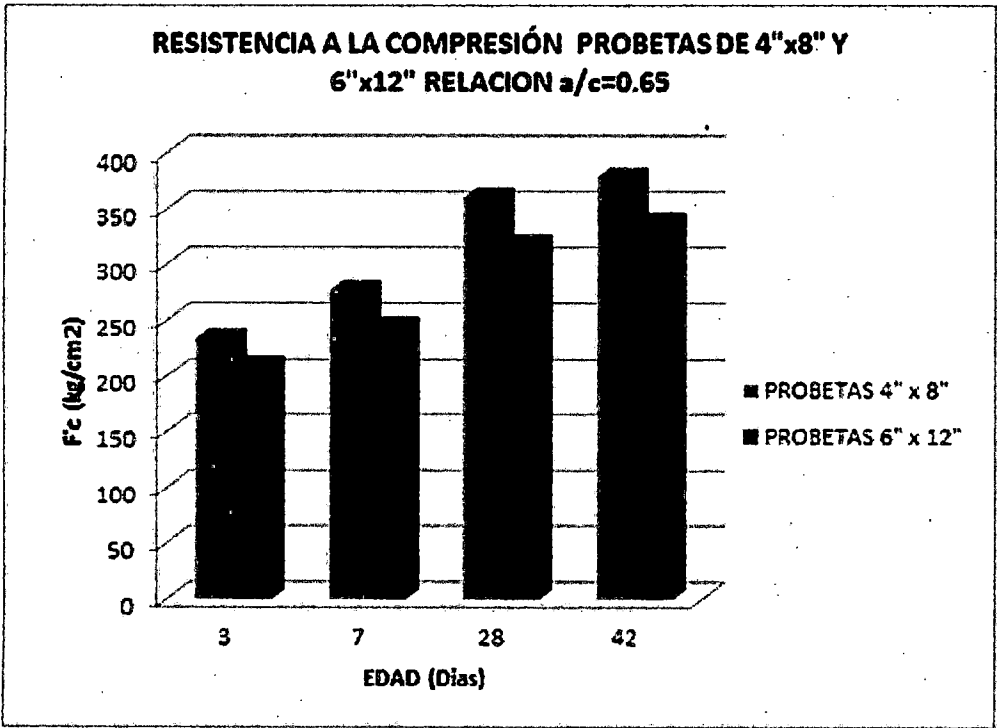
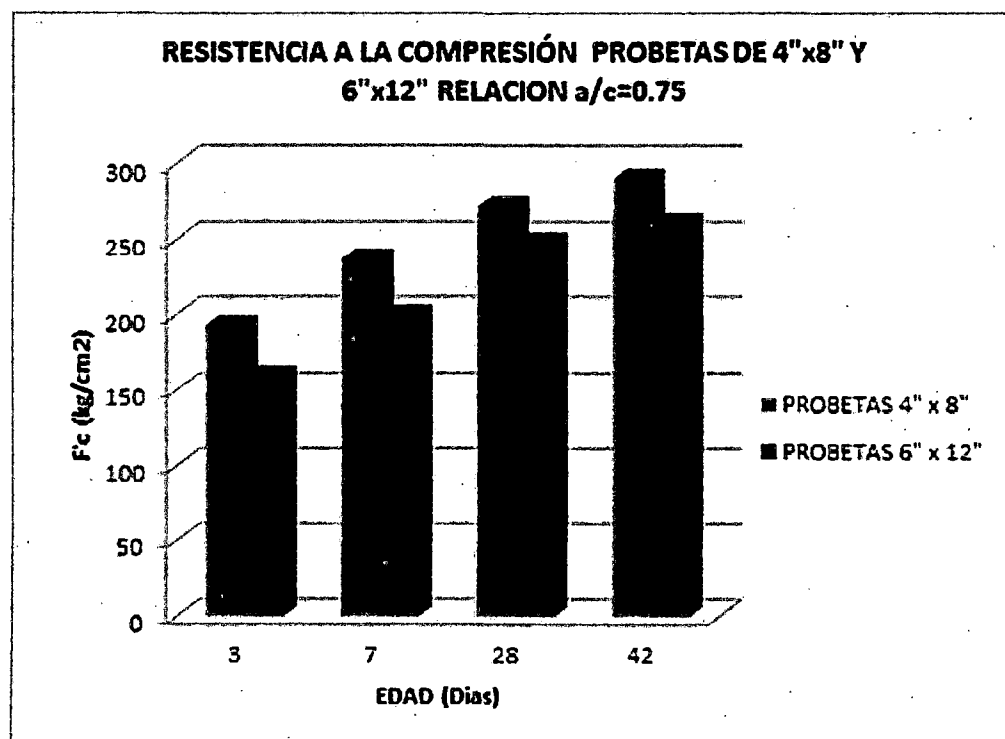


Figura 30. Gráfico de barras para la resistencia a compresión (rel a/c = 0.65)

En la Figura 30 podemos apreciar que la diferencia es más notable a la edad de 28 y 42 días.



En la Figura 31 se muestra un gráfico de barras para poder apreciar con mayor exactitud como los especímenes de 4"x8" tienen mayor resistencia que los de 6"x12" en todas las edades.



**Figura 31. Gráfico de barras para la resistencia a compresión (rel a/c = 0.75)**

En la Figura 30 podemos apreciar que la diferencia es más notable a la edad de 28 y 42 días.



## CAPITULO VI: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

---



## VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo nos referimos a la variabilidad de las resistencias del concreto ya que la resistencia real del concreto producido en laboratorio o insitu adopta una cantidad variable. Las fuentes de la variabilidad son muchas: variaciones en los ingredientes de la mezcla, cambios en la elaboración y colocación del concreto y también, respecto a los resultados de prueba, las variaciones en el procediendo de muestro y la propia prueba.

Los resultados de la parte experimental del presente informe de ingeniería se obtuvieron de un análisis estadístico utilizando los conceptos de desviación estándar y coeficiente de variación para el control de calidad del concreto, así como también se muestra en este capítulo los cuadros y gráficos de correlación de resistencias descritos más adelante.

### 6.1. Desviación estándar de las resistencias.

La desviación estándar, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución y se suele representar por una "S" y está en las mismas unidades que los datos originales.

Es posible calcular la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza de la distribución y la varianza a su vez es la medida de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la desviación estándar por ensayo y por tipo de espécimen, según los resultados obtenidos podemos señalar que los resultados de los ensayos a los especímenes son de dispersión aceptable por cumplir con las especificaciones de ACI 214.3R.



a) *Desviación estándar de especímenes de 6"x12" para ensayos a compresión.*

En la Figura 32 se muestra la desviación estándar para especímenes de 6"x12" con una dispersión aceptable según ACI 214.3R

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	DESV. ESTÁNDAR S (kg/cm2)
0.55	3	237	4.89
	7	336	3.97
	28	415	6.93
	42	449	4.85
0.65	3	210	3.01
	7	245	1.94
	28	319	2.74
	42	338	1.89
0.75	3	160	1.63
	7	200	4.30
	28	248	1.40
	42	261	1.70

**Figura 32. Desviación estándar de especímenes de 6"x12"**

- La Figura 32 muestra la desviación estándar para los especímenes de 6"x12".
- En la Figura 32 se aprecia la desviación estándar calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 32 que el valores de desviación estándar obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo del 28.1 kg/cm2, por lo tanto decimos que es una desviación aceptable y lo calificamos como *excelente* según la ACI 214.3R.



b) Desviación estándar de especímenes de 4"x8" para ensayos a compresión.

En la Figura 33 se muestra la desviación estándar para especímenes de 4"x8" con una dispersión aceptable según ACI 214.3R.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	DESV. ESTÁNDAR S (kg/cm2)
0.55	3	275	5.18
	7	358	4.55
	28	456	3.33
	42	480	7.14
0.65	3	234	2.43
	7	277	1.20
	28	361	3.80
	42	379	8.10
0.75	3	193	1.01
	7	237	4.54
	28	272	3.41
	42	290	1.63

**Figura 33. Desviación estándar de especímenes de 4"x8"**

- La Figura 33 muestra la desviación estándar para los especímenes de 4"x8".
- En la Figura 33 se aprecia la desviación estándar calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 33 que el valores de desviación estándar obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo del 28.1 kg/cm2, por lo tanto decimos que es una desviación aceptable y lo calificamos como *excelente* según la ACI 214.3R.



c) *Desviación estándar de especímenes de 6"x12" para ensayos a tracción por compresión diametral.*

En la Figura 33 se muestra la desviación estándar para especímenes de 6"x12" con una dispersión aceptable según ACI 214.3R.

PROBETAS DE 6"x12"			
RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	DESV. ESTÁNDAR S (kg/cm2)
0.55	28	23	0.53
0.65	28	20	0.63
0.75	28	18	0.70

**Figura 34. Desviación estándar de especímenes de 6"x12"**

- La Figura 34 muestra la desviación estándar para los especímenes de 6"x12".
- En la Figura 34 se aprecia la desviación estándar calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 34 que el valores de desviación estándar obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo del 28.1 kg/cm2, por lo tanto decimos que es una desviación aceptable y lo calificamos como *excelente* según la ACI 214.3R.



d) *Desviación estándar de especímenes de 4"x8" para ensayos à tracción por compresión diametral.*

En la Figura 35 se muestra la desviación estándar para especímenes de 4"x8" con una dispersión aceptable según ACI 214.3R.

PROBETAS DE 4"x8"			
RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	DESV. ESTÁNDAR S (kg/cm2)
0.55	28	24	0.31
0.65	28	21	0.60
0.75	28	20	0.25

**Figura 35. Desviación estándar de especímenes de 4"x8"**

- La Figura 35 muestra la desviación estándar para los especímenes de 4"x8".
- En la Figura 35 se aprecia la desviación estándar calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 35 que el valores de desviación estándar obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo del 28.1 kg/cm2, por lo tanto decimos que es una desviación aceptable y lo calificamos como *excelente* según la ACI 214.3R.



## 6.2. Coeficiente de variación de las resistencias.

El coeficiente de variación se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética, expresado en porcentaje, su utilidad radica en que podemos determinar que tanta variabilidad existe entre los valores de confiabilidad de variación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de variación ensayo y por tipo de espécimen, según los resultados obtenidos podemos señalar que los resultados de los ensayos a los especímenes son aceptables por cumplir con las especificaciones de ASTM C 39 descritas a continuación.





a) *Coefficiente de variación de las resistencias de especímenes de 6"x12".*

En la Figura 36 se muestra los coeficientes de variación para especímenes de 6"x12", para ensayos a compresión, con una dispersión aceptable según ASTM C 39.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN (2.9%) V(%)
0.55	3	237	2.07
	7	336	1.18
	28	415	1.67
	42	449	1.08
0.65	3	210	1.43
	7	245	0.79
	28	319	0.86
	42	338	0.56
0.75	3	160	1.02
	7	200	2.15
	28	248	0.56
	42	261	0.65

**Figura 36. Coeficiente de variación en especímenes de 6"x12".**

- La Figura 36 muestra el coeficiente de variación de las resistencias obtenidos en los especímenes de 6"x12".
- En la Figura 36 se aprecia el coeficiente de variación calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 36 que el valores del coeficiente de variación obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo de 2.9%, por lo tanto decimos que es rango aceptable en condiciones en campo para especímenes de 6"x12" según la ASTM C39.



*b) Coeficiente de variación de las resistencias de especímenes de 4"x8".*

En la Figura 37 se muestra los coeficientes de variación para especímenes de 4"x8", para ensayos a compresión, con una dispersión aceptable según ASTM C 39.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	COEF. VARIACIÓN (3.2%) V(%)
0.55	3	275	1.88
	7	358	1.27
	28	456	0.73
	42	480	1.49
0.65	3	234	1.04
	7	277	0.43
	28	361	1.05
	42	379	2.14
0.75	3	193	0.52
	7	237	1.92
	28	272	1.25
	42	290	0.56

**Figura 36. Coeficiente de variación en especímenes de 4"x8".**

- La Figura 37 muestra el coeficiente de variación de las resistencias obtenidos en los especímenes de 4"x8".
- En la Figura 36 se aprecia el coeficiente de variación calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 36 que el valores del coeficiente de variación obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo de 3.2%, por lo tanto decimos que es rango aceptable en condiciones en campo para especímenes de 4"x8" según la ASTM C39.



c) *Coefficiente de variación de las resistencias de especímenes de 6"x12" en ensayo de tracción por compresión diametral.*

En la Figura 38 se muestra los coeficientes de variación para especímenes de 6"x12", para ensayos a compresión, con una dispersión aceptable según ASTM C 39.

PROBETAS DE 6"x12"			
RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	COEF. VARIACIÓN (2.9%) V(%)
0.55	28	23	0.02
0.65	28	20	0.03
0.75	28	18	0.04

**Figura 38. Coeficiente de variación en especímenes de 6"x12".**

- La Figura 38 muestra el coeficiente de variación de las resistencias obtenidos en los especímenes de 6"x12".
- En la Figura 38 se aprecia el coeficiente de variación calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 38 que el valores del coeficiente de variación obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo de 2.9%, por lo tanto decimos que es rango aceptable en condiciones en campo para especímenes de 6"x12" según la ASTM C39.



d) *Coefficiente de variación de las resistencias de especímenes de 4"x8" en ensayo de tracción por compresión diametral.*

En la Figura 39 se muestra los coeficientes de variación para especímenes de 4"x8", para ensayos a compresión, con una dispersión aceptable según ASTM C 39.

PROBETAS DE 4"x8"			
RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Fc (kg/cm2)	COEF. VARIACIÓN (3.2%) V(%)
0.55	28	24	1.25
0.65	28	21	2.81
0.75	28	20	1.26

**Figura 39. Coeficiente de variación en especímenes de 4"x8".**

- La Figura 39 muestra el coeficiente de variación de las resistencias obtenidos en los especímenes de 4"x8".
- En la Figura 39 se aprecia el coeficiente de variación calculada, para las tres relaciones agua/cemento, por edad.
- Se puede apreciar en la Figura 39 que el valores del coeficiente de variación obtenido en las tres relaciones agua/cemento están por debajo de 3.2%, por lo tanto decimos que es rango aceptable en condiciones en campo para especímenes de 4"x8" según la ASTM C39.



6.3. Relación entre probetas de 6"x12" y 4"x8".

Con todos los conocimientos mencionados en la teoría, se considera que es posible predecir la resistencia a la compresión a los 3,7,28 y 42 días con una precisión de  $\pm 15\%$ , debido a que se ha tratado de establecer la relación de resistencia a los 3,7,28 y 42 días de edad, indicando sus respectivos factor de relación, coeficientes de relación, recta de regresión y ecuación de relación, elaborados con los datos obtenidos de los estudios realizados en el presente informe de ingeniería.

a) Factor de relación por edades entre especímenes de 6"x12" y 4"x8"

I. Ensayo a compresión.

A continuación en la Figura 40 se muestra el factor de relación entre los especímenes de 6"x12" y los especímenes de 4"x8" por edad para las tres relaciones agua/cemento

Factor de Relacion Por Edades			
Edad (Días)	Ra/c= 0.55	Ra/c= 0.65	Ra/c= 0.75
3	0.86	0.90	0.83
7	0.94	0.89	0.85
28	0.91	0.89	0.91
42	0.94	0.89	0.90

Figura 40. Factor de relación por edad.

Obsecraciones:

- En la Figura 40 se muestran los factores de relación por edad para las tres relaciones agua/cemento.
- En la Figura 40 apreciamos que a menor relación agua/cemento, mayor resistencia, el factor de relación tiende a ser 1, mientras que para mayor relación agua/cemento, menor resistencia, el factor de relación se aleja de 1. Esto se debe a que a menor relación agua/cemento la resistencia predomina en la pasta de cemento.



La Figura 41 muestra la recta de regresión y ecuación de relación para los especímenes de 6"x12" y 4"x8" en ensayo a compresión.

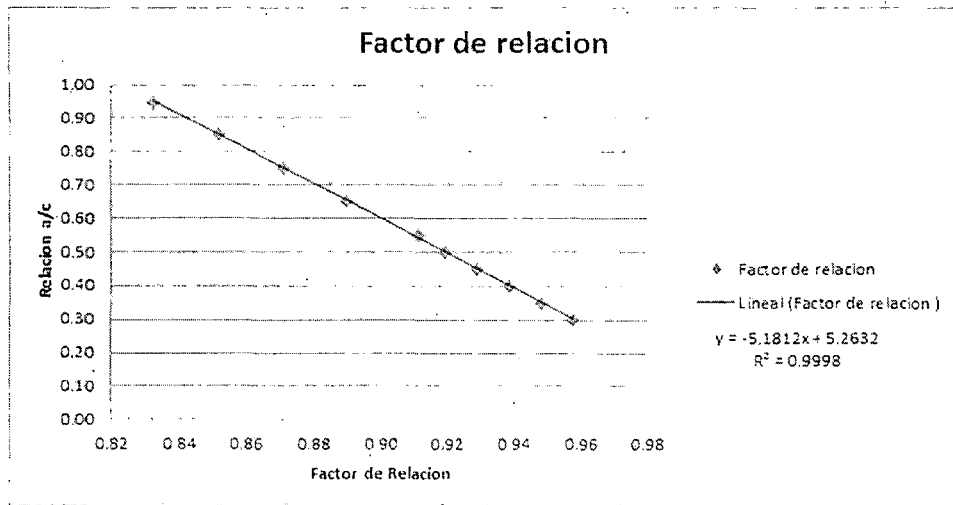


Figura 41. Recta de regresión y ecuación de relación para la relación entre especímenes de 6"x12" y 4"x8".

Observaciones:

- En la Figura 41 se muestran la recta de regresión y la ecuación de relación para las diferentes relaciones agua/cemento.
- La Figura 41 muestra una relación con tendencia de regresión de tipo Lineal.
- Teniendo por ecuación lineal:  $y = -5.1812x + 5.2632$ .
- En la Figura 41 apreciamos un coeficiente de Pearson de 0.9998 por lo que afirmamos que es una *correlación excelente*
- En la Figura 41 apreciamos que a menor relación agua/cemento el factor de relación tiende a ser 1, mientras que para mayor relación agua/cemento el factor de relación se aleja de 1.



II. Ensayo a tracción por compresión diametral.

A continuación en la Figura 42 se muestra el factor de relación entre los especímenes de 6"x12" y los especímenes de 4"x8" a la edad de 28 días para las tres relaciones agua/cemento

Factor de Relación			
EDAD	REL 0.55	REL 0.65	REL 0.75
28	0.95	0.93	0.89

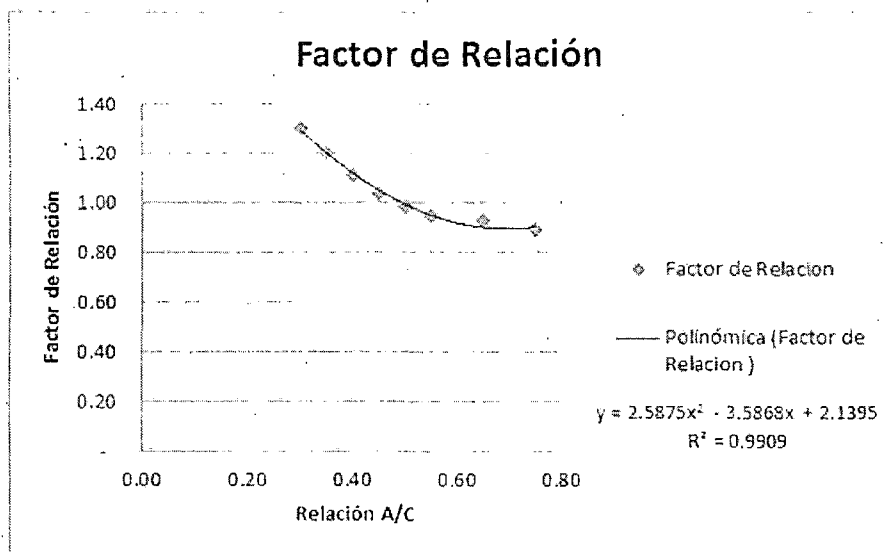
Figura 42. Factor de relación a la edad de 28 días.

Observaciones:

- En la Figura 42 apreciamos que a menor relación agua/cemento, mayor resistencia, el factor de relación tiende a ser 1, mientras que para mayor relación agua/cemento, menor resistencia, el factor de relación se aleja de 1. Esto se debe a que a menor relación agua/cemento la resistencia predomina en la pasta de cemento.



La Figura 43 muestra la recta de regresión y ecuación de relación para los especímenes de 6"x12" y 4"x8" en ensayo a tracción por compresión diametral.



**Figura 43. Recta de regresión y ecuación de relación para la relación entre especímenes de 6"x12" y 4"x8".**

**Observaciones:**

- La Figura 43 muestra una relación con tendencia de regresión de tipo polinómica.
- Teniendo por ecuación polinómica:  $y=2.5875x^2-3.5868x+2.1395$
- En la Figura 43 apreciamos un coeficiente de Pearson de 0.9909 por lo que afirmamos que es una *correlación excelente*
- En la Figura 43 apreciamos que a menor relación agua/cemento el factor de relación tiende a ser 1, mientras que para mayor relación agua/cemento el factor de relación se aleja de 1.





## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---



## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### I) Conclusiones.

- El factor de relación (corrección) en ensayos de resistencia a compresión entre probetas de 6"x12" y probetas de 4"x8" oscila en un rango de 0.87 y 0.91, como se ha demostrado en los estudios del presente proyecto de tesis que cuando la relación agua/cemento del concreto es menor, mayor resistencia a la compresión, el factor de corrección tiende a ser 1; caso contrario cuando la relación agua/cemento es mayor, menor resistencia a la compresión, el factor de corrección tiende a alejarse de 1.
  
- El factor de relación (corrección) en ensayos de resistencia a tracción por compresión diametral entre probetas de 6"x12" y probetas de 4"x8" oscila en un rango de 0.89 y 0.95, como se ha demostrado en los estudios del presente proyecto de tesis que cuando la relación agua/cemento del concreto es menor, mayor resistencia a la compresión, el factor de corrección tiende a ser 1; caso contrario cuando la relación agua/cemento es mayor, menor resistencia a la compresión, el factor de corrección tiende a alejarse de 1.

### II) Recomendaciones.

- ✓ La presente Tesis se hizo con fines de investigación. Se recomienda nuevas investigaciones con la finalidad de que los resultados se confirmen y se puedan utilizar estos factores. Realizar investigaciones en la misma orientación que esta tesis para establecer factores de corrección entre probetas de 6"x12" y 4"x8" utilizando agregados de las canteras de la zona donde se realizará el proyecto o investigación.



## CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS/LINKOGRAFICAS

---



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / LINFOGRÁFICAS.

- Rivva E. 2012. ICG NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO. Lima.
- Gastañadui F. 2009. CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO. DINO. 1. 1 – 32. Lima.
- ASTM. 2000. NORMAS PARA EL CONCRETO. ASTM. [www.astm.org](http://www.astm.org)
- Pérez M. RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE PROBETAS – TESTIGO Y PROBETAS NORMALIZADAS. España
- EL CONCRETO EN LA OBRA PROBLEMAS; CAUSAS Y SOLUCIONES. IMCYC. México.
- Ing. Flavio A. 1990. TECNOLOGIA DEL CONCRETO (TEORIA Y PROBLEMAS). Lima.



## CAPITULO IX: ANEXOS

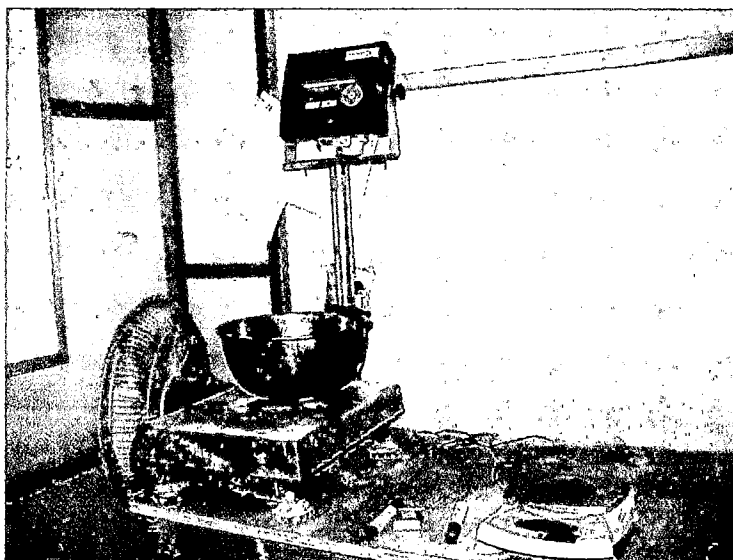
---

## IX. ANEXOS.

### 9.1. Galería de fotos.

#### Equipos Utilizados.

##### BALANZAS



##### TROMPO MEZCLADOR



Tamices



Equipo de Ensayo Cono de Abrams



### Acopio de Agregados



### Ensayo Contenido de Humedad





## Insumos y Preparado de Mezcla de Concreto.

### Insumos Para la Mezcla de Concreto

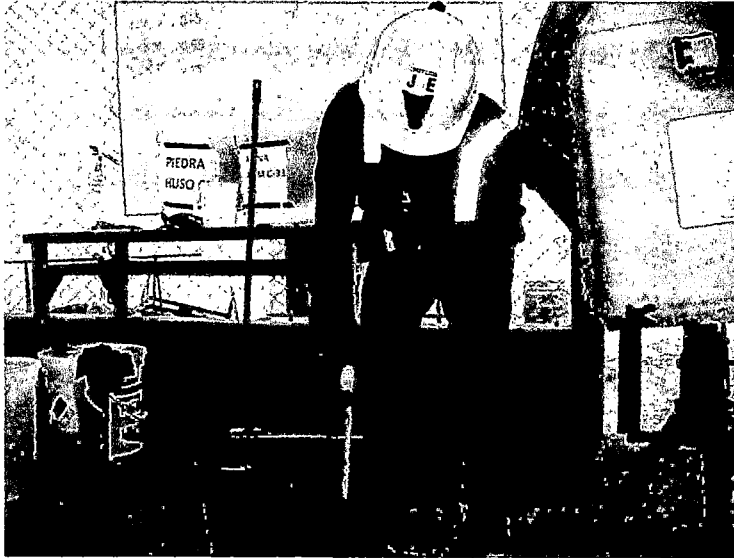


### Concreto



## Ensayos de Concreto Fresco.

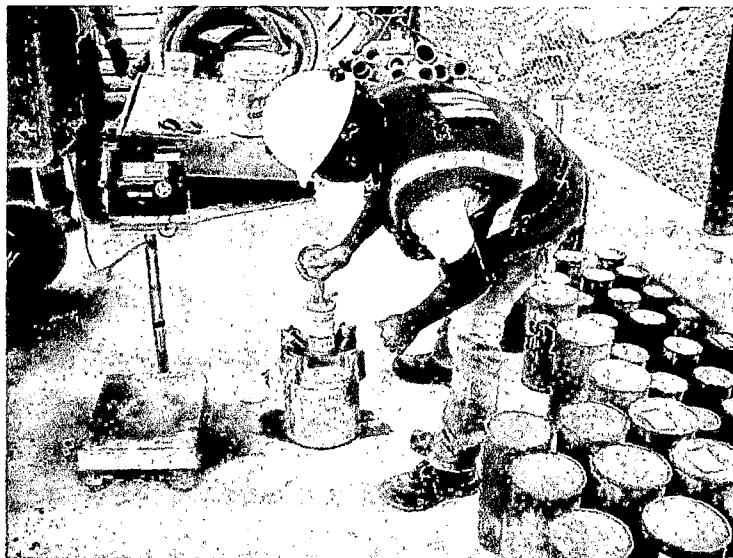
### Ensayo de Consistencia (Slump)



### Ensayo de Peso Unitario



### Ensayo Contenido de Aire Atrapado en el Concreto



### Elaboración de Probetas

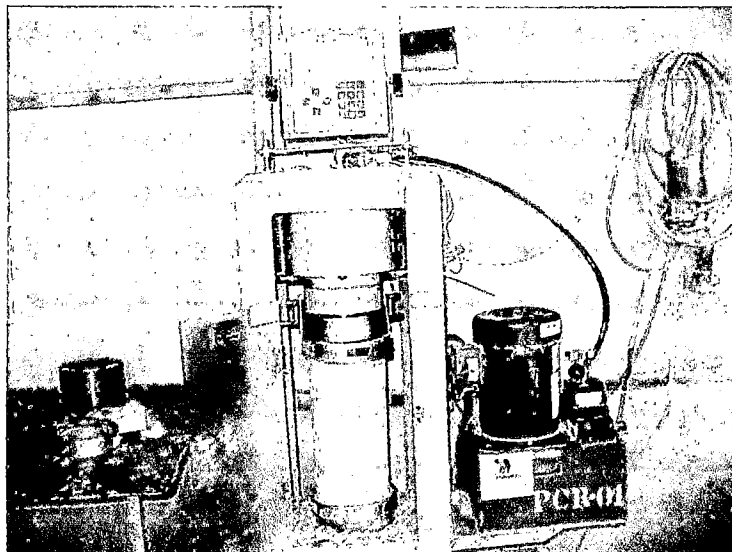


## Ensayos de Concreto Endurecido.

Probetas de 6"x12" y 4"x8"



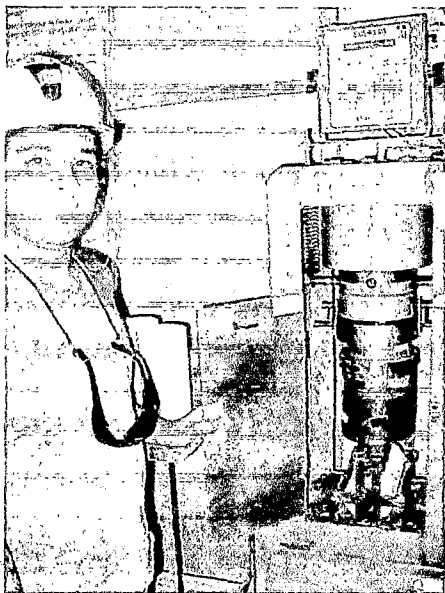
Ensayo a la Compresión Probetas 6"x12"



Ensayo a la Compresión Probetas 4”x8”



Ensayo a la Tracción





9.2. Norma aplicada para los ensayos de agregados.

1) Norma ASTM C 33

Características y propiedades físicas del agregado.

a) Granulometría

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.0037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N°100 de la serie Tayler. Se recomienda para el agregado los siguientes límites:

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	9.50 mm	100.
N°4	4.75 mm	95 a 100
N°8	2.36 mm	80 a 100
N°16	1.18 mm	50 a 85
N°30	600 micrones	25 a 60
N°50	300 micrones	5 a 30
N°100	150 micrones	0 a 10

Para realizar el análisis granulométrico de un agregado, este debe encontrarse en la condición de seco en laboratorio.



Granulometría para el agregado grueso:

La granulometría que deberá cumplir el agregado grueso para ser considerada un agregado  
apto para el uso del concreto es el siguiente:



N° ASTM	Tamaño nominal	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm(2 1/2")	50 mm(2")	37.5mm(1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5 mm	9.5mm(3/8")	4.75mm N°4	2.36mm N°8	1.18 mm
1	3 1/2" a 11/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 1/2" a 11/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	11/1" a N°4				100	90 a 100		35 a 70		10 a 30		5 a 0		
4	1 1/2" a 3/4"					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	1 1/2" a N°4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1 a 1 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a	0 a 15	0 a 5		
57	1" a N°4						100	95 a 100		40 20 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	3/4" a 3/8"							100	95 a 100		25 a 60	0 a 15	0 a 5	
67	3/4" a N°4							100	90 a 100		25 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	1/2" a N°4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	3/8" a N°8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5





b) Módulo de finura

Se define el módulo de fineza como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una del doble del tamaño de la precedente: ASTM N° 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.10, además el módulo de finura del agregado fino no debe variar en más o menos 0.2<sup>a</sup> de la base del módulo para una mezcla de concreto, por lo que se deberá realizar los ajustes correspondientes.

$$\text{Módulo de Finura} = m.f = (\sum \% \text{retenido acumulado}) / 100$$

c) Peso específico

Es la relación, a una temperatura estable, de masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

El peso específico en los agregados es expresado en tres formas

➤ Peso específico de masa (G)

Se refiere al volumen del material sólido, incluido todos los poros.

$$\text{Peso Específico de masa (G)} = \frac{A}{V - W}$$

Donde.

G= Peso específico de masa.

A= Peso de la arena seca.

V= Volumen de la fiola.

W= Peso del agua



➤ Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)

Se refiere al volumen del material cuando todos los poros del agregado están llenos de agua.

$$G_{ss} = \frac{500}{V - W}$$

G<sub>ss</sub> = Peso de la Muestra saturada superficialmente seca

V = Volumen de la Fiola

W = Peso del agua.

➤ Peso Específico Aparente (G<sub>a</sub>)

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

$$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

A = Peso arena seca

W = Peso del agua

V = Volumen de la fiola.

d) Porcentaje de absorción

Se denomina así la relación de la disminución de masa respecto a la masa de la muestra seca, se determina midiendo la disminución de masa de una muestra saturada y de superficie seca después de secarla en un horno durante 24 horas.

$$\text{Porcentaje de absorción (a\%)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

A = Peso arena seca



a) Peso Unitario

El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, se expresa en kilos por metro cubico.

➤ Peso Unitario Suelto:

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad que depende del tamaño máximo del agregado.

➤ Peso unitario Compactado:

➤ El agregado es acomodado en el recipiente después de un procedimiento de apisonado, tal como lo especifica la norma.

$$PUC = f \times W_s$$

f= Factor de calibración del recipiente

ws= Peso de la Muestra Suelta

$$f = 1000 / w_a$$

wa= Peso del Agua

b) Contenido De Humedad

Podemos definir el contenido de humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%).

Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados. Por el contrario, si la humedad inferior está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será



menor, ya que los agregados aportaran agua. Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que si la humedad es alta , aumentara la relación agua cemento y caerán las resistencias, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada. Ambas observaciones influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto, por lo que es importante saber controlar este concepto para tener resultados óptimos.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{\text{peso de la muestra húmeda} - \frac{\text{peso de la muestra seca}}{\text{peso de la muestra seca}} \times 100$$



### 9.3. Ensayos y cálculos.

A continuación se muestran los cálculos hechos para determinar:

- La granulometría de los agregados.
- Ensayos de peso unitario para los agregados.
- Ensayos a compresión por edad para las tres relaciones agua cemento.
- Determinación de la desviación estándar.
- Determinación del coeficiente de variación.



### *9.3.1. Características físicas del agregado fino.*

#### a) Granulometría

Se realizó ensayos de granulometría cada tres tandas de mezcla de concreto. Dando estos como resultados que es un agregado óptimo para el concreto.

A continuación mostramos dos ensayos de granulometría donde también podemos apreciar el porcentaje de humedad, pasante de la malla #200 y el módulo de fineza.

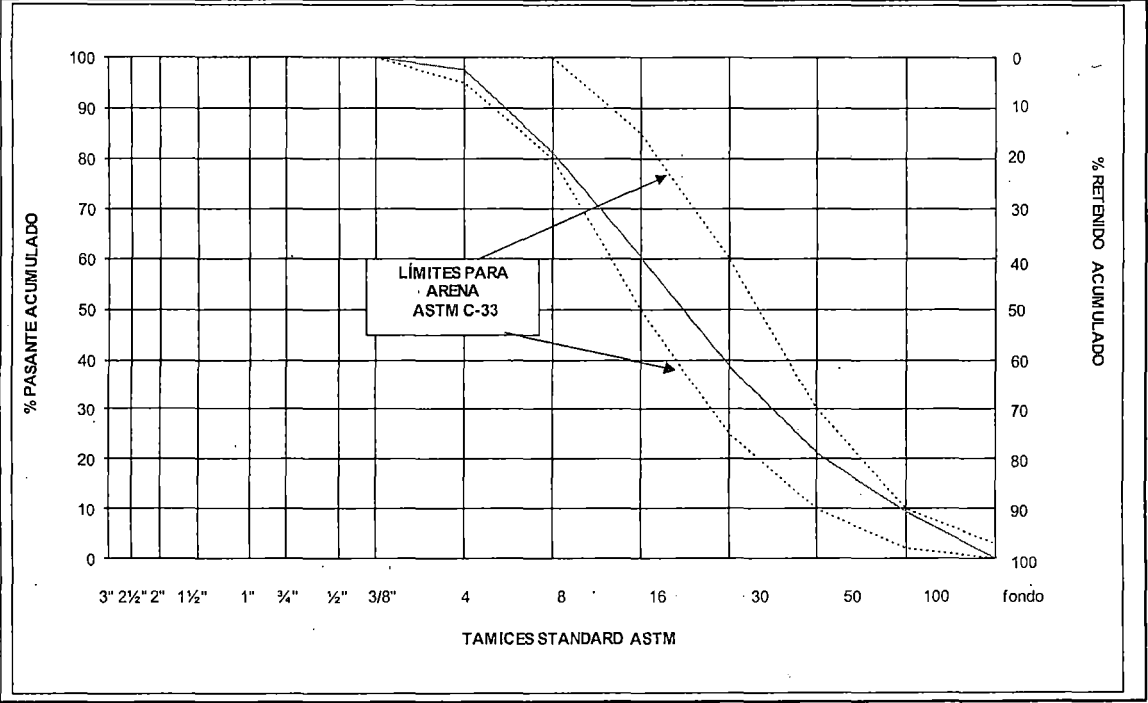


" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



		Universidad Pedro Ruiz Gallo			Reg.: 658-ITC-034-002	
					Rev.: 00	
		CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS			Fecha:	
					Pag:	
MUESTRA : Arena para Concreto ASTM C -33					FECHA DE MUESTREO : 31-oct-14	
CANTERA : ANTA					TECNICO: PJAMV	
PLANTA : HUALLANCA						
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	2.91
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	N.A
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g) :	0.0
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	996.7
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	940.0
1"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	6.03
3/4"		0.0	0.0	100.0	(D) peso de tara (g) :	0.0
1/2"		0.0	0.0	100.0	(E) peso de muestra seca (g) :	940.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	915.5
# 4	21.2	2.3	2.3	97.7	%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D]	2.61
# 8	155.8	16.6	18.8	81.2	OBSERVACIONES Agregados en Stock en Planta.	
# 16	196.7	20.9	39.8	60.2		
# 30	201.9	21.5	61.2	38.8		
# 50	164.5	17.5	78.7	21.3		
# 100	110.4	11.7	90.5	9.5		
FONDO	89.5	9.5	100.0	0.0		
TOTAL (a)	940.0		MODULO FINEZA	2.91		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3"+ 1½"+ ¾"+ 3/8"+ #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100  
Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno  
El tamaño máximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.





" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



		Universidad Pedro Ruiz Gallo			Reg.: 658-ITC-034-002	
		CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS			Rev.: 00	
					Fecha:	
					Pag.:	
MUESTRA : Arena para Concreto ASTM C -33					FECHA DE MUESTREO : 01-nov-14	
CANTERA : ANTA					TECNICO: PJAMV	
PLANTA : HUALLANCA						
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	2.95
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	N.A
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g) :	0.0
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	814.3
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	767.3
1"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	6.13
3/4"		0.0	0.0	100.0	(D) peso de tara (g) :	0.0
1/2"		0.0	0.0	100.0	(E) peso de muestra seca (g) :	767.3
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	745.6
# 4	17.9	2.3	2.3	97.7	%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D]	2.83
# 8	130.5	17.0	19.3	80.7	OBSERVACIONES	
# 16	160.5	20.9	40.3	59.7		
# 30	175.6	22.9	63.1	36.9		
# 50	129.2	16.8	80.0	20.0		
# 100	76.3	9.9	89.9	10.1	Agregados en Stock en Planta.	
FONDO	77.3	10.1	100.0	0.0		
TOTAL (a)	767.3		MODULO FINEZA	2.95		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100

Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno


El tamaño maximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.





b) Determinación del peso específico y el peso unitario.


A continuación mostramos el cálculo del peso específico y el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO-G 1			NORMA ASTM C 128	
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO					
				REPORTE N°	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA	Agregado G-1			fecha	01/11/2014
CANTERA	CANTERA ANTA				
AGREGADO FINO					
Pasa 3/8" - Fondo					
Descripción		01/11/2014	01/11/2014	01/11/2014	
Peso de Fiola	gr	57.3	54.8	56.5	
Volumen de Fiola	ml	498	498.6	498	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr	500	500	500.0	
Peso de la muestra + peso de Fiola + Agua	gr	862.5	861.2	862.4	
Peso de la muestra seca	gr	490	492	487	
Volumen de la muestra en sss	gr	192.8	192.2	192.1	
					Promedio
Peso Especifico de Masa	gr/cc	2.541	2.560	2.535	2.545
Peso Especifico de Masa (sss)	gr/cc	2.593	2.601	2.603	2.599
Peso Especifico Aparente	gr/cc	2.681	2.671	2.719	2.690
% Absorción	%	2.04	1.63	2.67	2.112



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



		PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO			NORMA ASTM C-29	
Cantera:	ANTA				Reporte N°:	1
Agregado:	ARENA					
PESO UNITARIO SUELTO						
		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	15.158	15.190	15.081		
Peso del recipiente	(Kg)	3.4520	3.4520	3.4520		
Peso de la muestra	(Kg)	11.7060	11.7380	11.6290		
Volumen	(m³)	0.007048	0.007048	0.007048		
Peso unitario suelto humedo	(Kg/m³)	1661	1665	1650		1659
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	(gr)	559.6	559.6	559.6		
Peso de tara + muestra humeda	(gr)	1880.8	1880.8	1880.8		
Peso de tara + muestra seca	(gr)	1815.2	1815.2	1815.2		
Peso Agua	(gr)	65.6	65.6	65.6		
Peso Suelo Seco	(gr)	1255.6	1255.6	1255.6		
Contenido de humedad	(%)	5.2	5.2	5.2		
Peso unitario suelto seco	(Kg/m³)	1578	1583	1568		1576
PESO UNITARIO COMPACTADO						
		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	16.6180	16.6550	16.68900		
Peso del recipiente	(Kg)	3.4520	3.4520	3.4520		
Peso de la muestra	(Kg)	13.1660	13.2030	13		
Volumen	(m³)	0.007048	0.007048	0.007048		
Peso unitario compactado humedo	(Kg/m³)	1868	1873	1875		1873
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	(gr)	559.6	559.6	559.6		
Peso de tara + muestra humeda	(gr)	1880.8	1880.8	1880.8		
Peso de tara + muestra seca	(gr)	1815.2	1815.2	1815.2		
Peso Agua	(gr)	65.6	65.6	65.6		
Peso Suelo Seco	(gr)	1255.6	1255.6	1255.6		
Contenido de humedad	(%)	5.2	5.2	5.2		
Peso unitario compactado seco	(Kg/m³)	1775	1780	1785		1778



### *9.3.2. Características físicas del agregado grueso.*

#### a) Granulometría


Se realizó ensayos de granulometría cada tres tandas de mezcla de concreto. Dando estos como resultados que es un agregado óptimo para el concreto.

A continuación mostramos dos ensayos de granulometría donde también podemos apreciar el porcentaje de humedad, pasante de la malla #200 y el módulo de fineza.



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".





UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO

CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS

Reg.: 658-ITC-034-002

Rev.: 00

Fecha:

Pag:

MUESTRA : Piedra Huso 67 ASTM C-33

FECHA DE MUESTREO : 31-oct-14

CANTERA : ANTA

TECNICO:

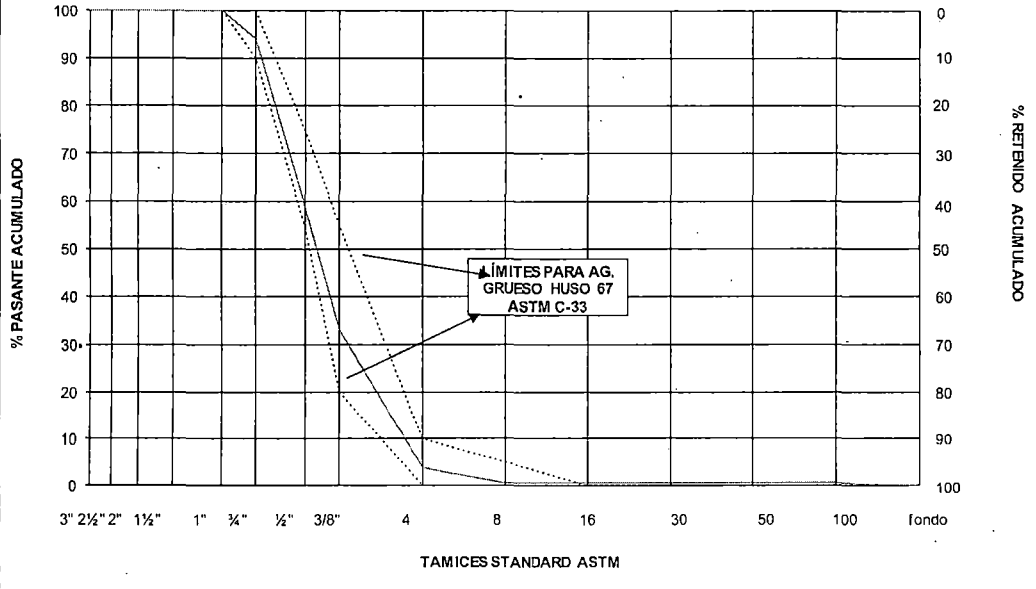
PLANTA :

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	
3"		0.0	0.0	100.0	TAMANO MÁXIMO	6.66
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g) :	N.A
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	0.0
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	4275.5
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD	4198.6
3/4"	1290.4	5.7	5.7	94.3	(B-C) * 100 / (C-A)	1.83
1/2"	7952.3	35.4	41.1	58.9	(D) peso de tara (g) :	0.0
3/8"	5762.3	25.6	66.8	33.2	(E) peso de muestra seca (g) :	4198.6
# 4	6625.1	29.5	96.2	3.8	(F) peso de muestra después de lavado	4189.9
# 8	710.5	3.2	99.4	0.6	seca (g) :	
# 16		0.0	99.4	0.6	%PASANTE DE M # 200	0.21
# 30		0.0	99.4	0.6	(E-F) * 100 / (E-D)	
# 50		0.0	99.4	0.6		
# 100		0.0	99.4	0.6	OBSERVACIONES	
FONDO	134.6	0.6	100.0	0.0		
TOTAL (a)	22475.2		MODULO FINEZA	6.66		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100

Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno

El tamaño maximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.





" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO

Reg.: 658-ITC-034-002

Rev.: 00

CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS

Fecha: \_\_\_\_\_

Pag.: \_\_\_\_\_

MUESTRA : Piedra Huso 67 ASTM C-33

CANTERA : ANTA

PLANTA : \_\_\_\_\_

FECHA DE MUESTREO : \_\_\_\_\_

01-nov-14

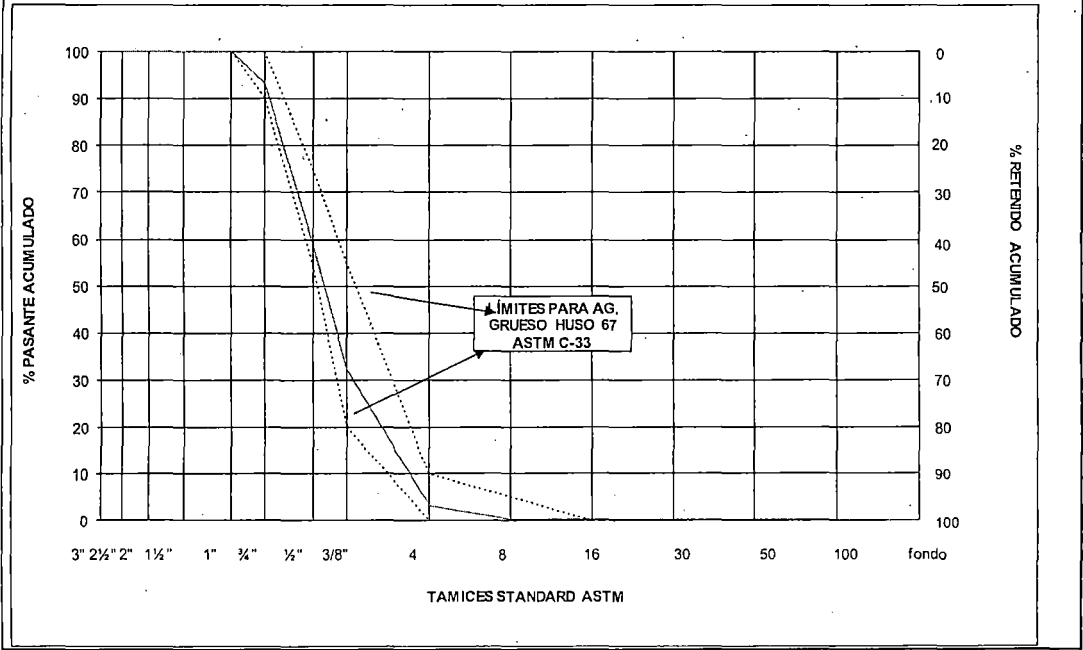
TECNICO: \_\_\_\_\_

GRANULOMETRIA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	6.69
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	N.A
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g) :	0.0
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	4362.5
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	4289.6
1"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	1.70
3/4"	1528.3	6.6	6.6	93.4	(D) peso de tara (g) :	0.0
1/2"	8265.9	34.2	40.7	59.3	(E) peso de muestra seca (g) :	4289.6
3/8"	6526.8	27.0	67.7	32.3	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	4281.6
# 4	7025.6	29.0	96.7	3.3	%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D]	0.19
# 8	688.9	2.8	99.6	0.4	OBSERVACIONES	
# 16		0.0	99.6	0.4		
# 30		0.0	99.6	0.4		
# 50		0.0	99.6	0.4		
# 100		0.0	99.6	0.4		
FONDO	105.3	0.4	100.0	0.0		
TOTAL (a)	24200.8		MODULO FINEZA	6.69		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3"+ 1½"+ ¾" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100  
Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno  
El tamaño máximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.





b) Determinación del peso específico y el peso unitario.

A continuación mostramos el cálculo del peso específico y el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

		GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			NORMA ASTM C127	
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO						
CONTRATISTA :				REPORTENº :		
DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRA		PIEDRA Canto Rodado - 67				
CANTERA		ANTA				
AGREGADO GRUESO						
		M - 1	M - 2	M - 3		PROMEDIO
X	Peso de la muestra saturada dentro del agua	1302.3	1505.9	1153.2		
A	Peso muestra saturada con superficie seca (g)	2064.7	2371.4	1818.3		
B	Volumen de la muestra	762.4	865.5	665.1		
C	Peso muestra seca en horno @ 110°C ± 5°C (g)	2038.6	2340.7	1794.3		
D	Peso específico de masa - P.E.M. (g/cm3)	2.674	2.704	2.698		2.69
E	Peso específico de masa S.S.S. (g/cm3)	2.708	2.740	2.734		2.72
G	Peso específico aparente - P.E.A. - (g/cm3)	2.769	2.804	2.799		2.79
H	Absorción (%)	1.28	1.31	1.34		1.30
Observaciones:						



	UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO					
	PESO UNITARIO DE AGREGADOS					
PESO UNITARIO (NATURAL) DE PIEDRA: CONCRETO - CANTERA ANTA						
Número de Ensayo	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Recipiente Kg.	14.67	14.70	14.73	15.53	15.60	15.57
Peso del Recipiente	3.460	3.460	3.460	3.460	3.460	3.460
Peso del Material	11.210	11.240	11.270	12.070	12.140	12.110
Volúmen del recipiente	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704
Peso Unitario	1592.33	1596.59	1600.85	1714.49	1724.43	1720.17
Promedio	1596.59			1719.70		
PESO UNITARIO (SECO) DE PIEDRA: CONCRETO - CANTERA ANTA						
Número de Ensayo	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Recipiente Kg.	14.6	14.64	14.58	15.37	15.33	15.37
Peso del Recipiente	3.460	3.460	3.460	3.460	3.460	3.460
Peso del Material	11.140	11.180	11.120	11.910	11.870	11.910
Volúmen del recipiente	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704	0.00704
Peso Unitario	1582.39	1588.07	1579.55	1691.76	1686.08	1691.76
Promedio	1583.33			1689.87		



9.3.3. Determinación del contenido de humedad de los agregados.

A continuación mostramos el cálculo del contenido de humedad del agregado fino (arena) y el agregado grueso (piedra Huso #67) con el fin de reajustar el contenido de agua para la mezcla de concreto.

		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			Pag. 1-1 Rev. 0
CANTERA : ANTA					
ARENA : ASTM C-33					
FECHA	HORA	AGREGADO	(B) PESO HUMED (g)	(C) PESO SECO (g)	% HUMEDAD
31-oct	10:00	ASTM C-33	1387	1,308.12	6.04
	13:00	ASTM C-33	1487	1,406.41	5.73
	18:00	ASTM C-33	1500	1,423.42	5.38
01-nov	10:00	ASTM C-33	1377	1,297.46	6.13
	13:00	ASTM C-33	1600	1,511.14	5.88
	18:00	ASTM C-33	1159	1,099.30	5.43
02-nov	10:00	ASTM C-33	1299	1,228.36	5.75
	13:00	ASTM C-33	1179	1,120.72	5.20
	18:00	ASTM C-33	1367	1,299.67	5.18
03-nov	10:00	ASTM C-33	1297	1,232.18	5.26
	13:00	ASTM C-33	1447	1,376.78	5.10
	18:00	ASTM C-33	1686	1,608.77	4.80
04-nov	10:00	ASTM C-33	1595	1,499.90	6.34
	13:00	ASTM C-33	1375	1,294.72	6.20
	18:00	ASTM C-33	1469	1,387.15	5.90
05-nov	10:00	ASTM C-33	1410	1,329.56	6.05
	13:00	ASTM C-33	1410	1,330.18	6.00
	18:00	ASTM C-33	1395	1,316.00	6.00
06-nov	10:00	ASTM C-33	1375	1,288.17	6.74
	13:00	ASTM C-33	1407	1,323.98	6.27
	18:00	ASTM C-33	1465	1,382.10	6.00
07-nov	10:00	ASTM C-33	1410	1,325.68	6.36
	13:00	ASTM C-33	1297	1,224.74	5.90
	18:00	ASTM C-33	1611	1,520.53	5.95
08-nov	10:00	ASTM C-33	1365	1,286.52	6.10
	13:00	ASTM C-33	1477	1,397.35	5.70
	18:00	ASTM C-33	1387	1,315.93	5.40
09-nov	10:00	ASTM C-33	1565	1,483.00	5.53
	13:00	ASTM C-33	1465	1,399.23	4.70
	18:00	ASTM C-33	1399	1,337.47	4.60
10-nov	10:00	ASTM C-33	1200	1,138.95	5.36
	13:00	ASTM C-33	1375	1,313.27	4.70
	18:00	ASTM C-33	1487	1,419.57	4.75
11-nov	10:00	ASTM C-33	1407	1,335.10	5.39
	13:00	ASTM C-33	1490	1,421.75	4.80
	18:00	ASTM C-33	1407	1,342.30	4.82





" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



12-nov	10:00	ASTM C-33	1432	1,357.98	5.45
	13:00	ASTM C-33	1523	1,444.97	5.40
	18:00	ASTM C-33	1543	1,463.94	5.40
13-nov	10:00	ASTM C-33	1399	1,315.96	6.31
	13:00	ASTM C-33	1527	1,436.50	6.30
	18:00	ASTM C-33	1421	1,336.78	6.30
14-nov	10:00	ASTM C-33	1360	1,284.71	5.86
	13:00	ASTM C-33	1337	1,267.30	5.50
	18:00	ASTM C-33	1236	1,171.56	5.50
15-nov	10:00	ASTM C-33	1419	1,345.00	5.50
	13:00	ASTM C-33	1478	1,407.60	5.00
	18:00	ASTM C-33	1339	1,275.23	5.00
16-nov	10:00	ASTM C-33	1227	1,152.22	6.49
	13:00	ASTM C-33	1196	1,130.43	5.80
	18:00	ASTM C-33	1340	1,266.18	5.83
17-nov	10:00	ASTM C-33	1605	1,511.00	6.22
	13:00	ASTM C-33	1172	1,108.80	5.70
	18:00	ASTM C-33	1427	1,351.30	5.60
18-nov	10:00	ASTM C-33	1632	1,540.10	5.97
	13:00	ASTM C-33	1283	1,213.81	5.70
	18:00	ASTM C-33	1350	1,277.10	5.71
19-nov	10:00	ASTM C-33	1539	1,446.80	6.37
	13:00	ASTM C-33	1638	1,550.80	5.62
	18:00	ASTM C-33	1225	1,159.40	5.66
20-nov	10:00	ASTM C-33	1318	1,239.50	6.33
	13:00	ASTM C-33	1436	1,356.00	5.90
	18:00	ASTM C-33	1308	1,234.54	5.95
21-nov	10:00	ASTM C-33	1595	1,506.28	5.89
	13:00	ASTM C-33	1172	1,114.00	5.21
	18:00	ASTM C-33	1550	1,473.10	5.22
22-nov	10:00	ASTM C-33	1670	1,574.10	6.09
	13:00	ASTM C-33	1530	1,445.70	5.83
	18:00	ASTM C-33	1415	1,336.80	5.85
23-nov	10:00	ASTM C-33	1339	1,263.00	6.02
	13:00	ASTM C-33	1249	1,183.00	5.58
	18:00	ASTM C-33	1439	1,362.68	5.60
24-nov	10:00	ASTM C-33	1506	1,420.35	6.03
	13:00	ASTM C-33	1386	1,313.74	5.50
	18:00	ASTM C-33	1612	1,530.57	5.32
25-nov	10:00	ASTM C-33	1408	1,327.67	6.05
	13:00	ASTM C-33	1348	1,274.94	5.73
	18:00	ASTM C-33	1550	1,469.90	5.45
26-nov	10:00	ASTM C-33	1437	1,354.25	6.11
	13:00	ASTM C-33	1538	1,457.40	5.53
	18:00	ASTM C-33	1429	1,353.20	5.60
27-nov	10:00	ASTM C-33	1468	1,384.70	6.02
	13:00	ASTM C-33	1348	1,275.30	5.70
	18:00	ASTM C-33	1574	1,492.90	5.43
28-nov	10:00	ASTM C-33	1370	1,291.30	6.09
	13:00	ASTM C-33	1310	1,237.10	5.89
	18:00	ASTM C-33	1512	1,432.90	5.52
29-nov	10:00	ASTM C-33	1399	1,318.69	6.09
	13:00	ASTM C-33	1500	1,416.16	5.92
	18:00	ASTM C-33	1391	1,316.60	5.65



		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			Pag. 2-2 Rev. 0
CANTERA : ANTA					
PIEDRA : HUSO 67					
FECHA	HORA	AGREGADO	(B) PESO HÚMED (g)	(C) PESO SECO (g)	% HUMEDAD
31-oct	10:00	Piedra H. 67	5459	5360.90	1.83
	13:00	Piedra H. 67	5246	5168.47	1.50
	18:00	Piedra H. 67	5311	5231.48	1.52
01-nov	10:00	Piedra H. 67	5101	5025.62	1.50
	13:00	Piedra H. 67	5205	5137.19	1.32
	18:00	Piedra H. 67	5215	5146.55	1.33
02-nov	10:00	Piedra H. 67	5311	5228.39	1.58
	13:00	Piedra H. 67	5099	5049.00	0.99
	18:00	Piedra H. 67	5228	5176.75	0.99
03-nov	10:00	Piedra H. 67	5406	5332.94	1.37
	13:00	Piedra H. 67	5216	5169.47	0.90
	18:00	Piedra H. 67	4998	4951.95	0.93
04-nov	10:00	Piedra H. 67	5216	5121.26	1.85
	13:00	Piedra H. 67	5426	5339.50	1.62
	18:00	Piedra H. 67	4898	4819.44	1.63
05-nov	10:00	Piedra H. 67	5031	4953.72	1.56
	13:00	Piedra H. 67	5019	4942.88	1.54
	18:00	Piedra H. 67	5426	5343.18	1.55
06-nov	10:00	Piedra H. 67	5309	5243.46	1.25
	13:00	Piedra H. 67	5099	5053.52	0.90
	18:00	Piedra H. 67	4909	4864.25	0.92
07-nov	10:00	Piedra H. 67	5126	5028.94	1.93
	13:00	Piedra H. 67	5019	4969.31	1.00
	18:00	Piedra H. 67	5419	5357.39	1.15
08-nov	10:00	Piedra H. 67	5337	5252.95	1.60
	13:00	Piedra H. 67	4919	4865.47	1.10
	18:00	Piedra H. 67	5085	5029.67	1.10
09-nov	10:00	Piedra H. 67	5190	5110.27	1.56
	13:00	Piedra H. 67	4039	3991.10	1.20
	18:00	Piedra H. 67	4407	4359.05	1.10
10-nov	10:00	Piedra H. 67	5001	4921.27	1.62
	13:00	Piedra H. 67	5437	5367.23	1.30
	18:00	Piedra H. 67	4790	4727.60	1.32
11-nov	10:00	Piedra H. 67	4420	4359.83	1.38
	13:00	Piedra H. 67	4811	4758.65	1.10
	18:00	Piedra H. 67	4455	4404.30	1.15



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



12-nov	10:00	Piedra H. 67	4778	4704.60	1.56
	13:00	Piedra H. 67	4579	4516.67	1.38
	18:00	Piedra H. 67	4778	4712.46	1.39
13-nov	10:00	Piedra H. 67	4929	4846.60	1.70
	13:00	Piedra H. 67	4665	4587.93	1.68
	18:00	Piedra H. 67	4683	4605.62	1.68
14-nov	10:00	Piedra H. 67	5479	5415.10	1.18
	13:00	Piedra H. 67	5266	5208.70	1.10
	18:00	Piedra H. 67	5331	5273.00	1.10
15-nov	10:00	Piedra H. 67	5121	5038.86	1.63
	13:00	Piedra H. 67	5225	5146.77	1.52
	18:00	Piedra H. 67	5235	5156.11	1.53
16-nov	10:00	Piedra H. 67	5331	5241.37	1.71
	13:00	Piedra H. 67	5119	5043.35	1.50
	18:00	Piedra H. 67	5248	5170.44	1.50
17-nov	10:00	Piedra H. 67	5426	5323.26	1.93
	13:00	Piedra H. 67	5236	5162.69	1.42
	18:00	Piedra H. 67	5018	4946.28	1.45
18-nov	10:00	Piedra H. 67	5236	5148.98	1.69
	13:00	Piedra H. 67	5446	5365.52	1.50
	18:00	Piedra H. 67	4918	4845.32	1.50
19-nov	10:00	Piedra H. 67	5051	4970.48	1.62
	13:00	Piedra H. 67	5039	4962.10	1.55
	18:00	Piedra H. 67	5446	5362.87	1.55
20-nov	10:00	Piedra H. 67	5329	5231.69	1.86
	13:00	Piedra H. 67	5119	5063.30	1.10
	18:00	Piedra H. 67	4929	4875.37	1.10
21-nov	10:00	Piedra H. 67	5146	5064.96	1.60
	13:00	Piedra H. 67	5039	4981.71	1.15
	18:00	Piedra H. 67	5439	5374.50	1.20
22-nov	10:00	Piedra H. 67	5357	5258.66	1.87
	13:00	Piedra H. 67	4939	4873.21	1.35
	18:00	Piedra H. 67	5105	5035.01	1.39
23-nov	10:00	Piedra H. 67	5210	5118.88	1.78
	13:00	Piedra H. 67	4059	4014.84	1.10
	18:00	Piedra H. 67	4427	4378.39	1.11
24-nov	10:00	Piedra H. 67	5021	4931.25	1.82
	13:00	Piedra H. 67	5457	5402.97	1.00
	18:00	Piedra H. 67	4810	4757.20	1.11
25-nov	10:00	Piedra H. 67	4440	4361.10	1.81
	13:00	Piedra H. 67	4831	4759.60	1.50
	18:00	Piedra H. 67	4475	4408.00	1.52
26-nov	10:00	Piedra H. 67	4798	4706.00	1.95
	13:00	Piedra H. 67	4599	4525.68	1.62
	18:00	Piedra H. 67	4798	4720.11	1.65
27-nov	10:00	Piedra H. 67	4949	4857.20	1.89
	13:00	Piedra H. 67	4685	4636.32	1.05
	18:00	Piedra H. 67	4703	4649.53	1.15
28-nov	10:00	Piedra H. 67	4445	4371.13	1.69
	13:00	Piedra H. 67	4836	4764.53	1.50
	18:00	Piedra H. 67	4480	4411.62	1.55
29-nov	10:00	Piedra H. 67	4803	4721.32	1.73
	13:00	Piedra H. 67	4604	4531.50	1.60
	18:00	Piedra H. 67	4803	4725.97	1.63



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.4. Cálculo de la resistencia a compresión de testigos cilíndricos de 6"x12".

A continuación mostramos el cálculo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de 6"x12" a la edad de 3, 7, 28 y 42 días para la relación agua/cemento 0.55.

		Diseño DM - 0,55							Reg: Rev: 00 Fecha: Pag:		
		Master de control de ensayos a la compresión y diametral de testigos cilíndricos									
		Cilíndricos de 6" X 12"									
Código de Muestra	Código de Diseño	Tipo de Ruptura	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad	Lectura de	Diámetro	Area	Resistencia	Promedio de Ensayo	% Variación
Juego 1-1	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	42944	15.00	176.7	243	239	2.96
Juego 1-2	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41698	15.00	176.7	236		
Juego 1-3	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41825	15.00	176.7	237		
Juego 2-4	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	42176	15.00	176.7	239	239	3.93
Juego 2-5	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	43105	15.00	176.7	244		
Juego 2-6	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41443	15.00	176.7	235		
Juego 3-7	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	40776	15.00	176.7	231	234	2.50
Juego 3-8	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41810	15.00	176.7	237		
Juego 3-9	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41326	15.00	176.7	234		
Juego 4-10	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	40213	15.00	176.7	228	229	2.20
Juego 4-11	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41024	15.00	176.7	232		
Juego 4-12	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	40134	15.00	176.7	227		
Juego 5-13	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	42584	15.00	176.7	241	238	1.67
Juego 5-14	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41879	15.00	176.7	237		
Juego 5-15	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41957	15.00	176.7	237		
Juego 6-16	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41234	15.00	176.7	233	234	2.18
Juego 6-17	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41032	15.00	176.7	232		
Juego 6-18	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	41934	15.00	176.7	237		
Juego 7-19	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	40435	15.00	176.7	229	230	2.25
Juego 7-20	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	40321	15.00	176.7	228		
Juego 7-21	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41235	15.00	176.7	233		
Juego 8-22	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42745	15.00	176.7	242	240	1.01
Juego 8-23	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42321	15.00	176.7	239		
Juego 8-24	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42316	15.00	176.7	239		
Juego 9-25	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41976	15.00	176.7	238	238	0.81
Juego 9-26	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42315	15.00	176.7	239		
Juego 9-27	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41987	15.00	176.7	238		
Juego 10-28	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42375	15.00	176.7	240	242	1.43
Juego 10-29	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42732	15.00	176.7	242		
Juego 10-30	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42987	15.00	176.7	243		
Juego 11-31	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41654	15.00	176.7	236	237	0.80
Juego 11-32	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41987	15.00	176.7	238		
Juego 11-33	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41895	15.00	176.7	237		
Juego 12-34	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	41743	15.00	176.7	236	239	1.87
Juego 12-35	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42346	15.00	176.7	240		
Juego 12-36	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	42534	15.00	176.7	241		
Juego 13-37	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	40543	15.00	176.7	229	230	0.85
Juego 13-38	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	40890	15.00	176.7	231		
Juego 13-39	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	40594	15.00	176.7	230		
Juego 14-40	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	43349	15.00	176.7	245	242	2.34
Juego 14-41	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	42348	15.00	176.7	240		
Juego 14-42	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	42675	15.00	176.7	241		
Juego 15-43	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	41845	15.00	176.7	237	237	3.49
Juego 15-44	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	41127	15.00	176.7	233		
Juego 15-45	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	42586	15.00	176.7	241		



**" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".**



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	58027	15.00	176.7	328	333	3.50
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	58527	15.00	176.7	331		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	60087	15.00	176.7	340		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	60073	15.00	176.7	340	339	3.00
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	59006	15.00	176.7	334		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	60804	15.00	176.7	344		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	60015	15.00	176.7	340	341	2.91
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	61240	15.00	176.7	347		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	59489	15.00	176.7	337		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	58665	15.00	176.7	332	336	2.82
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60340	15.00	176.7	341		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59110	15.00	176.7	334		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59390	15.00	176.7	336	340	2.21
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60148	15.00	176.7	340		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60717	15.00	176.7	344		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59624	15.00	176.7	337	338	0.53
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59850	15.00	176.7	339		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59939	15.00	176.7	339		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60430	15.00	176.7	342	337	3.86
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	58131	15.00	176.7	329		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60124	15.00	176.7	340		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	58712	15.00	176.7	332	333	0.95
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	59274	15.00	176.7	335		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	58778	15.00	176.7	333		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	58488	15.00	176.7	331	334	5.11
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	57888	15.00	176.7	327		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	60888	15.00	176.7	345		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58941	15.00	176.7	334	338	3.84
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	61233	15.00	176.7	347		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58942	15.00	176.7	334		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	60233	15.00	176.7	341	334	3.58
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58119	15.00	176.7	329		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58583	15.00	176.7	332		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58240	15.00	176.7	330	333	2.67
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	59809	15.00	176.7	338		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58275	15.00	176.7	330		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	60226	15.00	176.7	341	343	1.52
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	60489	15.00	176.7	342		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	61145	15.00	176.7	346		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	60399	15.00	176.7	342	335	4.00
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	59154	15.00	176.7	335		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58033	15.00	176.7	328		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	59288	15.00	176.7	336	332	1.90
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58172	15.00	176.7	329		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	58426	15.00	176.7	331		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	70876	15.00	176.7	401	409	4.47
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	71859	15.00	176.7	407		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	74107	15.00	176.7	419		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	73342	15.00	176.7	415	409	4.71
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	70092	15.00	176.7	397		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	73499	15.00	176.7	416		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	74816	15.00	176.7	423	424	1.54
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	75523	15.00	176.7	427		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	74373	15.00	176.7	421		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	70887	15.00	176.7	401	401	0.89
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	70597	15.00	176.7	399		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	71217	15.00	176.7	403		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	74737	15.00	176.7	423	414	3.44
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	72219	15.00	176.7	409		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	72685	15.00	176.7	411		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	73264	15.00	176.7	415	420	2.55
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	74184	15.00	176.7	420		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	75155	15.00	176.7	425		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	74719	15.00	176.7	423	417	3.48
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	74320	15.00	176.7	421		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	72153	15.00	176.7	408		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	73406	15.00	176.7	415	414	2.29
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	72317	15.00	176.7	409		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	73996	15.00	176.7	419		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	73170	15.00	176.7	414	415	1.30
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	74009	15.00	176.7	419		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	73054	15.00	176.7	413		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74107	15.00	176.7	419	418	1.95
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	73089	15.00	176.7	414		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74527	15.00	176.7	422		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74382	15.00	176.7	421	420	2.67
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	75030	15.00	176.7	425		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	73048	15.00	176.7	413		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	73147	15.00	176.7	414	411	5.06
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74251	15.00	176.7	420		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	70571	15.00	176.7	399		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74170	15.00	176.7	420	422	1.47
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74413	15.00	176.7	421		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	75270	15.00	176.7	426		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74555	15.00	176.7	422	416	2.78
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	72508	15.00	176.7	410		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	73682	15.00	176.7	417		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	74461	15.00	176.7	421	410	4.97
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	72036	15.00	176.7	408		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	73736	15.00	176.7	401		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78168	15.00	176.7	442	443	0.51
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78569	15.00	176.7	445		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78166	15.00	176.7	442		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78724	15.00	176.7	445	455	6.24
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	83691	15.00	176.7	474		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78678	15.00	176.7	445		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	77028	15.00	176.7	436	445	6.27
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	77001	15.00	176.7	436		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	81935	15.00	176.7	464		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	80916	15.00	176.7	458	447	5.37
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	76679	15.00	176.7	434		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	79146	15.00	176.7	448		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78579	15.00	176.7	445	447	2.54
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	80300	15.00	176.7	454		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78294	15.00	176.7	443		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78846	15.00	176.7	446	448	1.08
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	79702	15.00	176.7	451		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	78962	15.00	176.7	447		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78406	15.00	176.7	444	449	2.74
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	80582	15.00	176.7	456		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	79050	15.00	176.7	447		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	79027	15.00	176.7	447	446	0.87
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	79163	15.00	176.7	448		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78480	15.00	176.7	444		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	80894	15.00	176.7	458	453	3.41
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	81120	15.00	176.7	459		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78390	15.00	176.7	444		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78305	15.00	176.7	443	448	2.52
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	80296	15.00	176.7	454		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78754	15.00	176.7	446		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78959	15.00	176.7	447	446	0.80
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78460	15.00	176.7	444		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	79091	15.00	176.7	448		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	80061	15.00	176.7	453	447	2.20
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78531	15.00	176.7	445		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	78324	15.00	176.7	443		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	81906	15.00	176.7	463	456	2.47
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	80129	15.00	176.7	453		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	79911	15.00	176.7	452		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	80429	15.00	176.7	455	449	2.18
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	78699	15.00	176.7	445		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	78978	15.00	176.7	447		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	81020	15.00	176.7	458	450	3.20
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	79297	15.00	176.7	449		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	78470	15.00	176.7	444		
Asesor:						Tesisista					
Nombre: Ing. Carlos Mondragon						Nombre: Pierre Moro					



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.5. Cálculo de la resistencia a compresión de testigos cilíndricos de 4"x8".

A continuación mostramos el cálculo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de 4"x8" a la edad de 3, 7, 28 y 42 días para la relación agua/cemento 0.55.

		Diseño DM - 0,55							Reg.: Rev.: 00 Fecha: - Pag.: -		
		Master de control de ensayos a la compresión y diametral de testigos cilíndricos									
		Cilíndricos de 4" X 8"									
Código de Muestra	Código de Diseño	Tipo de Ruptura	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad	Lectura de	Diámetro	Area	Resistencia	Promedio de Ensayo	% Variación
Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21675	10.00	78.5	276	276	7.66
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	20833	10.00	78.5	265		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22493	10.00	78.5	286		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21995	10.00	78.5	280	275	8.34
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	20541	10.00	78.5	262		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22344	10.00	78.5	284		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21021	10.00	78.5	268	274	8.28
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21211	10.00	78.5	270		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22370	10.00	78.5	285		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21230	10.00	78.5	270	274	5.58
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22270	10.00	78.5	284		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21068	10.00	78.5	268		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21218	10.00	78.5	270	271	0.78
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21204	10.00	78.5	270		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21369	10.00	78.5	272		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22304	10.00	78.5	284	280	3.21
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	21598	10.00	78.5	275		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	20/11/2014	23/11/2014	3	22005	10.00	78.5	280		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	22090	10.00	78.5	281	279	4.84
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21303	10.00	78.5	271		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	22364	10.00	78.5	285		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21898	10.00	78.5	279	277	0.86
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21740	10.00	78.5	277		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21711	10.00	78.5	276		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21821	10.00	78.5	278	274	2.11
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21367	10.00	78.5	272		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21461	10.00	78.5	273		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21965	10.00	78.5	280	281	1.78
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	22283	10.00	78.5	284		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21890	10.00	78.5	279		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21460	10.00	78.5	273	264	5.26
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	20369	10.00	78.5	259		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	20402	10.00	78.5	260		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	22119	10.00	78.5	282	278	3.31
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	21395	10.00	78.5	272		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	21/11/2014	24/11/2014	3	22074	10.00	78.5	281		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	21036	10.00	78.5	268	277	6.03
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	22348	10.00	78.5	285		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	21838	10.00	78.5	278		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	21169	10.00	78.5	270	269	2.36
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	20849	10.00	78.5	265		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	21348	10.00	78.5	272		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	21090	10.00	78.5	269	278	5.32
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	22249	10.00	78.5	283		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	25/11/2014	3	22074	10.00	78.5	281		





**" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO, ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".**



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	29303	10.00	78.5	373	359	7.69
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	27135	10.00	78.5	345		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	28145	10.00	78.5	358		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	27260	10.00	78.5	347	355	5.22
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	28716	10.00	78.5	366		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	27723	10.00	78.5	353		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	28581	10.00	78.5	364	364	1.40
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	28850	10.00	78.5	367		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	22/11/2014	29/11/2014	7	28449	10.00	78.5	362		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28563	10.00	78.5	364	361	4.82
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27568	10.00	78.5	351		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28934	10.00	78.5	368		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27768	10.00	78.5	354	360	4.07
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28054	10.00	78.5	357		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28918	10.00	78.5	368		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27242	10.00	78.5	347	357	4.75
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28324	10.00	78.5	361		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28573	10.00	78.5	364		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28904	10.00	78.5	368	362	3.34
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28430	10.00	78.5	362		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27955	10.00	78.5	356		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28555	10.00	78.5	384	357	4.23
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28161	10.00	78.5	359		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27370	10.00	78.5	348		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	27303	10.00	78.5	348	357	4.05
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28346	10.00	78.5	361		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	23/11/2014	30/11/2014	7	28439	10.00	78.5	362		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27776	10.00	78.5	354	355	3.39
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27408	10.00	78.5	349		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28353	10.00	78.5	361		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28224	10.00	78.5	359	361	3.28
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28905	10.00	78.5	368		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27974	10.00	78.5	356		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	29080	10.00	78.5	370	365	3.22
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28156	10.00	78.5	358		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28738	10.00	78.5	366		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27198	10.00	78.5	346	352	3.97
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	28296	10.00	78.5	360		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27530	10.00	78.5	351		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27206	10.00	78.5	346	356	7.29
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27399	10.00	78.5	349		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	29244	10.00	78.5	372		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27499	10.00	78.5	350	352	1.28
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27854	10.00	78.5	355		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	24/11/2014	01/12/2014	7	27598	10.00	78.5	351		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35430	10.00	78.5	451	453	1.73
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35361	10.00	78.5	450		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35977	10.00	78.5	458		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35782	10.00	78.5	456	457	4.24
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	36652	10.00	78.5	467		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35130	10.00	78.5	447		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35868	10.00	78.5	457	456	3.02
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	35268	10.00	78.5	449		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	05/12/2014	28	36351	10.00	78.5	463		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35430	10.00	78.5	451	453	1.73
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35361	10.00	78.5	450		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35977	10.00	78.5	458		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35782	10.00	78.5	456	457	4.24
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	36652	10.00	78.5	467		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35130	10.00	78.5	447		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35868	10.00	78.5	457	456	3.02
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35268	10.00	78.5	449		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	36351	10.00	78.5	463		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35268	10.00	78.5	449	452	2.81
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35151	10.00	78.5	448		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	36148	10.00	78.5	460		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35706	10.00	78.5	455	457	1.93
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	36349	10.00	78.5	463		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35656	10.00	78.5	454		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	36162	10.00	78.5	460	455	2.54
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35819	10.00	78.5	456		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	08/11/2014	06/12/2014	28	35255	10.00	78.5	449		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36428	10.00	78.5	464	460	1.96
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35719	10.00	78.5	455		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36264	10.00	78.5	462		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36203	10.00	78.5	461	455	2.64
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35829	10.00	78.5	455		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35260	10.00	78.5	449		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35226	10.00	78.5	449	454	4.04
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35178	10.00	78.5	448		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36618	10.00	78.5	466		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35474	10.00	78.5	452	455	1.59
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36042	10.00	78.5	459		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35697	10.00	78.5	455		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36382	10.00	78.5	463	463	1.49
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36572	10.00	78.5	466		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36032	10.00	78.5	459		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35214	10.00	78.5	448	452	2.55
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	36120	10.00	78.5	460		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	09/11/2014	07/12/2014	28	35227	10.00	78.5	449		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



Juego 1- 1	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37699	10.00	78.5	480	476	1.33
Juego 1- 2	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37233	10.00	78.5	474		
Juego 1- 3	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37202	10.00	78.5	474		
Juego 2- 4	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	38578	10.00	78.5	491	483	5.77
Juego 2- 5	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	36498	10.00	78.5	465		
Juego 2- 6	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	38686	10.00	78.5	493		
Juego 3- 7	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	36983	10.00	78.5	471	486	6.42
Juego 3- 8	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	39435	10.00	78.5	502		
Juego 3- 9	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	38088	10.00	78.5	485		
Juego 4- 10	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	39048	10.00	78.5	497	486	5.37
Juego 4- 11	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	36999	10.00	78.5	471		
Juego 4- 12	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	38397	10.00	78.5	489		
Juego 5- 13	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37250	10.00	78.5	474	470	2.66
Juego 5- 14	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	36268	10.00	78.5	462		
Juego 5- 15	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37202	10.00	78.5	474		
Juego 6- 16	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	38424	10.00	78.5	489	478	4.71
Juego 6- 17	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	36656	10.00	78.5	467		
Juego 6- 18	DM-0.55	COMPRESION	05/11/2014	17/12/2014	42	37460	10.00	78.5	477		
Juego 7- 19	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	39000	10.00	78.5	497	479	5.96
Juego 7- 20	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	36759	10.00	78.5	468		
Juego 7- 21	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37105	10.00	78.5	472		
Juego 8- 22	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	39105	10.00	78.5	498	486	6.05
Juego 8- 23	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	38502	10.00	78.5	491		
Juego 8- 24	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	36797	10.00	78.5	469		
Juego 9- 25	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37073	10.00	78.5	472	484	4.12
Juego 9- 26	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	38640	10.00	78.5	492		
Juego 9- 27	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	38345	10.00	78.5	488		
Juego 10- 28	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	38533	10.00	78.5	491	479	5.30
Juego 10- 29	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	36539	10.00	78.5	465		
Juego 10- 30	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37891	10.00	78.5	482		
Juego 11- 31	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37484	10.00	78.5	477	478	3.78
Juego 11- 32	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	36876	10.00	78.5	470		
Juego 11- 33	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	38297	10.00	78.5	488		
Juego 12- 34	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37943	10.00	78.5	483	479	2.56
Juego 12- 35	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	36582	10.00	78.5	471		
Juego 12- 36	DM-0.55	COMPRESION	06/11/2014	18/12/2014	42	37830	10.00	78.5	482		
Juego 13- 37	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	36035	10.00	78.5	459	470	4.66
Juego 13- 38	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	36955	10.00	78.5	471		
Juego 13- 39	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	37756	10.00	78.5	481		
Juego 14- 40	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	36525	10.00	78.5	465	476	6.54
Juego 14- 41	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	36558	10.00	78.5	465		
Juego 14- 42	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	38967	10.00	78.5	496		
Juego 15- 43	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	37331	10.00	78.5	475	485	3.38
Juego 15- 44	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	38619	10.00	78.5	492		
Juego 15- 45	DM-0.55	COMPRESION	07/11/2014	19/12/2014	42	38315	10.00	78.5	488		
			Asesor:				Testista				
			Nombre: Ing. Carlos Mondragon				Nombre: Pierre Mon Vin				




" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.6. Cálculo de la resistencia a tracción por compresión diametral de testigos  
cilíndricos de 6"x12".

A continuación mostramos el cálculo de resistencia a tracción por compresión diametral de  
testigos cilíndricos de 6"x12" a la edad de 28 días para la relación agua/cemento 0.55.

		Diseño DM - 0,55							Reg.: Rev.: 00 Fecha.: Pag.:		
Master de control de Ensayos a la Tracción por Compresión Diametral en testigos cilíndricos											
Cilíndricos de 6" X 12"											
Código de Muestra	Código de Diseño	Tipo de Ruptura	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad	Lectura de	Diámetro (cm)	Longitud	Resistencia (kg/cm2)	Promedio de Ensayo	% Variación
Juego 1-1	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16711	15	30.5	23	23	2.78
Juego 1-2	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16732	15	30.5	23		
Juego 1-3	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16272	15	30.5	22		
Juego 2-4	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	17167	15	30.5	24	24	3.89
Juego 2-5	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16846	15	30.5	23		
Juego 2-6	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	17514	15	30.5	24		
Juego 3-7	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16025	15	30.5	22	23	4.69
Juego 3-8	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16656	15	30.5	23		
Juego 3-9	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16798	15	30.5	23		
Juego 4-10	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16117	15	30.5	22	23	5.07
Juego 4-11	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16682	15	30.5	23		
Juego 4-12	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16958	15	30.5	23		
Juego 5-13	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16952	15	30.5	23	23	4.51
Juego 5-14	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16820	15	30.5	23		
Juego 5-15	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16200	15	30.5	22		
Juego 6-16	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16089	15	30.5	22	23	5.95
Juego 6-17	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	17084	15	30.5	23		
Juego 6-18	DM-0.55	DIAMETRAL	07/11/2014	05/12/2014	28	16976	15	30.5	23		
Juego 7-19	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16744	15	30.5	23	24	5.69
Juego 7-20	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17543	15	30.5	24		
Juego 7-21	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17730	15	30.5	24		
Juego 8-22	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16492	15	30.5	23	23	1.55
Juego 8-23	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16749	15	30.5	23		
Juego 8-24	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16498	15	30.5	23		
Juego 9-25	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16550	15	30.5	23	23	1.05
Juego 9-26	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16611	15	30.5	23		
Juego 9-27	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16724	15	30.5	23		
Juego 10-28	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17371	15	30.5	24	24	1.08
Juego 10-29	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17164	15	30.5	24		
Juego 10-30	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17252	15	30.5	24		
Juego 11-31	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16528	15	30.5	23	23	3.33
Juego 11-32	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16385	15	30.5	22		
Juego 11-33	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16939	15	30.5	23		
Juego 12-34	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16810	15	30.5	23	23	3.15
Juego 12-35	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	17346	15	30.5	24		
Juego 12-36	DM-0.55	DIAMETRAL	08/11/2014	08/12/2014	28	16879	15	30.5	23		
Juego 13-37	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	16737	15	30.5	23	23	2.11
Juego 13-38	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	16592	15	30.5	23		
Juego 13-39	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	16387	15	30.5	22		
Juego 14-40	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	16799	15	30.5	23	23	2.21
Juego 14-41	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	17175	15	30.5	24		
Juego 14-42	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	17148	15	30.5	24		
Juego 15-43	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	17199	15	30.5	24	24	1.81
Juego 15-44	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	17475	15	30.5	24		
Juego 15-45	DM-0.55	DIAMETRAL	09/11/2014	07/12/2014	28	17163	15	30.5	24		
Asesor:						Testigo					
Nombre: Ing. Carlos Mondragón						Nombre: Pierre Moro					




" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.7. Cálculo de la resistencia a tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos de 4"x8".

A continuación mostramos el cálculo de resistencia a tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos de 4"x8" a la edad de 28 días para la relación agua/cemento 0.65.

		Diseño DM - 0,65							Fecha: .....		
TESTIGOS:		Master de control de Ensayos a la Tracción por Compresión Diametral en testigos cilíndricos									
		Cilíndricos de 4" X 8"									
Código de Muestra	Código de Diseño	Tipo de Ruptura	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad	Leitura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Resistencia (kg/cm2)	Promedio Ensayo	% Variación
28d Juego 1-1	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9445	10	20	29	29	1.12
28d Juego 1-2	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9340	10	20	29		
28d Juego 1-3	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9422	10	20	29		
28d Juego 2-4	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9417	10	20	29	30	3.29
28d Juego 2-5	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9621	10	20	30		
28d Juego 2-6	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9733	10	20	30		
28d Juego 3-7	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9653	10	20	30	30	0.71
28d Juego 3-8	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9585	10	20	30		
28d Juego 3-9	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9643	10	20	30		
28d Juego 4-10	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9389	10	20	29	29	2.68
28d Juego 4-11	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9644	10	20	30		
28d Juego 4-12	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9542	10	20	29		
28d Juego 5-13	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9355	10	20	29	29	2.33
28d Juego 5-14	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9576	10	20	30		
28d Juego 5-15	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9546	10	20	29		
28d Juego 6-16	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9355	10	20	29	29	2.01
28d Juego 6-17	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9456	10	20	29		
28d Juego 6-18	DM-0.65	DIAMETRAL	02/11/2014	30/11/2014	28	9545	10	20	29		
28d Juego 7-19	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9566	10	20	29	29	1.68
28d Juego 7-20	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9407	10	20	29		
28d Juego 7-21	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9417	10	20	29		
28d Juego 8-22	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9580	10	20	30	30	0.47
28d Juego 8-23	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9611	10	20	30		
28d Juego 8-24	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9566	10	20	29		
28d Juego 9-25	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9491	10	20	29	29	0.87
28d Juego 9-26	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9477	10	20	29		
28d Juego 9-27	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9560	10	20	29		
28d Juego 10-28	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9347	10	20	29	29	1.35
28d Juego 10-29	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9422	10	20	29		
28d Juego 10-30	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9474	10	20	29		
28d Juego 11-31	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9719	10	20	30	30	3.15
28d Juego 11-32	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9588	10	20	30		
28d Juego 11-33	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9417	10	20	29		
28d Juego 12-34	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9565	10	20	29	29	3.52
28d Juego 12-35	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9715	10	20	30		
28d Juego 12-36	DM-0.65	DIAMETRAL	03/11/2014	01/12/2014	28	9379	10	20	29		
28d Juego 13-37	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9396	10	20	29	29	1.12
28d Juego 13-38	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9502	10	20	29		
28d Juego 13-39	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9410	10	20	29		
28d Juego 14-40	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9573	10	20	30	29	3.36
28d Juego 14-41	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9397	10	20	29		
28d Juego 14-42	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9718	10	20	30		
28d Juego 15-43	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9548	10	20	29	29	2.87
28d Juego 15-44	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9428	10	20	29		
28d Juego 15-45	DM-0.65	DIAMETRAL	04/11/2014	02/12/2014	28	9702	10	20	30		
Asesor:						Testista					
Nombre: Ing. Carlos Mondragon						Nombre: Pierre Moro					



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.8. Cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de  
resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de 6"x12".

A continuación mostramos el cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en  
ensayos de resistencia la compresión de testigos cilíndricos de 6"x12" a la edad de 3, 7, 28 y  
42 días para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75).

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r/a/c = 0.55)																			
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg								Factor 7d/28d: 0.81 Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg											
Edad: 3 días								Edad: 7 días											
Resistencia Promedio: 237 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación		Resistencia Promedio: 336 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación					
Desviación Estándar: 4.89 kg/cm <sup>2</sup>								Desviación Estándar: 3.97 kg/cm <sup>2</sup>											
N° de muestras: 15								N° de muestras: 15											
Tendencia: A								Tendencia: A											
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )								2.07		Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )								1.18	
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)				
Juego 1	23-nov	243	236	237	239	2.93	2.05	Juego 1	29-nov	328	331	340	333	3.60	1.19				
Juego 2	23-nov	239	244	235	239	3.76	2.04	Juego 2	29-nov	340	334	344	339	2.95	1.17				
Juego 3	23-nov	231	237	234	234	2.56	2.09	Juego 3	29-nov	340	347	337	341	2.93	1.16				
Juego 4	23-nov	228	232	227	229	2.18	2.13	Juego 4	30-nov	332	341	334	336	2.68	1.18				
Juego 5	23-nov	241	237	237	238	1.68	2.05	Juego 5	30-nov	336	340	344	340	2.35	1.17				
Juego 6	23-nov	233	232	237	234	2.14	2.09	Juego 6	30-nov	337	339	339	338	0.59	1.17				
Juego 7	24-nov	229	228	233	230	2.17	2.13	Juego 7	30-nov	342	329	340	337	3.86	1.18				
Juego 8	24-nov	242	239	239	240	1.25	2.04	Juego 8	30-nov	332	335	333	333	0.90	1.19				
Juego 9	24-nov	238	239	238	238	0.42	2.05	Juego 9	30-nov	331	327	345	334	5.38	1.19				
Juego 10	24-nov	240	242	243	242	1.24	2.02	Juego 10	1-dic	334	347	334	338	3.84	1.17				
Juego 11	24-nov	236	238	237	237	0.84	2.06	Juego 11	1-dic	341	329	332	334	3.59	1.19				
Juego 12	24-nov	236	240	241	239	2.09	2.05	Juego 12	1-dic	330	338	330	333	2.40	1.19				
Juego 13	25-nov	229	231	230	230	0.87	2.13	Juego 13	1-dic	341	342	346	343	1.46	1.16				
Juego 14	25-nov	245	240	241	242	2.07	2.02	Juego 14	1-dic	342	335	328	335	4.18	1.19				
Juego 15	25-nov	237	233	241	237	3.38	2.06	Juego 15	1-dic	336	329	331	332	2.11	1.20				

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r a/c = 0.55)																			
Factor 7d/28d: 1.00							Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg												
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg							Edad: 28 días							Edad: 42 días					
Resistencia Promedio: 415 kg/cm <sup>2</sup>							Promedio Coef. de variación			Resistencia Promedio: 449 kg/cm <sup>2</sup>							Promedio Coef. de variación		
Desviación Estándar: 6.93 kg/cm <sup>2</sup>										Desviación Estándar: 4.85 kg/cm <sup>2</sup>									
N° de muestras: 15										N° de muestras: 0									
Tendencia: A										Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.67			Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.08		
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)				
Juego 1	5-dic	401	407	419	409	4.40	1.69	Juego 1	29-nov	442	445	442	443	0.68	1.09				
Juego 2	5-dic	415	397	416	409	4.64	1.69	Juego 2	29-nov	445	474	445	455	6.38	1.07				
Juego 3	5-dic	423	427	421	424	1.42	1.64	Juego 3	29-nov	436	436	464	445	6.29	1.09				
Juego 4	6-dic	401	399	403	401	1.00	1.73	Juego 4	30-nov	458	434	448	447	5.37	1.09				
Juego 5	6-dic	423	409	411	414	3.38	1.67	Juego 5	30-nov	445	454	443	447	2.46	1.08				
Juego 6	6-dic	415	420	425	420	2.38	1.65	Juego 6	30-nov	446	451	447	448	1.12	1.08				
Juego 7	6-dic	423	421	408	417	3.59	1.66	Juego 7	30-nov	444	456	447	449	2.67	1.08				
Juego 8	6-dic	415	409	419	414	2.41	1.67	Juego 8	30-nov	447	448	444	446	0.90	1.09				
Juego 9	6-dic	414	419	413	415	1.44	1.67	Juego 9	30-nov	458	459	444	454	3.31	1.07				
Juego 10	7-dic	419	414	422	418	4.16	1.66	Juego 10	1-dic	443	454	446	448	2.46	1.08				
Juego 11	7-dic	421	425	413	420	4.18	1.65	Juego 11	1-dic	447	444	448	446	0.90	1.09				
Juego 12	7-dic	414	420	399	411	4.16	1.69	Juego 12	1-dic	453	445	443	447	2.24	1.09				
Juego 13	7-dic	420	421	426	422	4.18	1.64	Juego 13	1-dic	453	453	452	456	2.41	1.06				
Juego 14	7-dic	422	410	417	416	4.17	1.66	Juego 14	1-dic	455	445	447	449	449	2.23	1.08			
Juego 15	7-dic	421	408	401	410	4.16	1.69	Juego 15	1-dic	458	449	444	450	450	3.11	1.08			



“ DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6”X12” Y 4”X8” CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)”.



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r/a/c = 0.65)															
Edad: 3 días								Edad: 7 días							
Resistencia Promedio:		210 kg/cm <sup>2</sup>				Promedio Coef. de variación	Resistencia Promedio:		245 kg/cm <sup>2</sup>				Promedio Coef. de variación		
Desviación Estándar:		3.01 kg/cm <sup>2</sup>					Desviación Estándar:		1.94 kg/cm <sup>2</sup>						
N° de muestras:		15					N° de muestras:		15						
Tendencia:		A					Tendencia:		A						
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.43	Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							0.79
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)
Juego 1	18-nov	213	211	205	210	3.82	1.43	Juego 1	24-nov	242	255	239	245	6.52	0.79
Juego 2	18-nov	203	212	215	210	5.71	1.43	Juego 2	24-nov	244	244	242	243	0.82	0.80
Juego 3	18-nov	214	211	210	212	1.89	1.42	Juego 3	24-nov	243	249	243	245	2.45	0.79
Juego 4	18-nov	215	211	214	213	1.88	1.41	Juego 4	25-nov	246	248	246	247	0.81	0.79
Juego 5	18-nov	215	215	214	215	0.47	1.40	Juego 5	25-nov	243	248	247	246	2.03	0.79
Juego 6	18-nov	209	203	212	208	4.33	1.44	Juego 6	25-nov	241	248	242	244	2.87	0.80
Juego 7	19-nov	215	208	210	211	3.32	1.42	Juego 7	25-nov	244	247	248	246	1.62	0.79
Juego 8	19-nov	211	209	201	207	4.83	1.45	Juego 8	25-nov	249	245	238	244	4.51	0.80
Juego 9	19-nov	209	207	207	208	0.96	1.45	Juego 9	25-nov	238	241	248	242	4.13	0.80
Juego 10	19-nov	209	209	214	211	2.37	1.43	Juego 10	26-nov	244	248	249	247	2.02	0.79
Juego 11	19-nov	210	211	215	212	2.36	1.42	Juego 11	26-nov	241	249	241	244	3.28	0.80
Juego 12	19-nov	209	209	214	211	2.37	1.43	Juego 12	26-nov	251	244	249	248	2.82	0.78
Juego 13	20-nov	209	215	209	211	2.84	1.42	Juego 13	26-nov	249	242	242	244	2.86	0.80
Juego 14	20-nov	207	202	211	207	4.35	1.45	Juego 14	26-nov	248	243	238	243	4.12	0.80
Juego 15	20-nov	204	211	201	205	4.87	1.46	Juego 15	26-nov	250	244	245	246	2.44	0.79

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r a/c = 0.65)																			
Edad: 28 días									Edad: 42 días										
Resistencia Promedio:			319 kg/cm²			Promedio Coef. de variación	Resistencia Promedio:			338 kg/cm²			Promedio Coef. de variación						
Desviación Estándar:			2.74 kg/cm²				Desviación Estándar:			1.89 kg/cm²									
N° de muestras:			15				N° de muestras:			15									
Tendencia:			A				Tendencia:			A									
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)									0.85	Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)									0.56
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)		
Juego 1	30-nov	311	328	321	320	320	5.31	0.86	Juego 1	12-dic	334	340	339	338	338	1.78	0.56		
Juego 2	30-nov	328	319	325	324	322	2.78	0.85	Juego 2	12-dic	330	342	338	337	337	3.55	0.56		
Juego 3	30-nov	324	325	311	320	321	4.38	0.86	Juego 3	12-dic	342	336	340	339	338	1.77	0.56		
Juego 4	1-dic	325	310	314	316	320	4.74	0.87	Juego 4	12-dic	328	335	345	336	337	5.06	0.56		
Juego 5	1-dic	310	315	325	317	318	4.74	0.87	Juego 5	12-dic	329	340	341	337	337	3.56	0.56		
Juego 6	1-dic	322	319	317	319	317	1.57	0.86	Juego 6	12-dic	344	336	338	339	337	2.36	0.56		
Juego 7	1-dic	318	312	324	318	318	3.77	0.88	Juego 7	13-dic	341	341	339	340	339	0.59	0.58		
Juego 8	1-dic	326	319	318	321	319	2.49	0.85	Juego 8	13-dic	343	331	336	337	339	3.56	0.56		
Juego 9	1-dic	317	318	322	319	319	1.57	0.86	Juego 9	13-dic	344	332	337	338	338	3.55	0.56		
Juego 10	2-dic	322	313	321	319	320	2.82	0.86	Juego 10	13-dic	348	328	334	337	337	5.94	0.56		
Juego 11	2-dic	319	318	327	321	320	2.80	0.85	Juego 11	13-dic	334	339	345	339	338	3.24	0.58		
Juego 12	2-dic	313	321	310	315	318	3.50	0.87	Juego 12	13-dic	329	345	344	339	338	4.72	0.56		
Juego 13	2-dic	323	324	318	322	319	1.87	0.85	Juego 13	14-dic	339	333	342	338	339	2.66	0.56		
Juego 14	2-dic	327	310	319	319	318	5.33	0.86	Juego 14	14-dic	343	334	331	336	338	3.57	0.56		
Juego 15	2-dic	313	325	325	321	320	3.74	0.85	Juego 15	14-dic	342	345	328	338	337	5.02	0.56		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r a/c = 0.75)																			
Resistencia proyectada a 3 días: Cantidad Cemento/m³:								Factor 7d/28d: Resistencia proyectada a 7 días: Cantidad Cemento/m³:											
245 kg/cm² 255 kg								0.81 245 kg/cm² 255 kg											
Edad: 3 días								Edad: 7 días											
Resistencia Promedio:						160 kg/cm²		Resistencia Promedio:						200 kg/cm²					
Desviación Estándar:						1.63 kg/cm²		Desviación Estándar:						4.30 kg/cm²					
N° de muestras:						15		N° de muestras:						15					
Tendencia:						A		Tendencia:						A					
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)								1.02		Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)								2.15	
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)				
Juego 1	28-nov	163	162	155	160	5.00	1.02	Juego 1	4-dic	197	201	203	200	3.00	2.15				
Juego 2	28-nov	160	157	165	161	4.98	1.01	Juego 2	4-dic	197	200	199	199	1.51	2.16				
Juego 3	28-nov	159	164	160	161	3.11	1.01	Juego 3	4-dic	198	201	199	199	1.51	2.16				
Juego 4	28-nov	157	158	156	157	1.27	1.04	Juego 4	5-dic	196	197	201	198	2.53	2.17				
Juego 5	28-nov	159	163	162	161	2.48	1.01	Juego 5	5-dic	199	195	199	198	2.02	2.17				
Juego 6	28-nov	158	161	160	160	1.88	1.02	Juego 6	5-dic	198	201	198	199	1.51	2.16				
Juego 7	29-nov	160	162	157	160	3.13	1.02	Juego 7	5-dic	201	201	197	200	2.00	2.15				
Juego 8	29-nov	158	161	157	159	2.52	1.03	Juego 8	5-dic	214	208	209	210	2.85	2.04				
Juego 9	29-nov	157	161	162	160	3.13	1.02	Juego 9	5-dic	204	201	198	201	2.99	2.14				
Juego 10	29-nov	159	157	160	159	1.89	1.03	Juego 10	6-dic	195	200	199	198	2.53	2.17				
Juego 11	29-nov	161	157	159	159	2.52	1.03	Juego 11	6-dic	199	201	199	200	1.00	2.15				
Juego 12	29-nov	164	162	158	161	3.72	1.01	Juego 12	6-dic	210	209	204	208	2.89	2.07				
Juego 13	30-nov	164	161	163	163	1.84	1.00	Juego 13	6-dic	197	198	199	198	1.01	2.17				
Juego 14	30-nov	163	158	160	160	3.12	1.02	Juego 14	6-dic	199	197	200	199	1.51	2.16				
Juego 15	30-nov	160	158	158	159	1.26	1.03	Juego 15	6-dic	199	195	200	198	2.53	2.17				

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12" (r a/c = 0.75)																	
Factor 7d/28d: Resistencia proyectada a 28 días: Cantidad Cemento/m³:								1.00 350 kg/cm² 255 kg									
A								Cantidad Cemento/m³: 255 kg									
Edad: 28 días								Edad: 42 días									
Resistencia Promedio: Desviación Estándar: N° de muestras: Tendencia:								Resistencia Promedio: Desviación Estándar: N° de muestras: Tendencia:									
248 kg/cm² 1.40 kg/cm² 15 A								261 kg/cm² 1.70 kg/cm² 15 A									
Promedio Coef. de variación								Promedio Coef. de variación									
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)								Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)									
0.56								0.65									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecu- tivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecu- tivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.5% (ASTM C-39)
Juego 1	10-dic	248	250	245	248	248	2.02	0.56	Juego 1	22-dic	257	262	257	259	259	1.93	0.66
Juego 2	10-dic	248	250	248	249	248	0.80	0.56	Juego 2	22-dic	266	258	260	261	260	3.06	0.65
Juego 3	10-dic	247	251	250	249	249	1.60	0.56	Juego 3	22-dic	262	261	257	260	260	1.52	0.65
Juego 4	11-dic	245	246	248	246	248	1.22	0.57	Juego 4	22-dic	260	261	258	260	260	1.16	0.66
Juego 5	11-dic	245	248	249	247	248	1.62	0.56	Juego 5	22-dic	259	257	262	259	260	1.93	0.66
Juego 6	11-dic	250	248	246	248	247	1.81	0.56	Juego 6	22-dic	263	262	258	261	260	1.92	0.65
Juego 7	11-dic	257	249	245	250	249	4.79	0.56	Juego 7	23-dic	259	262	258	260	260	1.54	0.66
Juego 8	11-dic	249	249	251	250	249	0.80	0.56	Juego 8	23-dic	265	264	257	262	261	3.05	0.65
Juego 9	11-dic	249	245	246	247	249	1.62	0.57	Juego 9	23-dic	261	265	259	262	261	2.29	0.65
Juego 10	12-dic	246	249	246	247	248	1.21	0.57	Juego 10	23-dic	264	263	260	262	262	1.52	0.65
Juego 11	12-dic	246	248	248	247	247	0.81	0.56	Juego 11	23-dic	257	262	261	260	261	1.92	0.65
Juego 12	12-dic	246	249	247	247	247	1.21	0.56	Juego 12	23-dic	258	266	264	263	262	3.05	0.65
Juego 13	12-dic	250	250	247	249	248	1.20	0.56	Juego 13	24-dic	257	266	265	263	262	3.43	0.65
Juego 14	12-dic	246	248	249	248	248	1.21	0.56	Juego 14	24-dic	265	261	257	261	262	3.07	0.65
Juego 15	12-dic	246	249	245	247	248	1.62	0.57	Juego 15	24-dic	265	261	257	261	262	3.07	0.65





" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



9.3.9. Cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de 4"x8".

A continuación mostramos el cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de resistencia la compresión de testigos cilíndricos de 4"x8" a la edad de 3, 7, 28 y 42 días para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75).

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r/a/c = 0.55)																	
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg							Factor 7d/28d: 0.79 Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg										
Edad: 3 días							Edad: 7 días										
Resistencia Promedio: 275 kg/cm <sup>2</sup>					Promedio Coef. de variación		Resistencia Promedio: 358 kg/cm <sup>2</sup>					Promedio Coef. de variación					
Desviación Estándar: 5.18 kg/cm <sup>2</sup>							Desviación Estándar: 4.55 kg/cm <sup>2</sup>										
N° de muestras: 15							N° de muestras: 15										
Tendencia: A							Tendencia: A										
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.88		Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.27	
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)		
Juego 1	23-nov	276	265	286	276	7.62	1.88	Juego 1	29-nov	373	345	358	359	7.81	1.27		
Juego 2	23-nov	280	262	284	275	7.99	1.88	Juego 2	29-nov	347	366	353	355	5.35	1.28		
Juego 3	23-nov	268	270	285	274	6.20	1.89	Juego 3	29-nov	364	367	362	364	1.37	1.25		
Juego 4	23-nov	270	284	268	274	5.84	1.89	Juego 4	30-nov	364	351	368	361	4.71	1.26		
Juego 5	23-nov	270	270	272	271	0.74	1.91	Juego 5	30-nov	354	357	368	360	3.89	1.27		
Juego 6	23-nov	284	275	280	280	3.22	1.85	Juego 6	30-nov	347	361	364	357	4.76	1.27		
Juego 7	24-nov	281	271	285	279	5.02	1.86	Juego 7	30-nov	368	362	356	362	3.31	1.26		
Juego 8	24-nov	279	277	276	277	1.08	1.87	Juego 8	30-nov	364	359	348	357	4.48	1.27		
Juego 9	24-nov	278	272	273	274	2.19	1.89	Juego 9	30-nov	348	361	362	357	3.92	1.27		
Juego 10	24-nov	280	284	279	281	1.78	1.84	Juego 10	1-dic	354	349	361	355	3.38	1.28		
Juego 11	24-nov	273	259	260	264	5.30	1.96	Juego 11	1-dic	359	368	356	361	3.32	1.26		
Juego 12	24-nov	282	272	281	278	3.59	1.86	Juego 12	1-dic	370	358	366	365	3.29	1.25		
Juego 13	25-nov	268	285	278	277	6.14	1.87	Juego 13	1-dic	346	360	351	352	3.97	1.29		
Juego 14	25-nov	270	265	272	269	2.60	1.93	Juego 14	1-dic	346	349	372	356	7.31	1.28		
Juego 15	25-nov	269	283	281	278	5.04	1.87	Juego 15	1-dic	350	355	351	352	1.42	1.29		

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r a/c = 0.55)																	
Factor 7d/28d: 1.00							Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg										
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg							Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 350 kg										
Edad: 28 días							Edad: 42 días										
Resistencia Promedio: 456 kg/cm <sup>2</sup>							Resistencia Promedio: 480 kg/cm <sup>2</sup>							Promedio Coef. de variación			
Desviación Estándar: 3.33 kg/cm <sup>2</sup>							Desviación Estándar: 7.14 kg/cm <sup>2</sup>										
N° de muestras: 15							N° de muestras: 0										
Tendencia: A							Tendencia: A										
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )							1.49			
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecuivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 1.2% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecuivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 1.2% (ASTM C-39)
Juego 1	5-dic	451	450	458	453	453	1.77	0.73	Juego 1	12-dic	480	474	474	476	476	1.26	1.50
Juego 2	5-dic	456	467	447	457	455	4.38	0.73	Juego 2	12-dic	491	465	493	483	483	5.80	1.48
Juego 3	5-dic	457	449	453	456	455	3.07	0.73	Juego 3	12-dic	471	502	485	486	486	6.38	1.47
Juego 4	6-dic	451	450	458	453	455	1.77	0.73	Juego 4	12-dic	497	471	489	486	486	5.35	1.47
Juego 5	6-dic	456	467	447	457	455	4.38	0.73	Juego 5	12-dic	474	462	474	470	470	2.55	1.52
Juego 6	6-dic	457	449	453	456	455	3.07	0.73	Juego 6	12-dic	489	467	477	478	478	4.61	1.50
Juego 7	8-dic	449	448	480	452	455	2.65	0.74	Juego 7	13-dic	497	468	472	479	479	6.05	1.49
Juego 8	6-dic	455	463	454	457	455	1.97	0.73	Juego 8	13-dic	498	491	469	486	486	5.97	1.47
Juego 9	6-dic	460	456	449	455	455	2.42	0.73	Juego 9	13-dic	472	492	488	484	484	4.13	1.48
Juego 10	7-dic	464	455	462	460	458	1.96	0.72	Juego 10	13-dic	491	465	482	479	479	5.42	1.49
Juego 11	7-dic	461	458	449	455	457	2.64	0.73	Juego 11	13-dic	477	470	488	478	478	3.76	1.49
Juego 12	7-dic	449	448	456	454	457	3.98	0.73	Juego 12	13-dic	483	471	482	479	479	2.51	1.49
Juego 13	7-dic	452	459	455	455	455	1.54	0.73	Juego 13	14-dic	459	471	481	470	470	4.68	1.52
Juego 14	7-dic	463	466	459	463	457	1.51	0.72	Juego 14	14-dic	465	465	496	475	475	6.52	1.50
Juego 15	7-dic	448	460	449	452	457	2.65	0.74	Juego 15	14-dic	475	492	488	485	485	3.51	1.47



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r a/c = 0.65)													
Cantidad Cemento/m³: 295 kg							Factor 7d/28d: 0.77 Cantidad Cemento/m³: 295 kg						
Edad: 3 días							Edad: 7 días						
Resistencia Promedio: 234 kg/cm² Desviación Estándar: 2.43 kg/cm² N° de muestras: 15 Tendencia: A							Resistencia Promedio: 277 kg/cm² Desviación Estándar: 1.20 kg/cm² N° de muestras: 15 Tendencia: A						
Promedio Coef. de variación: 1.04							Promedio Coef. de variación: 0.43						
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)							Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)						
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)
Juego 1	18-nov	233	235	240	236	2.97	Juego 1	24-nov	278	278	274	277	1.45
Juego 2	18-nov	231	232	238	234	3.00	Juego 2	24-nov	276	275	280	277	1.81
Juego 3	18-nov	243	234	230	236	5.52	Juego 3	24-nov	274	278	278	277	1.45
Juego 4	18-nov	233	229	232	231	1.73	Juego 4	25-nov	273	276	279	276	2.17
Juego 5	18-nov	241	231	232	235	4.26	Juego 5	25-nov	278	275	277	277	1.08
Juego 6	18-nov	243	233	233	236	4.23	Juego 6	25-nov	277	279	278	278	0.72
Juego 7	19-nov	227	226	235	229	3.92	Juego 7	25-nov	279	278	278	278	0.36
Juego 8	19-nov	237	230	231	233	3.01	Juego 8	25-nov	275	274	276	275	0.73
Juego 9	19-nov	233	230	240	234	4.27	Juego 9	25-nov	277	276	278	277	0.72
Juego 10	19-nov	234	232	239	235	2.98	Juego 10	26-nov	276	276	275	276	0.36
Juego 11	19-nov	234	230	240	235	4.26	Juego 11	26-nov	277	276	279	277	1.08
Juego 12	19-nov	225	232	241	233	6.88	Juego 12	26-nov	274	274	277	275	1.09
Juego 13	20-nov	240	236	236	237	1.69	Juego 13	26-nov	278	277	278	278	0.36
Juego 14	20-nov	239	237	232	236	2.97	Juego 14	26-nov	279	278	277	278	0.72
Juego 15	20-nov	238	232	231	234	3.00	Juego 15	26-nov	278	279	275	277	1.44

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r a/c = 0.65)													
Factor 7d/28d: 1.00 Cantidad Cemento/m³: A 295 kg							Cantidad Cemento/m³: 295 kg						
Edad: 28 días							Edad: 42 días						
Resistencia Promedio: 361 kg/cm² Desviación Estándar: 3.80 kg/cm² N° de muestras: 15 Tendencia: A							Resistencia Promedio: 379 kg/cm² Desviación Estándar: 8.10 kg/cm² N° de muestras: 0 Tendencia: A						
Promedio Coef. de variación: 1.05							Promedio Coef. de variación: 2.14						
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)							Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)						
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)
Juego 1	30-nov	362	360	371	364	3.02	Juego 1	12-dic	380	379	391	383	3.13
Juego 2	30-nov	357	347	360	355	3.67	Juego 2	12-dic	392	382	361	378	8.19
Juego 3	30-nov	361	364	371	365	2.74	Juego 3	12-dic	373	373	370	372	0.81
Juego 4	1-dic	364	362	350	359	3.90	Juego 4	12-dic	379	381	379	380	0.53
Juego 5	1-dic	348	363	368	360	5.56	Juego 5	12-dic	385	382	398	388	4.12
Juego 6	1-dic	350	362	356	356	3.37	Juego 6	12-dic	385	402	380	389	5.66
Juego 7	1-dic	369	363	351	361	4.99	Juego 7	13-dic	362	376	372	370	3.78
Juego 8	1-dic	364	364	368	365	3.81	Juego 8	13-dic	390	357	369	372	8.87
Juego 9	1-dic	350	370	360	360	5.56	Juego 9	13-dic	368	375	360	368	4.08
Juego 10	2-dic	356	357	354	359	3.34	Juego 10	13-dic	403	379	383	388	6.18
Juego 11	2-dic	356	360	354	360	3.33	Juego 11	13-dic	377	372	371	373	1.61
Juego 12	2-dic	356	359	370	365	3.01	Juego 12	13-dic	386	382	386	378	6.35
Juego 13	2-dic	360	357	357	358	0.84	Juego 13	14-dic	389	369	368	375	5.60
Juego 14	2-dic	367	348	367	361	5.27	Juego 14	14-dic	383	386	371	380	3.95
Juego 15	2-dic	366	352	367	362	4.15	Juego 15	14-dic	394	374	387	385	5.19



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r a/c = 0.75)																			
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 255 kg								Factor 7d/28d: 0.87 Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : 255 kg											
Edad: 3 días								Edad: 7 días											
Resistencia Promedio: 193 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación		Resistencia Promedio: 237 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación					
Desviación Estándar: 1.01 kg/cm <sup>2</sup>								Desviación Estándar: 4.54 kg/cm <sup>2</sup>											
N° de muestras: 15								N° de muestras: 15											
Tendencia: A								Tendencia: A											
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )								0.52		Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )								1.92	
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)				
Juego 1	28-nov	190	195	191	192	2.60	0.52	Juego 1	4-dic	245	238	240	241	2.90	1.88				
Juego 2	28-nov	196	196	190	194	3.09	0.52	Juego 2	4-dic	232	228	236	232	3.45	1.96				
Juego 3	28-nov	196	193	191	193	2.59	0.52	Juego 3	4-dic	234	227	235	232	3.87	1.95				
Juego 4	28-nov	196	195	192	194	2.06	0.52	Juego 4	5-dic	242	233	244	240	4.59	1.89				
Juego 5	28-nov	192	191	196	193	2.59	0.52	Juego 5	5-dic	229	229	235	231	2.60	1.96				
Juego 6	28-nov	196	193	195	195	1.54	0.52	Juego 6	5-dic	239	238	246	241	3.32	1.88				
Juego 7	29-nov	194	193	191	193	1.56	0.52	Juego 7	5-dic	243	235	237	238	3.36	1.90				
Juego 8	29-nov	193	194	195	194	1.03	0.52	Juego 8	5-dic	231	244	236	237	5.49	1.91				
Juego 9	29-nov	196	192	195	195	2.05	0.52	Juego 9	5-dic	241	240	245	242	2.07	1.87				
Juego 10	29-nov	195	195	191	194	2.07	0.52	Juego 10	6-dic	245	229	233	236	6.79	1.93				
Juego 11	29-nov	194	194	194	194	0.00	0.52	Juego 11	6-dic	240	243	245	243	2.06	1.87				
Juego 12	29-nov	193	194	191	193	1.56	0.52	Juego 12	6-dic	229	241	229	233	5.15	1.95				
Juego 13	30-nov	196	191	193	193	2.59	0.52	Juego 13	6-dic	241	237	238	239	1.68	1.90				
Juego 14	30-nov	195	193	191	193	2.07	0.52	Juego 14	6-dic	237	231	237	235	2.55	1.93				
Juego 15	30-nov	191	191	194	192	1.56	0.52	Juego 15	6-dic	228	243	231	234	6.41	1.94				

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8" (r a/c = 0.75)																	
Factor 7d/28d: 1.00																	
Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : A 255 kg								Cantidad Cemento/m <sup>3</sup> : A 255 kg									
Edad: 28 días								Edad: 42 días									
Resistencia Promedio: 272 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación		Resistencia Promedio: 290 kg/cm <sup>2</sup>						Promedio Coef. de variación			
Desviación Estándar: 3.41 kg/cm <sup>2</sup>								Desviación Estándar: 1.63 kg/cm <sup>2</sup>									
N° de muestras: 15								N° de muestras: 15									
Tendencia: A								Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )								Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )									
1.25								0.56									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)
Juego 1	10-dic	271	281	269	274	274	4.38	1.25	Juego 1	22-dic	286	293	286	288	288	2.43	0.57
Juego 2	10-dic	272	283	273	276	275	3.99	1.24	Juego 2	22-dic	292	292	292	292	292	0.00	0.56
Juego 3	10-dic	274	272	266	271	273	2.96	1.26	Juego 3	22-dic	291	291	287	290	290	1.38	0.56
Juego 4	11-dic	279	275	275	276	274	1.45	1.23	Juego 4	22-dic	287	293	286	289	289	2.42	0.56
Juego 5	11-dic	264	280	266	270	272	5.93	1.26	Juego 5	22-dic	288	290	292	290	290	1.38	0.56
Juego 6	11-dic	272	276	265	271	272	4.06	1.26	Juego 6	22-dic	287	287	292	289	289	1.73	0.56
Juego 7	11-dic	267	275	273	272	271	2.94	1.26	Juego 7	23-dic	293	291	289	291	291	1.37	0.56
Juego 8	11-dic	269	277	273	273	272	2.93	1.25	Juego 8	23-dic	286	287	292	288	288	2.08	0.57
Juego 9	11-dic	269	264	267	267	270	1.88	1.28	Juego 9	23-dic	287	288	290	288	288	1.04	0.57
Juego 10	12-dic	267	278	278	274	271	4.01	1.24	Juego 10	23-dic	293	291	287	290	290	2.07	0.56
Juego 11	12-dic	261	269	273	268	270	4.48	1.27	Juego 11	23-dic	292	287	292	290	290	1.72	0.56
Juego 12	12-dic	272	261	280	271	271	7.01	1.26	Juego 12	23-dic	288	292	289	290	290	1.38	0.56
Juego 13	12-dic	273	280	275	276	272	2.54	1.24	Juego 13	24-dic	287	288	290	288	288	1.04	0.57
Juego 14	12-dic	276	267	266	270	272	3.71	1.26	Juego 14	24-dic	292	290	292	291	291	0.69	0.56
Juego 15	12-dic	266	276	276	273	273	3.67	1.25	Juego 15	24-dic	290	290	291	290	290	0.34	0.56



9.3.10. Cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos de 6"x12".

A continuación mostramos el cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos de 6"x12" a la edad de 28 días para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75).

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio:		23 kg/cm <sup>2</sup>							
Desviación Estándar:		0.53 kg/cm <sup>2</sup>							
N° de muestras:		15							
Tendencia:		A							
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	5-dic	23	23	22	23	23	4.41	0.02	
Juego 2	5-dic	24	23	24	24	23	4.23	0.02	
Juego 3	5-dic	22	23	23	23	23	4.41	0.02	
Juego 4	5-dic	22	23	23	23	23	4.41	0.02	
Juego 5	5-dic	23	23	22	23	23	4.41	0.02	
Juego 6	5-dic	22	23	23	23	23	4.41	0.02	
Juego 7	6-dic	23	24	24	24	23	4.23	0.02	
Juego 8	6-dic	23	23	23	23	23	0.00	0.02	
Juego 9	6-dic	23	23	23	23	23	0.00	0.02	
Juego 10	6-dic	24	24	24	24	23	0.00	0.02	
Juego 11	6-dic	23	22	23	23	23	4.41	0.02	
Juego 12	6-dic	23	24	23	23	23	4.29	0.02	
Juego 13	7-dic	23	23	22	23	23	4.41	0.02	
Juego 14	7-dic	23	24	24	24	23	4.23	0.02	
Juego 15	7-dic	24	24	24	24	23	0.00	0.02	
Promedio CV							0.02		



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN  
PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio: 20 kg/cm <sup>2</sup>									
Desviación Estándar: 0.63 kg/cm <sup>2</sup>									
Nº de muestras: 15									
Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecuti-vo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	2-nov	19	20	19	19	19	5.17	0.03	
Juego 2	2-nov	21	20	21	21	20	4.84	0.03	
Juego 3	2-nov	21	21	21	21	20	0.00	0.03	
Juego 4	2-nov	20	21	20	20	21	4.92	0.03	
Juego 5	2-nov	19	20	19	19	20	5.17	0.03	
Juego 6	2-nov	20	20	19	20	20	5.08	0.03	
Juego 7	3-nov	19	20	19	19	19	5.17	0.03	
Juego 8	3-nov	21	21	20	21	20	4.84	0.03	
Juego 9	3-nov	19	20	19	19	20	5.17	0.03	
Juego 10	3-nov	19	19	19	19	20	0.00	0.03	
Juego 11	3-nov	20	20	21	20	20	4.92	0.03	
Juego 12	3-nov	20	21	21	21	20	4.84	0.03	
Juego 13	4-nov	19	21	20	20	20	10.00	0.03	
Juego 14	4-nov	20	20	19	20	20	5.08	0.03	
Juego 15	4-nov	20	20	20	20	20	0.00	0.03	
Promedio CV								0.03	

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 6" X 12"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio: 18 kg/cm <sup>2</sup>									
Desviación Estándar: 0.70 kg/cm <sup>2</sup>									
Nº de muestras: 15									
Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 9.5 % (ASTM C-39)	Coef. de variación 2.9% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	12-nov	17	17	18	17	17	5.77	0.04	
Juego 2	12-nov	17	16	17	17	17	6.00	0.04	
Juego 3	12-nov	19	18	18	18	17	5.45	0.04	
Juego 4	12-nov	17	17	18	17	17	5.77	0.04	
Juego 5	12-nov	17	18	17	17	18	5.77	0.04	
Juego 6	12-nov	16	17	16	16	17	6.12	0.04	
Juego 7	13-nov	18	17	17	17	17	5.77	0.04	
Juego 8	13-nov	17	17	17	17	17	0.00	0.04	
Juego 9	13-nov	16	17	17	17	17	6.00	0.04	
Juego 10	13-nov	18	18	19	18	17	5.45	0.04	
Juego 11	13-nov	18	18	19	18	18	5.45	0.04	
Juego 12	13-nov	17	17	18	17	18	5.77	0.04	
Juego 13	14-nov	18	18	19	18	18	5.45	0.04	
Juego 14	14-nov	18	18	18	18	18	0.00	0.04	
Juego 15	14-nov	19	18	18	18	18	5.45	0.04	
Promedio CV								0.04	



9.3.11. Cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en ensayos de  
resistencia a la tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos  
de 4"x8".

A continuación mostramos el cálculo del rango de variación y el coeficiente de variación en  
ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral de testigos cilíndricos de 4"x8"  
a la edad de 28 días para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65, 0.75).

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio: 24 kg/cm <sup>2</sup>									
Desviación Estándar: 0.31 kg/cm <sup>2</sup>									
N° de muestras: 15									
Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	5-dic	26	24	25	25	25	8.00	1.22	
Juego 2	5-dic	23	24	25	24	25	8.33	1.28	
Juego 3	5-dic	25	24	25	25	25	4.05	1.24	
Juego 4	5-dic	24	25	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 5	5-dic	25	24	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 6	5-dic	24	25	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 7	6-dic	25	24	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 8	6-dic	24	24	24	24	24	0.00	1.28	
Juego 9	6-dic	24	25	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 10	6-dic	24	24	25	24	24	4.11	1.26	
Juego 11	6-dic	25	24	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 12	6-dic	25	24	24	24	24	4.11	1.26	
Juego 13	7-dic	25	25	24	25	24	4.05	1.24	
Juego 14	7-dic	26	23	25	25	25	9.29	1.24	
Juego 15	7-dic	25	25	25	25	25	0.00	1.22	
Promedio CV								1.25	



" DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RELACIÓN DE RESULTADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE 6"X12" Y 4"X8" CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (SOL)".



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio: 21 kg/cm <sup>2</sup>									
Desviación Estándar: 0.60 kg/cm <sup>2</sup>									
N° de muestras: 15									
Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	2-nov	23	22	22	22	22	4.48	2.70	
Juego 2	2-nov	22	21	23	22	22	9.09	2.74	
Juego 3	2-nov	22	22	22	22	22	0.00	2.74	
Juego 4	2-nov	21	22	22	22	22	4.62	2.78	
Juego 5	2-nov	19	23	22	21	22	18.75	2.82	
Juego 6	2-nov	22	23	20	22	22	13.85	2.78	
Juego 7	3-nov	20	20	20	20	21	0.00	3.01	
Juego 8	3-nov	21	21	22	21	21	4.69	2.82	
Juego 9	3-nov	23	21	22	22	21	9.09	2.74	
Juego 10	3-nov	22	22	21	22	22	4.62	2.78	
Juego 11	3-nov	21	22	21	21	22	4.69	2.82	
Juego 12	3-nov	20	22	21	21	21	9.52	2.87	
Juego 13	4-nov	22	22	20	21	21	9.38	2.82	
Juego 14	4-nov	21	20	21	21	21	4.84	2.92	
Juego 15	4-nov	22	22	22	22	21	0.00	2.74	
Promedio CV								2.81	

TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIRECTA DE PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS DE 4" X 8"									
Edad: 28 días									
Resistencia Promedio: 20 kg/cm <sup>2</sup>									
Desviación Estándar: 0.25 kg/cm <sup>2</sup>									
N° de muestras: 15									
Tendencia: A									
Resultados de Resistencia a la tracción Directa (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Código	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio	Promedio Consecutivo	Rango de variación 10.6% (ASTM C-39)	Coef. de variación 3.2% (ASTM C-39)	Observaciones
Juego 1	12-nov	19	19	20	19	19	5.17	1.27	
Juego 2	12-nov	20	19	19	19	19	5.17	1.27	
Juego 3	12-nov	20	20	19	20	19	5.08	1.25	
Juego 4	12-nov	20	20	20	20	20	0.00	1.23	
Juego 5	12-nov	20	19	19	19	20	5.17	1.27	
Juego 6	12-nov	19	20	19	19	20	5.17	1.27	
Juego 7	13-nov	19	20	20	20	19	5.08	1.25	
Juego 8	13-nov	20	20	19	20	20	5.08	1.25	
Juego 9	13-nov	19	20	19	19	20	5.17	1.27	
Juego 10	13-nov	19	20	20	20	20	5.08	1.25	
Juego 11	13-nov	20	19	19	19	19	5.17	1.27	
Juego 12	13-nov	20	20	20	20	20	0.00	1.23	
Juego 13	14-nov	19	19	20	19	20	5.17	1.27	
Juego 14	14-nov	20	19	19	19	20	5.17	1.27	
Juego 15	14-nov	20	19	20	20	19	5.08	1.25	
Promedio CV								1.26	