



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA  
RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa.**

**COMPONENTES: ARENA DE RIO (*km 26 vía a Penipe*), ARIDO GRUESO  
(*3/4" km 12 vía a San Luis*), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO  
SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.**

Autor:(es)

Luis Alfredo Guambo Lema.  
Víctor Alejandro Cabezas Carrillo.

**Director:** Ing. Javier  
Palacios **Riobamba–Ecuador**

**2013**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: Curva Resistencia vs Tiempo, para hormigón de alta resistencia  $f'c$  55 MPa. Componentes: arena de río (*km 26 vía a Penipe*), árido grueso (*3/4" km 12 vía a San Luis*), cemento especial tipo 10P, aditivo superplastificante acelerante., presentado por: Luis Alfredo Guambo Lema, Víctor Alejandro Cabezas Carrillo y dirigido por: Ing. Javier Palacios

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes. \_

\_\_\_\_\_

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Firma**

Ing. Javier Palacios.

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

**Firma**

Ing. Franklin Pucha

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Luis Alfredo Guambo Lema, Víctor Alejandro Cabezas Carrillo y del Director del Proyecto Ing. Javier Palacios; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”.

## **AGRADECIMIENTO**

La presente Tesis fue el fruto de esfuerzo, persistencia y apoyo incondicional de muchas personas, la cual nos incentivó para dar lo mejor de nosotros. Agradecemos a los Ingenieros Javier Palacios Director del Proyecto, Franklin Pucha Miembro del Tribunal y Técnico del Laboratorio de Control de Materiales de la UNACH, Ángel Paredes Presidente del tribunal y Director de Escuela de Ingeniería Civil, Ec. Rodrigo Montúfar Gerente de Ecuatoriana de Prefabricados. Finalmente agradecemos al personal de la Cemento Chimborazo y personas que con su esfuerzo contribuyeron con el desarrollo de esta Investigación.

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme salud, vida y sobretodo sabiduría para culminar mis estudios, a mis padres Manuel y Laurita, quienes con su paciencia y perseverancia dejaron sus mejores años de su vida por depositar en mi todo lo que soy ahora, a mis hermanitas Vero y Jennifer que estuvieron siempre alentándome y a todos mis amigos que de alguna forma estuvieron apoyándome en todo momento.

*Luis Alfredo Guambo I.*

## **DEDICATORIA**

Ami Madre Mercedes y mi padre Nelson, que con su amor puro y sabios consejos me han guiado desde niño por buen camino, a mis hermanos Francisco, María Isabel y Mercedes que me han demostrado que siempre están conmigo en las buenas y en las malas. Y a mis sobrinos y hermana menor que con una sonrisa iluminan mi vida.

*Víctor A. Cabezas C.*

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	2
1.2. VENTAJAS DEL HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	3
1.3. CAMPOS DE APLICACIÓN.....	4
1.4. NORMATIVA ACTUAL.....	4
1.5. MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE HAR.....	5
1.5.1. ÁRIDOS.....	5
1.5.2. ÁRIDO GRUESO.....	5
1.5.3. ÁRIDO FINO.....	8
1.5.4. CEMENTO.....	9
1.5.5. ADITIVO.....	11
1.5.5.1 SUPERPLASTIFICANTES.....	12
1.5.6. AGUA.....	18
1.6. CARACTERIZACIÓN DE LOS HAR EN ESTADO FRESCO.....	20
1.6.1. PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO.....	20
1.6.1.1 REOLOGÍA.....	21
1.6.1.2 CAPACIDAD DE RELLENO.....	21
1.6.1.3 CAPACIDAD DE PASO.....	21
1.6.1.4 RESISTENCIA A LA SEGREGACIÓN.....	22
1.6.1.5 FIABILIDAD.....	22
1.6.1.6 TIEMPO ABIERTO.....	22

1.6.2	MÉTODO ACI DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN.....	22
1.6.2.1	INTRODUCCIÓN.....	22
1.6.2.2	METODO ACI.....	24
1.7.	CARACTERISTICAS DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA.	28
1.7.1.	DURABILIDAD.....	28
1.7.2.	RESISTENCIA A LA COMPRESION.....	29
1.7.3.	RESISTENCIA A LA TRACCION.....	29
1.7.4.	DIAGRAMA TENSION DEFERMACION.....	30
1.7.5.	MODULO DE DEFORMACION LONGITUDINAL.....	30
1.7.6.	RETRACCION Y FLUENCIA.....	30
1.7.7.	COEFICIENTE DE POISSON.....	31
1.8.	DIAGRAMA TENSION DEFERMACION.....	31

## **CAPÍTULOII**

2.	METODOLOGÍA.....	33
2.1.	TIPODEESTUDIO.....	33
2.2.	POBLACIÓNMUESTRA.....	34
2.2.1.	POBLACIÓN.....	34
2.2.2.	MUESTRA.....	35
2.3.	OPERACIONALIZACIÓNDE VARIABLES.....	38
2.4.	PROCEDIMIENTOS.....	39
2.5.	EVALUACION DE LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA LA DOSIFICACION DEL HORMIGON DE 55MPa .....	40
2.6.	PRROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	87

2.6.1. METODO DE DISEÑO APLICABLE.....	87
2.6.2. PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGRGADOS DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA.....	87
2.6.3. DEFINICION DE CRITERIOS DE DOSIFICACION.....	87
2.6.4. RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS DE LOS AGREGADOS PARA UNA DOSIFICACION PRELIMINAR $f'c$ 55MPa....	88
2.6.5. DOSIFICACIONES PRELIMINARES DE UN HAR PARA 1 M <sup>3</sup> DE HORMIGON DE 55MPa.....	90

### **CAPÍTULO III**

3. RESULTADOS.....	95
3.1. RESULTADOS DE LOSENSAYOS A COMPRESION DE LOS CINCO DISEÑOS INICIALES A LOS 7 Y 28 DIAS.....	95
3.1.1. ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES DEL DISEÑO I A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS. ....	96
3.1.2. ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES DEL DISEÑO II A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS. ....	98
3.1.3. ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES DEL DISEÑO III A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS. ....	100
3.1.4. ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES DEL DISEÑO IV A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS. ....	102
3.1.5. ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES DEL DISEÑO V A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS. ....	104
3.2. RECION DE LA PRPUESTA.....	106

3.3. CURVA DE MADURACION DE LOS CINCO DISEÑOS PRELIMINARES.....	112
--	-----

**CAPÍTULO IV**

4. DISCUSIÓN.....	118
4.1. DISCUSION DEL AGREGADO GRUESO.....	118
4.2. DISCUSION DEL AGREGADO FINO.....	120
4.3. DISCUSION DEL ADITIVO.....	121
4.4. DISCUSION DEL CEMENTO.....	122
4.5. DISCUSIÓN DEL CURADO.....	123
4.6. DISCUSION DE LA METODOLOGIA DE DOSIFICACION DE HAR.....	125
4.7. DISCUSION SOBRE EL MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA DEL COMITÉ ACI 211.4.....	125
4.8. DISCUSION DE LA FORMA DE LINEACION DE GENERACION DE MEZCLAS DE HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	126
4.9. CALIDAD DE VALIDES INTERNA CRÍTICA DE LA METODOLOGÍA.....	127
4.10. VALORACIÓN DE LA IMVESTIGACIÓN.....	127
4.10.1 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	128
4.11. DISCUSION AMBIENTAL.....	128

**CAPÍTULO V**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
5.1. CONCLUSIONES.....	131
5.2. RECOMENDACIONES.....	132

## CAPITULOVI

6.	PROPUESTA.....	133
6.1.	TITULO DELA PROPUESTA.....	133
6.2.	INTRODUCCIÓN.....	133
6.3.	OBJETIVOS.....	134
6.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	134
6.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	134
6.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.....	135
6.4.1.	HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	135
6.4.2.	DOSIS DE CEMENTO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	135
6.4.3.	DOSIS DE ARIDOS PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	136
6.4.4.	DOSIS DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	137
6.4.5.	RELACION AGUA CEMENTO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	137
6.4.6.	COMPATIVILIDAD CEMENTO PUZOLANICO Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE.....	138
6.4.7.	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA EN SU PERIODO EVOLUTIVO DE MADURACIÓN.....	139
6.4.7.1	RESISTENCIA PROGRESIVA DE UN HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.....	140
6.5.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	140
6.5.1.	CORRECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE UN $f'_c = 55 \text{ MPa}$ .....	141
6.5.1.1	AGREGADO FINO.....	141
6.5.1.2	AGREGADO GRUESO.....	142
6.5.1.1	AGREGADO FINO.....	141
6.6.	DOSIFICACIÓN FINAL.....	143

6.6.1. DOSIFICACIÓN FINAL CORREGIDA LA CANTIDAD DE AGUA.....	145
6.7. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.....	146
6.8. EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION.....	148
6.9. CUMPLIMIENTO DE LOS RESULTADOS.....	149
6.9.1 RELACION DE LAS CANTIDADES DE AGREGADOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE 1 M3 DE HORMIGON A PARIHUELAS. CUMPLIMIENTO DE LOS RESULTADOS.....	153
6.10. DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	155
6.11. MONITOREO Y EVALUACION DEL PROYECTO.....	156

**CAPITULO VII**

7.1 BIBLIOGRAFIA.....	157
ANEXOS.....	159

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> - Simbología de normas utilizadas para control de calidad de los materiales.....	4
<i>Tabla 2.</i> -Desarrollo histórico de los Aditivos.....	6
<i>Tabla 3.</i> -Resistencia específica y resistencia requerida.....	25
<i>Tabla 4.</i> - Resistencia adecuada para hormigón estructural.....	25
<i>Tabla 5.</i> - Número de cilindros a ensayar en una fase de dosificación inicial.....	36
<i>Tabla 6.</i> -Toma de muestras en función al tamaño de sus partículas.....	43
<i>Tabla 7.</i> -Cuadro de colorimetría.....	47
<i>Tabla 8.</i> -Análisis Granulométrico.....	50
<i>Tabla 9.</i> -Contenido de humedad.....	53
<i>Tabla 10.</i> -Peso en gramos de los recipientes en el laboratorio.....	55
<i>Tabla 11.</i> - Porcentaje de absorción de los áridos.....	58
<i>Tabla 12.</i> -Masa unitaria compactada de los áridos.....	62
<i>Tabla 13.</i> - Masa unitaria suelta de los áridos.....	66
<i>Tabla 14.</i> -Masa Unitaria suelta del Cemento.....	69
<i>Tabla 15.</i> -Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin superplastificantes.....	71
<i>Tabla 16.</i> - Tamaño máximo del agregado grueso.....	72
<i>Tabla 17.</i> - Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de Concreto (Para Ag. Fino con módulo de finura entre 2.5 - 3.2).....	72
<i>Tabla 18.</i> - Estimación del agua de mezcla y el contenido de aire.....	73
<i>Tabla 19.</i> -Relación agua/materiales cementicios para concretos.....	74
<i>Tabla 20.</i> -Cuadro para toma de especímenes de hormigón.....	81
<i>Tabla 21.</i> - Registro de Pruebas de Compresión de Especímenes de Hormigón.....	84
<i>Tabla 22.</i> - Resultados de diferentes ensayos del Agregado fino durante 30 días.....	88
<i>Tabla 23.</i> -Resultados de diferentes ensayos del Agregado grueso $\frac{3}{4}$ plg durante 30 días.....	89
<i>Tabla 24.</i> -Tabla del tipo I de la dosificación inicial.....	90
<i>Tabla 25.</i> -Tabla del tipo II de la dosificación inicial.....	91

<i>Tabla26.</i> -Tabla del tipo III de la dosificación inicial.....	92
<i>Tabla27.</i> -Tabla del tipo IV de la dosificación inicial.....	93
<i>Tabla28.</i> -Tabla del tipo V de la dosificación inicial.....	94
<i>Tabla29.</i> -Resistencia a la compresión de la dosificación tipo I.....	96
<i>Tabla 30.</i> -Resistencia a la compresión de la dosificación tipo II.....	98
<i>Tabla 31.</i> -Resistencia a la compresión de la dosificación tipo III.....	100
<i>Tabla 32.</i> -Resistencia a la compresión de la dosificación tipo IV.....	102
<i>Tabla 33.</i> -Resistencia a la compresión de la dosificación tipo V.....	104
<i>Tabla34.</i> -Promedio de la Cantidad de Ripio en Diferentes Dosificaciones.....	108
<i>Tabla35.</i> -Promedio de la Cantidad de cemento en Diferentes Dosificaciones...	109
<i>Tabla36.</i> -Promedio de la Cantidad de Arena en Diferentes Dosificaciones.....	110
<i>Tabla37.</i> -Promedio de la Cantidad de Agua en Diferentes Dosificaciones.....	110
<i>Tabla38.</i> -Resistencia en MPa. de los diseños preliminares.....	112
<i>Tabla39.</i> -Relación Agua/Materiales cementicios para concretos con Superplastificante.....	120
<i>Tabla40.</i> -Comportamiento del hormigón según la colocación del aditivos.....	122
<i>Tabla 41.</i> -Resultados corregidos de los ensayos del agregado fino.....	141
<i>Tabla 42.</i> -Resultados corregidos de los ensayos del agregado grueso.....	142
<i>Tabla 43.</i> -Resultados de la dosificación final para un hormigón de 55 MPa.....	144
<i>Tabla 44.</i> -Resultados de la Dosificación Final Corregida la Cantidad de para un Hormigón de 55MPa .....	145
<i>Tabla 45.</i> -Resistencia a la Compresión de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días de Diferentes Dosificaciones .....	147
<i>Tabla 46.</i> -Evaluación de los resultados a compresión de un hormigón de 55 MPa.....	148
<i>Tabla 47.</i> -Resultados estadístico de la dosificación final de un hormigón de	

55 MPa.....	149
<i>Tabla48.</i> -Resultado de los rangos de resistencia de un hormigón de 55 MPa.....	149
<i>Tabla49.</i> -Relación de las cantidades de agregados para 1m <sup>3</sup> de hormigón a parihuelas.....	153
<i>Tabla50.</i> -Curva de maduración de un hormigón de alta resistencia 55mpa a los 7 días, 14 días, 21 días, 28 días, 56 días y 90 días.....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura1.</i> -Diferentes resistencias del hormigón en función del tamaño del agregado.....	7
<i>Figura2.</i> -Materia prima agregado grueso $\frac{3}{4}$ pulgada.....	8
<i>Figura3.</i> -Materia prima agregado fino.....	9
<i>Figura4.</i> -Silo de cemento tipo 10 P.....	10
<i>Figura5.</i> -Aditivo superplastificante que contiene 1000 l.....	12
<i>Figura6.</i> -Dosis vs reducción de agua.....	14
<i>Figura7.</i> -Porcentaje de reducción de agua de los plastificantes y superplastificantes tradicionales y los superplastificantes de última generación según la dosis empleada.....	14
<i>Figura8.</i> -Partículas de cemento.....	15
<i>Figura9.</i> -Efecto del superplastificante y del agua sobre la viscosidad .....	15
<i>Figura10.</i> -Efecto del superplastificante sobre el cemento .....	16
<i>Figura11.</i> -Efecto de la dosis del superplastificante de última generación en la resistencia a la compresión de un hormigón de alta resistencia.....	16
<i>Figura12.</i> -Efecto de los superplastificantes de última generación en la resistencia inicial de un hormigón de alta resistencia con un contenido de cemento de 410 kg/m <sup>3</sup> .....	17
<i>Figura13.</i> -Resistencias iniciales en un hormigón autocompactante elaborado con 430 kg/ m <sup>3</sup> , superplastificantes de última generación y acelerante de fraguado.....	17
<i>Figura14.</i> -mecanismo de bloqueo.....	22
<i>Figura15.</i> -Plano tipo de zapatas .....	26
<i>Figura16.</i> -Medida del slum o asentamiento.....	27
<i>Figura17.</i> -Equipos de laboratorio.....	39
<i>Figura18.</i> - Deposito del agregado grueso.....	41
<i>Figura19.</i> -Materia prima para ensayos de laboratorio.....	42
<i>Figura20.</i> -Deposito del agregado fino.....	44

<i>Figura21.</i> -Instrumentas de laboratorio.....	46
<i>Figura22.</i> -Equipo de tamizado.....	49
<i>Figura23.</i> -Equipo de tamizado.....	49
<i>Figura24.</i> -Peso del agregado grueso.....	52
<i>Figura25.</i> -Agregados en horno a 110 C.....	52
<i>Figura26.</i> -Peso de la muestra del agregado grueso.....	55
<i>Figura27.</i> -Peso de la muestra en SSS.....	56
<i>Figura28.</i> -Peso del recipiente con agua.....	60
<i>Figura29.</i> -Materiales para el ensayo .....	61
<i>Figura30.</i> -Compactación del agregado grueso.....	62
<i>Figura31.</i> -Toma de muestra del árido fino.....	64
<i>Figura32.</i> -Enrazado del árido fino.....	65
<i>Figura33.</i> -Varillado por capas en el cono de Abrams.....	79
<i>Figura34.</i> -Toma de muestras en dos capas.....	80
<i>Figura35.</i> -Probetas para cilindros de compresión (100x200) mm.....	82
<i>Figura36.</i> -Equipos de laboratorio.....	83
<i>Figura37.</i> -Promedio de la dosificación tipo I .....	97
<i>Figura38.</i> -Promedio de la dosificación tipo II .....	99
<i>Figura39.</i> -Promedio de la dosificación tipo III .....	101
<i>Figura40.</i> -Promedio de la dosificación tipo IV .....	103
<i>Figura41.</i> -Promedio de la dosificación tipo V .....	105
<i>Figura42.</i> -Resistencia a compresión de la cinco dosificaciones.....	107
<i>Figura43.</i> -Promedio total de ripio en diferentes dosificaciones.....	108
<i>Figura44.</i> -Promedio de cemento total en diferentes dosificaciones.....	109
<i>Figura45.</i> -Promedio total de arena en diferentes dosificaciones.....	110
<i>Figura46.</i> -Promedio total de agua en diferentes dosificaciones.....	111
<i>Figura47.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo diseño tipo I f'c 55 MPa.....	113

<i>Figura48.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo diseño tipo II f'c 55 MPa.....	114
<i>Figura49.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo diseño tipo III f'c 55 MPa.....	115
<i>Figura50.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo diseño tipo IV f'c 55 MPa.....	116
<i>Figura51.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo diseño tipo V f'c 55 MPa.....	117
<i>Figura52.</i> -Trituradora de la cantera de ripio ¾ in .....	118
<i>Figura53.</i> -Almacenamiento en la cantera de ripio ¾ in.....	119
<i>Figura54.</i> -Transporte del agregado grueso desde la cantera.....	119
<i>Figura55.</i> -Arena de rio yacimiento de Penipe.....	121
<i>Figura56.</i> -Carga máxima y resistencia máxima de ensayo a compresión con curado a vapor.....	124
<i>Figura57.</i> -Carga máxima y resistencia máxima de ensayo a compresión con curado a vapor y agua a los 28 días de maduración.....	124
<i>Figura58.</i> -Fabricación de grandes cantidades de hormigón .....	129
<i>Figura59.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo de un HAR.....	139
<i>Figura60.</i> -Curva de maduración resistencia vs tiempo de un hormigón de 55 MPa.....	150
<i>Figura61.</i> -Variación de la resistencia de los ensayos a compresión durante 30 días.....	151
<i>Figura62.</i> -Variación de la media móvil durante el período de ensayo de un hormigón de 55 MPa.....	152
<i>Figura63.</i> -Curva de maduración hasta los 90 días de un Hormigón de alta resistencia f'c 55 MPa.....	156

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

**ACI.**-American Concrete Institute.

**Adherente.**- Sustancia que se aplica a un sustrato adecuado para crear una adherencia entre dicho sustrato y una capa subsiguiente, como en el caso de un acabado o una capa de yeso aplicada sobre un sustrato.

**Aditivo.**- Material que se mezcla en cantidades limitadas con el mortero, para facilitar la fabricación o manipulación del compuesto y modificar sus propiedades.

**Agregado fino.**- Material que atraviesa un tamiz de 9.5mm (3/8in) y atraviesa casi totalmente un tamiz de 4.75mm (No 4) mientras que es predominante retenido sobre el tamiz de 75µm (No 200).

**MF.**- Es el módulo de finura del agregado fino.

**ASTM.**- American Society for Testing and Material.

**CAR.**- Concretos de alta resistencia.

**HAR.**- Hormigones de alta resistencia.

**Dss .**- Es la densidad saturada superficialmente seca de un material que va a ser ensayado en el laboratorio de resistencia de materiales.

**Ds.**- Densidad seca de un agregado.

**Cantera.**- Yacimiento rocoso que requiere del uso de explosivos para la explotación de materiales de construcción.

**Compuesto impermeabilizante.**- Compuesto que se usa para impartir repelencia al agua a una estructura o unidad constructiva.

**Control de calidad.**- Acciones que toma un fabricante o contratista para implementar

un control sobre lo que fabrica o provee, de manera de seguirlas normas de buena práctica aplicadas para el trabajo en cuestión.

**Dosificación.** Proporción en la que se deben mezclar los componentes de una mezcla.

**Ec.-** Módulo de elasticidad.

**a/c.-** Es la relación del agua versus cemento que se utiliza para controlar una dosificación dentro de los estándares de calidad.

**Ensayos.-** Prueba, examen, observación o evaluación que se usa para medir una característica física o química de un material, o una característica física de una estructura o elemento estructural.

**Slump.-** Asentamiento del hormigón en estado fresco.

**INEN.-** Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**Mina.-** Yacimiento o fuente de materiales de construcción, siempre que no se trate de yacimientos de roca sólida (Cantera).

**NTE.-** Norma Técnica Ecuatoriana.

**Pérdidas.-** Todo lo que sea distinto a los recursos mínimos absolutos de materiales, máquina y mano de obra necesarios para agregar valor al producto.

**Plastificante.-** Material que aumenta la plasticidad de una pasta cementicia mortero u hormigón fresco. Ingrediente reductor del agua capaz de producir una gran reducción de agua o una gran fluidez sin provocar un retraso indebido del fraguado ni la incorporación del aire en el mortero u hormigón.

## RESUMEN

El presente trabajo, describe y analiza la metodología aplicada para la curva: Resistencia vs Tiempo, para hormigón de alta resistencia  $f'c$  55 MPa.

La investigación parte de la aplicación de criterios fundamentales de hormigones de alta resistencia, además de una resistencia a la compresión elevada, característico del concreto, por su dosificación, puesta en obra y curado, brinda mejores prestaciones en lo referente a permeabilidad, resistencia a los sulfatos, a la reacción "árido-álcalis", resistencia a la abrasión, etc.; lo cual les confiere una durabilidad mayor.

En la ciudad de Riobamba, en proyectos de construcción se emplean técnicas de dosificación en hormigones de Alta Resistencia experimentales que no garantizan en un 100 % que van a dar las resistencias requeridas en obra, ya que no tienen bases y procesos de Laboratorio garantizados, por lo cual el control de calidad de los materiales no es eficiente, los aditivos para mejorar el concreto no son los adecuados y el curado no lo manejan como es debido y gracias a su importancia el concreto toma una resistencia progresiva y efectiva al 100%. Esto hace nacer nuestro interés en mejorar la calidad del hormigón investigando ayudando al constructor.

Para diagnosticar la realidad de producción en hormigones, fue necesario realizar el levantamiento de información tanto de conocimientos de los implicados en la ejecución, de los procesos de elaboración de concreto, metodología empleada y recursos en materiales como cemento, ripio, arena y aditivo.

Del análisis de estos aspectos fue posible implementar nuevas dosificaciones, mejorando y controlando los materiales para tener un hormigón que asegure su resistencia requerida, ayudando a optimizar recursos tanto económicos, materiales y equipos.

## SUMMARY

The present work, describes and it analyzes the methodology applied for the curve: Resistance and Time, for concrete of high resistance  $f'c$  55 MPa.

The investigation leaves of the application of fundamental approaches of concretes of high resistance, besides a resistance to the high compression, characteristic of the concrete, for their dosage, setting in work and cured, it offers better benefits regarding permeability, resistance to the sulfates, to the reaction "arid-alkalis", resistance to the abrasion, etc.; that which confers them a bigger durability.

In the city of Riobamba, in construction projects they are used technical of dosage in experimental concretes of High Resistance that don't guarantee since in 100% that will give the resistances required in work, they don't have bases and guaranteed processes of Laboratory, reason why the control of quality of the materials is not efficient, the preservatives to improve the concrete are not the appropriate ones and the cured one they don't manage it like it is due and thanks to its importance the concrete takes a progressive and effective resistance to 100%. This makes be born our interest in improving the quality of the concrete investigating helping the manufacturer.

To diagnose the production reality in concretes, it was necessary to carry out the so much rising of information of knowledge of those implied in the execution, of the elaboration processes of concrete, used methodology and resources in materials as cement, rubble, sand and preservative.

Of the analysis of these aspects it was possible to implement new dosages, improving and controlling the materials to have a concrete that assures their required resistance, helping to optimize resources so much economic, materials and teams.

## INTRODUCCIÓN

El concreto de alta resistencia (CAR), aunque es un material no utilizado fuertemente en el país, es de mucha aplicación en estos días. Cuando se habla de concretos de alta resistencia se dice que son aquellos cuya resistencia supera los 42 MPa. (420kg/cm<sup>2</sup>).

Se entiende que por ser un concreto con características especiales en su desempeño, necesita de un control de calidad eficiente de los materiales y en la resistencia del hormigón, esto es muy importante para dar durabilidad, trabajabilidad y resistencia.

El presente estudio pretende dar a conocer a la industria de la construcción todo lo relacionado a este tipo de concreto, es decir, sus características, ventajas, aplicaciones, materiales a utilizar, ensayos a practicarle (equipo, procedimiento y manejo de resultados), y las resistencias logradas con mezclas hechas con materiales de nuestro medio.

El hormigón de alta resistencia sirve para reducción de sección en piezas altamente comprimidas (muros o soportes), para vigas pretensadas y solicitadas a flexión. Mejora notablemente la durabilidad y permite la compresión de ciertas estructuras con características singulares por esbeltez.

Puede combinarse con hormigón convencional o con estructuras mixtas. Sirve en la ejecución de vigas mixtas o de soportes, por ejemplo en perfilería de acero hormigonada, o para aquellos casos en cortos plazos de ejecución con reducciones en los tiempos de desencofrado.

## CAPITULO I

### 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Si bien a menudo el concreto de alta resistencia es considerado relativamente un nuevo material, este fue desarrollándose durante estos últimos años. En la década de los 60 y 70 fue introduciéndose en el mercado de los edificios de gran altura de Chicago.

Se le llama concretos de alta resistencia por su elevada resistencia a la compresión que se tenía en comparación con los hormigones convencionales que sólo llegaban a una resistencia a la compresión de unos 15 a 20 MPa (150~200 Kg/cm<sup>2</sup>). Este concreto fue expandiendo gradualmente, tanto que en 1997 ya se estaba utilizando alrededor de todo el mundo y despertando a su vez el interés de muchos investigadores por conocer mejor las propiedades de éste nuevo y especial súper-concreto.

En principio, la forma de obtención de una mayor resistencia era disminuir el índice de vacíos del hormigón, dicho de otra forma, una mayor compacidad de éste, lo cual se puede lograr disminuyendo la relación agua/cemento a los niveles mínimos para la hidratación un cemento, utilizando súper plastificantes y reductores de agua para obtener asentamiento inicial de unos 200 mm, pero sólo 75 a 100 mm puesta en obra. Por ello fueron incorporándose los retardadores de fraguado para tratar de mantener un mayor asentamiento en obra. A partir de esas primeras experiencias fueron aumentando los conocimientos de la relación entre la calidad de los agregados y la calidad del concreto: tamaño máximo de los agregados gruesos, módulo de finura de los agregados finos, el tipo de cemento utilizado, el tipo de súper plastificante utilizado y otros agregados que se fueron introduciendo en la elaboración del concreto, que hoy llega a resistencias superiores a los 100 MPa (1000 Kg./cm<sup>2</sup>), con la utilización de los súper plastificantes a base de policarboxilatos, la silica activa (humo de sílice), filler calizo, etc. Un ejemplo de aplicación del concreto de alta resistencia de los últimos tiempos son las torres Petronas de Kuala Lumpur, el edificio más alto del mundo actualmente, con una altura de 451 metros. Construidas con el CAR, que le dieron

una mayor rigidez a la estructura, comparada con las construidas con perfiles de acero, que disminuye la oscilación lateral. Hay que destacar que además de la mayor resistencia a la compresión, también se ve mejorada su durabilidad en comparación del hormigón convencional, a la carbonatación, al ataque de cloruros, etc., por ello, se los denomina también concreto de alto desempeño (CAD). Se ha decidido presentar un trabajo de investigación sobre el concreto de alta resistencia, elaborado con cemento y agregados nacionales.

## **1.2 VENTAJAS DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA**

### **LAS VENTAJAS DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA SON:**

- Reducción de las secciones de los elementos de hormigón armado.
- Reducción del peso propio de la estructura.
- Reducción de las superficies de encofrados y sus costos.
- Reducción de los tiempos de apuntalamiento (altas resistencias obtenidas a cortos plazos).
- Posibilidad de construir edificios de gran altura con elementos de hormigón armado.
- Reducción de la deformación axial de las columnas en el caso de edificios de gran altura.
- Posibilidad de proyectar losas y vigas de mayor longitud.
- Mayor distancia entre columnas y sus respectivas fundaciones debido a la posibilidad de incrementar las luces de vigas y losas.
- Reducción del espesor de losas y vigas de entrepisos.
- Mejor comportamiento a largo plazo ante fatiga, y cargas estáticas y dinámicas.
- Mayor rigidez de los elementos como resultado de valores mayores del modulo de elasticidad  $E_c$ .
- Reducción en el costo de mantenimiento y reparación del edificio.
- Menor depreciación del bien inmueble a largo plazo.
- Mayor resistencia a los agentes externos.
- Es más rentable cuando se considera el costo total de obra.
- El concreto de alta resistencia está menos expuesto a las grietas por contracción que aparecen frecuentemente en el concreto de baja resistencia antes de la aplicación del refuerzo.

### 1.3 CAMPOS DE APLICACIÓN

- Los Hormigones de Alta Resistencia Inicial o Final pueden tener las siguientes aplicaciones:
- Elementos prefabricados de hormigón.
- Hormigones pretensados.
- Hormigones postensados.
- Hormigones en que se requiera desmolde anticipado.
- Hormigones en los que se requiere una alta durabilidad.
- Fabricación de pilares de edificios de gran altura.
- Tablero de puentes de gran esbeltez.
- Pilas y vigas de puentes.
- Hormigones sometidos a ambientes agresivos.
- Estructuras singulares.

### 1.4 NORMATIVA ACTUAL

*Tabla I.* Simbología de normas utilizadas para control de calidad de los materiales.

SIMBOLOGIA		NORMA UTILIZADA	
M.F	Módulo de Finura	ASTM C	INEN
		136	696
Ds	Densidad seca	ASTM C	INEN
		127-128	856-857
Dss	Densidad saturada superficialmente seca	ASTM C	INEN
		127-128	856-857
Po	Absorción	ASTM C	INEN
		127-128	856-857
< 75 um	Partículas menores al tamiz 75 um	ASTM C	INEN
		117	697
	Peso unitario suelto	ASTM C	INEN
		29	858
	Peso unitario compactado	ASTM C	INEN
		29	858
	Abrasión de los Ángeles	ASTM C	INEN
		131	860

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

## **1.5 MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE HAR.**

Un elevado porcentaje (alrededor del 90%) del volumen de hormigón premezclado que se produce en el mundo tiene resistencias a la compresión que fluctúan entre 20 y 40 MPa. Sin embargo la tendencia actual conduce a resistencias cada vez mayores que se aproximan al límite entre hormigones convencionales y hormigones de alta resistencia fijado al presente en 50 MPa.

El producir hormigones con resistencias mayores a 50 MPa puede ser, para constructores y productores de hormigón, un verdadero reto, salvo que se cuente en su zona con los materiales adecuados.

La selección correcta de los materiales, el uso de procedimientos calificados de dosificación de esos materiales, la selección correcta de equipos y la cuidadosa vigilancia de los procesos de mezclado y colocación del hormigón, deben ser más rigurosos que para los hormigones convencionales

### **1.5.1 ÁRIDOS**

Se pueden emplear los mismos áridos que para el hormigón convencional ya que no se requiere de ninguna especificación físico-química en particular aunque se debe prestar una especial atención a la calidad y distribución de los tamaños de los mismos porque influirán en su comportamiento en el estado fresco del hormigón de alta resistencia.

### **1.5.2 ÁRIDO GRUESO**

Al ocupar el mayor volumen que cualquier otro ingrediente en el hormigón y por influir significativamente en la resistencia y otras propiedades de dicho material, los agregados requieren de una cuidadosa selección.

Es común utilizar agregados de peso normal en los hormigones de alta resistencia, pero no se descarta el uso de agregados livianos para hormigones estructurales y de agregados pesados para hormigón de alta densidad.

Es indudable que la resistencia a la compresión de los agregados no puede ser menor que la resistencia de diseño del hormigón que se pretende preparar. La mayor parte de los agregados aprobados para ser utilizados en hormigones convencionales tienen resistencias promedio del orden de los 170 MPa y podrían ser usados para hormigones de alta resistencia que no tengan que sobrepasar esa

resistencia. Debe seleccionarse un agregado que además de su resistencia esté libre de fisuras o de planos débiles, limpio y sin recubrimientos superficiales.

Para altos niveles de resistencia del hormigón, con una pasta con relación agua/materiales cementantes de 0,20 a 0,25, es casi seguro que la falla por resistencia a la compresión se producirá por rotura de los agregados, si éstos no alcanzan las resistencias requeridas por el hormigón.

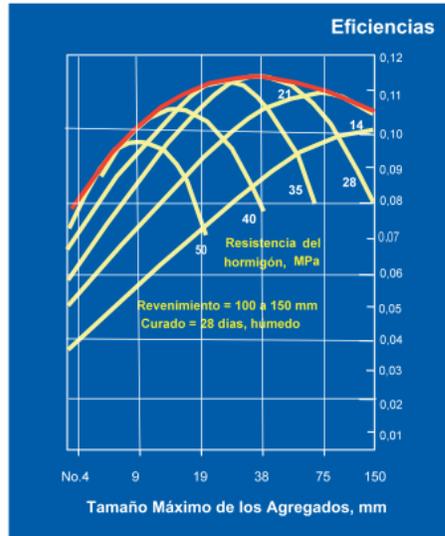
Es especialmente importante la selección del tamaño máximo del agregado grueso ya que si su resistencia es lo suficientemente alta y la pasta a utilizar se diseña para soportar los esfuerzos requeridos, la falla potencial del hormigón podría presentarse en la zona de transición interfacial entre pasta y agregado. El ACI 211 señala que se ha demostrado que los agregados de tamaño máximo nominal más pequeño proporcionan mayor resistencia potencial en el hormigón.

El Comité ACI 363R-92 publicó (en su edición del 2003) un gráfico (Fig. 7) con la Envolvente de Eficiencias por Resistencia (curva en rojo) mediante el cual se establece que para una determinada resistencia del hormigón, la mezcla que menor contenido de cemento requiere, es la que presenta mayor Eficiencia:

$$Eficiencia = \frac{Resistencia (MPa)}{Contenido de Cemento (kg/m^3)}$$

En el gráfico del ACI 363R figuran curvas (color amarillo) para las diferentes resistencias del hormigón en función del tamaño máximo de los agregados (eje X) y de las correspondientes Eficiencias (eje y). De este gráfico se establece que hay un tamaño máximo ideal para cada resistencia del hormigón, y ese tamaño máximo ideal es tanto menor cuanto mayor es la resistencia del hormigón que se requiere. Como ejemplo, para un hormigón de 50 MPa. el tamaño máximo de agregado con el que se obtiene la mayor eficiencia (menor contenido de cemento) es de 9 milímetros.

Si bien tamaños menores de agregados exigen contenidos de agua mayores, esta condición se ve compensada con amplitud al aumentarse la superficie de contacto entre la zona de transición interfacial de la pasta y los agregados.



**Figura 1.-**Diferentes resistencias del hormigón en función del tamaño del agregado.

**Fuente:** INECYC, Hormigón de alto desempeño

Esta superficie de contacto, por unidad de volumen del hormigón, es tanto mayor mientras menor es el tamaño máximo de los agregados. De allí la conveniencia de usar agregados de tamaño máximo menor, mientras más alto sea la resistencia que se quiere alcanzar.

Algunos investigadores discrepan ligeramente de los valores para el tamaño máximo de los agregados dados por la Envolvente de Resistencias por Eficiencias del Comité 363 R del ACI, y consideran que agregados de 20 a 25 mm pueden usarse para alcanzar 75 MPa; de 10 a 20 mm permiten alcanzar 100 MPa; y, que resistencias de 125 MPa se han conseguido con agregados de 10 mm.

El ACI 211 considera que para cada nivel de resistencia del hormigón existe un tamaño óptimo para el agregado grueso que producirá la mayor resistencia a compresión por kilogramo de cemento. Señala además que se ha demostrado que los agregados de menor tamaño proporcionan mayor resistencia potencial. Agrega sin embargo, que el uso de un agregado del mayor tamaño posible, es una consideración importante cuando también son importantes la optimización del módulo de elasticidad, la fluencia y la contracción por secado.



*Figura 2.-Materia Prima Agregado Grueso  $\frac{3}{4}$  Pulgada.*

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

### **1.5.3 ARIDO FINO**

Para la producción de hormigones de alta resistencia son factores significativos tanto la forma del agregado fino como su granulometría. La forma de la partícula y la textura de su superficie pueden tener tanta influencia en la demanda de agua y en la resistencia a la compresión del hormigón, como la tiene el agregado grueso.

El incremento del volumen relativo del agregado grueso con respecto al del material fino produce una reducción en la cantidad de pasta requerida por unidad de volumen de una mezcla de hormigón. En los hormigones de alta resistencia, debido a la elevada demanda de material cementante, el volumen de materiales finos (partículas menores a  $150\ \mu\text{m}$ , tamiz ASTM N°100) tiende a ser alto. Por esto el volumen de la arena (agregado fino) debe mantenerse al mínimo necesario para lograr trabajabilidad y una buena compactación. Esto hace posible alcanzar la más altas resistencias del hormigón para un contenido determinado de material cementante.

Para hormigones de resistencias de 50 MPa o mayores, es recomendable el empleo de agregados finos con un módulo de finura (MF) dentro del rango de 2,5 a 3,2. El uso de agregados finos con un MF menor que 2,5, genera hormigones viscosos, con agua y la consiguiente disminución de resistencia.

La mezcla de arenas naturales de diferentes fuentes permite optimizar su granulometría y conseguir incrementos de resistencia. En las arenas

manufacturadas producidas por trituración, la forma de sus partículas y el incremento del área superficial pueden afectar en apreciable la demanda de agua, con la correspondiente pérdida de resistencia.



*Figura 3.-Materia Prima Agregado Fino.*

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

#### **1.5.4 CEMENTO**

La selección de los cementos a usarse en los hormigones de alta resistencia es mucho más rigurosa que en el caso de los hormigones convencionales. Diferentes cementos Portland, que cumplan con todas las normas y sean esencialmente similares, pueden comportarse de una manera diferente cuando las relaciones agua/material cementante, de los hormigones en que se utilizan, son más bajas que lo usual. Según Aitcin, en los hormigones cuyas relaciones a/c se encuentran entre 0,20 y 0,40, las diferencias de comportamiento de cementos Portland similares, pueden deberse a diversos factores:

- Finura del cemento
- Reactividad del C 3A y del C3 S
- Solubilidad de las diferentes formas de sulfato de calcio en el cemento
- Solubilidad de los álcalis

Para una adecuada selección del cemento a emplearse se realizan ensayos de mortero en cubos que deben arrojar resistencias de 30 MPa a los 7 días. Con cada tipo de cemento se preparan probetas de ensayo de hormigón cuya resistencia debe

comprobarse a los 28, 56 y 91 días. Es conveniente seleccionar aquellos cementos que, aunque produzcan hormigones menos resistentes a los 28 días, generen las mayores resistencias a los 91 días. Normalmente las pruebas se realizan con contenidos de cemento de entre 400 y 500 kg/m<sup>3</sup>.

Se ha comprobado también que el comportamiento de los cementos depende muy estrechamente de su compatibilidad con los superplastificantes que se utilicen en las mezclas con muy bajas relaciones *a/c*. Se han desarrollado procedimientos que permiten cuantificar las compatibilidades cemento-superplastificantes. Estos procedimientos, que se revisarán más adelante, facilitan una selección adecuada de los materiales a emplearse en los hormigones de alta resistencia y en los hormigones de alto desempeño en general.

La correcta selección de la combinación cemento superplastificante es de tanta importancia, que una mala selección puede ocasionar que no se alcancen resistencias de 55 MPa, aunque el contenido de cemento se incremente, o se trate de disminuir la relación *a/mc* con el uso de aditivos. Esta situación puede conducir a costos de producción elevados y a incrementos severos de los tiempos de fraguado.

En nuestro caso, el cemento escogido fue el cemento portland tipo 10P, que contiene 90 % Clinker y 10 % puzolánico por ser este el cemento más apropiado para obtener las características requeridas.



*Figura 4.-Silo de Cemento Tipo 10 P.*

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

### 1.5.5 ADITIVO

Como ya se ha establecido en la parte inicial de esta Nota Técnica, para alcanzar altas resistencias es necesario minimizar la relación a/mc, llevándola a valores menores que 0,4. Es usualmente más conveniente disminuir la relación a/mc con una reducción del agua necesaria para la mezcla, que aumentar la cantidad de cemento y de materiales cementantes. Para conseguirlo es necesario utilizar aditivos químicos que además de permitir apreciables reducciones del agua de mezclado, pueden controlar y mejorar los tiempos de fraguado, la pérdida de revenimiento, la trabajabilidad y la durabilidad de los hormigones.

Para mezclas ricas en cemento y otros materiales cementantes son especialmente efectivos los reductores de agua de alto rango (RAAR) llamados también superfluidificantes o superplastificantes. Estos aditivos ayudan a dispersar las partículas de cemento y pueden reducir hasta en un 30% la demanda de agua de mezclado, aumentando apreciablemente las resistencias a compresión del hormigón.

Los superplastificantes reducen de forma apreciable los tiempos de inicio de fraguado, por lo que generalmente se usan asociados con aditivos retardantes. Hay fabricantes que incorporan a los RAAR aditivos retardantes que contrarrestan el endurecimiento rápido del hormigón. Sin embargo ocurre que la dosificación recomendada por los fabricantes tenga que ser cambiada como consecuencia de los ensayos de laboratorio que se requieren al diseñar las mezclas. Generalmente los mejores resultados se obtienen si el superplastificante se agrega después de que el cemento ha recibido agua en las operaciones de dosificación y mezclado.

Solo si existe peligro de períodos de congelación y deshielo con posterioridad a la terminación de la obra puede recomendarse el uso de aditivos inclusores de aire, ya que estos aditivos reducen significativamente la resistencia a la compresión del hormigón.

ERGOMIX 550 es un aditivo muy efectivo para producir hormigón con diferentes niveles de trabajabilidad, incluyendo aplicaciones que requieran el uso de concreto auto compactante. ERGOMIX 550 cumple la norma ASTM C 494 para requerimientos Tipo A, reductores de agua, y Tipo F, aditivos reductores de agua de alto rango.

### 1.5.5.1 SUPERPLASTIFICANTES

Los aditivos plastificantes y superplastificantes de hormigón, son aditivos para hormigón capaces de mejorar las propiedades del hormigón. Se emplean para conferir al hormigón fresco un mejor comportamiento en cuanto a trabajabilidad y bombeabilidad, pero también se busca con su uso mejorar significativamente la resistencia y la durabilidad del hormigón final.

#### *Superplastificante para Hormigón de Alta Resistencia Inicial*

Sirve como superplastificante, reductor de agua y acelerador de fraguado. Permite reducir la relación agua/cemento hasta en un 30% dependiendo de la dosis aplicada.

#### *Superplastificante para Hormigón Convencional de Alta Resistencia*

Este aditivo es un superplastificante reductor de agua, que además actúa como acelerador de fraguado controlado, aumentando la docilidad y reduciendo la cantidad de agua de amasado.



*Figura 5.-Aditivo Superplastificante En Contenedora  
Contiene 1000 L.*

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

#### *Agentes reductores de agua de alto rango (Superplastificantes).*

Los superplastificantes o agentes reductores de agua de alto rango son el producto de la evolución de aquellos primeros reductores a base de ligno-sulfatos que se utilizaban en la década de los treinta del siglo pasado y que permitían en ese

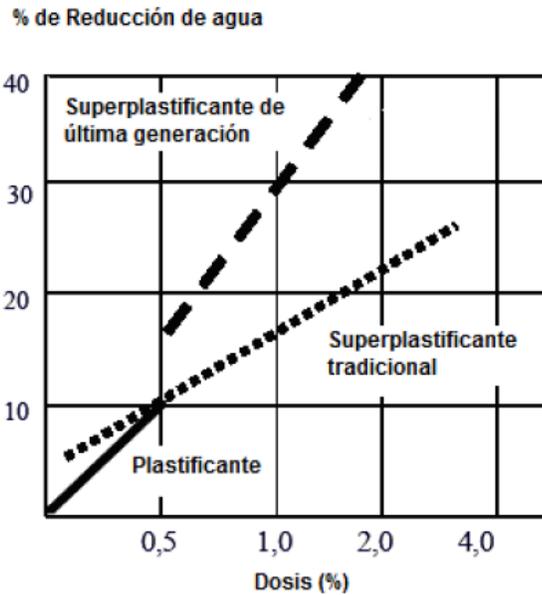
entonces reducir hasta en un 10% el agua de las mezclas de hormigón (Tabla 2). Posteriormente fueron evolucionando hasta llegar a los superfluidificantes o superplastificantes de última generación, imprescindibles hoy en día en la elaboración del hormigón autocompactante.

**Tabla2.-**Desarrollo histórico de los Aditivos.

<b>Desarrollo histórico de los aditivos reductores de agua</b>			
1930	1970	1990	2000
Ligno-sulfonatos	Melamina y Naftaleno	Polímeros vinílicos	Policarboxilatos
Reducción de agua hasta un 10% Tendencia a producir retrasos en el fraguado cuando se utiliza en altas dosis Reducción	Reducción de agua hasta un 20% Melaninas aumentan resistencias a edades tempranas y pueden dar una perdida muy rápida de la trabajabilidad de las mezclas Naftalenos pueden ocluir aire, aunque en cantidades no muy elevadas	Reducción de agua hasta un 30% Confieren mayor tiempo de manejabilidad al hormigón y mayor trabajabilidad que las melanimas.	Reducción de agua hasta un 40% Otorgan a las mezclas de una gran fluidez durante largos períodos de tiempo, muy superior a los que confieren los reductores basados en polímeros vinílicos.

**Fuente:** Tesis, Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante., Ángel Vilanova Fernández - Ingeniero Civil, Madrid, 2009.

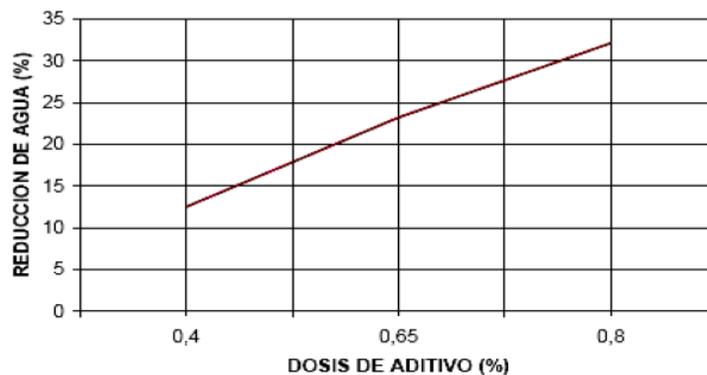
En la tabla 2 se observa como es el comportamiento y el porcentaje de reducción de agua entre estos superplastificantes de última generación en base apolicarboxilato y lo plastificantes y superplastificantes tradicionales. A medida que se aumenta la dosis aumenta la reducción de agua, sin embargo a igualdad de dosis el efecto de los superplastificantes de última generación es muy superior.



**Figura 6.-**Dosis vs. Reducción de agua.

**Fuente:** Tesis, Influencia De La Dosificación Y Empleo De Diferentes Tipos De Cemento Y Adiciones En Las Propiedades Mecánicas Del Hormigón Autocompactante.

Ángel Vilanova Fernández -Ingeniero Civil, Madrid, 2009

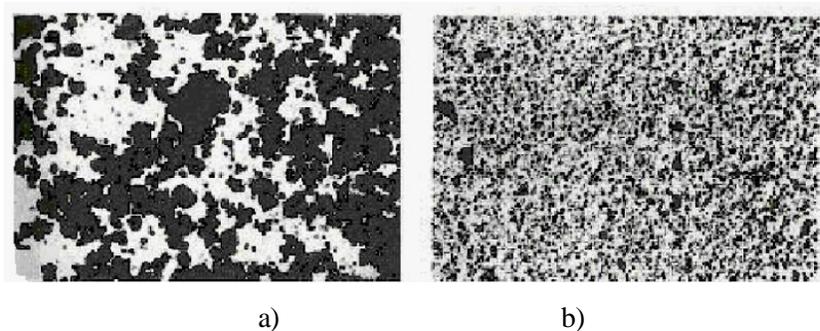


**Figura 7.-**Porcentaje De Reducción De Agua De Los Plastificantes, Superplastificantes Tradicionales y los Superplastificantes De Última Generación Según La Dosis Empleada

**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

En la figura 7. Se observa en este caso particular, como es la reducción de agua con distintas dosis de un superplastificante de última generación en base a policarboxilatos, en un hormigón con 350 Kg/m<sup>3</sup> de cemento. Estos superplastificantes basados en policarboxilatos, actúan sobre las partículas de cemento impidiendo la floculación, mediante repulsión electrostática y otorgándole

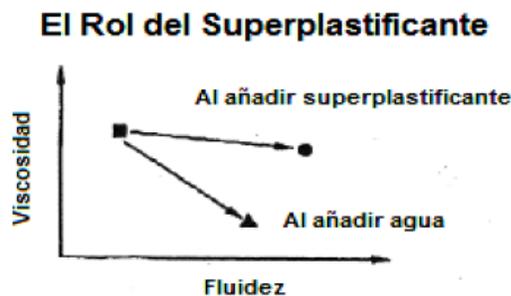
a la pasta de cemento una alta fluidez y una elevada capacidad de dispersión, que debe mantener el tiempo necesario para permitir al hormigón ser transportado y colocado y suministrarle una gran resistencia a la segregación (Gettu y Agulló, 2004). Esta alta fluidez que se consigue en la pasta con el superplastificante se logra con un mínima disminución de su viscosidad si se compara con el drástico descenso de ella si la fluidez se buscara añadiendo agua a la mezcla, (Okamura, 1997), tal y como se muestra en la figura 7.



**Figura 8.-**Partículas De Cemento.  
**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

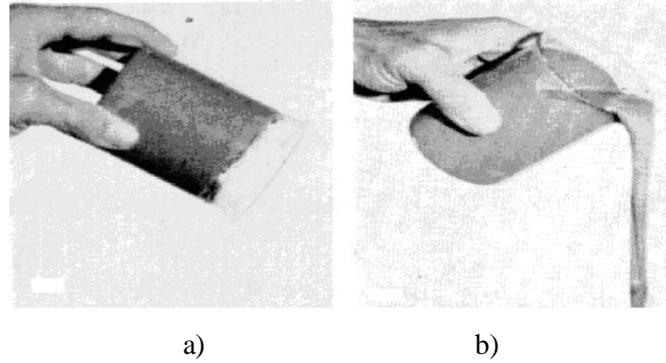
Figura 8. Microfotografía de partículas de cemento en una solución de agua/cemento sin aditivo superplastificante (a) y con aditivo superplastificante (b). (Mehta y Monteiro, 1994). En la figura 9 se muestra la gran fluidez que suministra el superplastificante a una mezcla de cemento y agua.

Por otro lado está el hecho que producir un hormigón con menor cantidad de agua, mediante el uso de estos aditivos, significa lograr mayores resistencias, menor permeabilidad y hormigones más duraderos (De la Peña y Vernal, 2005).



**Figura 9.-**Efecto Del Superplastificante Y Del Agua Sobre La Viscosidad.

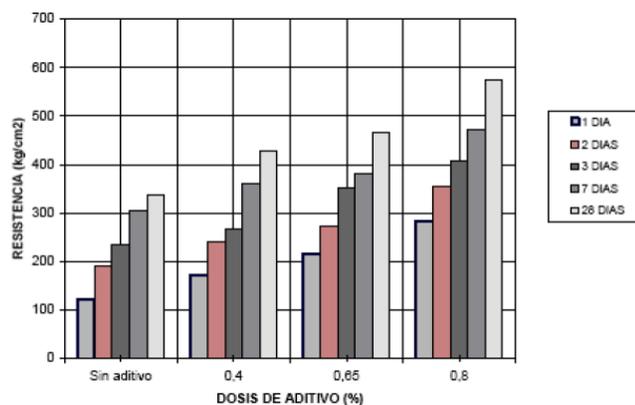
**Fuente:**(Okamura, 1997).



**Figura 10.-**Efecto Del Superplastificante Sobre El Cemento: (A) Cemento Y Agua (B) Cemento, Agua Y Superplastificante.

**Fuente:**(Ramachandran, 1984).

En lo que respecta a la resistencia, al ser estos superplastificantes de última generación de uso obligado en la elaboración del hormigón autocompactante y conociendo que estos hormigones también cumplen con la ley de Abrams, donde la resistencia es proporcional a la relación agua/cemento, al utilizar estos agentes reductores de agua, menor será dicha relación, por lo que se obtendrán mayores resistencias para un contenido de cemento y una trabajabilidad dada. En la figura 11, se observa como es el desarrollo de la resistencia con distintas dosis de superplastificante para el caso de un hormigón de alta resistencia (410 Kg./m<sup>3</sup> de cemento y asiento de cono de 6 cm), donde se puede apreciar aumentos de resistencia de hasta un 70% (dosis de 0,8%), con respecto al hormigón sin reductor de agua.

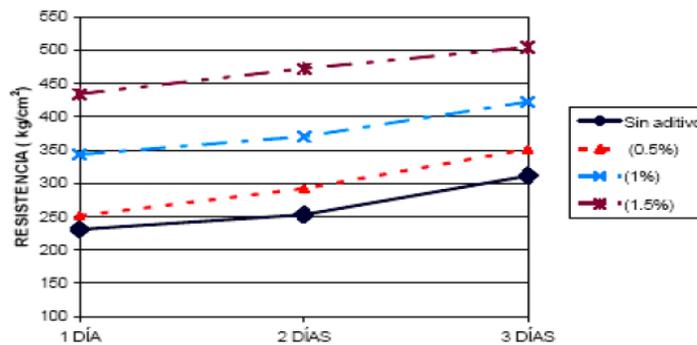


**Figura 11.-**Efecto De La Dosis De Superplastificante De Última Generación En La Resistencia A Compresión De Un Hormigón De Alta Resistencia.

**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

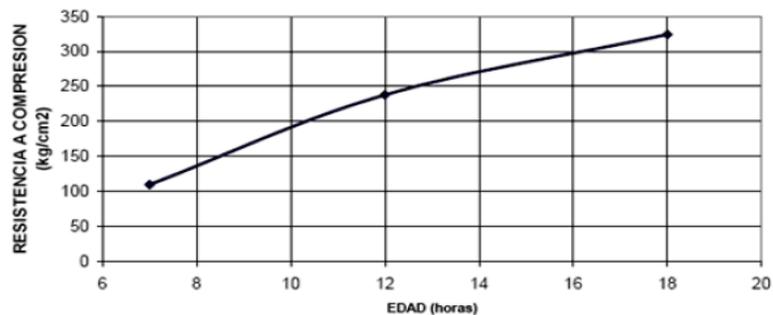
De igual manera, el uso de superplastificantes de última generación, hace que se obtengan mayores resistencias iniciales. En la figura 11, se observa como nuevamente para un hormigón de alta resistencia, elaborado con 410 Kg./m<sup>3</sup> de cemento, a medida que se aumenta la dosis de estos aditivos aumentan las resistencias iniciales, llegando a ser mayores en un 89% a 1 día, 65% a dos días y 64% a tres días.

En el caso específico de cómo es el efecto en las resistencias iniciales de los hormigones autocompactantes elaborados con superplastificantes de última generación, en la figura 12, se observan las resistencias obtenidas a las 7, 12 y 18 horas de un hormigón autocompactante elaborado con un contenido de cemento de 430 Kg./m<sup>3</sup>, aditivo reductor de agua de última generación y con acelerante de fraguado. Las resistencias a compresión obtenidas a las 7 horas superan los 100 Kg./cm<sup>2</sup>, llegando a los 325 Kg./cm<sup>2</sup> a las 18 horas.



**Figura 12.-**Efecto de los Superplastificantes de última Generación en la Resistencia inicial de un Hormigón de Alta Resistencia con un Contenido de Cemento de 410 kg./m<sup>3</sup>.

**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).



**Figura 13.-**Resistencias Iniciales En Un Hormigón Autocompactante Elaborado Con 430 Kg/m<sup>3</sup>, Superplastificante De Última Generación Y Acelerante de Fraguado.

**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

La cantidad de superplastificante que se debe emplear en la elaboración del hormigón autocompactante no es fácil de fijar, pues el comportamiento del cemento y del aditivo depende de sus propias características. Esto conlleva a que no se puedan fijar regulaciones debido a la variedad de tipos de superplastificantes y de cemento que se encuentran en el mercado, así como las relaciones dispares que pueden existir entre ellos. Por ello, es recomendable realizar ensayos para estimar las cantidades de superplastificante que se deben emplear en función del tipo de cemento que se va a utilizar. Un ensayo sencillo y de fácil aplicación que permite observar la compatibilidad entre cementos y superplastificantes es el cono de Marsh. Este ensayo permite también determinar el punto de saturación de los superplastificantes, la cual se considera como la dosificación máxima activa que se puede alcanzar, y que a partir de la cual el superplastificante deja de tener efecto pues no se consiguen mejoras en la fluidez (Domínguez, 2003).

### **1.5.6 AGUA**

Para asegurar que las reacciones de fraguado continúen, a partir del endurecimiento inicial del hormigón (que normalmente se produce en las primeras doce horas después del mezclado), se requiere dotar continuamente de agua de curado al hormigón, la que sirve para reponer el agua de mezclado evaporada por el calor emanado como producto de las reacciones químicas.

La falta de agua de curado durante el fraguado del hormigón (particularmente en los primeros días en que las reacciones son más intensas) tiene efectos adversos sobre la resistencia final del hormigón, pues provoca que las partículas de cemento no reaccionen totalmente, dando lugar a pocos cristales de unión entre partículas de áridos, con lo que disminuye la cohesión.

#### **a. CALIDAD DEL AGUA.**

##### **Características del agua de mezclado.-**

Por lo general, se recomienda que el agua que sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de concreto o mortero. Sin embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se

pueden encontrar disueltas en altas concentraciones, sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el concreto o mortero. Por otra parte, el agua que es buena para el concreto no necesariamente es buena para beber. Nunca debe usarse agua de mar.

#### **Características del agua de curado.-**

Con respecto al agua de curado, el agua que es satisfactoria para el mezclado también lo es para el curado. Sin embargo, la materia orgánica o ferrosa pueden causar manchas, particularmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente.

Algunos de los ensayos normalmente especificados para el análisis del agua son los siguientes:

- Calcio y magnesio en el agua – Norma ASTM D-511
- Cloruros, como ión Cloro – Norma ASTM D-512
- Sulfatos, como SO<sub>4</sub> – Norma ASTM D-516
- pH del agua – ASTM D-1293
- Acidez y alcalinidad del agua ASTM D-1067
- Definición de términos relativos al agua ASTM D-1129
- Partículas y materia disuelta en el agua ASTM D-1888

#### **b. DEFINICIONES.**

##### **Agua de mezclado.-**

Es definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto.

##### **Agua de hidratación.-**

Es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del gel, es también conocida como agua no evaporable.

##### **Agua evaporable.-**

El agua restante que existe en la pasta, es agua que puede evaporarse, pero no se encuentra libre en su totalidad. El gel cemento cuya característica principal es un enorme desarrollo superficial interno, ejerce atracción molecular sobre una parte del agua evaporable y la mantiene atraída.

**Agua de adsorción.**

Es una capa molecular de agua que se halla fuertemente adherida a las superficies del gel por fuerzas intermoleculares de atracción.

**Agua capilar.**

Es el agua que ocupa los poros capilares de la pasta, a distancias que suelen estar comprendidas en el intervalo de 30 a 10 Å, de manera que parte de ella está sujeta débilmente a la influencia de las fuerzas de superficie del gel.

**Agua libre.**

Es la que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de superficie, de tal modo que tiene completa movilidad y puede evaporarse con facilidad.

## **1.6 CARACTERIZACIÓN DE LOS HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA EN ESTADO FRESCO**

### **1.6.1 Propiedades en estado fresco**

El ACI menciona algunas propiedades que son “críticas para una aplicación”: trabajabilidad, compactación, estabilidad, consistencia, etc. Los conceptos comunes abarcan todas estas propiedades en definiciones como “la facilidad con que el concreto puede ser mezclado, colocado, compactado y terminado” o “la habilidad del concreto para fluir”, etc. Pero ninguna alcanza a definir objetivamente las propiedades del concreto en estado fresco, varios intentos por definir de la mejor forma las propiedades del concreto fresco se han dado, una de las más correctas es la presentada por Richtie, el que ha dividido estas en tres principales:

- Estabilidad: Exudación y segregación

- Compactación: Densidad
- Movilidad: Angulo de fricción interna, adherencia y viscosidad. Estas definiciones son subjetivas pero enlazan las palabras comúnmente usadas con factores físicos que pueden ser medidos. Las pruebas usualmente realizadas al concreto en estado fresco miden intrínsecamente sus propiedades reológicas, sin embargo un mejor entendimiento de las propiedades del concreto en estado fresco es necesario para poder predecir su flujo

#### **1.6.1.1 Reología.**

El concreto en estado fresco es realmente una suspensión concentrada de partículas sólidas (agregados) en un líquido viscoso (pasta de cemento), la pasta de cemento a su vez no es un fluido homogéneo y está compuesta de partículas (granos de cemento) en un líquido (agua). Por lo tanto el concreto en estado fresco en una escala macroscópica fluye como un líquido.

#### **1.6.1.2 Capacidad de relleno**

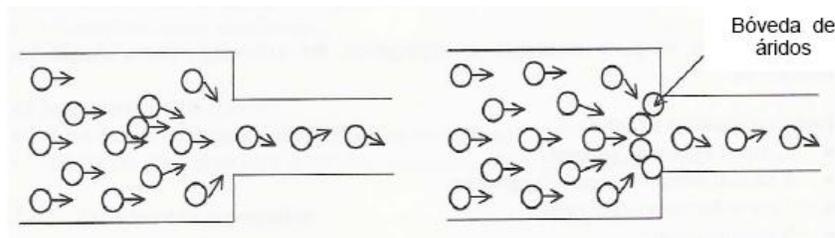
La capacidad de relleno o capacidad de fluir es la capacidad que tiene el hormigón de fluir y rellenar un encofrado bajo la acción de su propio peso sin ayuda externa. Las armaduras deben de quedar perfectamente recubiertas y no deben producirse coqueas.

Para que la capacidad de relleno sea adecuada se tiene que reducir la fricción entre las partículas y conseguir una adecuada deformabilidad en la mezcla.

#### **1.6.1.3 Capacidad de paso**

La capacidad de paso o resistencia al bloqueo es la capacidad que tiene el hormigón de pasar entre las armaduras, estrechamientos o cualquier obstáculo sin que se produzca un bloqueo de los áridos.

Esta propiedad del hormigón depende tanto de la geometría de la pieza y distribución de las armaduras como de la cantidad y tamaño de árido grueso en el hormigón. En la figura 14, se puede observar cómo funciona el mecanismo de bloqueo.



**Figura 14.-**Mecanismo de bloqueo  
**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

#### **1.6.1.4 Resistencia a la segregación**

La resistencia a la segregación es la capacidad del hormigón de mantenerse homogéneo sin que se produzca la separación de los áridos o exudación del agua. Esta propiedad del hormigón está relacionada con la estabilidad y con la viscosidad de la mezcla porque si se tiene una viscosidad adecuada, la composición de la mezcla se mantiene homogénea.

#### **1.6.1.5 Fiabilidad**

Es la capacidad del hormigón de mantener sus características en estado fresco dentro de los rangos especificados cuando se producen pequeñas variaciones en las propiedades de los componentes, la variación de la temperatura o una combinación de ambos.

#### **1.6.1.6 Tiempo abierto**

Se define tiempo abierto al lapso de tiempo desde la fabricación durante el cual se mantienen las características de auto compactibilidad de dicho hormigón. Al igual que en el hormigón convencional influyen la temperatura, las condiciones climáticas o los aditivos, entre otros factores.

### **1.6.2 MÉTODO A.C.I DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN**

#### **1.6.2.1 Introducción**

Actualmente, el concreto es el elemento más usado en el ámbito mundial para la construcción, lo que conlleva a la evolución de las exigencias para cada uso del mencionado elemento. Los ingenieros hemos llegado a tomar plena conciencia del rol determinante que juega el concreto en el desarrollo nacional. La adecuada

selección de los materiales integrantes de la mezcla; el conocimiento profundo de los materiales integrantes de la mezcla; el conocimiento profundo de las propiedades del concreto; los criterios de diseño de las proporciones de la mezcla más adecuada para cada caso, el proceso de puesta en obra; el control de la calidad del concreto; y los más adecuados procedimientos de mantenimiento y reparación de la estructura, son aspectos a ser considerados cuando se construye estructuras de concreto que deben cumplir con los requisitos de calidad, seguridad, y vigencia en el tiempo que se espera de ellas. La demanda del concreto ha sido la base para la elaboración de los diferentes Diseños de Mezcla, ya que estos métodos permiten a los usuarios conocer no sólo las dosis precisas de los componentes del concreto, sino también la forma más apropiada para elaborar la mezcla. Los Métodos de Diseño de mezcla están dirigidos a mejorar calificativamente la resistencia, la calidad y la durabilidad de todos los usos que pueda tener el concreto. El diseño de mezclas es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados. Existen diferentes métodos de Diseños de Mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aún así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

El adecuado proporcionamiento de los componentes del concreto dan a este la resistencia, durabilidad, comportamiento, consistencia, trabajabilidad y otras propiedad es que se necesitan en determinada construcción y en determinadas condiciones de trabajo y exposición de este, además con el óptimo proporcionamiento se logrará evitar las principales anomalías en el concreto fresco y endurecido como la segregación, exudación, fisuramiento por contracción plástica y secado entre otras.

Este informe sólo pretende ser un aporte más al conocimiento del concreto y, específicamente está orientado al estudio de los procedimientos a seguir para la elección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto por el Método de A.C.I.

### 1.6.2.2 Método A.C.I

Este procedimiento considera nueve pasos para el proporcionamiento de mezclas de concreto normal, incluidos el ajuste por humedad de los agregados y la corrección a las mezclas de prueba.

1º.- El primer paso contempla la selección del slump, cuando este no se especifica el informe del ACI incluye una tabla en la que se recomiendan diferentes valores de slump de acuerdo con el tipo de construcción que se requiera. Los valores son aplicables cuando se emplea el vibrado para compactar el concreto, en caso contrario dichos valores deben ser incrementados en dos y medio centímetros.

Se determina la resistencia promedio necesaria para el diseño; la cual está en función al  $f'c$ , la desviación estándar, el coeficiente de variación. Los cuales son indicadores estadísticos que permiten tener una información cercana de la experiencia del constructor.

Cabe resaltar también que existen criterios propuestos por el ACI para determinar el  $f'cr$ , los cuales se explican a continuación:

#### a) *Mediante las ecuaciones del ACI*

$$f'cr = f'c + 1.34s \dots\dots\dots I$$

$$f'cr = f'c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots II$$

De I y II se asume la de mayor valor. Donde s es la desviación estándar, que viene a ser un parámetro estadístico que demuestra la performance o capacidad del constructor para elaborar concretos de diferente calidad.

$$DS = \sqrt{\frac{(X1 - X)^2 + (X2 - X)^2 + (X3 - X)^2 + \dots + (Xn - X)^2}{N - 1}}$$

X1, X2, ..., XN valores de las resistencias obtenidas en probetas estándar hasta la rotura (probetas cilíndricas de 10 mm de diámetro y 200 mm de altura es la que en este caso utilizaremos).

X = es el promedio de los valores de la resistencia a la rotura de las probetas estándar.

N = es el número de probetas ensayadas, que son mínimamente 30.

#### b) *Cuando no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y*

*proyectos anteriores.*

**Tabla3.-Resistencia específica y resistencia requerida**

<b>f'c</b>	<b>f'cr</b>
<b>Menos de 210</b>	<b>f'c + 70</b>
<b>210-350</b>	<b>f'c + 84</b>
<b>&gt;350</b>	<b>f'c + 98</b>

Fuente:INECYC, Control de resistencia

c) *Teniendo en cuenta el grado de control de calidad en la obra.*

d) **Tabla4.-Resistencia adecuadas para hormigón estructural**

<b>Nivel de Control</b>	<b>f'cr</b>
<b>Regular o Malo</b>	1.3 a 1.5 f'c
<b>Bueno</b>	1.2 f'c
<b>Exelente</b>	1.1 f'c

Fuente:INECYC, Control de resistencia

e) *Para determinar el f'cr propuesto por el comité europeo del concreto.*

$$f'cr = \frac{f'c}{1 - t * V}$$

Donde:

f'cr = Resistencia promedio a calcular

V= coeficiente de variación de los ensayos de resistencia a las probetas estándar

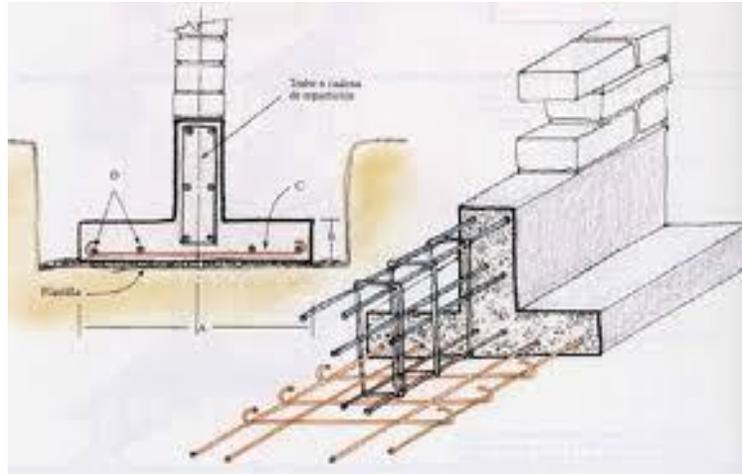
t= Coeficiente de probabilidad de que 1 de cada 5, 1 de cada 10, 1 de cada 20tengan un valor menor que la resistencia especificada.

V entonces es un parámetro estadístico que mide la performance del constructorpara elaborar diferentes tipos de concreto.

$$V = \frac{Ds}{X}$$

**2º.-** La elección del tamaño máximo del agregado, segundo paso del método, debe considerar la separación de los costados de la cimbra, el espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o paquetes de ellas. Por consideraciones económicas es preferible el mayor tamaño disponible, siempre y cuando se utilice una trabajabilidad adecuada y el procedimiento de compactación permite que el concreto sea colado sin cavidades o huecos. La cantidad de agua que se requiere para producir un determinado slump depende del tamaño máximo, de la forma y

granulometría de los agregados, la temperatura del concreto, la cantidad de aire incluido y el uso de aditivos químicos. En conclusión se requiere estudiar cuidadosamente los requisitos dados en los planos estructurales y en especificaciones de obra. Como por ejemplo el siguiente gráfico tomado de una parte de un plano para indicar los detalles típicos de una zapata que se dibuja en un plano de estructuración.



**Figura 15.-**Plano Tipo De Zapatas.  
**Fuente:**(De la Peña y Vernal, 2005).

**3º.-** Como tercer paso, el informe presenta una tabla con los contenidos de agua recomendables en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto sin y con aire incluido.

**4º.-** Como cuarto paso, el ACI proporciona una tabla con los valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera, por supuesto la resistencia promedio seleccionada debe exceder la resistencia especificada con un margen suficiente para mantener dentro de los límites especificados las pruebas con valores bajos. En una segunda tabla aparecen los valores de la relación agua/cemento para casos de exposición severa.

**5º.-** El contenido de cemento se calcula con la cantidad de agua, determinada en el paso tres, y la relación agua cemento, obtenida en el paso cuatro; cuando se requiera un contenido mínimo de cemento o los requisitos de durabilidad lo

especificuen, la mezcla se deberá basar en un criterio que conduzca a una cantidad mayor de cemento, esta parte constituye el quinto paso del método.

**6°.-** El ACI maneja una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, los valores dependen del tamaño máximo nominal de la grava y del módulo de finura de la arena. El volumen de agregado se muestra en metros cúbicos con base en varillado en seco para un metro cúbico de concreto, el volumen se convierte a peso seco del agregado grueso requerido en un metro cúbico de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico de varillado en seco.

**7°.-** Hasta el paso anterior se tienen estimados todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia. Para este séptimo paso, es posible emplear cualquiera de los dos procedimientos siguientes: por peso o por volumen absoluto.

**8°.-** El octavo paso consiste en ajustar las mezclas por humedad de los agregados, el agua que se añade a la mezcla se debe reducir en cantidad igual a la humedad libre contribuida por el agregado, es decir, humedad total menos absorción.

**9°.-** El último paso se refiere a los ajustes a las mezclas de prueba, en las que se debe verificar el peso volumétrico del concreto, su contenido de aire, la trabajabilidad.



**Figura 16.-**Medidas Del Slump o Asentamiento.

**Elaboradopor:** Víctor Cabezas C.  
Alfredo Guambo.

## 1.7 CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA

### 1.7.1 Durabilidad

En esta obra, la durabilidad del hormigón armado se estudia, con carácter general. A continuación expondremos los rasgos diferenciales propios del hormigón de alta resistencia.

La baja porosidad de los BAR dificulta la penetración de líquidos y gases en su seno, lo que repercute en una mayor durabilidad frente a medios agresivos, ciclos de hielo y deshielo, etc. En condiciones extremas de baja temperatura y al igual que sucede con hormigones convencionales, puede convenir el empleo de algún agente aireante. En cuanto a la reacción álcali- árido podría ocasionar problemas debido al elevado contenido en cemento, por lo que se recomienda extremar el control en la selección de áridos para asegurarse de que son inertes y utilizar cementos de bajo contenido en álcalis.

Los HAR también suministran una buena protección contra la corrosión de las armaduras, gracias a su elevada dosis de cemento y a su reducida porosidad. Si bien es cierto que la presencia mícrosílíce en el hormigón reduce su contenido en hidróxido cálcico y, consecuentemente, el valor de su ph (*que puede ser hasta 12,5*), este efecto, que va en contra de la protección por pasivación de las armaduras, queda sobradamente compensado por la gran disminución de permeabilidad frente al CO<sub>2</sub>. Dicho con otras palabras: la disminución del tamaño de los poros (efecto físico positivo de la micro estructura de la pasta) es más ventajosa que la disminución del ph (efecto químico negativo que rebaja la alcalinidad), con lo que resulta finalmente un aumento de resistencia a la corrosión del acero, en comparación con los hormigones convencionales.

Pero no todo son ventajas, ya que está demostrado que los HAR presentan menor resistencia al fuego que los hormigones convencionales. La razón es que, dada la gran densidad de la pasta endurecida, resulta impedida la circulación del vapor de agua ocasionado por las altas temperaturas, lo que provoca unas elevadas tensiones internas en las piezas expuestas al fuego, fisuraciones y, finalmente, desprendimientos de material en forma violenta, con bajada rápida de las

resistencias finales en todo tipo de infraestructura, las pruebas físicas han demostrado su comportamiento final en este tipo de hormigones.

### **1.7.2 RESISTENCIA A LA LA COMPRESIÓN**

Los FIAR experimentan un gran aumento de resistencia durante los primeros días, aumento que se hace más lento después pero que continúa más allá de los 28 días. Por esta causa, en obras importantes en las que la estructura no entra en carga a corto plazo, se toma a veces como edad de referencia del hormigón la de 56 días (8 semanas) en lugar de los 28 días habituales (4 semanas).

Una vez establecida la dosificación de un HAR mediante ensayos previos, el hormigón realmente puesto en obra tendrá una resistencia a compresión menor que la de laboratorio. La relación entre ambas puede estimarse en torno al 80 por 100 (hasta el 90% según la Norma noruega NS 3473:89).

En cuanto a las diferencias que se obtienen en los ensayos a compresión entre probeta cúbica y probeta cilíndrica, el coeficiente multiplicador 0,8 habitualmente utilizado en hormigones convencionales para pasar de la primera a la segunda resulta demasiado bajo en los HAR, siendo más próximo a la realidad un coeficiente de 0,9 o incluso mayor.

### **1.7.3. RESISTENCIA A TRACCIÓN**

Las fórmulas indicadas para determinar la resistencia en tracción en función de la de compresión para hormigones convencionales, proporcionan valores algo elevados al emplearlas con hormigones de alta resistencia. Por esta razón, pueden emplearse en aquellos cálculos en los que considerar una mayor resistencia a tracción resulte más desfavorable que considerar una menor. Tal es el caso de la determinación de la cuantía mínima en flexión a partir de la resistencia en tracción del hormigón.

No obstante lo dicho, en estructuras delicadas se recomienda determinar la resistencia a tracción mediante ensayos y verificar gradualmente su comportamiento final.

#### **1.7.4. DIAGRAMA TENSION-DEFORMACION**

Según demuestran los ensayos, la rama ascendente del diagrama tensión-deformación del hormigón de alta resistencia, en compresión centrada, tiene menor curvatura que la correspondiente a hormigón convencional, con una deformación de rotura que aumenta ligeramente a medida que aumenta su resistencia. En la práctica, puede adoptarse para dicha deformación de rotura en compresión centrada el valor  $\epsilon_0 = 0002$  cualquiera que sea el valor de la resistencia  $f_{ck}$ .

Por el contrario, la deformación de rotura en flexión disminuye al aumentar la resistencia lo que significa que los hormigones de alta resistencia son más frágiles en flexión que los convencionales.

A efectos de cálculo y según la Instrucción española, se pueden utilizar los mismos diagramas parábola-rectángulo y rectangular que para hormigones convencionales, manteniendo constante la deformación de pico  $\epsilon_0 = 0,002$  y tomando como deformación última los siguientes valores:

#### **1.7.5. MÓDULO DE DEFORMACION LONGITUDINAL**

Según la Instrucción española para hormigones convencionales puede extenderse a los HAR, de acuerdo con la experimentación.

#### **1.7.6. RETRACCION Y FLUENCIA**

En las primeras edades la deformación por retracción de los HAR es mayor que la de los hormigones convencionales, pero a partir de un año viene a ser del mismo orden de magnitud (lo que significa que vienen a compensarse los dos factores que influyen en la retracción en sentido contrario: baja relación agua/cemento, que disminuye la retracción, y alta dosis de cemento, que la aumenta) pudiendo incluso ser menor cuando se trata de hormigones con micro sílice. Dada la mayor dosis de conglomerante de estos hormigones, tiene mucha influencia en la retracción el tipo de cemento, según sea de endurecimiento lento, normal o rápido.

En cuanto a la deformación por fluencia, generalmente evoluciona en los HAR de forma rápida a edades cortas, aumentando después con mucha mayor lentitud. Para

su evaluación, en hormigones sin micro sílice pueden utilizarse las mismas fórmulas que para hormigón convencional (apartado 5.6-6.º); si se utiliza micro sílice, la deformación por fluencia disminuye apreciablemente con respecto a la del hormigón convencional, pudiendo llegar a valores del orden de la mitad. En aquellas estructuras para las que la deformación por fluencia del hormigón sea un factor relevante, es conveniente evaluar los efectos de la fluencia mediante la realización de ensayos previos.

### **1.7.7. COEFICIENTE DE POISSON**

Siempre que la tensión de servicio no sobrepase el 40% de la de rotura, puede adoptarse para el coeficiente de Poisson el mismo valor 0,20 que para hormigones convencionales. Como se dijo, al aumentar la carga e iniciarse la plastificación del hormigón, el coeficiente de Poisson aumenta rápidamente hasta alcanzar el valor 0,5 en hormigones convencionales y un valor algo menor en los HAR,

## **1.8 COMPARACIÓN CON OTROS MATERIALES**

Las alternativas que se plantean habitualmente en este tipo de edificios son la estructura metálica y la constituida con HAR, entendiéndose por éste el que alcanza una resistencia característica superior a los 50 MPa.

De esta última se pueden subrayar las siguientes ventajas frente a la primera:

- Mayor rigidez y, por tanto, mejor comportamiento ante acciones horizontales.
- Menor costo del material.
- En algunas ocasiones, condicionantes locales y de mercado dificultan el acceso a elementos metálicos en la cantidad necesaria; los materiales constitutivos del concreto prácticamente siempre están accesibles con la calidad mínima requerida.
- Más fácil conservación, sobre todo en estructuras expuestas a la acción de los agentes medioambientales.
- Mejor comportamiento ante la acción del fuego.
- Frente a estos argumentos, la tipología metálica puede esgrimir, básicamente, una mayor rapidez de ejecución.
- Una tercera alternativa, en realidad una variante del HAR, es la estructura de

concreto normal, entendiendo que cuya resistencia característica es igual o inferior a 42 MPa. Sin embargo, y aunque en el proyecto y ejecución de edificios altos se está empleando este tipo de concretos, los primeros presentan frente a ellos las siguientes ventajas:

- Las secciones de las columnas (elementos dimensionados, básicamente, frente a esfuerzos de compresión) son más reducidas.
- Su módulo de deformación es más elevado y, por tanto, tienen un menor acortamiento debido a esfuerzos axiales.
- La deformación de los elementos estructurales horizontales (vigas y entrepisos), para un mismo peralte, es menor.
- El peso propio global de la estructura es inferior, pudiendo suponer cierta reducción de la cimentación.
- El plazo de ejecución de la obra se puede ver reducido al permitir menor tiempo de encofrado, tanto de elementos horizontales como de muros y columnas.
- Aumento de la vida útil de la estructura del edificio. El incremento de la resistencia característica del concreto lleva asociada una mayor capacidad y, por tanto, una mayor resistencia ante el ataque de agentes agresivos externos al mismo.

Frente a estos argumentos, el "concreto normal" presenta un mejor conocimiento tecnológico (dosificación, comportamiento a mediano y largo plazo, ...) y un precio unitario inferior, si bien el costo total de la estructura no se reduce en la misma proporción que éste, ya que los volúmenes de concreto empleados son superiores.

## CAPITULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1 TIPO DE ESTUDIO

Dentro del campo de aplicación el estudio de esta investigación, se enfoca directamente a una investigación de campo y experimental, en base a un análisis científico y técnico y mediante un razonamiento empírico-racional, de los datos obtenidos, se analizaron las diferentes pruebas físicas de los agregados, y cemento, la toma de muestras del hormigón, ensayos de cilindros y los resultados con un plan estratégico de control de calidad de estas materias primas (*Anexo I*), con el cual se dedujo la curva resistencia vs tiempo para hormigones de alta resistencia  $f'c = 55 \text{ MPa}$ .

En cuanto al análisis gradual del estudio se realizó un manual de procedimientos con el cual, se tiene una guía detallada de los diferentes procesos y normativas vigentes de los ensayos y pruebas.

El estudio en su totalidad se realiza en la Empresa Pública Cemento Chimborazo en la Planta de Prefabricados aquí se analizaron las propiedades de los materiales empleados en la elaboración del hormigón de alta resistencia, el estudio se hizo durante 120 días.

Dentro de los ensayos para realizar una dosificación de hormigón de alta resistencia estuvieron inmersos los siguientes:

- Muestreo de áridos para hormigón.
- Colorimetría para agregado fino.
- Granulometría.
- Contenido de humedad.
- Densidad del agregado
- Masa Unitaria Suelta de los agregados.
- Masa Unitaria suelta del cemento.
- Masa Unitaria Compactada de los agregados.

- Masa Unitaria Compactada del cemento.
- Prueba de Asentamiento del hormigón.
- Toma de muestras del hormigón.
- Toma de Muestra del aditivo y cemento.
- Determinación de la resistencia de especímenes de cilindros de hormigón.

Todos los ensayos se realizó con arena de río del yacimiento en el km 26 vía a Penipe, árido grueso (3/4 plg minas Guevara Km 22 vía a San Luis), cemento Chimborazo tipo 10 P (90% puzolánico y 10% Clinker), aditivo superplastificante acelerante (ergomix 5500). Con los resultados de las propiedades físicas y resistencia de los materiales propios del hormigón, se elaboró un diseño de hormigón de alta resistencia en la cual se puede apreciar la curva resistencia vs tiempo que determina su alto grado de fraguado y resistencia en corto tiempo, el cual va a contribuir a realizar diseños de hormigones de alta resistencia con materias primas adyacentes a la ciudad de Riobamba para la elaboración de estructuras y superestructuras que amerite este tipo de hormigón.

Finalmente toda la información recopilada se analizará y se obtendrá parámetros dirigidos que contemplan en esta investigación con un tiempo de 30 días para su presentación final.

## **2.2 POBLACIÓN MUESTRA.**

### **2.2.1 POBLACIÓN**

La base de los estudios se refiere, a la dosificación óptima de los componentes constitutivos para un hormigón de  $f'c = 55 \text{ MPa}$  en el cual se deduzca la curva resistencia vs tiempo, el mismo que necesita de la fuente ideal para la recopilación de información tales como manuales de procesos, formatos de recopilación de datos, normas establecidas; que contribuya con la afirmación o negación de la hipótesis planteada en el proyecto. Siendo el objeto del estudio, la obtención de una dosificación óptima de hormigones de alta resistencia, para constructores que requieren realizar infraestructuras como vigas de puentes de

grandes luces, durmientes monobloque y bibloque, bases con pilas para carreteras de desnivel etc.

El universo de nuestro estudio, está específicamente en la Empresa Cemento Chimborazo en la Planta de Prefabricados, donde se realizó un análisis de los materiales constitutivos que intervienen en la dosificación de hormigones de alta resistencia, en nuestro caso el estudio se basa a un hormigón de 55 Mpa, y con el análisis de la resistencia requerida ( $f'_{cr}$ ) obtendremos un hormigón más de 64 Mpa.

El control requerido se inicia desde la recopilación de las materias primas hasta la ruptura de los especímenes de hormigón, para en un análisis final establecer los parámetros que nos conlleven a establecer la curva de maduración del este tipo de hormigón.

### **2.2.2 MUESTRA**

La muestra representa el número de datos que se necesita para establecer un parámetro de una actividad determinada. El método de dosificación está basada en función del tamaño de los agregados es decir con el ensayo de granulometría, en nuestro caso se tiene un árido nominal de  $\frac{3}{4}$  in de agregado grueso, con la cual se establece cinco diferentes tipos de dosificaciones.

Para el número de muestras, la frecuencia de toma de especímenes es diario por un lapso de 30 días acogiéndonos a las normas, las mismas que serán ensayadas en 7 días y 28 días, ya que son resultados preliminares en nuestra dosificación inicial. La recopilación de datos se lo hizo mediante un plan estratégico de control de calidad de materias primas y a cada uno de los ensayos involucrados en la investigación para obtener un estricto control en la dosificación. (*Anexo I*), tablas de recopilación de las pruebas físicas, etc. es así que se muestra la tabulación detallada:

**Tabla#5.**-Número de cilindros a ensayar en una fase de dosificación inicial

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>					
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>					
<b>Proyecto:</b>	Tesis: <b>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA <math>f'c</math> 55 MPa.</b> COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE					
<b>DOSIFICACIONES PRELIMINARES 55Mpa.</b>						
		<b>TIPO I</b>	<b>TIPO II</b>	<b>TIPO III</b>	<b>TIPO IV</b>	<b>TIPO V</b>
<b>DIA</b>	<b>ENSAYO</b>	<b>NUMERO DE MUESTRAS</b>				
1	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
2	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
3	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
4	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
5	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
6	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
7	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
8	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
9	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
10	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
11	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
12	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
13	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
14	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
15	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3

16	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
17	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
18	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
19	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
20	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
21	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
22	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
23	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
24	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
25	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
26	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
27	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
28	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
29	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
30	7 DIAS	3	3	3	3	3
	28 DIAS	3	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>TOTAL DE ESPECIMENES ENSAYADOS</b>					<b>900</b>	

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### 2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La recopilación de información del proceso de dosificación, control de calidad y la curva: resistencia vs tiempo, para hormigón de alta resistencia  $f'c = 55$

MPa. Componentes: arena de río (*km 26 vía a Penipe*), árido grueso (*3/4" km 12 vía a San Luis*), cemento especial tipo 10 P, aditivo superplastificante acelerante.

### **Variables.**

La investigación cuenta con las siguientes variables:

- Sobredimensionamiento o sub-dimensionamiento en lo referente a resistencias a la compresión.
- No tener un control de calidad adecuado para los procesos de las pruebas físicas y manipulación de materiales y equipos.
- No tener dosificaciones de hormigón de alta resistencia con materiales pétreos de la misma zona.

### **Operacionalización de las variables.**

Se realizará acuerdo a las normas INEN, se requiere de aspectos que se deben considerar para cumplir con las normas establecidas.

- Ensayo de muestreo de Áridos (INEN 695).
- Ensayo de colorimetría (ASTM C 40)
- Ensayo de Granulometría (ASTM C 136 - ASTM C 33)
- Ensayo de Determinación de contenido total de humedad (INEN 862).
- Ensayo de Determinación de la masa unitaria suelta (INEN 858).
- Ensayo de Determinación de masa unitaria compactada (INEN 858).
- Ensayo de Determinación densidad y absorción de Agua del agregado grueso (INEN 856 – ASTM C128).
- Ensayo de Determinación densidad y absorción de Agua del agregado fino (INEN 857 – ASTM C127).
- Ensayo para determinar el peso específico del cemento.
- Ensayo de la determinación de la masa unitaria suelta del cemento.
- Ensayo de la densidad óptima de la mezcla de agregados.
- Ensayo de Asentamiento del Hormigón (ASTM C 143).
- Determinación de la resistencia del hormigón Ensayos Destructivos y no Destructivos.

## 2.4 PROCEDIMIENTOS

Para el análisis del estudio, se considerara las Normas INEN (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION).

### Recopilación de Información.

Se recopila la información a través de varios estudios realizados en el laboratorio.

### Instrumentos.

Nuestro estudio contara con los siguientes equipos:

- Equipo de laboratorio.
- Equipo de oficina y suministros.



*Figura # 17.-Equipos de Laboratorio*

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

Esteprocedimientodetallalaspropiedadesqueposeenlosmaterialesempleados enladosisificación para la dosificación de hormigones de alta resistencia, en nuestra investigación será de 55 MPa.

## 2.5 EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA LA

## **DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN DE 55 MPa.**

### **a. Objetivo**

Evaluar los materiales empleados en el pre diseño y diseño definitivo de la dosificación del hormigón de 55 Mpa.

### **b. Propiedades de los Materiales Empleados en la Dosificación del Hormigón de Alta Resistencia 55 MPa.**

En la actualidad los materiales empleados en la dosificación de este tipo de hormigones se están incursionando en el mercado sin conocer a ciencia cierta las características mecánicas necesarias para elaborar hormigones de alta resistencia con materiales constitutivos de la provincia de Chimborazo, también no existe una regulación en su adecuada explotación con datos técnicos de cada yacimiento pétreo que facilitarían la adaptación de estos elementos en cualquier tipo de diseños de hormigón.

### **c. Muestra**

#### **c.1. Agregado fino: Arena de Río (km 26 vía a Penipe).**

En nuestro medio, a este agregado comúnmente se lo conoce como “Arena de Río”, proviene de las minas ubicadas en las canteras Guevara sobre el Río Penipe.

#### **c.2. Agregado grueso: Ripio Triturado 3/4" km 12 vía a San Luis.**

Este agregado se lo extrae en las canteras Guevara, las que se encuentran ubicadas a En el Km 12 vía a San Luis.

### **d. Cemento Puzolánico, Chimborazo tipo 10 P**

Este tipo de cemento no es comercial, pero se está expendiendo bajo pedido para exclusivamente este tipo de hormigones.

### **e. Procedimientos de ensayos.**

El procedimiento que a continuación detallamos permitirá determinar la curva Resistencia vs

Tiempo para hormigones de alta resistencia mayores de 55MPa.

### **e.1. Muestreo para el control de agregados. (NTE INEN 695)**

#### **e.1.1 Objeto**

El presente procedimiento describe cómo se desarrolla el muestreo para el control de la MATERIA PRIMA que es para la dosificación del hormigón.

#### **e.1.2 Alcance**

Este procedimiento aplica los materiales constitutivos de un hormigón de alta resistencia.



*Figura # 18.*-Depósito del agregado grueso.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.1.3 Referencias**

## Bibliografía y Documentos Asociados

- ✓ Norma INEN 695.

### Definiciones

- **Áridos.**-Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Segregación.**-separación de áridos finos con gruesos.
- **Muestra.**- Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra Simple.**- Es una porción de Materia Prima, extraída de una sola vez.
- **Muestra Compuesta.**- Es la mezcla de muestras simples extraídas de un mismo lote.

### e.1.4 Descripción.-

#### Equipos y Materiales:

- Árido fino y grueso
- Bandejas
- Pala
- Carretilla
- Cuarteador Universal



*Figura # 19.-Materia prima para ensayo de laboratorio.*

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### Preparación:

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo (cada semana).

#### e.1.5 Realización: Muestreo.

- Para todos los áridos (GRUESO Y FINO)
- De la zona de almacenamiento cavar una zanja en el árido de 30 cm de ancho con una pala, en distintos lugares.
- Realizar una toma de muestra de diferentes lugares del apilamiento del material pétreo (mínimo 10 submuestras).
- Reunir todas las submuestras y llevarlas al laboratorio para realizar el muestreo respectivo.
- Con el cuarteador dividir la muestra de forma que el resultado sea homogéneo.
- Realizar el mismo procedimiento entre 2 o 3 veces dependiendo de la cantidad de muestra que se necesite para el ensayo.

**Tabla# 6 .-**Toma de Muestras en Función al Tamaño de sus Partículas.

Tamaño del Árido (A) mm	Masa mínima de la muestra in situ (B) kg	Volumen mínimo de la muestra in situ litros
<i>ARIDOS FINOS</i>		
2.36	10	8
4.75	10	8
<b>ARIDOS GRUESOS</b>		
9.5	10	8
12.5	15	12
19.0	25	20
25.0	50	40
37.5	75	60
50	100	80
63	125	100
75	150	120
90	175	140

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.1.6 Tratamiento de Resultados.

Los criterios de aceptación o rechazo se describen en los registros de Materias Primas.

#### **e.1.7 Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.
- Verificar la homogenización de la muestra antes de realizar el ensayo.

#### **e.2. Ensayo de Colorimetría (ASTM C40).**

##### **e.2.1 Objeto:**

El presente procedimiento determina en una muestra de agregado fino el contenido de materia orgánica, que ingresa a la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.



*Figura # 20.-Depósito del agregado fino*

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

##### **.2.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al árido fino que constituye parte de un hormigón de alta resistencia.

### **e.2.3. Referencias:**

#### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ ASTM C 40
- ✓ Norma INEN Guía práctica laboratorista de hormigones.

#### **Definiciones:**

- **Áridos.**-Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Materia Orgánica.**- tejidos animales y vegetales que están principalmente formados por carbono, nitrógeno y agua.
- **Tarjeta o Tabla de Colores.**- Corresponde a una tarjeta de colores que contiene cinco intensidades que van desde un ligero color amarillo hasta una coloración oscura.
- **Muestra.**- Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.**- Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

### **e.2.4. Descripción.-**

#### **Equipos y Materiales:**

- Agregado fino
- Frascos de colorimetría
- Reactivo de Na OH (hidróxido de sodio)
- Frascos de diferente aforo.
- Pipetas.
- Agua destilada.
- Tamiz N° 4
- Embudo
- Balanza de 2610 g.

#### **Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada Semana.

#### e.2.5. Realización: colorimetría

- Encerar la balanza de 2610 g.
- Pesar 970g. de agua destilada y depositarla en un frasco adecuado para preparar el reactivo.
- Pesar 30 g. de sosa caustica (Na OH), e introducirlo en el frasco que contiene el agua destilada
- Una vez mezclada el agua destilada con el reactivo, esperar hasta que se disuelva completamente (aproximadamente 5 minutos).
- Depositar en el frasco colorimétrico una cierta cantidad de agregado fino entre (130 – 200 ml).
- Inmediatamente llenar el frasco con reactivo hasta la marca de los 300 ml.
- Limpiar la parte superior del frasco con un paño. Agitar el frasco hasta eliminar el contenido de aire y dejarlo reposar.
- Registrar la coloración producida luego de transcurrida 1 hora.
- Dejar reposar el frasco durante un periodo de 24 horas, hasta observar la coloración del material.



*Figura # 21.-Equipos de Laboratorio*  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

#### e.2.6. Tratamiento de Resultados.

Una vez reposado el reactivo con la arena 24 horas, identificar su color, así:

- Un líquido sin color indica arena pura.
- Un alto contenido de impurezas orgánicas se identifica por una coloración que va desde amarillo ligero, amarillo oscuro, marrón ligero hasta marrón oscuro.
- Generalmente se puede decir que, cuando el color llega a ser marrón, el contenido de impurezas orgánicas es excesivo y deben analizarse los agregados con mas atención o desecharlos para fines estructurales.

*Tabla# 7.-Cuadro de Colorimetría.*

Amarillo claro	Amarillo oscuro	Marrón ligero	Marrón oscuro	Negro
COLOR GARDNER N° 5	COLOR GARDNER N° 8	COLOR GARDNER N° 11	COLOR GARDNER N° 14	COLOR GARDNER N° 18

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.2.7. Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

### **e.3. Ensayo de Granulometría (ASTM C 136, ASTM C 33 NTE INEN 696)**

#### **e.3.1. Objeto:**

- El presente procedimiento determina que los áridos tengan el diámetro adecuado y la calidad necesaria para su uso en hormigón en la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.

#### **e.3.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al árido fino y grueso y es sometida a Estricto Control de la Calidad.

#### **e.3.3. Referencias:**

##### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma ASTM C 33.
- ✓ Norma ASTM C 136
- ✓ NTE INEN 696

##### **Definiciones:**

- **Áridos.**-Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Muestra.**- Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.**- Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

#### **3.3.4. Descripción.-**

##### **Equipos y Materiales:**

- Balanza mecánica.
- Recipientes cilíndricos metálicos.
- Espátulas.
- Serie de tamices normalizados

##### **Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.

- Frecuencia de ensayo: Cada semana.



*Figura # 22.-*Equipo de Tamizado  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



*Figura # 23.-*Equipo de Tamizado  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L

#### **e.3.5. Realización: toma de muestras**

- Tomar el recipiente limpio y seco
- Tomar una muestra representativa de agregado grueso.
- Pesar en la balanza una cantidad adecuada 10kg. De agregado grueso  $\frac{3}{4}$ .

- Colocar en la serie de tamices normalizados.
- Pesar la cantidad que va quedando en cada uno de los tamices.

### e.3.6. Tratamiento de Resultados.

*Tabla# 8* .-Análisis Granulométrico de Áridos.

Nc

Fl



AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 04/07/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	46,5	9,30%	9,30%	90,70%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	130,1	26,02%	35,32%	64,68%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	119,5	23,90%	59,22%	40,78%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	78,56	15,71%	74,94%	25,06%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	78,9	15,78%	90,72%	9,28%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	42,1	8,42%	99,14%	0,86%	2,00%	10,00%
FONDO		4,3	0,86%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	499,96						

MODULO DE FINURA=

2,31%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### e.3.7. Puntos Críticos:

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

#### **e.4.1. Ensayo de Determinación del contenido total de humedad (INEN 862)**

##### **e.4.1. Objeto:**

El presente procedimiento Establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado fino y grueso por medio del secado.

##### **e.4.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al árido fino y grueso que ingresan a la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.

##### **e.4.3. Referencias:**

###### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma INEN 862.

###### **Definiciones:**

- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.
- **Áridos.-** Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima

##### **e.4.4. Descripción.-**

###### **Equipos y Materiales:**

- Áridos finos y gruesos
- Balanza mecánica.
- Horno para secado de muestra.
- Cuarteador universal
- Recipientes metálicos varios



*Figura # 24.*-Peso Agregado Grueso  
**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



*Figura # 25.*-Agregados en el Horno a 110 °C  
**Elaborador:** Víctor Cabezas.  
Alfredo Guambo L.

**Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada Día.

#### e.4.5. Realización:

- **Áridos grueso y fino se realizaran dos ensayos por cada agregado**
- Tomar una muestra representativa del árido a ensayar (2000 g. fino y 5000g. grueso).
- Siguiendo los procedimientos del muestreo
- Pesar y registrar la masa del recipiente en la que se va a colocar el árido
- Registrar en el cuadro de tabulación el peso exacto de la muestra en estado natural+ el recipiente, e identificar claramente la misma.
- Ingresar el árido + recipiente al horno y secar durante 24 h.
- Transcurrido el día retirar la muestra del horno y registrar el árido seco + recipiente
- Calcular y registrar el contenido total de humedad

#### e.4.6. Tratamiento de Resultados.

*Tabla# 9.-Contenido de Humedad de lo Áridos.*

FECHA: 21/09/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
<i>MATERIA PRIMA</i>	<i>PROCEDENCIA</i>	<i>MASA RECIPIENTE (gr)</i>	<i>M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (gr)</i>	<i>M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (gr)</i>	<i>Contenido Humedad (%)</i>	<i>TIEMPO DE SECADO</i>	<i>PROMEDIO DE HUMEDAD (%)</i>
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	411,5	403,2	6,81	24H	<b>6,468</b>
		276,60	435,6	426,1	6,35	24H	
		269,90	452,2	441,5	6,24	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	374,2	373,1	1,06	24H	<b>1,109</b>
		277,40	398,6	397,4	1,00	24H	
		269,50	357,8	356,7	1,26	24 H	

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.4.7. Puntos Críticos:

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

## **e.5. Ensayo de Determinación de Densidad y Absorción de Agua del Agregado Grueso. (NTE INEN 857)**

### **e.5.1 Objeto:**

El presente procedimiento determina la densidad y la absorción de agua del árido grueso.

### **e.5.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al árido grueso que es parte de los materiales constitutivos para la realización de un hormigón de 55 MPa.

### **e.5.3 Referencias:**

#### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma ASTM 70 – 79.
- ✓ INEN 857

#### **Definiciones:**

- **La Densidad.-** de la partícula en masa son las que se determinan con más frecuencia y más fácilmente; se requieren para calcular la cedencia del concreto o la cantidad de agregado necesaria para un volumen determinado de concreto.
- **La absorción de agua.-** Se determina midiendo la disminución de masa de una muestra saturada y de superficie seca después de secarla en un horno durante 24 horas. La relación de la disminución de masa respecto a la masa de la muestra seca, expresada como porcentaje, se denomina absorción.



**Figura # 26.**-Peso de la muestra de Agregado grueso  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

**Tabla# 10.**-Peso en gramos de los recipientes en el laboratorio.

MOLDES GRANDES			
N° MOLDE	PESO (gr)	PESO (gr) + AGUA	VOLUMEN
1	2614,9	5859,2	3244,3
2	2260,2	4728,1	2467,9
3	1894,1	3702,6	1808,5
4	2962,9	6899,8	3936,9

MOLDES PEQUEÑOS			
N° MOLDE	PESO (gr)	N° MOLDE	PESO (gr)
1	282,2	11	277,5
2	277,5	12	275,1
3	270,3	13	271,8
4	270,1	14	275,7
5	278,4	15	280,7
6	270,1	16	270,4
7	268,7	17	272,4
8	268,8	18	270,7
9	274,4	19	286

10	277	20	273,9
----	-----	----	-------

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.5.4. Descripción.-

##### Equipos y Materiales:

- Balanza mecánica.
- Canasta de alambre.
- Recipiente para almacenar agua.
- Horno capaz de mantener temperatura constante.
- Bandejas de diferente aforo.



*Figura#27* Peso de la muestra en SSS

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

##### Preparación:

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- La preparación de la muestra permitirá determinar tanto el peso específico como la capacidad de absorción.
- Frecuencia de ensayo: Cada Semana.

#### **e.5.5. Realización: densidad y absorción de agua**

- Lavar la muestra destinada para el ensayo con el fin de eliminar recubrimientos superficiales de las partículas.
- Sumergir en agua al árido grueso empleando un recipiente lo suficientemente adecuado para el efecto, durante un período de 24 horas.
- Retirar la muestra del agua y secarla con una franela hasta eliminar la capa visible de agua obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS). Se tendrá cuidado de evitar la evaporación del agua contenida en los poros del agregado.
- Determinar el peso del recipiente que contendrá al agregado en SSS.
- Depositar el agregado en SSS en el recipiente anteriormente mencionado y registrar el peso de la muestra en estado SSS.
- Pesar la canastilla vacía sumergida en agua.
- Colocar inmediatamente el agregado en SSS dentro de la canastilla de alambre para registrar el peso sumergido en agua. No olvidar que se deben eliminar las burbujas de aire atrapado en la canastilla con movimientos lentos.
- Calcular la masa del árido grueso en SSS, masa del árido grueso en agua, volumen desalojado y finalmente el peso específico del árido.

#### **e.5.6. Procedimiento de Ensayo (capacidad de absorción).**

- Determinar la masa del recipiente donde se depositará la muestra.
- Tomar una porción de muestra en estado SSS de la canastilla del ensayo anterior y depositarla en el recipiente de masa conocida y registrar la masa del conjunto.
- Introducir el recipiente que contiene el árido grueso al horno y someterlo a temperatura constante durante 24 horas.
- Retirar la muestra del horno y registrar nuevamente la masa del conjunto, recipiente y muestra seca.
- Calcular la masa del árido en SSS, masa del árido seco, masa del agua contenida en el árido y finalmente determinamos la capacidad de absorción de estos áridos.

e.5.7. Tratamiento de Resultados.

Tabla# 11.-Porcentaje de Absorción de los Áridos.

<b>FECHA: 03/09/2012</b>		
<b>AGREGADO FINO</b>		
Peso del recipiente vacío (picnómetro)	2260,2	g.
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	4728,1	g.
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3978,4	g.
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1895,4	g.
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	5766,1	g.
peso de la tara	2260,2	g.
peso de la tara con la muestra seca	4065,3	g.
peso de la muestra seca	1805,1	g.
peso del volumen de agua desalojada (volumen real de la muestra)	1038	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	2,11	g.
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	2,21	g.
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	2,35	g.
<b>ABSORCION</b>	5,00	%

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3234,2	g.
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1338,1	g.
peso en el agua de la muestra saturada con superficie seca	4467,7	g.
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	765,1	g.
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g./cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6	g.
Peso de la tara	1896,1	g.
Peso de la tara con la muestra seca	3209,2	g.
Peso de la muestra seca	1313,1	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	2,29	g.
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	2,34	g.
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	2,40	g.
<b>ABSORCION</b>	1,90	%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**e.5.8. Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

**e.6. Ensayo de Determinación de la Masa Unitaria Compactada (INEN 858)**

**e.6.1. Objeto:**

El presente procedimiento determina la masa unitaria en estado compactado de los áridos fino y grueso.

**e.6.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica a los áridos finos y grueso del concreto que se elabora, en nuestra investigación un hormigón de más de 55MPa. la misma que es sometida a Estricto Control de la Calidad.

**e.6.3. Referencias:**

**Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma INEN 858.

**Definiciones:**

- **Áridos.-** Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Masa unitaria compactada.-** Es la masa del cemento es estado compactado.
- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

#### e.6.4. Descripción.-

##### Equipos y Materiales:

- Balanza mecánica.
- Recipientes cilíndricos metálicos.
- Varilla lisa de compactación.
- Pipetas.
- Agua.

##### Preparación:

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada día.



*Figura # 28.*-Peso del recipiente con Agua  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura # 29.-**Materiales para ensayo  
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.6.5 Realización: MUC**

- Tomar el recipiente adecuado y determinar su masa.
- Llenar el recipiente con agua con ayuda de las pipetas.
- Registrar la masa del recipiente mas agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Depositar en el recipiente una porción del árido hasta el un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes utilizando la varilla lisa de compactación, éstos golpes deben estar distribuidos en toda la superficie del árido. Hay que evitar golpear bruscamente el fondo del recipiente.
- Volver a depositar árido hasta los dos tercios de altura del recipiente y repetir los 25 golpes.
- Llenar el recipiente totalmente y compactarlo nuevamente.
- Con la varilla de compactación nivelar la superficie del recipiente. Tomar en cuenta que en el momento de dar los golpes la varilla no debe penetrar los dos tercios de altura anteriores, determinar la masa del recipiente más el árido.
- Repetir dos veces los cinco los pasos anteriores.
- Calcular el promedio de las masas unitarias compactadas.

- Calcular y tabular la masa del árido compactado y calcular la masa unitaria compactada del árido (MUC).



**Figura # 30.-**Compactación del agregado grueso

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.6.6. Tratamiento de Resultados.

**Tabla# 12 .-**Masa Unitaria Compactada de los Áridos.

FECHA: 10/09/2012		Agregado secado en el horno a 110 °C			
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO (g.)	ARIDO GRUESO (g.)	ARIDO FINO (g.)	ARIDO GRUESO (g.)
<i>M recipiente (g.)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g.)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g.)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado.(g.)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente g.</i>	4578,9	8738,65	4598,2	8802,5
	<i>2da. Materia prima + recipiente g.</i>	4478,2	8895,23	4687,2	8959,08
	<i>3ra. Materia prima + recipiente g.</i>	4424,08	8758,6	4589,3	8904,96
	<i>Promedio</i>	4493,73	8797,49	4624,90	8888,85
<i>Masa agreg.compactado g.</i>		2599,63	5834,59	2730,80	5925,95

<i>M (g/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>1,44</i>	<i>1,48</i>	<i>1,51</i>	<i>1,51</i>
-----------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.6.7. Puntos Críticos:

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

#### e.7. Ensayo de Determinación de la Masa Unitaria Suelta de los Agregados. (NTE INEN 858)

##### e.7.1. Objeto:

El presente procedimiento determina la masa unitaria en estado suelto de los áridos que ingresa a la Empresa.

##### e.7.2. Alcance:

Este procedimiento aplica al árido fino y grueso que es parte constitutiva de un hormigón de alta resistencia, en nuestro caso de estudio es 55MPa.

##### e.7.3. Referencias:

#### Bibliografía y Documentos Asociados:

- ✓ Norma INEN 858.

#### Definiciones:

- **Áridos.**-Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Masa unitaria suelta.**- El material que se encuentra en estado natural de reposo por que el volumen que ocupa es mayor por lo tanto la masa unitaria es menor.
- **Muestra.**- Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.**- Es una muestra compuesta destinada a ensayos.



*Figura #31*.-Toma de Muestra Árido fino.

**Elaborado por:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.7.4. Descripción.-**

##### **Equipos y Materiales:**

- Balanza mecánica.
- Recipientes cilíndricos metálicos.
- Varilla lisa de compactación.
- Pipetas.
- Agua.

##### **Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada día.



*Figura # 32 .-Enrazado del Árido fino.*

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.7.5. Realización: MUS**

- Tomar el recipiente adecuado de acuerdo al tipo de agregado y determinar su masa.
- Llenar el recipiente con agua con ayuda de las pipetas.
- Registrar la masa del recipiente mas agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Llenar el recipiente con una porción del árido en forma lenta y progresiva.
- Nivelar la superficie del recipiente con la varilla de compactación.
- Determinar la masa del recipiente más el árido.
- Repetir los tres pasos anteriores dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.

- Calcular y tabular la masa del árido suelto.
- Calcular la masa unitaria suelta (MUS) del árido.

#### e.7.6. Tratamiento de Resultados.

*Tabla# 13.-Masa Unitaria Suelta de Árido Fino y Grueso.*

FECHA: 10/09/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
M recipiente (g.)		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
M recipiente + agua (g.)		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
M agua (g.)		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
V recipiente (cm3)		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
Masa recipiente + agregado .(g)	1er. Materia prima + recipiente gr	4578,9	8738,65	4598,2	8802,5
	2da. Materia prima + recipiente g.	4478,2	8895,23	4687,2	8959,08
	3ra. Materia prima + recipiente g.	4424,08	8758,6	4589,3	8904,96
	Promedio	4493,73	8797,49	4624,90	8888,85
Masa agreg.compactado g.		2599,63	5834,59	2730,80	5925,95
M (g/cm3)		<b>1,44</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,51</b>

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.7.7. Puntos Críticos:

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.

- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

## **e.8. Ensayo de Determinación de la Masa Unitaria Suelta del cemento. (NTE INEN 156)**

### **e.8.1 Objeto:**

El presente procedimiento determina la masa unitaria suelta del cemento que es parte del hormigón de alta resistencia.

### **e.8.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al cemento que es parte constitutiva del hormigón de alta resistencia.

### **e.8.3. Referencias:**

#### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma NTE INEN 156.

### **Definiciones:**

- **Áridos.-** Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Masa unitaria suelta.-** El material que se encuentra en estado natural de reposo por que el volumen que ocupa es mayor por lo tanto la masa unitaria es menor.
- **Cemento,** sustancia de polvo fino hecha de argamasa de yeso capaz de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire.
- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

### **e.8.4. Descripción.-**

**Equipos y Materiales:**

- Balanza mecánica.
- Recipientes cilíndricos metálicos.
- Varilla lisa de compactación.
- Pipetas.

**Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada Semana.

**e.8.5. Realización: MUS**

- Tomar el recipiente determinar su masa.
- Llenar el recipiente con agua con ayuda de las pipetas.
- Registrar la masa del recipiente mas agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Llenar el recipiente con cemento en forma lenta y progresiva.
- Nivelar la superficie del recipiente con la varilla de compactación.
- Determinar la masa del recipiente más el cemento.
- Repetir los tres pasos anteriores dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.
- Calcular y tabular la masa del cemento.
- Calcular la masa unitaria suelta (MUS) del cemento.

**e.8.6. Tratamiento de Resultados.**

*Tabla# 14.-Masa Unitaria Suelta del Cemento.*

<b>MASA UNITARIA SUELTA DEL CEMENTO</b>		
<b>Técnico</b>	A.GUAMBO - V. CABEZAS	
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	:	03/07/2012
<b>RESULTADOS</b>		
<i>Recipiente metálico</i>		<b>1</b>
<i>M recipiente (g)</i>		2605,5
<i>M recipiente + agua (g)</i>		5761
<i>M agua (g<sup>-1</sup>)</i>		3155,5
<i>V recipiente (cm<sup>3</sup>)</i>		3155,5
<i>Mrec+cemento (gr)</i>	<i>1er. Cemento suelto + rec</i>	5900,2
	<i>2do. Cemento suelto + rec</i>	5818,1
	<i>3er. Cemento suelto + rec</i>	5850,5
	<i>Promedio</i>	5856,27
<i>M agreg.suelto</i>		3250,77
<b>MUS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1,03</b>

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**e.8.7. Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

Después de analizar las propiedades mecánicas y físicas de los agregados tanto fino como grueso y también del cemento tipo 10P y la cantidad de aditivo que ingresaría en la mezcla se procede a analizar y evaluar el método de diseño de mezclas de un concreto de alta resistencia por lo cual se escoge el diseño del comité ACI 211.4

**e.9. EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA DEL COMITÉ ACI 211.4**

## **a. Objetivo**

Presentar el método empleado para el diseño de mezclas de concreto, y realizar la presentación detallada del método de diseño de mezclas de concreto de alta resistencia basándose en el ACI 211.

## **b. Procedimiento para establecer un diseño de dosificación por el método del ACI.**

### **b.1. Abreviaturas:**

- ✓ Slump = Asentamiento.
- ✓ CAR = Concretos de Alta Resistencia.
- ✓ SP = Superplastificantes.
- ✓  $f'_{cr*}$  = Resistencia Requerida del Concreto.

### **b.2. Se Establece el Método de Diseño de Mezclas de Concretos De Alta Resistencia.**

Este método semi-empírico sirvió de base para realizar las primeras mezclas de la investigación, seguidamente se cumple uno de los objetivos de la presente tesis que fue el de proponer una dosificación óptima para hormigones de alta resistencia, en nuestro caso 55 MPa. este objetivo represento uno de los más difíciles a cumplir, dado que la predicción del comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido, es aun uno de los temas principales de investigación alrededor del mundo. Primeramente se debió solucionar el problema de las proporciones ideales de agregados, para esto se realizó comparaciones con varias granulometrías ideales y se utilizó el modelo de acomodo compresible para predecir estas proporciones, este modelo se presenta detalladamente, a continuación se debió solucionar el problema de la cantidad de cemento de cada mezcla, aquí se presentan varias teorías utilizadas para el cálculo aproximado de este valor, relacionándolo a la vez con la trabajabilidad de las mezclas, en el siguiente paso se debió prever la dosis de aditivo a utilizar, para esto se utilizó el concepto de compacidad de los cementos con el cual se consiguió encontrar el punto óptimo de uso. Cada punto mencionado anteriormente, ha sido desarrollado detalladamente y se incluyen ejemplos de los cálculos, la predicción de la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto endurecido.

### **b.3. Método de diseño de mezclas de concretos de Alta Resistencia ACI 211.4.**

El método propuesto por el comité 211.4 del ACI abarca el rango de resistencia entre 450kg/cm<sup>2</sup> y 840 kg/cm<sup>2</sup>, este método es aplicable a concretos de peso normal. Las consideraciones básicas de este método al igual que en el método para concretos convencionales es la determinación de la cantidad de los materiales requeridos para producir un concreto con las propiedades en estado fresco y endurecido deseadas. El procedimiento consiste en una serie de pasos, con los cuales se debe cumplir.

#### **b.3.1. Procedimiento de diseño.-**

##### **a.) Paso 1:**

Seleccionar el slump y la resistencia del concreto requeridos, valores recomendados para el slump se muestran en la tabla 17. A pesar que un concreto de alta resistencia es producido exitosamente con la adición de un superplastificante sin una medida inicial del slump, es recomendado un slump de 1 a 2” antes de adicionar el superplastificante. Esto asegurará una adecuada cantidad de agua para la mezcla y permitirá que el superplastificante sea efectivo.

*Tabla# 15 .-Slump recomendado para CAR con y sin superplastificantes*

<i>As. con superplastificantes</i>	<i>As. sin superplastificantes</i>
3- 5 cm	5-10 cm
<i>Antes de la adicción de Superplastificantes</i>	

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

##### **b.) Paso 2:**

Seleccionar el tamaño máximo del agregado, basados en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo del agregado grueso es dado en la tabla 18. El ACI 318 establece que el tamaño máximo de un agregado no debe exceder un quinta parte de la dimensión menor entre los lados del elemento, una tercera parte de la profundidad de la losa, o tres cuartas partes del mínimo espaciamiento entre las barras de refuerzo.

*Tabla# 16.-Tamaño máximo del agregado grueso*

<i>Resistencia Requerida del concreto</i>	<i>Tamaño máximo del agregado</i>
< 630 Kg/cm <sup>2</sup>	1,9- 2.54 cm

> 630 Kg/cm <sup>2</sup>	0,95- 1.27 cm
--------------------------	---------------

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**c.) Paso 3:**

Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso, el óptimo contenido de agregado grueso depende su resistencia característica y tamaño máximo como se muestra en los ensayos previos al diseño. El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, es dado en la tabla 3.3. Como una función del tamaño máximo nominal.

*Tabla# 17.-* Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de concreto ( Para Ag. Fino con módulo de finura entre 2.5 - 3.2 )

<b>Tamaño nominal máximo (cm)</b>	0,9525	1,27	1,905	2,54
<b>Fracción volumétrica (Psag)</b>	0.65	0.68	0.72	0.75

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

El contenido óptimo de agregado grueso es dado como una función del tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino. Las mezclas de concretos de alta resistencia, sin embargo, tienen un alto contenido de materiales cementicios, y por lo tanto no son dependientes del agregado fino para lograr la lubricación y compactibilidad de la mezcla. Por supuesto los valores dados en la tabla 19. son recomendados para arenas que tienen un módulo de finura entre 2.5 a3.2.

**d.) Paso 4:**

Estimar el agua de mezcla y el contenido de aire, la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo, forma de las partículas, degradación del agregado, cantidad de cemento y tipo de plastificante o superplastificante usados. Si se usa un superplastificante, el contenido de agua en este aditivo es tomado en cuenta para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c): La tabla 3.4. da una primera estimación del agua de mezclado requerida para concretos elaborados con agregados de tamaño máximo entre 1” y 3 / 8 ”, esta cantidad de agua es estimada sin la adición del aditivo, en la misma tabla también se da los valores estimado de

aire atrapado. Estas cantidades de agua de mezclado son máximas para un agregado bien gradado, angular y limpio que cumple con los límites de la norma ASTM C 33. Dado que la forma de las partículas y la textura superficial del agregado fino puede influenciar significativamente su contenido de vacíos, el requerimiento de agua de mezclado puede ser diferente de los valores dados.

Los valores dados en la tabla 3.4. son aplicables cuando el agregado fino usado tiene un contenido de vacíos (V) igual a 35%.

**Tabla# 18.**-Estimación del agua de mezcla y el contenido de aire.

<b>Asentamiento (cm)</b>	<b>Agua de mezclado en Kg/m<sup>3</sup> para los tamaños máximos de agregados grueso indicados</b>			
	<b>0.95 cm</b>	<b>1.27 cm</b>	<b>1.905 cm</b>	<b>2.54cm</b>
<b>2.54-5.08</b>	183	174	168	165
<b>5.08-7.02</b>	189	183	174	171
<b>7.02-10.16</b>	195	189	180	177
	<b>Aire Atrapado</b>			
<b>Sin SP</b>	3	2.5	2	1.5
<b>Con SP</b>	2.5	2	1.5	1

P = Superplastificante

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

Cuando el contenido de vacíos del agregado fino no es 35%, es necesario un ajuste a la cantidad de agua de mezclado, este ajuste puede ser calculado usando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{Ajustes de agua de mezclado, } A \text{ Kg/m}^3 \\
 & = 4.72 * (V - 35) \qquad \qquad \qquad (3.3)
 \end{aligned}$$

Usando la ecuación Obtenemos un ajuste de 4.72 kg/m<sup>3</sup> por cada punto porcentual del contenido de vacíos de la arena.

- **Paso 5:**

Seleccionar la relación agua/materiales cementicios, en las tablas 3.5<sup>a</sup> y 3.5 b, valores máximos recomendados para la relación agua/materiales cementicios son mostrados como un función del tamaño máximo del agregado para alcanzar diferentes resistencias a compresión en 28 o 56 días. Los valores dados en la tabla 3.5<sup>a</sup> son para concretos elaborados sin superplastificantes y los dados en la tabla 3.5b para concretos con superplastificante. En nuestro caso utilizamos la tabla 3.5b.

La relación agua/materiales cementicios puede limitarse por requerimientos de durabilidad. Cuando el contenido de material cementicio excede los 450 kg, se debe considerar el uso de un material cementicio alternativo.

**Tabla# 19.**-Relación agua/materiales cementicios para concretos.

**TABLA 3.5** □ *Relación Agua/Materiales cementicios para concretos sin superplastificante*

<b>Resistencia promedio <math>f'_{cr}</math>* Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Relación a/cm para los tamaños</b>			
		<b>máximo de agregados gruesos indicados</b>			
		<b>0.95 cm</b>	<b>1.27 cm</b>	<b>1.905 cm</b>	<b>2.54cm</b>
500	28	0.41	0.40	0.39	0.38
	56	0.41	0.43	0.42	0.42
550	28	0.36	0.35	0.34	0.34
	56	0.39	0.38	0.37	0.36
600	28	0.32	0.31	0.31	0.30
	56	0.35	0.34	0.33	0.32
650	28	0.29	0.28	0.28	0.27
	56	0.32	0.31	0.30	0.29
700	28	0.26	0.26	0.25	0.25
	56	0.29	0.28	0.27	0.26

\* La resistencia promedio deberá ser reajustada para usar esta tabla con un valor de 0.9

**TABLA 3.5b** *Relación Agua/Materiales cementicios para concretos con superplastificante*

<b>Resistencia promedio <math>f'_{cr}</math>* Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Relación a/cm para los tamaños</b>			
		<b>máximo de agregados gruesos indicados</b>			
		<b>0.95 cm</b>	<b>1.27 cm</b>	<b>1.905 cm</b>	<b>2.54cm</b>
500	28	0.49	0.47	0.45	0.42
	56	0.54	0.51	0.47	0.45
550	28	0.44	0.42	0.40	0.39
	56	0.49	0.46	0.43	0.41
600	28	0.40	0.38	0.36	0.35

	56	0.44	0.41	0.39	0.37
650	28	0.36	0.35	0.33	0.32
	56	0.40	0.38	0.36	0.34
700	28	0.33	0.32	0.31	0.30
	56	0.37	0.35	0.33	0.32
750	28	0.31	0.30	0.28	0.28
	56	0.34	0.32	0.30	0.30
800	28	0.29	0.28	0.26	0.26
	56	0.32	0.30	0.28	0.28
850	28	0.27	0.26	0.25	0.25
	56	0.30	0.28	0.27	0.26

\*La resistencia promedio deberá ser reajustada para usar esta tabla con un valor de 0.9

**Fuente:Comité ACI 211.4**

- **Paso 6:**

Calculo del contenido de material cementicio, el peso del material cementicio requerido por m<sup>3</sup> de concreto puede ser determinado por la división de la cantidad de agua de mezclado entre la relación a/c. seleccionada. Sin embargo si las especificaciones incluyen un límite mínimo en la cantidad de material cementicio por m<sup>3</sup>, este debe ser cumplido.

- **Paso 7:**

Proporcionamiento de la mezcla de prueba base, para determinar las proporciones óptimas primero se debe realizar una mezcla base, los siguientes pasos deben ser seguidos para completar la mezcla:

**7.1.-Contenido de cemento.-** Para esta mezcla, el peso del cemento será igual al calculado en el paso 6.

**7.2.-Contenido de arena.-** Después de determinar los pesos por m<sup>3</sup> de agregado grueso, cemento, agua, y contenido de aire atrapado, el contenido de arena puede ser calculado usando el método de volúmenes absolutos.

- **Paso 8:**

Proporcionamiento de mezclas usando flyash, este método incluye el uso de flyash como adición al concreto, la adición de este reducirá la demanda de agua, reduce la temperatura, y reduce el costo. Este paso se describe la manera de adicionar al concreto este material y

los pasos para su proporcionamiento, recomendando al menos dos pruebas con diferentes contenidos de este material.

- **Paso 9:**

Mezclas de prueba, para cada mezcla el proporcionamiento se hará siguiendo los pasos del 1 al 8, una mezcla de prueba debe ser producida determinando su trabajabilidad y características de resistencia.

- **Paso 10:**

Ajuste de las proporciones de la mezcla, si las propiedades deseadas del concreto no han sido obtenidas en las mezclas de prueba, las proporciones de la mezcla base deben ser modificadas siguiendo el procedimiento siguiente:

**Slump inicial.-** Si el slump inicial no se encuentra en los rangos deseados, el aguada mezclada debe ser ajustada, el contenido de cemento debe ser corregido para mantener constante la relación a/c, y el contenido de arena debe ser ajustado para asegurar el flujo del concreto.

**Dosis de superplastificante.-** El superplastificante debe ser determinado su efecto en la trabajabilidad y resistencia. Se debe seguir las indicaciones dadas por el fabricante en cuanto a su tasa máxima de uso. El uso en laboratorio de superplastificantes debe ser ajustado para su uso en campo, en nuestra investigación esta dentro del rango que va desde 0.1% al 2%; la utilización específica en nuestro diseño inicial arrojó 0.8%.

**Contenido de agregado grueso.-** Una vez que las mezclas de prueba de concreto han sido ajustadas para el slump deseado, se debe determinar si la mezcla es demasiado áspera. Si es necesario el contenido de agregado grueso puede ser reducido y el contenido de arena ajustado. Sin embargo este incremento del contenido de arena incrementará la demanda de agua, y por lo tanto el contenido de cemento.

**Contenido de aire.-** Si el contenido de aire difiere significativamente de las proporciones deseadas, el contenido de arena puede ser ajustado.

**Relación a/c.-** Si la resistencia requerida no es alcanzada, mezclas adicionales con una menor relación a/c deben ser elaboradas.

- **Paso 11:**

Selección de la mezcla optima, una vez que las proporciones de mezcla han sido ajustadas para producir la trabajabilidad y resistencia deseadas, es necesario realizar pruebas en las condiciones de campo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el ACI 211.1.

#### **e.10. Ensayo de Asentamiento del Hormigón (ASTM C 143)**

##### **e.10.1. Objeto:**

El presente procedimiento determina el asentamiento del hormigón y poder determinar la trabajabilidad del mismo.

##### **e.10.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al hormigón que se elabora en la Empresa.

##### **e.10.3. Referencias:**

###### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma ASTM C 143.

###### **Definiciones:**

- **Aditivo.-** Son compuestos que aceleran el tiempo de fraguado en un hormigón reduciendo su tiempo de curado.
- **Áridos.-** Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Masa unitaria suelta.-** El material que se encuentra en estado natural de reposo por que el volumen que ocupa es mayor por lo tanto la masa unitaria es menor.
- **Cemento,** sustancia de polvo fino hecha de argamasa de yeso capaz de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire.
- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima

- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

**Abreviaturas:**

- Aditivo ERGOMIX 5500
- Cemento 10 P.

**e.10.4. Descripción.-**

**Equipos y Materiales:**

- Cono de abrams
- Varilla de compactación
- Recipientes de plástico.
- Recogedor metálico

**Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada hormigonada en producción.

**e.10.5. Realización: toma de muestras**

- Humedecer el molde y el piso o placa base, ejecutar sobre una superficie rígida no absorbente.
- El cono de Abrams debe estar colocado en un lugar liso y nivelado horizontalmente.
- Apoyar firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Por ningún motivo debe moverse los pies durante el llenado del molde.

- Llenar el molde en tres capas de igual volumen, la primera capa a una profundidad de 70 mm. la segunda hasta de 160 mm. y la tercera hasta el borde superior del molde.



**Figura # 33.-**Varillado por capas en el Cono de Abrams

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

- Compactar cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.
- Compactar la segunda y tercera capa penetrando la capa anterior 25 mm. (1 pulgada) y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde.
- Cuando compacte la última capa, mantener un excedente de hormigón sobre el molde antes de comenzar el varillado, si el concreto es insuficiente detener el varillado y colocar una cantidad representativa para mantener un exceso de concreto sobre el molde todo el tiempo.

- Enrasar el hormigón rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- Continuar manteniendo el molde firme y remover el hormigón alrededor del área circundante de la base del molde para prevenir la interferencia en el momento del asentamiento del concreto.
- Levantar el molde por encima de las 12 pulgadas (300 mm) de un solo movimiento sin giros. En un tiempo de  $5 \pm 2$  segundos.
- Medir con una precisión de  $\frac{1}{4}$  de pulgada (5 mm) el revenimiento, desde la parte superior del molde hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen.
- Si al levantar el cono se produce una falla por corte, es necesario descartar la prueba y realizar el ensayo con una nueva porción de mezcla, si la falla se repite, es posible que el hormigón no tenga la plasticidad necesaria o sea cohesivo para aplicar este ensayo de revenimiento.
- Ejecute la prueba, desde su inicio hasta el final.



**Figura # 34.-**Toma de muestra en dos capas.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.10.6. Tratamiento de Resultados.

*Tabla# 20.-Cuadro Para Toma de Especímenes de Hormigón.*

TOMA DE MUESTRAS CILINDROS DE HORMIGON f'c 55Mpa.				
Técnico	A.GUAMBO - V. CABEZAS			
CODIGO CILINDRO	TIEMPO DE CURADO	HORA DE ENSAYO	As (cm)	OBSERVACIONES
6	7 DIAS	8:50	18	vibrador de mesa
5	7 DIAS	8:50	18	vibrador de mesa
4	7 DIAS	8:50	18	vibrador de mesa
12	14 DIAS	9:30	18	vibrador de mesa
11	14 DIAS	9:30	18	vibrador de mesa
10	14 DIAS	9:30	18	vibrador de mesa
3	21 DIAS	10:10	18	vibrador de mesa
2	21 DIAS	10:10	18	vibrador de mesa
1	21 DIAS	10:10	18	vibrador de mesa
9	28 DIAS	10:45	18	vibrador de mesa
8	28 DIAS	10:45	18	vibrador de mesa
7	28 DIAS	10:45	18	vibrador de mesa

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### e.10.7. Puntos Críticos:

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

#### e.11. Ensayo de la Determinación de la Resistencia a la Compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de Cemento Hidráulico. (NTE INEN 1 573)

##### e.11.1.Objeto:

El presente procedimiento describe el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón en la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.



*Figura # 35.-*Probetas para Cilindros de compresión (100x200) mm.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

#### **e.11.2. Alcance:**

Este método de ensayo se utiliza para determinar la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico en la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.

#### **e.11.3. Referencias:**

##### **Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma INEN 1573: 2010.

##### **Definiciones:**

- **Áridos.**-Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Segregación.**-separación de áridos finos con gruesos.

- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra Simple.-** Es una porción de Materia Prima, extraída de una sola vez.
- **Muestra Compuesta.-** Es la mezcla de muestras simples extraídas de un mismo lote.
- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

#### **e.11.4. Descripción.-**

##### **Equipos y Materiales:**

- Máquina de ensayos a compresión.
- Máquina de vibrado
- Cilindros
- Varilla de compactación

##### **Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada Día.

#### **e.11.5. Realización: Probetas cilíndricas**

- Desencofrar las probetas de los moldes cilíndricos después de 24 h.
- Se deben realizar los ensayos de compresión a los especímenes después de 7, 14, 21, 28 días de reposo.
- Verificar la evolución que tienen las probetas a medida que transcurre el tiempo.



**Figura # 36** .-Equipos de Laboratorio  
**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

**e.11.6. Tratamiento de Resultados.**

**Tabla# 21.**-Registro de Pruebas de Compresión de Especímenes de Hormigón.

PRUEBAS DE COMPRESIÓN A CILINDROS DE PRUEBA						
<b>FECHA:</b>		15/08/2012				
<b>RESPONSABLE:</b>		Tecnico. VICTOR CABEZAS C -Tecnico. ALFREDO GUAMBO				
ELABORACION DEL CILINDRO	HORA DE ENSAYO	D (mm)	H (mm)	CARGA (KN)	RESISTENCIA (MPa)	OBSERVACIONES
15-ago	10:55	100	200	341,30	43,456	7 DIAS
15-ago	10:55	100	200	333,25	42,430	7 DIAS
15-ago	12:45	100	200	324,56	41,324	7 DIAS
08-ago	12:54	100	200	403,26	51,345	14 DIAS
08-ago	16:45	100	200	390,85	49,765	14 DIAS
08-ago	16:45	100	200	414,38	52,760	14 DIAS
01-ago	12:45	100	200	406,15	51,713	21 DIAS
01-ago	13:58	100	200	444,96	56,654	21 DIAS
01-ago	7:56	100	200	435,55	55,456	21 DIAS
25-jul	7:56	100	200	471,14	59,987	28 DIAS
25-jul	8:59	100	200	468,45	59,645	28 DIAS
25-jul	9:59	100	200	474,66	60,435	28 DIAS

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

**e.11.7. Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.

- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.
- Verificar la homogenización de la muestra antes de realizar el ensayo.

**e.12. Ensayo de Determinación de la cantidad de aditivo, relación Agua Cemento para la comprobar la trabajabilidad del hormigón. (ASTM C 494M – ASTM C 1017)**

**e.12.1. Objeto:**

El presente procedimiento determina el tiempo de trabajabilidad que se puede mantener una mezcla de aditivo con un cemento Tipo 10P.

**e.12.2. Alcance:**

Este procedimiento aplica al Cemento Chimborazo Tipo 10 P y al aditivo ERGOMIX 5500 Súper plastificante acelerante que ingresan a la Empresa Ecuatoriana de Prefabricados.

**e.10.3. Referencias:**

**Bibliografía y Documentos Asociados:**

- ✓ Norma ASTM C 494M
- ✓ Norma ASTM C 1017

**Definiciones:**

- **Aditivo.-** Son compuestos que aceleran el tiempo de fraguado en un hormigón reduciendo su tiempo de curado.
- **Áridos.-** Son materiales de forma granular que poseen propia resistencia y componen el 70 u 80% de la masa del hormigón.
- **Masa unitaria suelta.-** El material que se encuentra en estado natural de reposo por que el volumen que ocupa es mayor por lo tanto la masa unitaria es menor.
- **Cemento,** sustancia de polvo fino hecha de argamasa de yeso capaz de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire.

- **Muestra.-** Es la cantidad representativa de materia Prima, extraída al azar de un lote de Materia Prima
- **Muestra de Ensayo.-** Es una muestra compuesta destinada a ensayos.

#### **e.12.4. Descripción.-**

##### **Equipos y Materiales:**

- Balanza mecánica.
- Recipientes cilíndricos metálicos.
- Pipetas
- Espátulas.
- Agua.
- Cronómetro

#### **e.12.5. Preparación:**

- Verificar que los materiales a ser utilizados se encuentren completamente limpios.
- Frecuencia de ensayo: Cada hormigonada en producción.

#### **e.12.6. Realización: toma de muestras**

- Tomar el recipiente limpio y seco
- Añadir 500 g. De cemento y 4 g. De aditivo (ERGOMIX 5500).
- Mezclar con 100 ml de agua.
- Homogenizar la muestra hasta que actué el aditivo.
- Una vez realizada la muestra tomar el tiempo en que este se hace duro y ya no puede ser trabajable.

#### **e.12.7. Tratamiento de Resultados.**

<b>TIEMPO DE TRABAJABILIDAD DEL ADITIVO CON EL CEMENTO</b>	
<b>Recipiente</b>	<b>1.- Pequeño</b>
<b>M CEMENTO (g.)</b>	500
<b>M AGUA (ml.)</b>	100
<b>M ADITIVO (g.)</b>	4

**e.12.8. Puntos Críticos:**

- Seguir detenidamente los pasos descritos en el presente procedimiento.
- La limpieza de los materiales que se utilicen es crítico tanto en elaboración como en control de calidad, de no ser así interferirían directamente en la apreciación en el momento de emitir los resultados.

**2.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Para el respectivo procesamiento de datos se utiliza el método analítico, inductivo y deductivo.

Los datos técnicos sobre las condiciones mecánicas de los materiales constitutivos de un hormigón de más de 55Mpa, muestra la contribución con el análisis de la hipótesis, y los valores característicos de que tipo de áridos son utilizados, con sus respectivas condicionantes con la cual se escoge para la dosificación de hormigones de alta resistencia.

**2.6.1. SE ESTABLECE EL METODO DE DISEÑO APLICABLE.**

Dentro del análisis del proyecto de investigación se examinó varios métodos para dosificaciones con la cual escogimos el método del ACI 211.4, la misma que está detallada anteriormente paso a paso.

**2.6.2 SE DETERMINA LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS PARA LA ELABORACIÓN DE**

### **HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.**

De la misma manera se determinó las características mecánicas y físicas de los áridos apegándonos a las normas NTE INEN, ASTM que requiere cada práctica, tanto para los ensayos destructivos y no destructivos.

#### ***2.6.3 SE DEFINEN LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE LA DOSIFICACION.***

Por los resultados obtenidos de la evaluación de las muestras tomadas podemos afirmar que realmente se cumplieron todas las condicionantes para realizar un hormigón de más de 55 Mpa.

Como el diseño inicial está en función de la granulometría se tiene cinco posibilidades de dosificación en función de la retención del material en las mallas del tamizado ya que el Árido grueso no es homogéneo por factores externos como en la trituración, mezcla y depósito, es así que se presenta a continuación los cinco tipos de dosificación que se obtuvo en el laboratorio.

#### **2.6.4 RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS DE LOS AGREGADOS PARA UNA PRELIMINAR DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA: 55 MPa.**

**Tabla# 22.**-Resultados de diferentes ensayos del Agregado fino durante 30 días.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</p>									
Proyecto:	Tesis: <b>CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55</b> MPa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE								
FECHAS	Modulo de finura	Peso Especifico	Peso unitario compactado	Peso unitario suelto	Contenido de humedad	Absorcion (%)	V vacios %	Ajuste de agua de mezclado	CORRECCION DE AGUA POR HUMEDAD
01/07/2012	2,76	2,39	1,53	1,41	6,41	6,96	35,88	4,15	-0,005
02/07/2012	2,76	2,39	1,58	1,47	5,84	6,96	33,78		-0,011
03/07/2012	2,76	2,39	1,54	1,43	5,92	6,96	35,46	2,17	-0,010
04/07/2012	2,31	2,39	1,50	1,39	6,02	6,96	37,14	10,09	-0,009
05/07/2012	2,31	2,39	1,58	1,47	6,22	6,96	33,78		-0,007
06/07/2012	2,31	2,39	1,59	1,48	6,17	6,96	33,37		-0,008
07/07/2012	2,31	2,39	1,52	1,44	4,92	6,96	36,30	6,13	-0,020
08/07/2012	2,71	2,33	1,45	1,41	5,56	6,71	37,64	12,44	-0,011
09/07/2012	2,71	2,33	1,46	1,41	5,99	6,71	37,21	10,41	-0,007
10/07/2012	2,71	2,33	1,46	1,44	6,30	6,71	37,21	10,41	-0,004
11/07/2012	2,71	2,33	1,51	1,48	5,02	6,71	35,05	0,26	-0,017
12/07/2012	2,56	2,33	1,49	1,47	5,31	6,71	35,92	4,32	-0,014
13/07/2012	2,56	2,33	1,43	1,40	6,41	6,71	38,50	16,50	-0,003
14/07/2012	2,56	2,33	1,44	1,41	6,48	6,71	38,07	14,47	-0,002
15/07/2012	2,56	2,33	1,46	1,43	5,50	6,71	37,21	10,41	-0,012
16/07/2012	2,82	2,34	1,54	1,42	5,67	6,75	34,24		-0,011
17/07/2012	2,82	2,34	1,58	1,48	6,12	6,75	32,54		-0,006
18/07/2012	2,82	2,34	1,54	1,44	6,43	6,75	34,24		-0,003
19/07/2012	2,82	2,34	1,51	1,40	6,67	6,75	35,53	2,48	-0,001
20/07/2012	2,82	2,34	1,58	1,48	5,15	6,75	32,54		-0,016
21/07/2012	2,82	2,34	1,59	1,48	6,35	6,75	32,11		-0,004
22/07/2012	2,73	2,34	1,52	1,45	6,40	6,75	35,10	0,47	-0,003
23/07/2012	2,73	2,35	1,45	1,41	5,33	6,74	38,18	14,99	-0,014
24/07/2012	2,73	2,35	1,46	1,42	6,37	6,74	37,75	12,98	-0,004
25/07/2012	2,73	2,35	1,47	1,45	7,44	6,74	37,32	10,97	0,007
26/07/2012	2,73	2,35	1,52	1,49	5,73	6,74	35,19	0,91	-0,010
27/07/2012	2,56	2,35	1,50	1,48	6,95	6,74	36,05	4,93	0,002
28/07/2012	2,56	2,35	1,43	1,41	6,25	6,74	39,03	19,02	-0,005
29/07/2012	2,56	2,35	1,45	1,42	6,57	6,74	38,18	14,99	-0,002
30/07/2012	2,56	2,35	1,47	1,44	5,94	6,74	37,32	10,97	-0,008

Elaborado por: Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

**Tabla# 23.-**Resultados de diferentes ensayos del Agregado grueso ¾ plg durante 30 días.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
	FACULTAD DE INGENIERIA					
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS					
Proyecto:	Tesis: CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE					
FECHAS	Peso Especifico	Peso unitario compactado	Peso unitario suelto	Contenido de humedad (%)	Absorcion (%)	CORRECCION DE AGUA POR HUMEDAD
01/07/2012	2,41	1,55	1,44	2,92	2,17	0,007
02/07/2012	2,41	1,51	1,49	1,85	2,17	-0,003
03/07/2012	2,41	1,50	1,47	2,18	2,17	0,000
04/07/2012	2,41	1,48	1,46	2,21	2,17	0,000
05/07/2012	2,41	1,51	1,49	2,23	2,17	0,001
06/07/2012	2,41	1,52	1,49	1,13	2,17	-0,010
07/07/2012	2,41	1,50	1,48	1,55	2,17	-0,006
08/07/2012	2,44	1,41	1,46	2,01	2,08	-0,001
09/07/2012	2,44	1,41	1,46	2,43	2,08	0,003
10/07/2012	2,44	1,44	1,48	2,77	2,08	0,007
11/07/2012	2,44	1,48	1,50	2,33	2,08	0,002
12/07/2012	2,44	1,47	1,49	2,05	2,08	0,000
13/07/2012	2,44	1,40	1,46	2,92	2,08	0,008
14/07/2012	2,44	1,41	1,46	2,59	2,08	0,005
15/07/2012	2,44	1,43	1,47	2,16	2,08	0,001
16/07/2012	2,40	1,42	1,44	1,20	2,18	-0,010
17/07/2012	2,40	1,48	1,49	1,79	2,18	-0,004
18/07/2012	2,40	1,44	1,47	2,29	2,18	0,001
19/07/2012	2,40	1,40	1,46	2,72	2,18	0,005
20/07/2012	2,40	1,48	1,49	1,15	2,18	-0,010
21/07/2012	2,40	1,48	1,50	1,50	2,18	-0,007
22/07/2012	2,40	1,45	1,48	1,66	2,18	-0,005
23/07/2012	2,40	1,41	1,46	2,12	2,18	-0,001
24/07/2012	2,39	1,42	1,47	1,69	2,06	-0,004
25/07/2012	2,39	1,45	1,48	2,03	2,06	0,000
26/07/2012	2,39	1,49	1,50	0,98	2,06	-0,011
27/07/2012	2,39	1,48	1,49	1,32	2,06	-0,007
28/07/2012	2,39	1,41	1,46	0,77	2,06	-0,013
29/07/2012	2,39	1,42	1,47	0,51	2,06	-0,016
30/07/2012	2,39	1,44	1,48	1,00	2,06	-0,011

Elaborado por: Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

**2.6.5 DOSIFICACIONES PRELIMINARES DE HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  
PARA 1 m<sup>3</sup> DE HORMIGON DE 55 MPa.**

*Tabla# 24 .-*Tabla del Tipo I de Dosificación Inicial.

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
<b>Proyecto:</b>		CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.			
<b>METODO DE DISEÑO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA DE 55 Mpa</b>					
<b>f'cr = 1,1 f'c + 5</b>			<b>f'cr = (f'c + 98) / 0,9</b>		
<b>f'cr= 65.5 MPa</b>			<b>f'cr= 720 kg/cm2 = 72Mpa</b>		
<b>TIPO DE DOSIFICACION I (1/2)</b>					
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>AGUA(l)</b>	<b>CEMENTO(kg)</b>	<b>ARENA(kg)</b>	<b>RIPIO (kg)</b>	<b>ADITIVO(l)</b>
01/07/2012	165,98	472,61	546,50	1083,22	4,1
02/07/2012	173,42	493,79	543,98	1048,64	4,1
03/07/2012	172,02	489,81	560,93	1039,28	4,1
04/07/2012	179,62	511,45	536,51	1028,14	4,1
05/07/2012	169,33	482,16	561,93	1052,18	4,1
06/07/2012	180,89	515,08	514,92	1043,59	4,1
07/07/2012	182,55	519,79	508,17	1036,64	4,1
08/07/2012	183,11	521,38	567,03	975,12	4,1
09/07/2012	176,94	503,80	588,78	984,52	4,1
10/07/2012	173,56	494,18	585,06	1005,55	4,1
11/07/2012	167,69	477,47	578,77	1032,03	4,1
12/07/2012	174,57	497,07	560,67	1019,69	4,1
13/07/2012	177,88	506,48	591,61	979,67	4,1
14/07/2012	179,41	510,86	578,19	986,13	4,1
15/07/2012	179,56	511,28	562,89	995,36	4,1
16/07/2012	179,67	511,59	571,55	975,65	4,1
17/07/2012	173,72	494,65	553,62	1022,44	4,1
18/07/2012	168,79	480,62	602,32	999,66	4,1
19/07/2012	167,00	475,51	633,90	978,84	4,1
20/07/2012	180,00	512,52	526,56	1015,21	4,1
21/07/2012	176,82	503,47	537,78	1024,70	4,1
22/07/2012	175,71	500,32	567,19	1001,71	4,1
23/07/2012	185,51	528,22	537,59	980,95	4,1
24/07/2012	186,53	531,13	532,82	982,17	4,1
25/07/2012	181,18	515,90	541,76	1003,09	4,1
26/07/2012	181,66	517,26	510,06	1023,14	4,1
27/07/2012	182,42	519,43	518,60	1017,14	4,1
28/07/2012	202,06	575,35	477,58	963,92	4,1
29/07/2012	199,86	569,06	482,27	970,84	4,1
30/07/2012	191,18	544,36	501,79	988,78	4,1

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

Tabla# 25.-Tabla del Tipo II de Dosificación Inicial.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>				
	<b>Proyecto:</b> CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.				
<b>METODO DE DISEÑO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA DE 55 Mpa</b>					
$f'_{cr} = 1,1 f'c + 5$				$f'_{cr} = (f'c + 98) / 0,9$	
$f'_{cr} = 65.5 \text{ MPa}$				$f'_{cr} = 720 \text{ kg/cm}^2 = 72 \text{ Mpa}$	
<b>TIPO DE DOSIFICACION II (3/4)</b>					
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>AGUA(l)</b>	<b>CEMENTO(kg)</b>	<b>ARENA(kg)</b>	<b>RIPIO (kg)</b>	<b>ADITIVO(l)</b>
01/07/2012	159,98	483,03	486,30	1146,94	4,10
02/07/2012	167,42	505,49	485,21	1110,32	4,10
03/07/2012	166,02	501,27	502,88	1100,41	4,10
04/07/2012	173,62	524,22	478,05	1088,62	4,10
05/07/2012	163,33	493,16	503,30	1114,07	4,10
06/07/2012	174,89	528,06	455,25	1104,98	4,10
07/07/2012	176,55	533,07	449,40	1097,61	4,10
08/07/2012	177,11	534,74	513,54	1032,48	4,10
09/07/2012	170,94	516,11	535,35	1042,43	4,10
10/07/2012	167,56	505,91	530,67	1064,70	4,10
11/07/2012	161,69	488,18	524,25	1092,74	4,10
12/07/2012	168,57	508,97	505,81	1079,68	4,10
13/07/2012	171,88	518,95	538,13	1037,30	4,10
14/07/2012	173,41	523,59	524,08	1044,14	4,10
15/07/2012	173,56	524,04	508,71	1053,91	4,10
16/07/2012	173,67	524,37	517,11	1033,04	4,10
17/07/2012	167,72	506,40	496,91	1082,59	4,10
18/07/2012	162,79	491,52	547,51	1058,46	4,10
19/07/2012	161,00	486,11	580,48	1036,42	4,10
20/07/2012	174,00	525,36	469,95	1074,93	4,10
21/07/2012	170,82	515,76	480,38	1084,98	4,10
22/07/2012	169,71	512,41	511,32	1060,63	4,10
23/07/2012	179,51	542,01	482,14	1038,65	4,10
24/07/2012	180,53	545,08	476,38	1039,94	4,10
25/07/2012	175,18	528,94	484,18	1062,09	4,10
26/07/2012	175,66	530,38	452,11	1083,33	4,10
27/07/2012	176,42	532,68	460,25	1076,97	4,10
28/07/2012	196,06	591,97	420,20	1020,62	4,10
29/07/2012	193,86	585,31	424,60	1027,95	4,10
30/07/2012	185,18	559,12	444,54	1046,95	4,10

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**Tabla# 26.-**Tabla del Tipo III de Dosificación Inicial.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>				
	<b>Proyecto:</b> CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.				
<b>METODO DE DISEÑO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA DE 55 Mpa</b>					
<b>f' cr = 1,1 f' c + 5</b>		<b>f' cr = (f' c + 98)/ 0,9</b>			
<b>f' cr= 65.5 MPa</b>		<b>f' cr= 720 kg/cm2 = 72MPa</b>			
<b>TIPO DE DOSIFICACION III (3/8)</b>					
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>AGUA(l)</b>	<b>CEMENTO(kg)</b>	<b>ARENA(kg)</b>	<b>RIPIO (kg)</b>	<b>ADITIVO(l)</b>
01/07/2012	174,98	483,91	564,81	1035,43	4,10
02/07/2012	182,42	504,48	561,08	1002,37	4,10
03/07/2012	181,02	500,61	577,52	993,43	4,10
04/07/2012	188,62	521,63	553,11	982,79	4,10
05/07/2012	178,33	493,18	578,99	1005,76	4,10
06/07/2012	189,89	525,15	532,33	997,55	4,10
07/07/2012	191,55	529,73	525,17	990,90	4,10
08/07/2012	192,11	531,27	580,58	932,10	4,10
09/07/2012	185,94	514,20	602,41	941,08	4,10
10/07/2012	182,56	504,86	599,46	961,19	4,10
11/07/2012	176,69	488,62	593,79	986,50	4,10
12/07/2012	183,57	507,66	575,62	974,71	4,10
13/07/2012	186,88	516,80	605,14	936,45	4,10
14/07/2012	188,41	521,05	592,11	942,62	4,10
15/07/2012	188,56	521,46	577,10	951,44	4,10
16/07/2012	188,67	521,77	585,71	932,61	4,10
17/07/2012	182,72	505,31	569,61	977,33	4,10
18/07/2012	177,79	491,68	616,99	955,55	4,10
19/07/2012	176,00	486,73	647,52	935,66	4,10
20/07/2012	189,00	522,67	542,47	970,43	4,10
21/07/2012	185,82	513,88	554,10	979,49	4,10
22/07/2012	184,71	510,82	582,39	957,52	4,10
23/07/2012	194,51	537,92	552,35	937,67	4,10
24/07/2012	195,53	540,74	548,02	938,84	4,10
25/07/2012	190,18	525,95	557,73	958,84	4,10
26/07/2012	190,66	527,27	526,73	978,00	4,10
27/07/2012	191,42	529,38	535,24	972,27	4,10
28/07/2012	211,06	583,69	492,93	921,40	4,10
29/07/2012	208,86	577,59	497,84	928,01	4,10
30/07/2012	200,18	553,60	517,53	945,16	4,10

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

**Tabla#27 .-**Tabla del Tipo IV de Dosificación Inicial.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.

**METODO DE DISEÑO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA DE 55 Mpa**

$f'cr = 1,1 f'c + 5$			$f'cr = (f'c + 98) / 0,9$		
$f'cr = 65.5$ Mpa			$f'cr = 720$ kg/cm <sup>2</sup> = 72Mpa		
<b>TIPO DE DOSIFICACION IV INTERPOLADO (3/4-1/2)</b>					
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>AGUA(l)</b>	<b>CEMENTO(kg)</b>	<b>ARENA(kg)</b>	<b>RIPIO (kg)</b>	<b>ADITIVO(l)</b>
01/07/2012	163,98	480,60	528,38	1099,15	4,10
02/07/2012	171,42	502,40	525,99	1064,06	4,10
03/07/2012	170,02	498,30	543,16	1054,56	4,10
04/07/2012	177,62	520,58	518,39	1043,26	4,10
05/07/2012	167,33	490,43	544,10	1067,65	4,10
06/07/2012	178,89	524,31	496,45	1058,94	4,10
07/07/2012	180,55	529,17	489,92	1051,88	4,10
08/07/2012	181,11	530,79	550,15	989,46	4,10
09/07/2012	174,94	512,71	572,10	999,00	4,10
10/07/2012	171,56	502,80	568,24	1020,34	4,10
11/07/2012	165,69	485,60	562,13	1047,21	4,10
12/07/2012	172,57	505,78	543,73	1034,69	4,10
13/07/2012	175,88	515,46	574,87	994,08	4,10
14/07/2012	177,41	519,97	561,24	1000,63	4,10
15/07/2012	177,56	520,40	545,95	1009,99	4,10
16/07/2012	177,67	520,72	554,51	990,00	4,10
17/07/2012	171,72	503,29	536,19	1037,48	4,10
18/07/2012	166,79	488,84	585,52	1014,36	4,10
19/07/2012	165,00	483,59	617,49	993,23	4,10
20/07/2012	178,00	521,68	508,98	1030,14	4,10
21/07/2012	174,82	512,37	520,07	1039,77	4,10
22/07/2012	173,71	509,12	549,90	1016,44	4,10
23/07/2012	183,51	537,84	520,12	995,38	4,10
24/07/2012	184,53	540,83	515,03	996,61	4,10
25/07/2012	179,18	525,16	523,82	1017,84	4,10
26/07/2012	179,66	526,56	492,08	1038,19	4,10
27/07/2012	180,42	528,79	500,45	1032,10	4,10
28/07/2012	200,06	586,35	459,07	978,10	4,10
29/07/2012	197,86	579,88	463,74	985,12	4,10
30/07/2012	189,18	554,46	483,67	1003,32	4,10

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

*Tabla# 28 .-*Tabla del Tipo V de Dosificación Inicial.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE.

**METODO DE DISEÑO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

$f'cr = 1,1 f'c + 5$				$f'cr = (f'c + 98) / 0,9$	
$f'cr = 65.5$ MPa				$f'cr = 720$ kg/cm <sup>2</sup> = 72MPa	
<b>TIPO DE DOSIFICACION V INTERPOLADO (1/2 - 3/8)</b>					
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>AGUA(l)</b>	<b>CEMENTO(kg)</b>	<b>ARENA(kg)</b>	<b>RIPIO (kg)</b>	<b>ADITIVO(l)</b>
01/07/2012	173,29	486,23	558,85	1043,39	4,10
02/07/2012	180,73	507,10	555,19	1010,09	4,10
03/07/2012	179,38	503,32	571,48	1001,07	4,10
04/07/2012	187,30	525,52	545,41	990,34	4,10
05/07/2012	177,21	497,22	570,46	1013,50	4,10
06/07/2012	177,21	497,22	578,88	1005,22	4,10
07/07/2012	183,34	514,42	549,99	998,52	4,10
08/07/2012	189,65	532,13	578,72	939,27	4,10
09/07/2012	187,62	526,43	581,37	948,32	4,10
10/07/2012	187,62	526,43	562,51	968,58	4,10
11/07/2012	177,47	497,95	577,04	994,09	4,10
12/07/2012	181,53	509,34	571,78	982,20	4,10
13/07/2012	193,71	543,52	559,93	943,65	4,10
14/07/2012	191,68	537,82	563,48	949,87	4,10
15/07/2012	187,62	526,43	568,17	958,76	4,10
16/07/2012	177,21	497,22	625,95	939,78	4,10
17/07/2012	177,21	497,22	581,89	984,85	4,10
18/07/2012	177,21	497,22	606,41	962,90	4,10
19/07/2012	179,69	504,19	616,95	942,85	4,10
20/07/2012	177,21	497,22	583,72	977,89	4,10
21/07/2012	177,21	497,22	580,89	987,03	4,10
22/07/2012	177,68	498,53	601,99	964,88	4,10
23/07/2012	192,20	539,30	549,54	944,89	4,10
24/07/2012	190,19	533,65	559,41	946,06	4,10
25/07/2012	188,18	528,00	553,36	966,21	4,10
26/07/2012	178,12	499,77	571,68	985,53	4,10
27/07/2012	182,14	511,06	565,25	979,75	4,10
28/07/2012	196,23	550,59	548,68	928,48	4,10
29/07/2012	192,20	539,30	562,37	935,15	4,10
30/07/2012	188,18	528,00	559,98	952,43	4,10

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESION DE LOS CINCO DISEÑOS INICIALES A LOS 7 DIAS Y 28 DIAS.

Dentro del análisis de los especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico tipo 10P, también basándonos en la norma INEN 1573, se determina la resistencia a la compresión. En esta fase preliminar se opta por tener registros de 7 y 28 días para ver la maduración final de 28 días que nos concierne y así analizar los resultados de los diferentes tipos de dosificaciones y discutir los resultados a fin de tener un diseño final correcto o si hay que modificar, se ajustaron los resultados de los ensayos también a los siguientes parámetros dosificaciones:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (media móvil) arroja resultados superiores a nuestro diseño (55 Mpa).
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia estuvo por debajo de los rangos de **0,10f<sub>c</sub>**, como nos especifica la norma **ACI 318**. Por consiguiente también como los cilindros de toma de muestras son 100x200 mm el número de muestras son 3 unidades para 7 días y 3u para 28 días.
- Por último los 30 días requeridos de toma de especímenes nos establece el ACI 5.3.1.2 para determinar la desviación estándar por ende calcular la dosificación óptima como diseño definitivo.

Es así que se justifica los resultados presentados, en nuestro caso cinco tipos de dosificaciones en la cual analizamos la dosificación que se asemeje a nuestro diseño planteado como investigación científica. Cabe tomar en cuenta también que nuestro tipo de cemento es especial (10 P) y no hay norma certificada que garantice una dosificación óptima en un primer diseño, por lo que se presenta los resultados a la compresión de los cilindros de hormigón de cemento hidráulico.

### 3.1.1 Ensayos de los Especímenes del diseño I a los 7 días y 28 días.

Tabla# 29.-Resistencia a la Compresión de la dosificación tipo I

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
	FACULTAD DE INGENIERIA							
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS							
Proyecto:	Tesis: CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE							
Fechas de dosificaciones	RESISTENCIA A LA COMPRESION MPa.							
	TIPO I							
	7 DIAS				28 DIAS			
	TOMAI	TOMA 2	TOMA 3	PROM	TOMAI	TOMA 2	TOMA 3	PROM
01/07/2012	37,89	37,95	38,25	38,03	67,90	65,90	68,58	67,46
02/07/2012	37,68	37,25	36,98	37,30	66,57	67,59	67,35	65,17
03/07/2012	38,02	37,69	37,27	37,66	67,90	67,59	67,38	65,46
04/07/2012	39,25	38,96	40,35	39,52	68,25	67,54	67,51	67,77
05/07/2012	37,27	37,85	37,65	37,59	64,26	64,25	64,35	64,29
06/07/2012	39,68	38,95	40,25	39,63	65,24	65,24	65,24	64,23
07/07/2012	39,66	37,69	38,97	38,77	66,25	66,35	66,90	66,50
08/07/2012	40,24	40,59	39,57	40,13	66,54	66,35	66,99	67,38
09/07/2012	38,56	37,90	38,21	38,22	65,24	64,57	66,12	65,31
10/07/2012	38,26	36,85	37,26	37,46	64,26	66,21	65,58	65,35
11/07/2012	36,58	37,85	37,25	37,23	64,25	64,36	64,29	64,30
12/07/2012	38,56	38,59	38,98	38,71	63,25	63,59	63,99	63,61
13/07/2012	37,65	38,25	38,95	38,29	66,25	66,26	66,38	63,28
14/07/2012	38,26	37,95	38,56	38,26	65,35	65,99	65,96	65,77
15/07/2012	37,60	38,56	38,74	38,30	63,55	64,56	63,59	63,90
16/07/2012	38,56	38,24	38,69	38,50	64,26	64,37	65,90	63,26
17/07/2012	37,52	37,13	36,59	37,08	65,37	66,52	66,86	66,25
18/07/2012	37,25	37,85	37,65	37,58	62,36	62,60	63,12	66,46
19/07/2012	36,54	37,26	37,58	37,13	63,58	65,25	63,90	64,24
20/07/2012	37,58	37,90	38,25	37,91	68,33	68,13	67,90	68,12
21/07/2012	36,58	37,26	37,90	37,24	64,24	66,35	64,57	65,05
22/07/2012	36,98	37,57	37,90	37,48	65,24	65,90	64,14	67,48
23/07/2012	37,59	38,56	38,54	38,23	66,78	65,85	69,25	67,29
24/07/2012	38,90	38,25	37,59	38,24	64,36	64,32	65,96	64,88
25/07/2012	39,79	38,13	38,56	38,82	68,65	68,21	67,56	64,17
26/07/2012	38,56	37,29	38,13	37,99	67,54	67,35	68,55	67,81
27/07/2012	37,59	38,26	37,98	37,94	66,26	66,96	66,54	64,10
28/07/2012	38,95	38,26	38,65	38,62	68,12	67,52	67,45	67,70
29/07/2012	37,36	37,90	38,13	37,79	63,26	64,85	63,98	64,03
30/07/2012	37,25	37,99	38,56	37,93	64,65	65,78	64,36	67,64

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

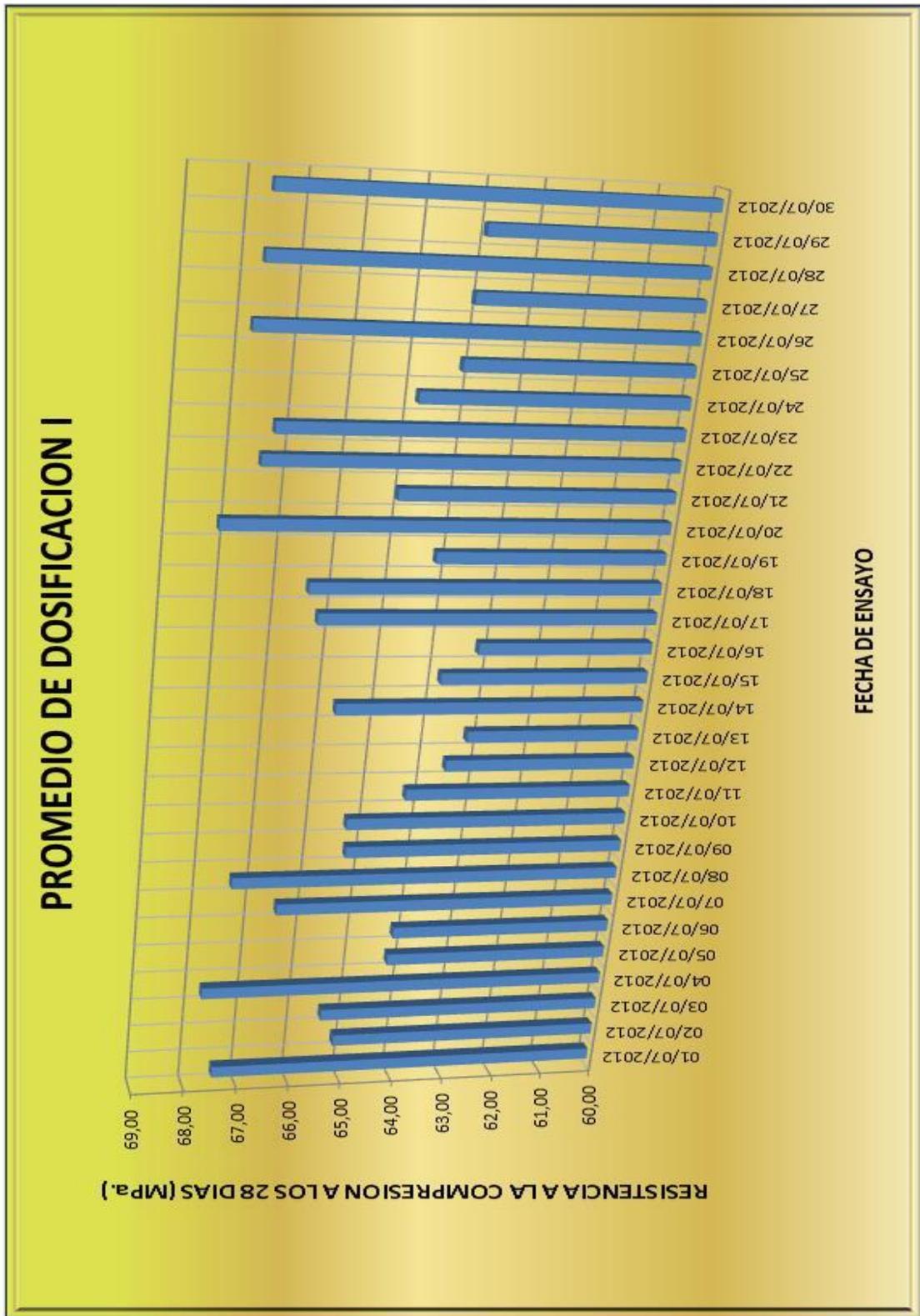


Figura 37.-Promedio de la dosificación tipo I

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### 3.1.2 Ensayos de los Especímenes del diseño II a los 7 días y 28 días.

Tabla# 30.-Resistencia a la Compresión de la dosificación tipo II

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
	FACULTAD DE INGENIERIA							
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS							
Proyecto:	Tesis: CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE							
Fechas de dosificaciones	RESISTENCIA A LA COMPRESION MPa.							
	TIPO II							
	7 DIAS				28 DIAS			
	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM
01/07/2012	39,01	39,07	43,52	40,54	71,55	69,55	72,24	71,12
02/07/2012	38,80	38,37	38,10	38,43	70,23	71,25	71,01	70,83
03/07/2012	39,14	38,81	38,39	38,78	71,55	71,25	71,04	67,21
04/07/2012	40,37	40,08	41,47	40,64	71,90	71,20	71,17	71,42
05/07/2012	38,39	43,70	38,77	40,29	67,91	67,91	68,01	67,94
06/07/2012	42,58	40,07	41,37	41,34	68,89	68,89	68,90	68,89
07/07/2012	40,78	38,81	40,09	39,89	69,91	70,01	70,55	70,16
08/07/2012	41,36	41,71	40,69	41,25	70,20	70,01	70,64	69,28
09/07/2012	39,68	39,02	39,33	39,34	68,89	68,23	69,78	68,96
10/07/2012	39,38	37,98	38,38	38,58	67,92	69,87	69,24	69,01
11/07/2012	37,71	38,97	38,37	38,35	67,91	68,01	67,94	67,96
12/07/2012	39,68	39,71	42,66	40,68	66,91	67,25	67,64	68,35
13/07/2012	38,77	41,99	40,07	40,28	69,91	69,92	70,04	69,95
14/07/2012	39,38	39,07	39,68	39,38	69,01	69,64	69,62	67,50
15/07/2012	38,72	39,68	39,86	39,42	67,20	68,22	67,25	67,72
16/07/2012	39,68	39,36	39,81	39,62	67,92	68,03	69,55	68,50
17/07/2012	38,64	38,25	37,71	38,20	69,03	70,18	70,52	69,91
18/07/2012	38,38	40,99	38,77	39,38	66,02	66,25	66,78	70,31
19/07/2012	37,66	38,38	38,70	38,25	67,24	68,91	67,55	67,90
20/07/2012	38,70	39,02	39,37	39,03	71,98	71,78	71,55	71,77
21/07/2012	37,70	38,38	39,02	38,37	67,89	70,01	68,23	68,71
22/07/2012	38,10	38,69	39,02	38,60	68,89	69,55	67,80	65,70
23/07/2012	38,71	39,68	39,66	39,35	70,44	69,51	72,91	70,95
24/07/2012	40,02	42,37	38,71	40,37	68,02	67,98	69,62	68,54
25/07/2012	40,91	39,25	39,68	39,95	72,31	71,87	71,22	75,38
26/07/2012	39,68	43,95	39,25	40,96	71,20	71,01	72,20	71,47
27/07/2012	38,71	39,38	39,10	39,06	69,92	70,62	70,20	66,32
28/07/2012	40,07	39,38	39,77	39,74	71,78	71,18	71,11	71,35
29/07/2012	38,48	39,02	39,25	38,91	66,91	68,51	67,64	67,69
30/07/2012	38,37	39,11	42,70	40,06	68,31	69,44	68,01	70,39

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

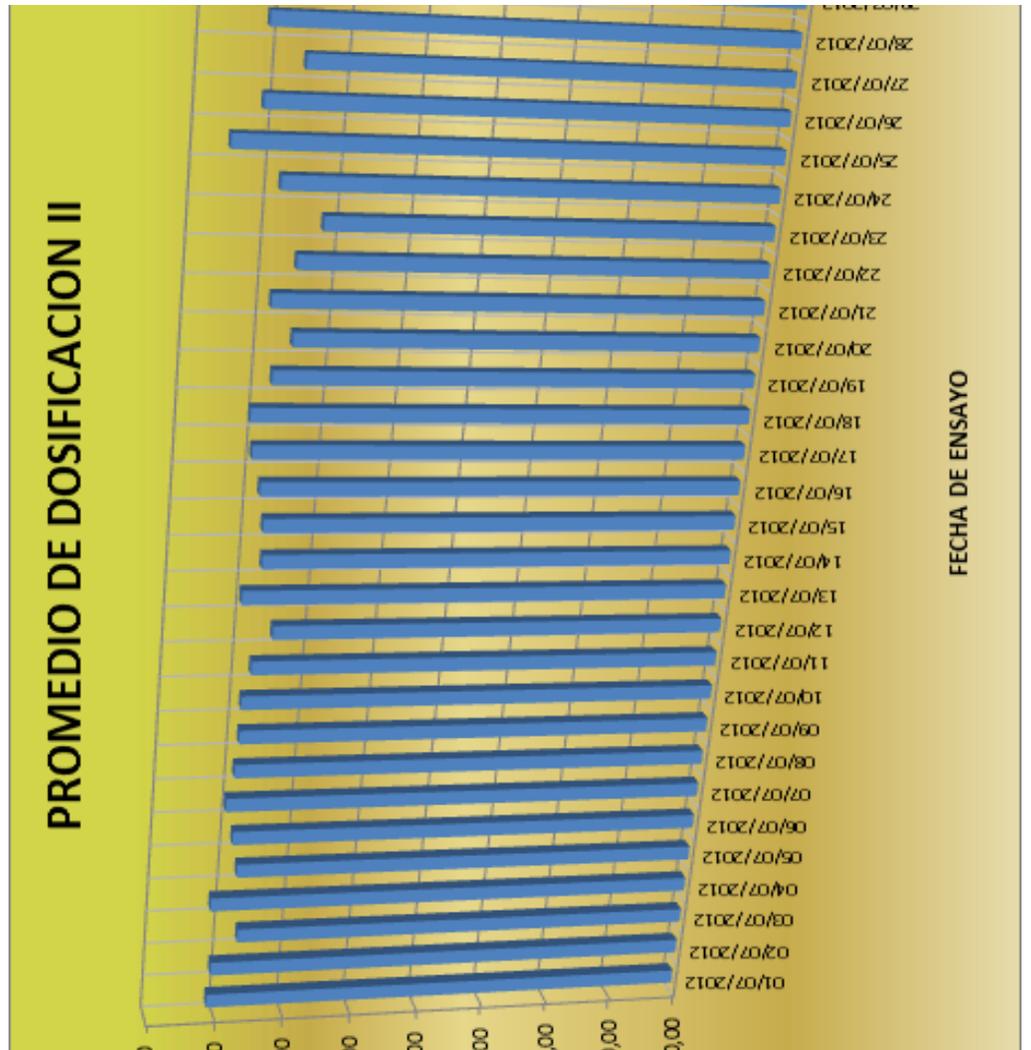


Figura 38.-Promedio de la dosificación tipo II

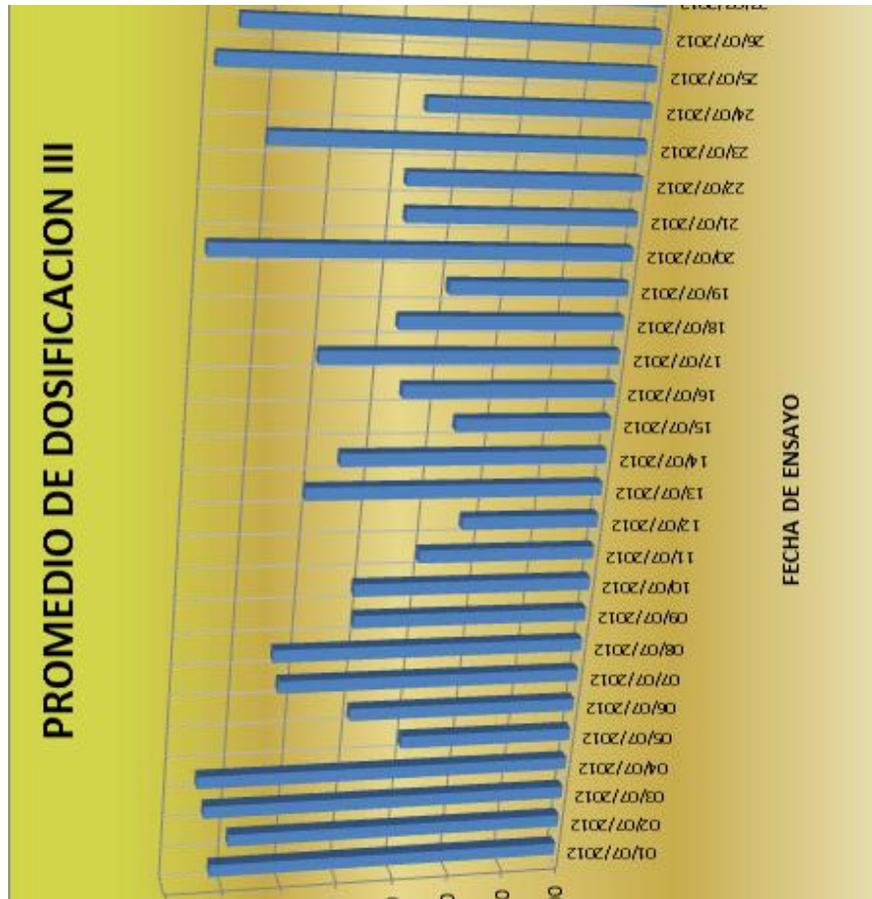
Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### 3.1.3 Ensayos de los Especímenes del diseño III a los 7 días y 28 días.

Tabla#31.-Resistencia a la Compresión de la dosificación tipo III

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
	FACULTAD DE INGENIERIA							
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS							
Proyecto:	Tesis: CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE							
Fechas de dosificaciones	RESISTENCIA A LA COMPRESION MPa.							
	TIPO III							
	7 DIAS				28 DIAS			
	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM
01/07/2012	34,23	34,29	34,59	34,37	60,65	58,65	61,34	60,21
02/07/2012	34,02	33,59	33,32	33,65	59,32	60,34	60,10	59,92
03/07/2012	34,36	34,03	33,61	34,00	60,65	60,34	60,14	60,37
04/07/2012	35,59	35,30	36,69	35,86	61,00	60,29	60,26	60,52
05/07/2012	33,61	34,19	33,99	33,93	57,01	57,00	57,10	57,04
06/07/2012	36,02	35,29	36,59	35,97	57,99	57,99	57,99	57,99
07/07/2012	36,00	34,03	35,31	35,11	59,01	59,11	59,65	59,25
08/07/2012	36,58	36,93	35,91	36,47	59,29	59,11	59,74	59,38
09/07/2012	34,91	34,24	34,55	34,57	57,99	57,32	58,87	58,06
10/07/2012	34,60	33,20	33,60	33,80	57,01	58,96	58,33	58,10
11/07/2012	32,93	34,19	33,59	33,57	57,01	57,11	57,04	57,05
12/07/2012	34,90	34,93	35,32	35,05	56,01	56,34	56,74	56,36
13/07/2012	33,99	34,60	35,29	34,63	59,01	59,01	59,13	59,05
14/07/2012	34,60	34,29	34,90	34,60	58,10	58,74	58,72	58,52
15/07/2012	33,94	34,90	35,08	34,64	56,30	57,31	56,34	56,65
16/07/2012	34,90	34,58	35,03	34,84	57,01	57,12	58,65	57,59
17/07/2012	33,86	33,47	32,93	33,42	58,12	59,28	59,61	59,00
18/07/2012	33,60	34,19	35,68	34,49	55,11	55,35	55,88	57,76
19/07/2012	32,88	33,60	33,92	33,47	56,34	58,01	56,65	57,00
20/07/2012	35,55	34,24	34,59	34,79	61,08	60,88	60,65	60,87
21/07/2012	32,92	33,60	34,24	33,59	56,99	59,10	57,32	57,80
22/07/2012	33,32	35,62	34,24	34,40	57,99	58,65	56,89	57,84
23/07/2012	33,93	34,91	34,88	34,57	59,53	58,60	62,00	60,05
24/07/2012	35,24	36,51	33,93	35,23	57,11	57,07	58,71	57,63
25/07/2012	36,13	34,47	34,91	35,17	61,41	60,97	60,31	60,89
26/07/2012	34,91	33,63	34,47	34,34	60,29	60,10	61,30	60,56
27/07/2012	33,93	34,60	34,32	34,28	59,01	59,72	59,29	59,34
28/07/2012	35,29	34,60	35,00	34,96	60,87	60,27	60,20	60,45
29/07/2012	33,70	35,63	34,47	34,60	56,01	57,60	56,73	56,78
30/07/2012	33,59	34,33	34,91	34,27	57,41	58,53	57,11	57,68

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura 39.**-Promedio de la dosificación tipo III

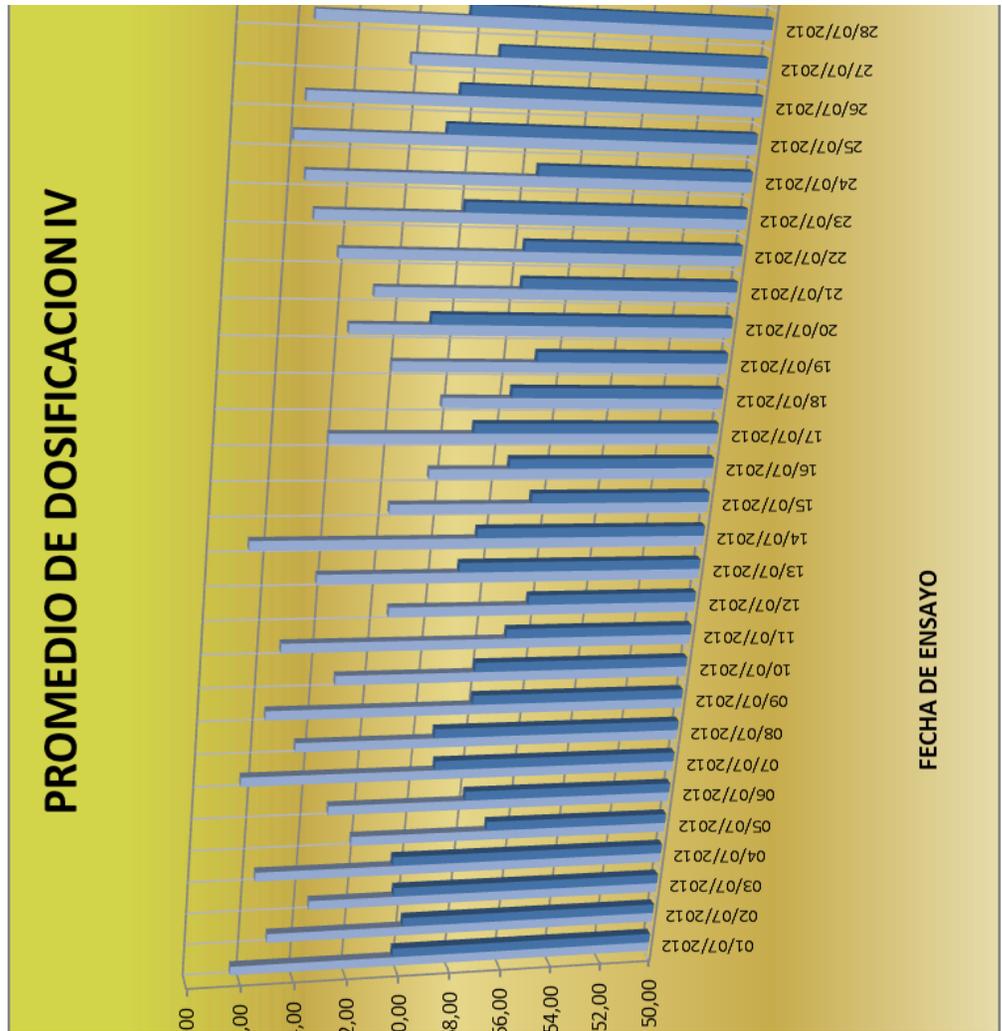
**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### 3.1.4 Ensayos de los Especímenes del diseño IV a los 7 días y 28 días.

Tabla#32.-Resistencia a la Compresión de la dosificación tipo IV

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
	FACULTAD DE INGENIERIA							
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS							
Proyecto:	Tesis: CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 Mpa.COMONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P. ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE							
Fechas de dosificaciones	RESISTENCIA A LA COMPRESION							
	TIPO IV							
	7 DIAS				28 DIAS			
	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM	TOMA1	TOMA 2	TOMA 3	PROM
01/07/2012	35,89	35,95	38,25	36,70	65,77	63,77	66,46	66,34
02/07/2012	35,68	35,25	34,98	35,30	64,44	65,47	65,23	65,05
03/07/2012	36,02	35,69	35,26	35,66	65,77	65,47	65,26	63,56
04/07/2012	37,25	36,95	38,35	37,52	66,12	65,42	65,39	65,64
05/07/2012	35,26	40,57	35,65	37,16	62,13	62,13	62,23	62,16
06/07/2012	39,46	36,95	38,25	38,22	63,11	63,11	63,12	63,11
07/07/2012	37,66	35,69	36,96	36,77	64,13	64,23	64,77	66,40
08/07/2012	38,23	38,59	37,57	38,13	64,42	64,23	64,86	64,50
09/07/2012	36,56	35,89	36,21	36,22	63,11	62,44	64,00	65,67
10/07/2012	36,25	34,85	35,25	35,45	62,13	64,09	63,46	63,23
11/07/2012	34,58	35,85	35,25	35,23	62,13	62,23	62,16	65,28
12/07/2012	36,56	36,59	39,53	37,56	61,13	61,47	61,86	61,49
13/07/2012	35,65	38,86	36,95	37,15	64,13	64,13	64,26	64,17
14/07/2012	36,25	35,95	36,56	36,25	63,23	63,86	63,84	66,64
15/07/2012	35,60	36,56	36,74	36,30	61,42	62,44	61,47	61,78
16/07/2012	36,56	36,24	36,69	36,50	62,14	62,25	63,77	60,47
17/07/2012	35,52	35,12	34,59	35,08	63,25	64,40	64,74	64,13
18/07/2012	35,25	37,86	35,65	36,25	60,23	60,47	61,00	60,24
19/07/2012	34,54	35,25	35,58	35,12	61,46	63,13	61,77	62,12
20/07/2012	35,58	35,89	36,24	35,91	66,20	66,00	65,77	63,71
21/07/2012	34,58	35,25	35,89	35,24	62,11	64,23	62,44	62,93
22/07/2012	34,98	35,57	35,89	35,48	63,11	63,77	62,02	64,25
23/07/2012	35,59	36,56	36,54	36,23	64,66	63,73	67,13	65,17
24/07/2012	36,89	39,25	35,59	37,24	62,24	62,20	63,84	65,55
25/07/2012	37,78	36,12	36,56	36,82	66,53	66,09	65,44	66,02
26/07/2012	36,56	40,83	36,12	37,84	65,42	65,23	66,42	65,69
27/07/2012	35,59	36,25	35,98	35,94	64,13	64,84	64,42	62,31
28/07/2012	36,95	36,25	36,65	36,62	66,00	65,40	65,33	65,57
29/07/2012	35,35	35,89	36,12	35,79	61,13	62,73	61,86	60,43
30/07/2012	35,24	35,98	39,57	36,93	62,53	63,66	62,23	66,43

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura 40.-Promedio de la dosificación tipo IV**

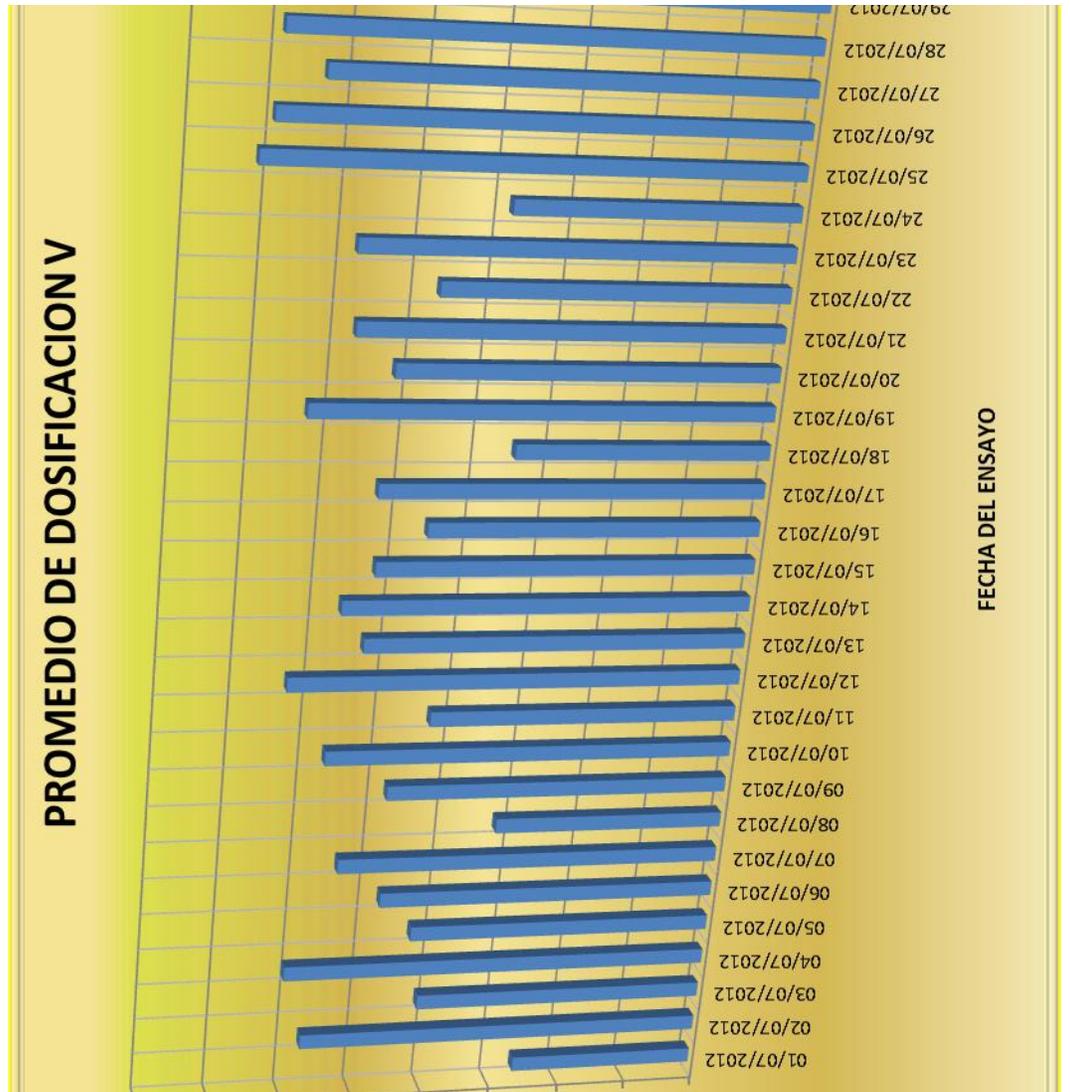
**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**3.1.5 Ensayos de los Especímenes del diseño V a los 7 días y 28 días.**

**Tabla# 33.-Resistencia a la Compresión de la dosificación tipo V**

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>							
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS							
<b>Proyecto:</b>	Tesis: <b>CURVA : RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 Mpa.</b> COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 via Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 via a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE							
<b>Fechas de dosificaciones</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>							
	<b>TIPO V</b>							
	<b>7 DIAS</b>				<b>28 DIAS</b>			
	<b>TOMA1</b>	<b>TOMA 2</b>	<b>TOMA 3</b>	<b>PROM</b>	<b>TOMA1</b>	<b>TOMA 2</b>	<b>TOMA 3</b>	<b>PROM</b>
<b>01/07/2012</b>	36,89	36,95	41,40	<b>38,41</b>	62,22	60,22	62,91	<b>55,27</b>
<b>02/07/2012</b>	36,68	36,25	35,98	<b>36,30</b>	60,89	61,91	61,67	<b>61,49</b>
<b>03/07/2012</b>	37,02	36,69	36,26	<b>36,66</b>	62,22	61,91	61,71	<b>58,25</b>
<b>04/07/2012</b>	38,25	37,95	39,35	<b>38,52</b>	62,57	61,86	61,83	<b>62,09</b>
<b>05/07/2012</b>	36,26	41,57	36,65	<b>38,16</b>	58,58	58,57	58,67	<b>58,61</b>
<b>06/07/2012</b>	40,46	37,95	39,25	<b>39,22</b>	59,56	59,56	59,56	<b>59,56</b>
<b>07/07/2012</b>	38,66	36,69	37,96	<b>37,77</b>	60,58	60,68	61,22	<b>60,83</b>
<b>08/07/2012</b>	39,23	39,59	38,57	<b>39,13</b>	60,87	60,68	61,31	<b>56,49</b>
<b>09/07/2012</b>	37,56	36,89	37,21	<b>37,22</b>	59,56	58,89	60,44	<b>59,63</b>
<b>10/07/2012</b>	37,25	35,85	36,25	<b>36,45</b>	58,58	60,53	59,90	<b>61,42</b>
<b>11/07/2012</b>	35,58	36,85	36,25	<b>36,23</b>	58,58	58,68	58,61	<b>58,62</b>
<b>12/07/2012</b>	37,56	37,59	40,53	<b>38,56</b>	57,58	57,91	58,31	<b>62,59</b>
<b>13/07/2012</b>	36,65	39,86	37,95	<b>38,15</b>	60,58	60,58	60,70	<b>60,62</b>
<b>14/07/2012</b>	37,25	36,95	37,56	<b>37,25</b>	59,68	60,31	60,29	<b>61,30</b>
<b>15/07/2012</b>	36,60	37,56	37,74	<b>37,30</b>	57,87	58,89	57,91	<b>60,48</b>
<b>16/07/2012</b>	37,56	37,24	37,69	<b>37,50</b>	58,58	58,69	60,22	<b>59,17</b>
<b>17/07/2012</b>	36,52	36,12	35,59	<b>36,08</b>	59,69	60,85	61,18	<b>60,57</b>
<b>18/07/2012</b>	36,25	38,86	36,65	<b>37,25</b>	56,68	56,92	57,45	<b>57,02</b>
<b>19/07/2012</b>	35,54	36,25	36,58	<b>36,12</b>	57,91	59,58	58,22	<b>62,59</b>
<b>20/07/2012</b>	36,58	36,89	37,24	<b>36,91</b>	62,65	62,45	62,22	<b>60,40</b>
<b>21/07/2012</b>	35,58	36,25	36,89	<b>36,24</b>	58,56	60,68	58,89	<b>61,50</b>
<b>22/07/2012</b>	35,98	36,57	36,89	<b>36,48</b>	59,56	60,22	58,46	<b>59,41</b>
<b>23/07/2012</b>	36,59	37,56	37,54	<b>37,23</b>	61,10	60,18	63,57	<b>61,62</b>
<b>24/07/2012</b>	37,89	40,25	36,59	<b>38,24</b>	60,48	60,44	62,08	<b>57,72</b>
<b>25/07/2012</b>	38,78	37,12	37,56	<b>37,82</b>	64,77	64,33	63,68	<b>64,26</b>
<b>26/07/2012</b>	37,56	41,83	37,12	<b>38,84</b>	63,66	63,47	64,66	<b>63,93</b>
<b>27/07/2012</b>	36,59	37,25	36,98	<b>36,94</b>	62,37	63,08	62,66	<b>62,70</b>
<b>28/07/2012</b>	37,95	37,25	37,65	<b>37,62</b>	64,24	63,64	63,57	<b>63,81</b>
<b>29/07/2012</b>	36,35	36,89	37,12	<b>36,79</b>	59,37	60,97	60,10	<b>61,22</b>
<b>30/07/2012</b>	36,24	36,98	40,57	<b>37,93</b>	60,77	61,90	60,47	<b>64,24</b>

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura 41.-Promedio de la dosificación tipo V**  
 . **Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.

### **3.2.- RESULTADOS ESTADISTICOS FINALES Y VALORIZACION DE LA PROPUESTA.**

Debido al estricto control de calidad en los materiales constitutivos en la elaboración del hormigón y en la selección correcta de los mismo, siempre tomando en cuenta los modelos y bases en las normas nacionales como internacionales para la elaboración de un hormigón de más de 55Mpa, además hay que tomar en cuenta la utilización de materiales propios de la Provincia de Chimborazo, con la cual se realizó la curva de maduración a los 28 días y se obtuvo resultados aplicables a nuestra investigación como se puede observar en la grafica siguiente.

Dentro del análisis de las cinco dosificaciones tipo, tenemos resistencias que superan a la dosificación de nuestra investigación que es 55Mpa, en las pruebas realizadas al momento de la preparación se observo que tales diseños no son muy trabajables por la cantidad de piedra de  $\frac{3}{4}$  in en la mezcla, por lo cual se realiza un diseño final con las correcciones pertinentes tanto en la disminución de piedra y cemento que nos abarataría mucho mas el costo en la elaboración de un hormigón de más de 55 MPa, en la figura 42 observamos que la dosificación numero 3 se asemeja mas a nuestro diseño final.

En la caracterización de los resultados se puede observar claramente los porcentajes de agregados como de cemento que se utilizaron en la dosificación inicial, con estos valores característicos podemos establecer parámetros de dosificación óptima y final ajustando las cantidades, todo en función de costos, trabajabilidad y tiempo de maduración la cual es nuestro objetivo principal.

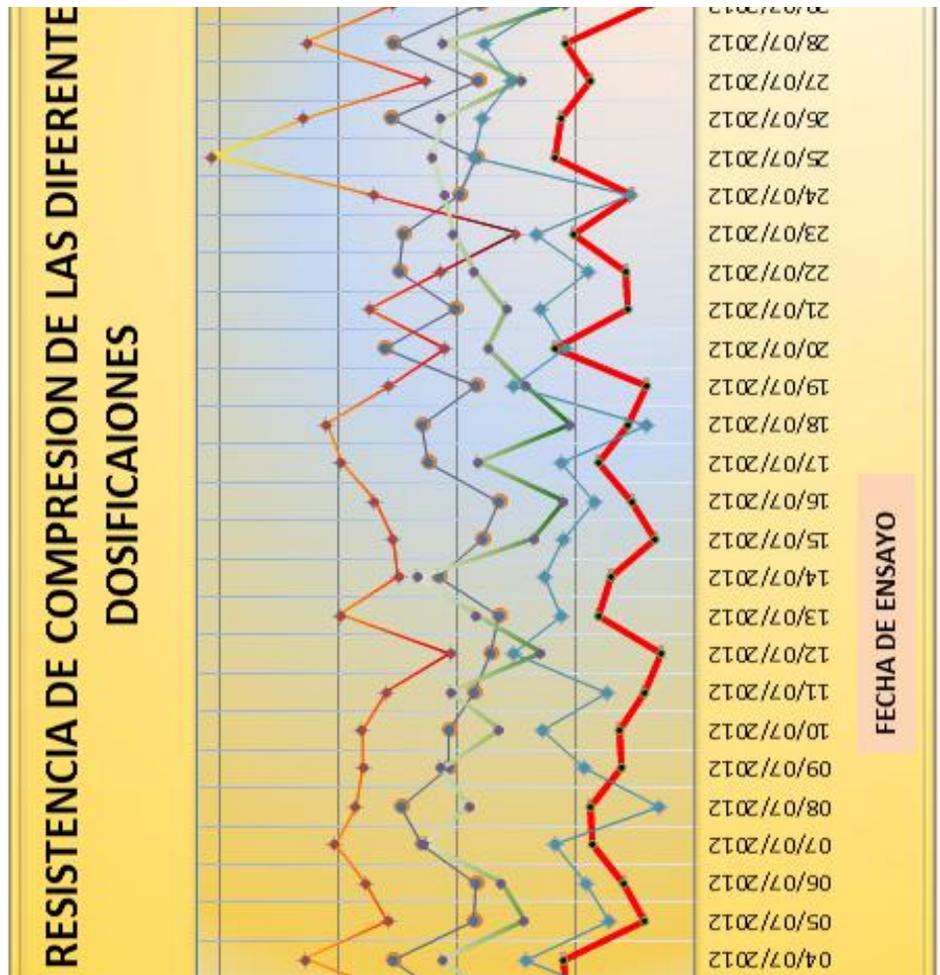


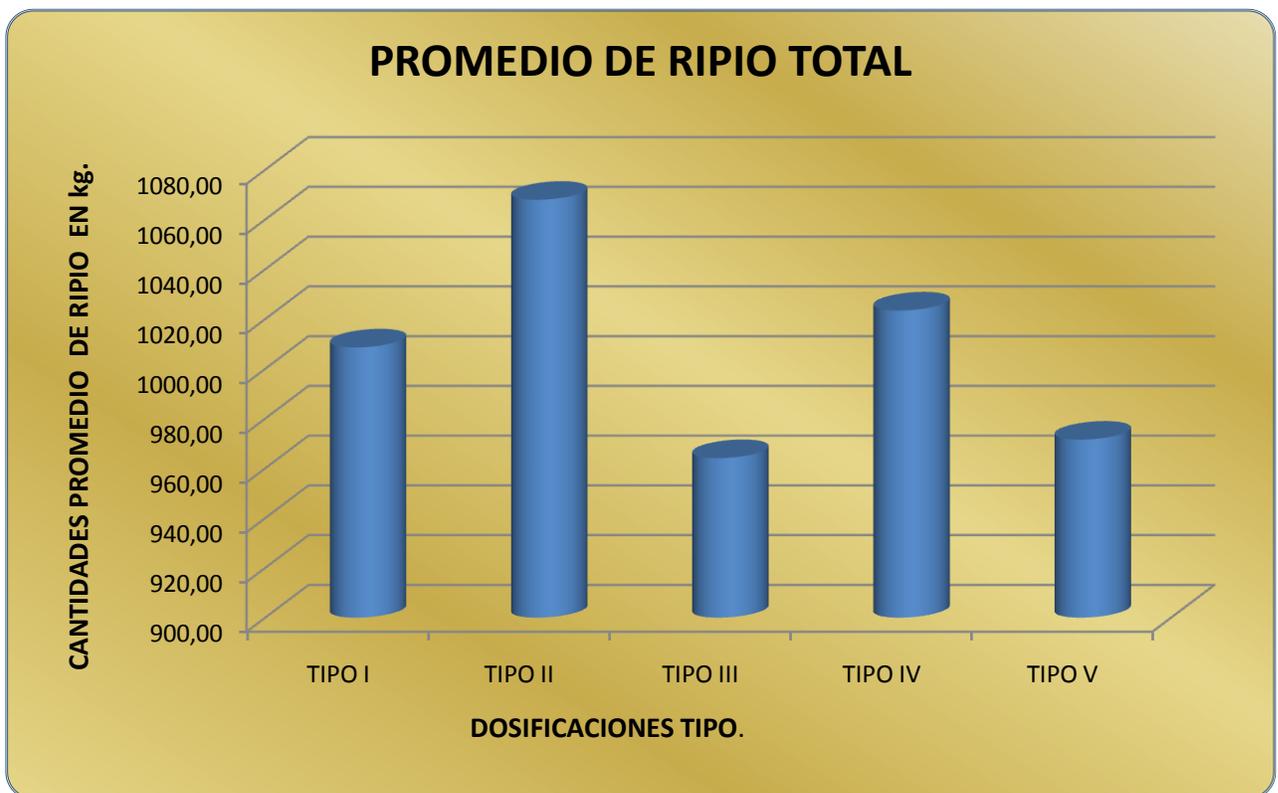
Figura 42.-Resistencia a Compresión de las 5 dosificaciones.

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**Tabla 34.-** Promedio de la Cantidad de Ripio en Diferentes Dosificaciones.

DOSIFICACION	RIPIO	%
TIPO I	1008,60	39,02%
TIPO II	1067,93	41,31%
TIPO III	964,10	37,29%
TIPO IV	1023,43	39,59%
TIPO V	971,52	37,58%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



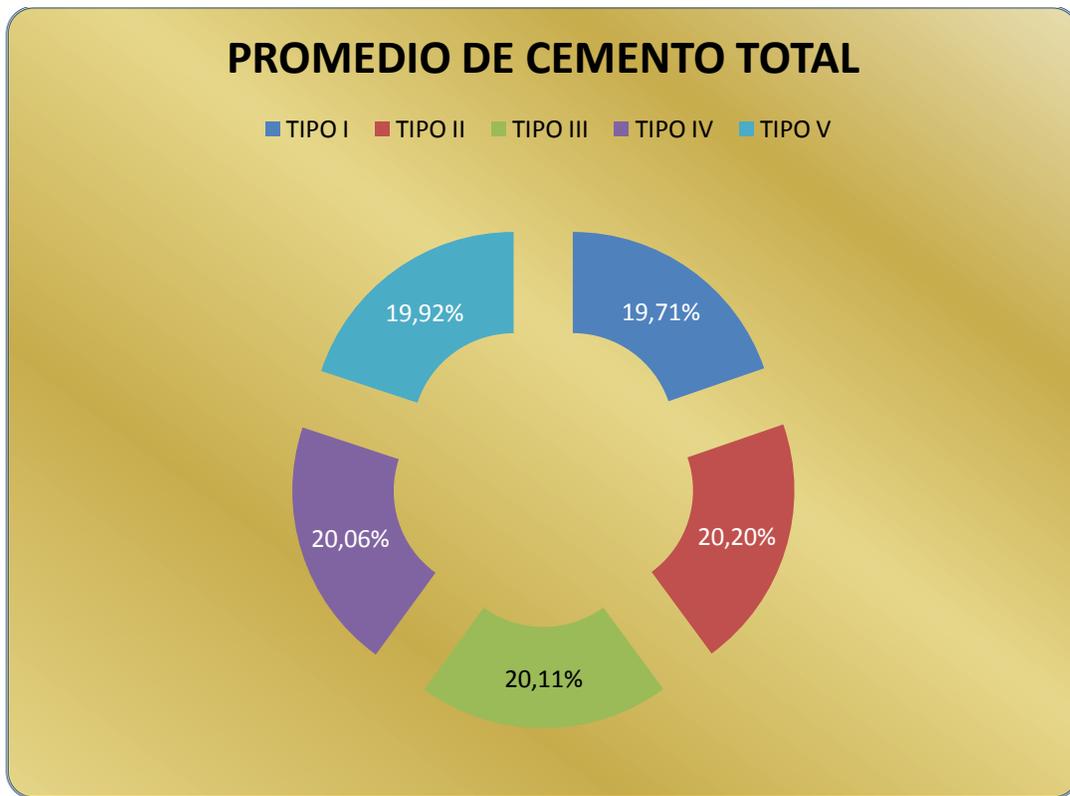
**Figura 43.-** Promedio de Ripio Total en Diferentes Dosificaciones.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**Tabla 35 .-** Promedio de la Cantidad de Cemento en Diferentes Dosificaciones.

DOSIFICACION	CEMENTO (kg)	%
TIPO I	509,55	19,71%
TIPO II	522,21	20,20%
TIPO III	519,79	20,11%
TIPO IV	518,63	20,06%
TIPO V	514,99	19,92%
<b>2585,16</b>		

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura 44.-** Promedio de Cemento Total en Diferentes Dosificaciones.

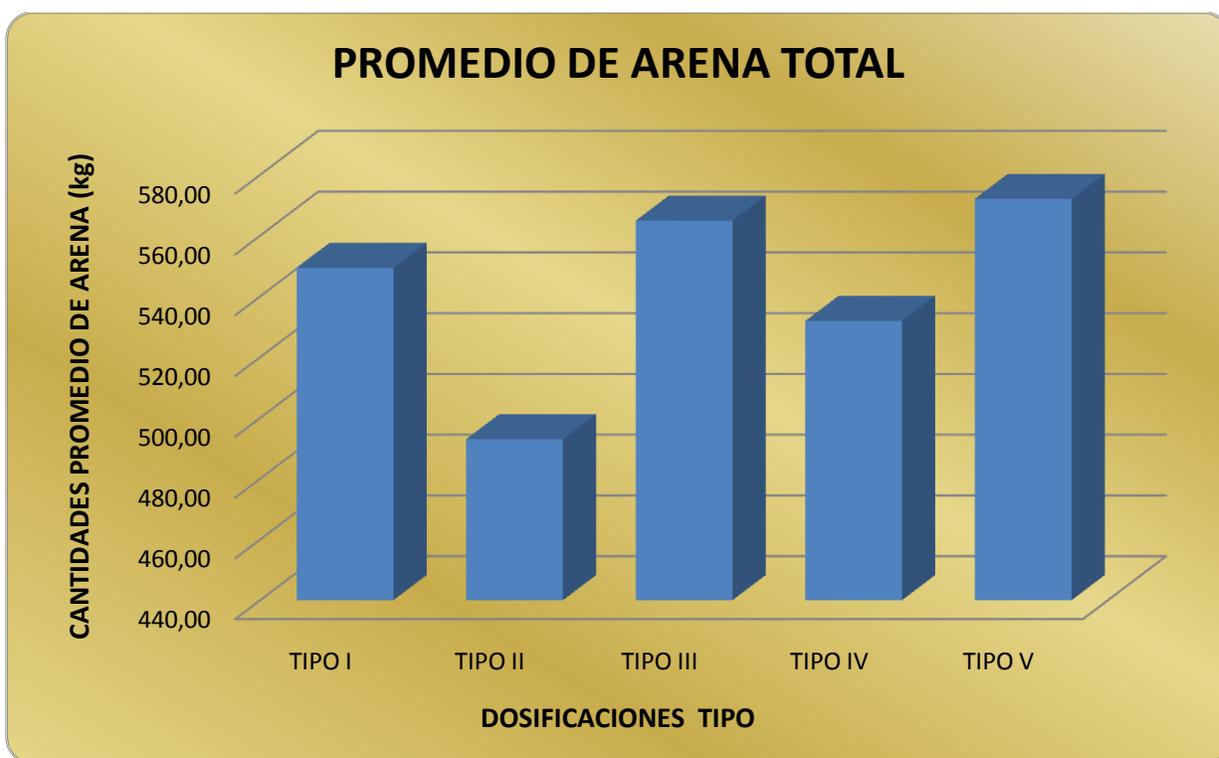
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**Tabla 36.-** Promedio de la Cantidad Arena en Diferentes Dosificaciones.

DOSIFICACION	ARENA (kg)	%
TIPO I	549,38	21,25%
TIPO II	492,97	19,07%
TIPO III	564,88	21,85%
TIPO IV	531,85	20,57%
TIPO V	572,05	22,13%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.



**Figura 45.-**Promedio de Arena Total en Diferentes Dosificaciones.

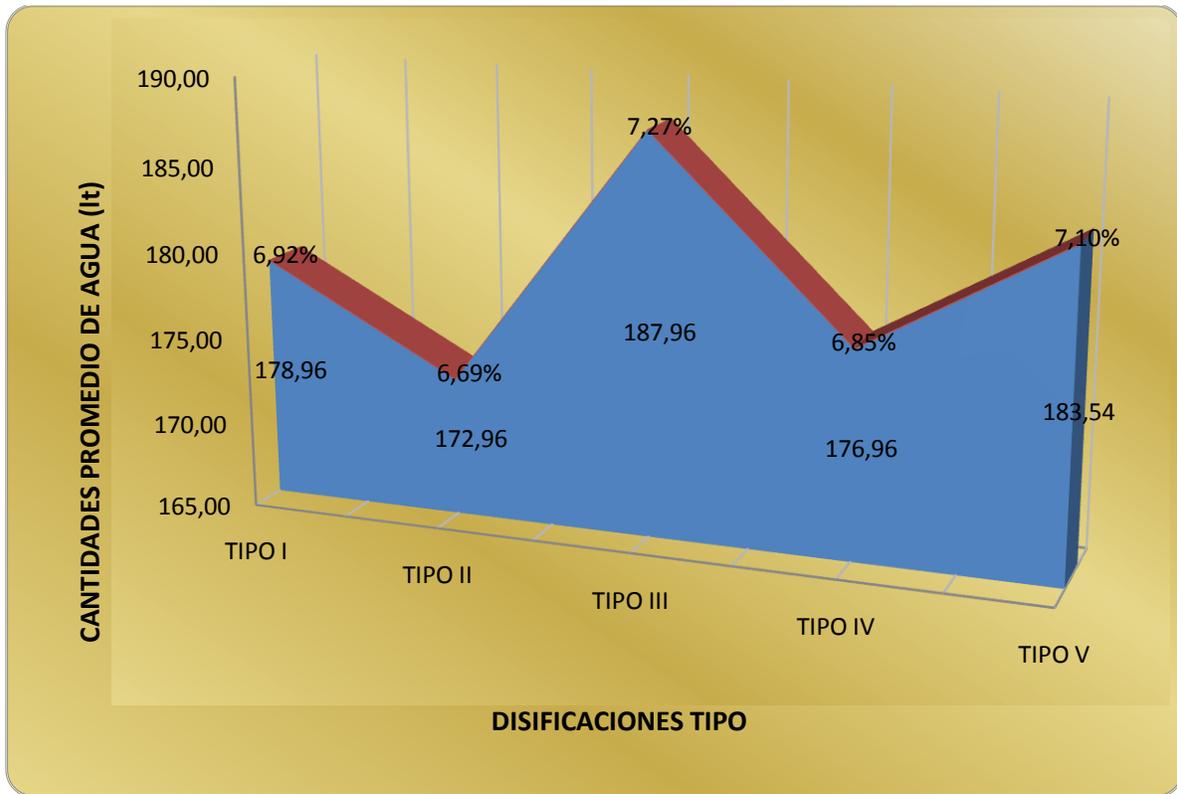
**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

**Tabla 37** .- Promedio de Agua en Diferentes Dosificaciones.

DOSIFICACION	AGUA (kg)	%
TIPO I	178,96	6,92%
TIPO II	172,96	6,69%
TIPO III	187,96	7,27%
TIPO IV	176,96	6,85%
TIPO V	183,54	7,10%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.



**Figura 46.**-Promedio de Agua Total en Diferentes Dosificaciones.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

### 3.3.- CURVA DE MADURACION DE LOS CINCO DISEÑOS PRELIMINARES.

**Tabla 38** .- Resistencia en MPa. de los Diseños Preliminares.

<b>DISEÑO PRELIMINAR <math>f'c= 55MPa.</math></b>		
<b>TIPO I</b>		
<b>DIAS</b>	<b>RESISTENCIAS MPa.</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
0	0	0,00
7	38,11	69,29
28	65,61	119,29
<b>TIPO II</b>		
<b>DIAS</b>	<b>RESISTENCIAS MPa.</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
0	0	0,00
7	39,57	71,94
28	69,37	126,13
<b>TIPO III</b>		
<b>DIAS</b>	<b>RESISTENCIAS MPa.</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
0	0	0,00
7	34,55	62,83
28	58,66	106,65
<b>TIPO IV</b>		
<b>DIAS</b>	<b>RESISTENCIAS MPa.</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
0	0	0,00
7	36,42	62,83
28	64,00	106,65
<b>TIPO V</b>		
<b>DIAS</b>	<b>RESISTENCIAS MPa.</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
0	0	0,00
7	37,44	68,08
28	60,58	110,15

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

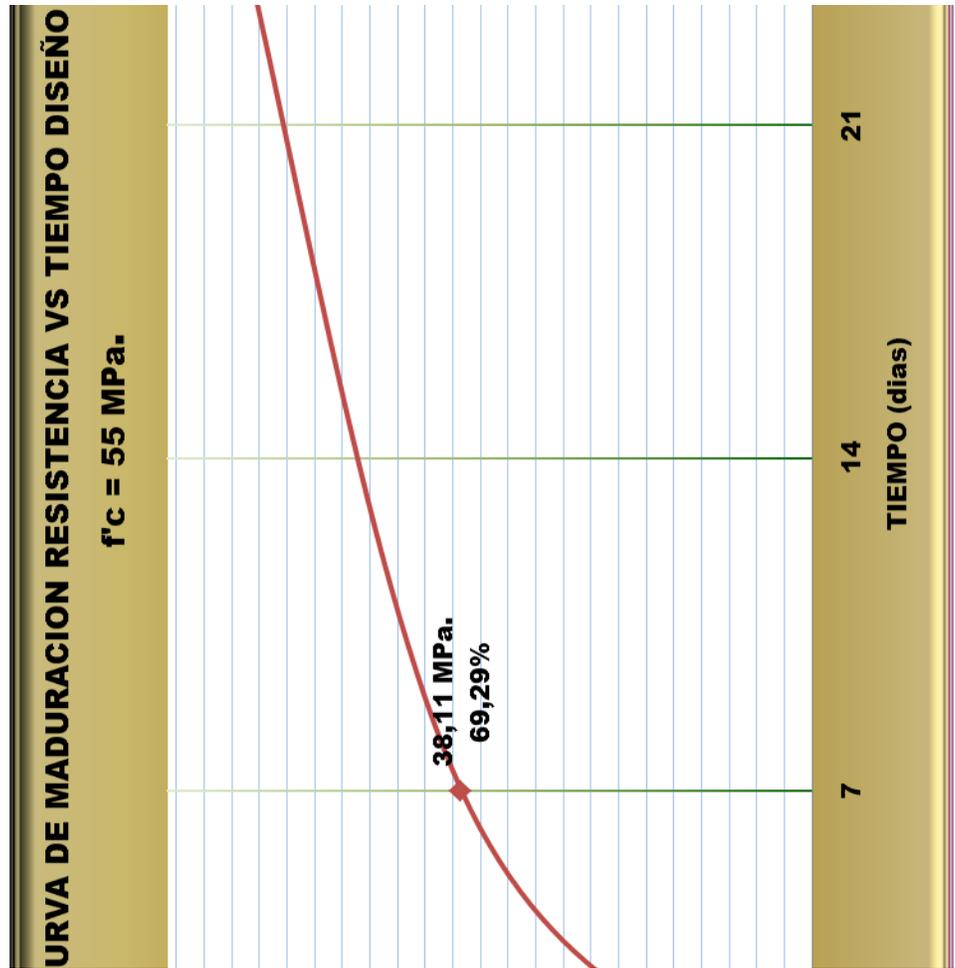
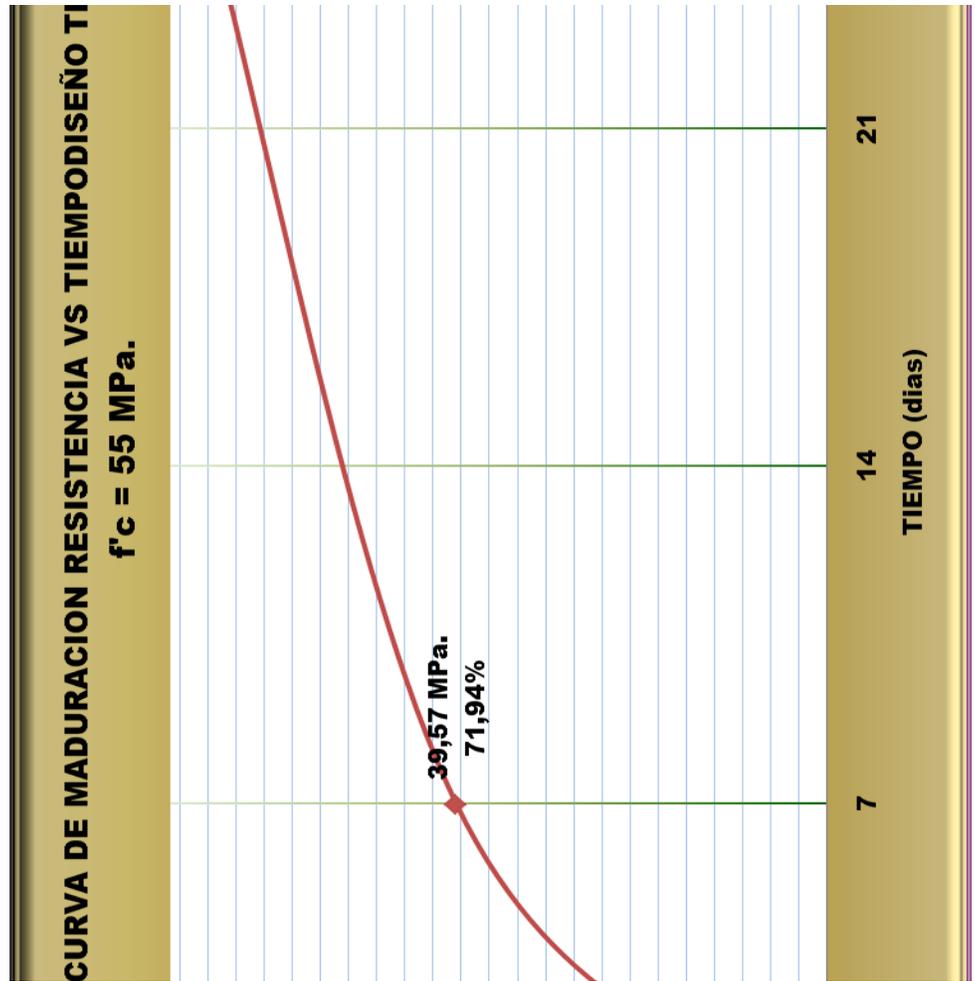


Figura 47.-Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo diseño Tipo I f'c = 55 MPa.

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C  
 Alfredo Guambo L.



**Figura 48.-**Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo diseño Tipo II f'c = 55 MPa **Elaboradopor:**

Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

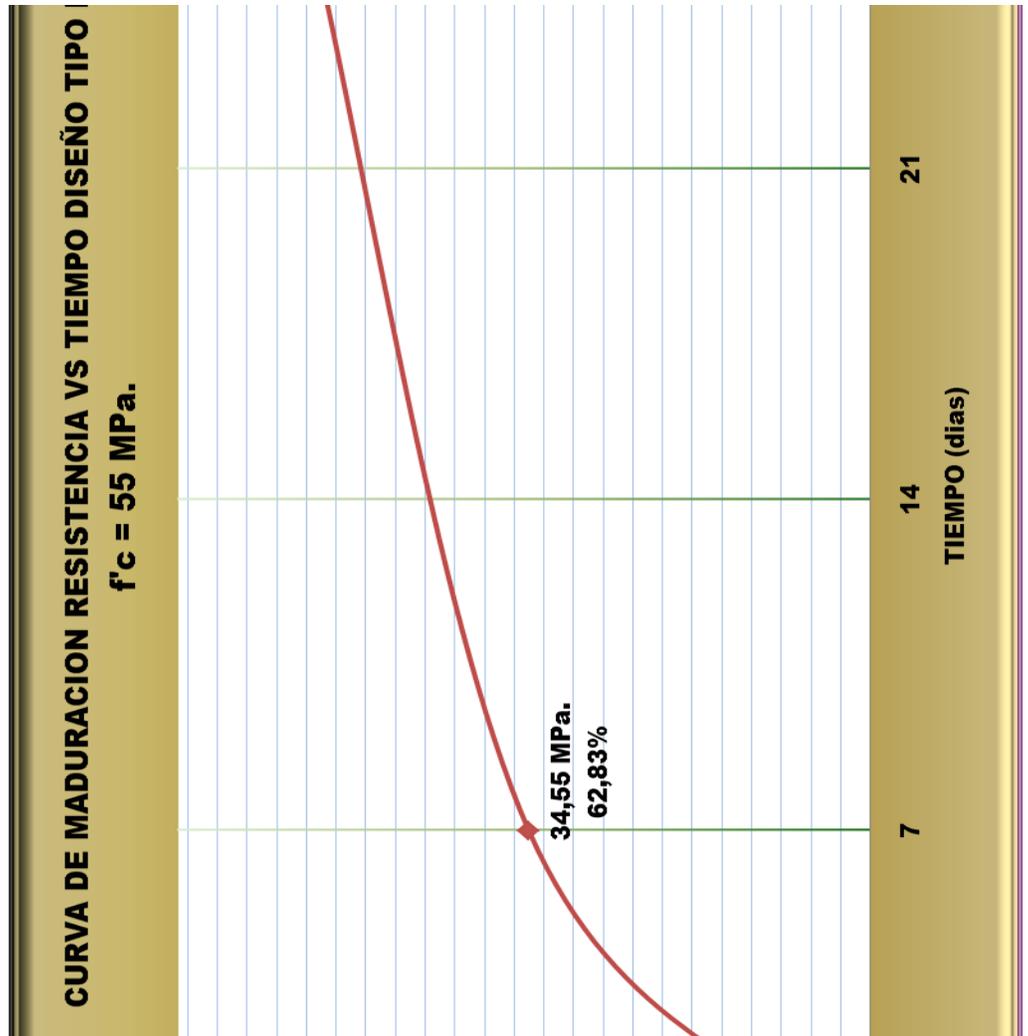
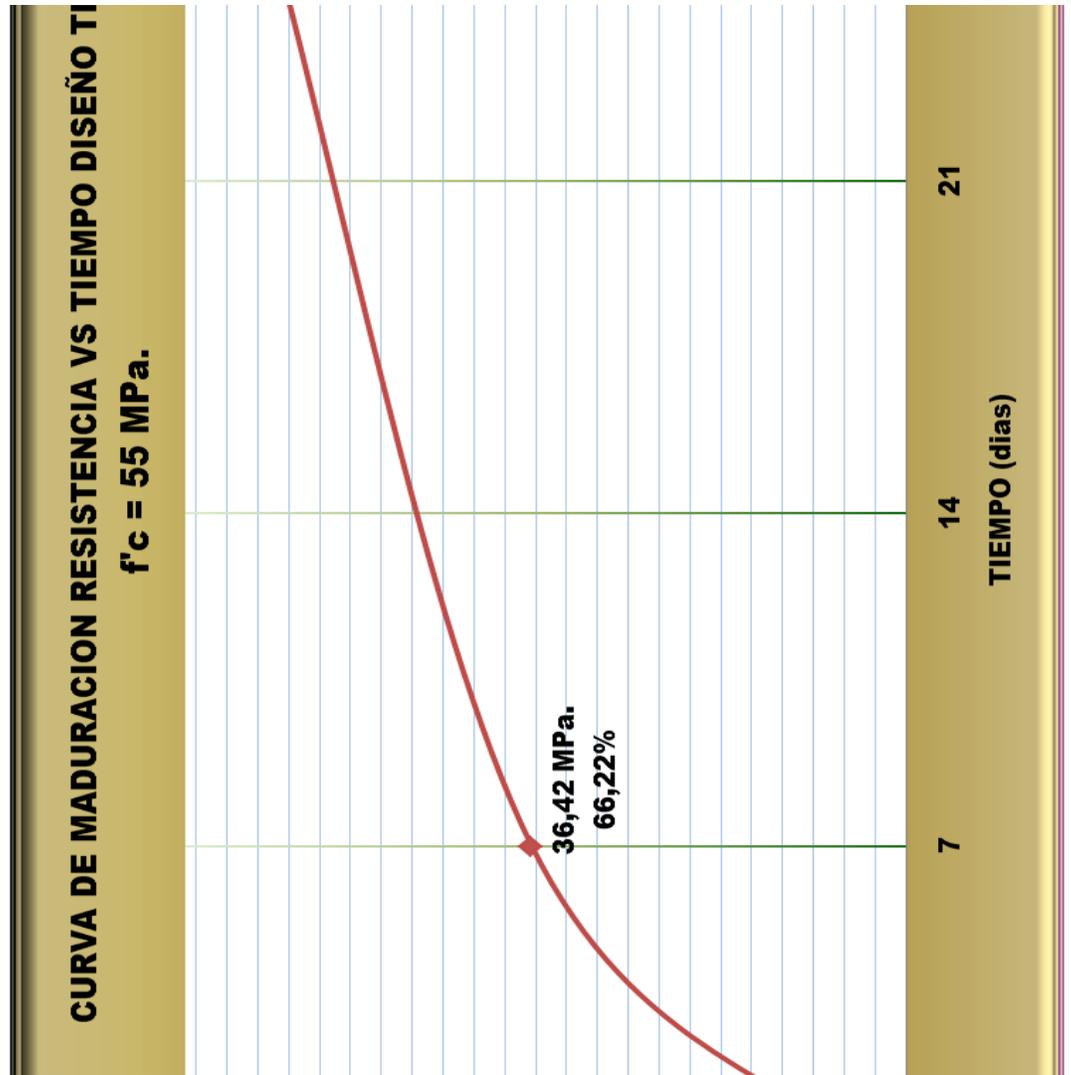


Figura 49.-Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo diseño Tipo III  $f'c = 55$  MPa.

Elaboradopor: Víctor A Cabezas C

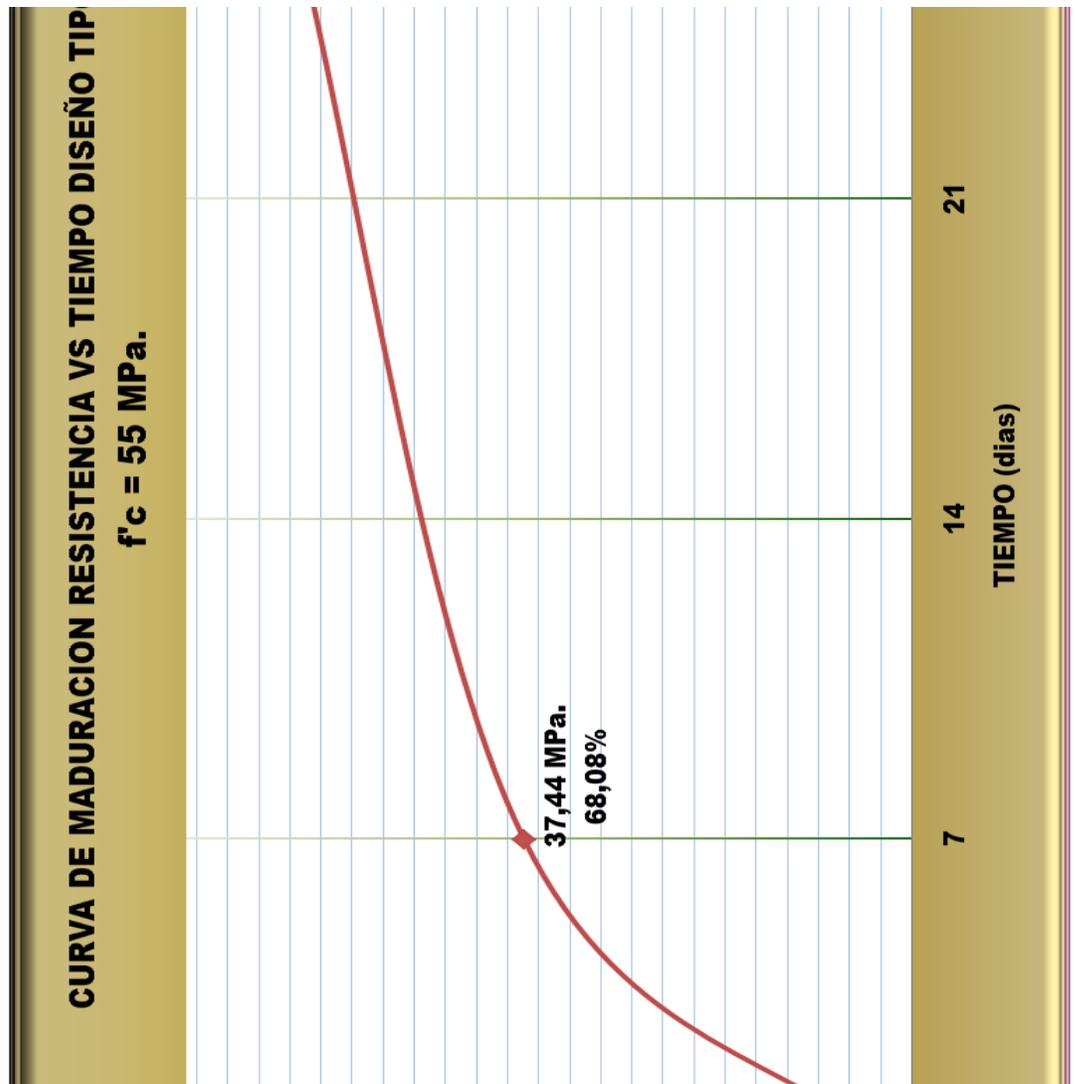
Alfredo Guambo L.



**Figura 50.-**Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo diseño Tipo IV  $f'c = 55$  MPa.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.



**Figura 51.-**Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo diseño Tipo V  $f'c = 55 \text{ MPa}$ .

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

## CAPITULOIV

### 4. DISCUSIÓN

En la elaboración de la dosificación para el hormigón de  $f'c 55 \text{ Mpa}$  se utilizo materiales pétreos y cemento de nuestra provincia que son los insumos más importantes para realizar el hormigón.

#### 4.1 DISCUSION DEL AGREGADO GRUESO.

Lo que nos causo mayor intriga fue el agregado grueso, ya que en nuestro caso utilizamos piedra triturada de  $\frac{3}{4}$  in de diámetro. El problema fue que la cantera nunca entrega el material igual al diámetro que se les solicita, siempre es mayor o menor por lo que eso fue lo primero que se tomo en cuenta para realizar la dosificación.



**Figura 52.-**Trituradora de la cantera de Ripio  $\frac{3}{4}$  in.

**Elaborado por:** Víctor A Cabezas.

Alfredo Guambo.



**Figura 53.-**Almacenamiento en la cantera de Ripio ¾ in.

**Elaboradopor:**Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.



**Figura 54.-**Cargando en las volquetas el Ripio ¾ in

**Elaboradopor:**Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

En el método A.C.I 211.4 con el cual elaboramos la dosificación, en la tabla 3.5b se observa que la cantidad de relación agua/ material cementico se da con la relación, resistencia promedio  $f'_{cr}$  \*kg/cm2 y tamaño máximo de agregado grueso indicado que se va a trabajar. Por lo cual nosotros tuvimos que trabajar con diferentes dosificaciones en las cuales estaban inmersas las granulometrías hechas al material.

**Tabla39.-**Relación Agua/Materiales cementicios para concretos con Superplastificante

Resistencia promedio $f'_{cr}$ * Kg/cm2	Edad (días)	Relación a/cm para los tamaños			
		máximo de agregados gruesos indicados			
		0.95 cm	1.27 cm	1.905 cm	2.54cm
500	28	0.49	0.47	0.45	0.42
	56	0.54	0.51	0.47	0.45
550	28	0.44	0.42	0.40	0.39
	56	0.49	0.46	0.43	0.41
600	28	0.40	0.38	0.36	0.35
	56	0.44	0.41	0.39	0.37
650	28	0.36	0.35	0.33	0.32
	56	0.40	0.38	0.36	0.34

700	28	0.33	0.32	0.31	0.30
	56	0.37	0.35	0.33	0.32
750	28	0.31	0.30	0.28	0.28
	56	0.34	0.32	0.30	0.30
800	28	0.29	0.28	0.26	0.26
	56	0.32	0.30	0.28	0.28
850	28	0.27	0.26	0.25	0.25
	56	0.30	0.28	0.27	0.26

*\*La resistencia promedio debera ser reajustada para usar esta tabla con un valor de 0.9*

**Elaboradopor: A.C.I 211.4**

#### **4.2 DISCUSION DEL AGREGADO FINO.**

El material como agregado fino lo utilizamos la arena de rio que constituye de hecho la mayor parte del porcentaje en peso del hormigón. Dicho porcentaje usualmente supera el 60% del peso en el hormigón fraguado y endurecido en nuestro caso. La adecuación de un árido para la fabricación de hormigón de 55 MPa debe cumplir un conjunto de requisitos usualmente recogidos en las normas que rigen esta investigación como es el caso de las NORMA NTE INEN y ASTM. Dichos requisitos se refieren normalmente a la composición química, la granulometría, los coeficientes de forma y el tamaño que debe tener nuestro agregado para que cumpla con las condiciones satisfactorias para la elaboración de un hormigón de alta resistencia.



**Figura55.-**Arena de Rio Yacimiento de Penipe.

**Elaboradopor:**Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

### ***4.3. DISCUSION DEL ADITIVO***

El aditivo nos produjo otra incertidumbre, por que trabajar con superplastificantes es difícil el hecho de saber cómo se comportan al contacto con el cemento. El aditivo con el cual trabajamos nos dio un máximo de 2% del peso del cemento para poder trabajar.

En nuestro caso ocupamos el 0.82 % que es 4.1 litros, dando un trabajabilidad muy buena con un asentamiento 20 cm pero que a su vez se empieza a fraguar en 30 minutos, eso nos ayuda para desmoldar más rápido y el asentamiento para que el hormigón se acomode mejor al molde y evitar el vibrado excesivo que causa segregación en la mezcla de hormigón.

Otra parte importante fue en qué momento colocar el aditivo en la mezcla y como colocarlo, según técnicos ecuatorianos la mejor manera de colocar el aditivo es al principio de la mezcla y mezclar con agua al aditivo, pero en nuestro caso fue distinto, porque tuvimos que colocar el aditivo al final para que tenga un mejor comportamiento.

**Tabla40.-**Comportamiento del hormigón según la colocación del aditivo

<b>COMPORTAMIENTO DEL HORMIGON SEGÚN LA COLOCACION DEL ADITIVO</b>	
<b>ADITIVO</b>	<b>OBSERVACION</b>
<b>AL PRINCIPIO</b>	El comportamiento del hormigón al colocar el aditivo creó una aceleración del fraguado mas rápido, provocando que se seque en unos 20 minutos con un asentamiento de 2 cm, esto a su vez es negativo ya que si no realiza el trabajo en ese rango de tiempo el hormigón ya no sirve.
<b>AL MEDIO</b>	El comportamiento del hormigón en este caso es un poco similar pero consume menos agua que el método anterior con un ahorro de unos 3 litros, se fluye mas ya que el aditivo no entra en contacto con el cemento si no ya con la mezcla de la pasta. Eso provoco que el hormigón se seque a la media hora de su elaboración con un mayor asentamiento.
<b>AL FINAL</b>	Viendo el comportamiento anterior procedimos hacer una prueba colocando al final de la mezcla el aditivo, obteniendo mejores resultados, el asentamiento es de 20 a 22 cm que permite trabajar cómodamente mejorando el tiempo del vibrado, reduce el agua en unos 5 litros a comparación del primer método, y su tiempo de fraguado es alrededor de 45 a 60 minutos.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

#### **4.4 DISCUSIÓN DEL CEMENTO**

El cemento que utilizamos es un 10P, que significa que tiene 90 % clinker y 10 % puzolana, esto hace que el hormigón tenga otras propiedades y la principal es mayor dureza a la compresión que el cemento común. Esto fue un problema ya que en nuestra dosificación teníamos que adaptar este cemento por lo cual las cantidades de cemento y ripio que es lo que dan dureza al hormigón disminuyen en la dosificación final.

Por otra parte el cemento fresco tiene diferente comportamiento en sus primeros 2 días de elaboración, ya que en este periodo de tiempo el cemento se encuentra caliente y obtiene otras propiedades como fraguado más rápido y lo más curioso es que la mezcla no se hace fluida al contrario se crea una especie de esponjamiento con asentamientos de 14 cm. Esta pastosidad perjudica al hormigón porque encierra cantidades de aire que no se quita en su mayoría al momento de vibrar, provocando que también no se adhiera de forma correcta con el acero y a su vez que falle en los ensayos a flexión.

#### **4.5 DISCUSION DEL CURADO**

Teniendo todos estos beneficios en los materiales e insumos procedimos a ejecutar

las dosificaciones, pero en el transcurso de la evaluación de las probetas se inicio con nuevas investigaciones que tienen que ver con el curado. Esto se hizo por que el curado en el laboratorio es diferente al que se hace en una construcción.

En una construcción se hace un curado sin controlar las normas de calidad y los procesos, esto hace que el hormigón no se desarrolle con normalidad y por ello existen las fallas de las resistencias.

En el laboratorio hicimos ensayos de probetas con diferentes tipos de curado para evaluar las resistencias y ver cuales se asemejan a la realidad que son las que nos interesan. Unas muestras hicimos curado a vapor durante 5 horas que equivalen a un curado en agua por 7 días, otro ensayo hicimos el curado a vapor de 5 horas más curado en agua por los 28 días restantes, y el tercero fue dejar las probetas sin curarse los 28 días.

Ensayos de compresión	probeta 1	probeta 2	probeta 3	probeta 4	probeta 5
	28 días MPa				
curado a vapor	65,565	63,439	62,895	63,319	62,524
curado a vapor + curado en agua	88,319	74,901	81,337	75,568	79,035
sin curado	45,235	50,245	49,254	47,236	48,568

El curado que nos representa la realidad es el curado a vapor de 5 horas que equivale a 7 días de curado en agua que es lo que generalmente se hace en obra, por que los demás ensayos de curados son para verificar que pasa con la maduración del hormigón si se hace un curado perfecto como es el de 28 días o no hacer el curado que perjudica la resistencia a compresión y demás ensayos de control de calidad.



**Figura 56.-**Carga máxima y resistencia máxima de ensayo a compresión con curado a vapor.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo



**Figura 57.-**Carga máxima y resistencia máxima de ensayo a compresión con curado a vapor y agua hasta los 28 días.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

#### 4.6 DISCUSIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DOSIFICACIÓN DE H.A.R.

En la presente investigación en lo referente a hormigones de alta resistencia, en nuestro caso mas de 55 Mpa, se presenta numerosos conocimientos en el campo del diseño de mezclas de concreto, aquí se realiza la presentación detallada del método de diseño de mezclas de concreto de alta resistencia del comité ACI 211.4, este método semi-empírico sirvió de base para realizar las primeras mezclas de la investigación, seguidamente se cumple uno de los objetivos de la presente tesis que fue el de realizar la curva de maduración del hormigón con los diseños de mezclas de concreto de alto desempeño, este objetivo representó uno de los mas difíciles a cumplir, dado que la predicción del comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido. En primer lugar se debió solucionar el problema de las proporciones ideales de agregados, para esto se realizo comparaciones con varias granulometrías ideales y se utilizó el modelo de acomodo compresible para predecir estas proporciones, con lo cual se realizó 5 diseños de mezclas este modelo se presenta detalladamente las cantidades de áridos, cemento, aditivo y agua, también se debió lidiar el problema de la cantidad de cemento de cada mezcla con la cantidad de aditivo relacionándolo a la vez con la trabajabilidad de las mezclas, para su posterior dosificación de aditivo a utilizar.

Cada punto mencionado anteriormente, ha sido desarrollado detalladamente y se incluyen ejemplos de los cálculos, la predicción de la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto endurecido se presentó en el capítulo III, donde se exponen todos los resultados de estos pre diseños.

#### **4.7 DISCUSIÓN SOBRE EL MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA DEL COMITÉ ACI 211.4.**

El método propuesto por el comité 211.4 del ACI abarca el rango de resistencia entre 450 kg/cm<sup>2</sup> y 840 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que esta dentro de los parámetros de resistencia de nuestro estudio que es proponer una curva resistencia versus tiempo de un hormigón de 55 Mpa. este método es aplicable a concretos de peso normal. Las consideraciones básicas de este método al igual que en el método para concretos convencionales es la determinación de la cantidad de los materiales requeridos para producir un concreto con las propiedades deseadas. El procedimiento consiste en una serie de pasos, con los cuales se debe cumplir los requerimientos de resistencia y

trabajabilidad deseados, el método recomienda elaborar varias pruebas en laboratorio y en el campo hasta encontrar la mezcla deseada, para la propuesta final que lo presentamos en el CAPITULO V.

#### **4.8 DISCUSIÓN DE LA FORMA DE DELINEACIÓN DE GENERACION DE MEZCLAS DE HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA.**

En primer lugar se seleccionó el asentamiento y la resistencia del concreto requerido para tener una base o prestación de diseño inicial, también con el tamaño máximo del agregado, basados en los requerimientos de resistencia, a su vez se seleccionó el óptimo contenido de agregado grueso la cual depende básicamente su resistencia característica. El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, como una función del tamaño máximo nominal. El agua de mezcla y el contenido de aire, la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un asentamiento dado, esta directamente relacionado al tamaño máximo, forma de las partículas, gradación del agregado, cantidad de cemento y tipo de plastificante o superplastificante usados. Si se usa un superplastificante, el contenido de agua en este aditivo es tomado en cuenta para el cálculo de la relación agua/cemento.

Estas cantidades de agua de mezclado son máximas para un agregado bien gradado, angular y limpio que cumple con los límites de la norma ASTM C 33. Dado que la forma de las partículas y la textura superficial del agregado fino puede influenciar significativamente su contenido de vacíos, el requerimiento de agua de mezclado puede ser diferente de los valores dados.

Cuando el contenido de vacíos del agregado fino no es 35%, es necesario un ajuste a la cantidad de agua de mezclado.

También el proporcionamiento de la mezcla de prueba base, para determinar las proporciones óptimas primero se realizó una mezcla base, los siguientes pasos deben ser seguidos para completar la mezcla:

1. Contenido de cemento.- Para esta mezcla, el peso del cemento será igual a 500 kg para 1 metro cubico de hormigón.
2. Contenido de arena.- Después de determinar los pesos por m<sup>3</sup> de agregado grueso, cemento, agua, y contenido de aire atrapado, el contenido de arena puede ser calculado usando el método de volúmenes absolutos.

En si casi todos los diseños están correlacionados con el tamaño nominal de los áridos y el uso del agua para su relación con el cemento (*relación agua cemento a/c*) y el uso de superplastificante en nuestro caso para disminuir el agua y que el hormigón sea mas manejable o trabajable.

#### **4.9. CALIDAD DE VALIDEZ INTERNA CRÍTICA DE LA METODOLOGÍA**

El cumplimiento de la logística del proyecto de investigación, con sus respectivos ensayos y dosificaciones tipo, que mediante la utilización de técnicas e instrumentos de recolección de información, permitió determinar la curva de resistencia a la compresión vs tiempo de las probetas con la dosificación final.

Al no poseer un estudio previo dirigido a este tema, tuvimos que empezar con diferentes tipos de dosificaciones, y al no poseer una granulometría perfecta que entre en los parámetros del código INEN, tuvimos que elaborar dosificaciones que cumplan con nuestros requerimientos y realizar la curva de maduración del hormigón, esto se logro mediante procesos de recolección de información de la materia prima que durante la ejecución de ensayos nos arrojó diferentes dosificación. Esto a su vez nos dio una curva de maduración con diferentes dosificaciones tipo.

Esta metodología planteada en la tesis fue un proceso exhausto y efectivo en el control de calidad de los materiales que facilitó la toma de datos para elaborar una dosificación final que cumplió con nuestro objetivo.

#### **4.10 VALORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Los cálculos, ensayos y resultados obtenidos en esta tesis solo se pueden utilizar, siempre y cuando tengan iguales materiales que cumplan con las especificaciones recomendadas. Los valores de la curva de maduración del hormigón versus el tiempo será la mejor forma de comprobar si su hormigón está cumpliendo con los parámetros de control de calidad o si está haciendo los procedimientos adecuados.

La investigación de la curva de maduración de más de 55 MPa. sirve para todos las empresas privadas y constructores que requieren de este tipo de hormigón con materiales constitutivos de la zona de la provincia de Chimborazo, el diseño final es de

fácil utilización y trabajabilidad y ha sido utilizado en nuestro medio de forma permanente como es el caso de la fabricación de durmientes monobloques pretensados, que actualmente sirve para la rehabilitación de la línea férrea en el Ecuador

La discusión de los procesos y materiales empleados en esta tesis ayudara aclarar algunas dudas que se presenten en el transcurso de la elaboración del hormigón y las conclusiones y recomendaciones facilitaran resolver las dudas que se tengan en un inicio de la ejecución.

#### **4.10.1 COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

La técnica expuesta en esta tesis fue elaborada con las siguientes normas internacionales ACI y nacionales INEN.

#### **4.11 DISCUSIÓN AMBIENTAL.**

Una estructura de hormigón medioambientalmente sostenible es cuando cuyo impacto ambiental total a lo largo del ciclo de vida, incluyendo el uso de la estructura, sea reducido al mínimo. Es el material de construcción más importante a nivel mundial, proveniente de materias primas disponibles en casi todos los países del mundo. Se producen entre 2 y 3 toneladas de hormigón en cada año por persona, es la cuantificación que realizan las estadísticas internacionales ambientales, la cual corresponde a países industrializados y para el 2020 se calcula un incremento de la demanda de entre el 30 y 85% en países emergentes, por tanto:

“La sostenibilidad del Hormigón afecta a la sostenibilidad global”

Su uso es masivo a escala global, es el responsable principal de los impactos de construcción en su conjunto, por lo tanto las mejoras de las prestaciones medioambientales en estos materiales tendrán repercusión global en el sector de la construcción.

Las tendencias para la minimización del impacto son:

- Reducir la demanda, por ende construir menos o con otros materiales. Contemplar alternativas al hormigón estructural: maderas, bambú, cerámicas, acero, etc. , según requerimientos del proyecto.
- Aumentar el empleo de áridos reciclados( en Las Palmas de Gran Canaria existe una empresa que se dedica al reciclaje de áridos aptos para la construcción
- Adecuar las prestaciones del hormigón a los usos específicos y optimizar las

cantidades según cálculo para cada caso en concreto, diseñar y construir ni más ni menos que para lo que se necesita.

- Reciclar el hormigón una vez cumplido su ciclo de vida-CERRAR CICLO.
- Mejorar la eficiencia de los procesos productivos a nivel de gestión de recursos, consumo de energía y rescate del impacto generado aprovechando el impacto positivo de los materiales que los tengan.
- Aprovechar y utilizar a nuestro favor las propiedades beneficiosas del hormigón, su elevada resistencia, su buena durabilidad y su alta capacidad térmica.
- Definir estrategias de mantenimiento y demanda energética para la fase de uso de los edificios.
- Utilizar hormigones que se hayan producido con sistemas de extracción y procesamiento medioambientalmente razonables, exigir etiquetas verdes a los productos del hormigón s/ normativas locales y de las exigibles siempre la máxima calificación verde.



**Figura 58.-**Fabricación de grandes volúmenes de hormigón.

**Elaborado por:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo

A continuación detallaremos algunos principales parámetros que influyen en el impacto

ambiental del hormigón:

**NEGATIVOS:**

- El elevado peso influye negativamente en los procesos de extracción, procesamiento y transporte.
- El agotamiento de recursos y la generación de residuos de la construcción, así como el consumo energético y emisiones de CO2 asociadas, derivadas de la producción del cemento, así como el consumo de suelo y modificación del paisaje derivados de la extracción de áridos.
- El consumo de agua para la producción del hormigón y su proceso de curado.
- El consumo de energía en procesos de curado, sobre todo en climas fríos.
- Otros impactos en el medio como la acidificación, vertidos de hidrocarburos, etc.

**POSITIVOS:**

- Uno de los principales impactos tangibles de hormigones de alta resistencia es la disminución de secciones tradicionales en elementos estructurales y alargamiento de su vida útil, por lo que el consumo de hormigones disminuye y por ende todos sus efectos descritos anteriormente.
- La durabilidad del material y las propiedades térmicas y mecánicas bien aprovechadas influyen positivamente en la fase de servicio del edificio, minimizando impactos asociados al consumo energético y el mantenimiento de los mismos.
- Sus posibilidades estéticas, plásticas y técnicas son indiscutibles.

**CAPITULO V**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES.

Dentro del proceso de investigación y análisis, las conclusiones que se derivan de los distintos estudios realizados a lo largo de este trabajo dentro y fuera del laboratorio de control de calidad de la Empresa Cemento Chimborazo.

Las mismas que responden al cumplimiento de los objetivos principales que han guiado el desarrollo de la presente investigación, también obedecen a distintos aspectos concretos referentes a los estudios que se han realizado encaminados a conseguir los objetivos propuestos.

Por otra parte, se presentan algunas recomendaciones fruto de la investigación llevada a cabo en el presente estudio.

#### CONCLUSIONES:

- Después de realizar una serie de dosificaciones preliminares, la dosificación óptima con Áridos propios de la zona arrojaron las siguientes cantidades: Cemento 10P: 500 kg, Agregado grueso (Ripio  $\frac{3}{4}$  in): 900 kg, Agregado fino (Arena de Rio): 770 Kg, Agua: 140 kg, Aditivo (Superplastificante acelerante): 4.1 kg.
- El diseño inicial TIPO II (**Figura 42**), está sobredimensionado más que los cinco diseños preliminares y no es muy trabajable, el promedio de resistencia a la compresión en los 28 días es igual a: 69,37 MPa. De igual manera el diseño inicial TIPO III es el que más se asemeja a nuestra investigación con un promedio de resistencia a la compresión en los 28 días es igual a: 58,66 Mpa.
- Con la dosificación óptima tenemos como resultado un promedio de resistencia a la compresión a los 7 días = 41,53 MPa. a los 14 días es = 49,52 MPa. a los 21 días = 53,69 MPa. y los 28 = 57,78 Mpa., con lo cual se ha ajustado la curva satisfactoriamente a los objetivos de nuestra investigación.
- Con los resultados del diseño final propuesto en el capítulo VI, el hormigón de alta resistencia elaborado en la planta de la Empresa Cemento Chimborazo tiene a los 7

días un 70% a 85% de su resistencia final y a los 28 días ejerce un promedio del 100%, y con el transcurso del tiempo alcanzara su resistencia máxima.

- Al usar superplastificante en hormigones de alta resistencia mejora la trabajabilidad e incrementa notablemente la resistencia.
- Los resultados de compresión individual del diseño final cumple el numeral 3.5 del ACI 325.9R-03, por lo que los resultados promedios de todos los grupos de ensayos consecutivos, su resistencia no excede más de 0.5 MPa. y el rango se conserva en 55 MPa.
- Se realizó la curva Resistencia versus Tiempo de un Hormigón de Alta resistencia, con la cual se puede observar claramente el porcentaje de maduración inicial y final como se aprecia en la figura 60.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar el control estricto de procesos de dosificación y elaboración de hormigones de Alta Resistencia, para que cumplan los requerimientos mínimos de calidad y rendimiento.
- El Tamaño máximo del agregado grueso se recomienda que sea triturado menor o igual a  $\frac{3}{4}$  de pulgada para mejorar su resistencia.
- El agregado fino debe tener una granulometría uniforme y modulo de finura mayor a 2,5 para lograr mayor resistencia.
- Trabajar con las dosificaciones teóricas del ACI, con material pétreo en lo posible saturado con superficie seca, para tener un rango satisfactorio en relación agua/cemento (a/c).
- Realizar mezclas de prueba de Hormigones de Alta Resistencia con aditivos superplastificantes dentro de los rangos recomendados por el fabricante para llegar a una deseada dosificación y obtener buenos resultados en las pruebas de compresión a los 28 días ( $f'c$ ).
- Los agregados deberán estar libre de impurezas orgánicas que puedan influir negativamente en la puesta de cemento.

## **CAPITULO VI**

## **6. PROPUESTA**

### **6.1 TITULO DE LA PROPUESTA**

Optimización de los materiales (*Agregado Fino, Agregado Grueso, Cemento y Aditivo*), de la dosificación preliminar tipo III, para una dosificación de 55MPa, con su respectiva curva de maduración para la aplicación en prefabricados de alta resistencia.

### **6.2 INTRODUCCIÓN**

El estudio que se desarrolla en el presente trabajo tiene su campo de acción en elementos prefabricados de hormigón, elementos pretensados y postensados, para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible, para construir superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos, para satisfacer necesidades específicas de ciertas aplicaciones especiales como por ejemplo durabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Entre algunas de dichas aplicaciones se cuentan vertederos presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas, parqueaderos, pisos industriales de tráfico pesado, dovelas de túneles, etc.

También se va a realizar un hormigón de Alta Resistencia  $f'c$  55 MPa, porque en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo no se tiene datos técnicos de este tipo de dosificaciones para hormigones de alta resistencia, con materiales de la misma zona, la cual ayudara a garantizar el óptimo desempeño en obra, mejorando la calidad del hormigón, propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Su impacto tecnológico se debe fundamentalmente al gran desarrollo que están teniendo los aditivos desde los años 70, y especialmente, al experimentado en esta última década por los aditivos superplastificante basados en policarboxilatos.

Este tipo de dosificación cuenta con un riguroso control de calidad respetando las normas INEN para los ensayos de materias primas y normas ACI para dosificaciones, el cual permite tener dosificaciones exactas que ayuden a tener un ahorro de recursos como tiempo y dinero. La optimización de la dosificación se lo

puede hacer ya que tenemos cemento, y materias primas de alta calidad que nos ayudan a reducir un porcentaje del volumen de materiales (cemento y ripio). Esto conlleva un ahorro de dinero al reducir la cantidad de cemento y ripio siendo estos los materiales más costosos.

De igual manera la curva de maduración del hormigón a los 28 días, el cual se lo realizó con materias primas en diferentes condiciones, tanto en días lluviosos como en días cálidos nos dan parámetros específicos y procedimientos de elaboración que es un aporte significativo tanto para estudiantes que estén interesados en este tema como profesionales, la cual conlleva oportunamente a aminorar tiempo por ende dinero.

Desde su aparición, el hormigón de alta resistencia ha ido incrementado su producción tanto en edificación y obra civil como en prefabricación; no obstante, ésta es aún muy inferior a la del hormigón convencional.

### **6.3 OBJETIVOS.**

#### **6.3.1.- General.**

- Optimizar la cantidad de materiales constitutivos en la elaboración de un hormigón de 55 MPa. y realizar su respectiva curva de maduración para una aplicación en prefabricados de alta resistencia.

#### **6.3.2.- Específicos.**

- Compara ensayos a compresión que se han realizado, de cilindros en distintas fechas de los cinco diseños preliminares, para ver el avance evolutivo del comportamiento de la resistencia y perfeccionar el que más se asemeje a nuestra investigación.
- Corregir la dosificación preliminar tipo III que más se acerca a nuestro estudio, para producir un hormigón de alta resistencia usando materiales pétreos de la provincia de Chimborazo (Agregado fino Yacimiento del cantón Penipe, agregado grueso cantera del Km 12 Vía a San Luis), Cemento Chimborazo tipo 10P (10% puzolánico y 90% Clinker), Aditivo Ergomix 5500 Superplastificante Acelerante.
- Aplicar las normas INEN 2010 - 2011 para realizar un control de calidad de las

materias primas, para garantizar que todos los materiales cumplan con las propiedades físicas, químicas y mecánicas óptimas para el hormigón de alta resistencia.

- Determinar valores característicos de propiedades mecánicas y físicas de los agregados utilizados para una dosificación de 55MPa.
- Verificar y comparar los resultados de los diferentes ensayos obtenidos para a su vez dar una curva de maduración de una dosificación de 55 MPa. a los 7, 14, 21, 28 días de madurez.
- Determinar la dosificación óptima para una resistencia de 55Mpa.

#### **6.4 FUNDAMENTACION CIENTIFICA - TÉCNICA:**

##### **6.4.1 HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA (*Mayor o Igual 50 MPa*)**

El término “alta resistencia” es relativo, pues supone la obtención de resistencias superiores a las más altas obtenidas comúnmente. De esta manera, la clasificación de alta resistencia debe utilizarse para denominar los hormigones cuyo diseño y control deben utilizarse materiales y tecnologías especiales.

En Ecuador hoy en día, de acuerdo a la experiencia de los últimos años en hormigones en obra y en plantas de hormigón premezclados, se puede clasificar como hormigones de alta resistencia a aquellos cuya resistencia a la compresión a los 28 días es superior a 50 MPa.

##### **6.4.2 DOSIS DE CEMENTO PARA HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA.**

En los hormigones en general y en los de alta resistencia en particular, el empleo de dosis de cemento muy altas, suele conducir a la obtención de mezclas viscosas de poca trabajabilidad. En volúmenes importantes de hormigón hay que añadir el inconveniente adicional que supone la generación de un elevado calor de hidratación que puede inducir un proceso de figuración térmica importante. Por lo anterior es práctica habitual de los hormigones de alta resistencia la sustitución de parte del cemento por una adición mineral que, además de minimizar los problemas señalados, mejora las características de resistencia y de durabilidad de dichos hormigones.

Para lograr “altas resistencias”, es recomendable restringir el uso de los cementos comerciales a aquellos carentes de adiciones, debido a que el propio hormigón de alta resistencia llevará un porcentaje de adición (microsílice), que necesita clínguer puro hidratado para reaccionar puzolánicamente, produciendo un incremento en la resistencia,

es el caso de nuestro cemento utilizado en nuestra investigación que es un cemento casi puro CEMENTO CHIMBORAZO TIPO 10P (90 % clinker y 10 % puzolana).

Por otro lado, si las condiciones de exposición del hormigón son agresivas (aguas ácidas-sulfatadas), se recomienda un cemento con adiciones(puzolanas), debido a que el deterioro del hormigón por ataques ácidos, se debe principalmente a la reacción entre estos agentes químicos y el hidróxido de calcio del cemento hidratado (cal liberada). Como se sabe la puzolana reacciona con parte de la cal liberada, por lo cual los hormigones con este tipo de cemento serían menos dañados, que en el caso del cemento Portland puro.

#### **6.4.3 DOSIS DE ARIDOS PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.**

En los hormigones de alta resistencia, la unión entre el agregado y la pasta de cemento hidratada debe ser lo suficientemente resistente, como para permitir una importante transferencia de tensiones a través de la interfase “pasta-agregado”.

A la vez, la resistencia de la fase pasta de cemento es muy alta, ya algunas veces más alta que la resistencia de los propios áridos.

Observando la rotura de superficies en probetas en hormigones de alta resistencia, las grietas pasan tan a menudo, a través de las partículas de agregado como a través de la misma pasta de cemento.

Esto indica que la resistencia de las partículas de agregado, es el factor limitante en la resistencia a la compresión del hormigón. Por lo tanto, las propiedades del agregado, especialmente la fracción gruesa, tiene considerable influencia en las propiedades de los hormigones de alta resistencia.

Uno de los temas corresponde al tamaño máximo del agregado grueso chancado, al disminuir el tamaño del árido grueso se consigue eliminar zonas potenciales de debilidad que provienen de la roca madre, es así como fracciones de partículas más pequeñas de agregado grueso son más resistentes que partículas más grandes.

Por otro lado, en estos hormigones, en los que la calidad de la pasta mejora, la rotura del hormigón se produce por falla de adherencia entre el árido y la pasta de cemento y se sabe que las tensiones de adherencia disminuyen al aumentar el área superficial del árido, o sea, al disminuir el tamaño máximo.

Consecuentemente se puede encontrar que para hormigones de alta resistencia con resistencia a la compresión entre 55 y 100 MPa, el tamaño máximo del agregado grueso, a utilizar tiene que ser menor o igual a 20 mm. (3/4 in).

En cuanto a la forma del agregado grueso, las gravas y gravillas de canto rodado son excelentes, el agregado chancado es igual de bueno siempre y cuando la forma de la partícula chancada sea la más parecida a un cubo, con un mínimo de partícula elongada y

lajada, de lo contrario se producirían efectos adversos en la trabajabilidad y resistencia. La granulometría de los áridos tiene también, más importancia que en los hormigones corrientes, porque como la cantidad de cemento y de otros materiales finos aumenta para alcanzar las resistencias buscadas, el porcentaje de fino de los áridos tiene que ser disminuidos y el intervalo de variación de la banda granulométrica debe estrecharse.

#### **6.4.4 DOSIS DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFANTE PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.**

Sin entrar en detalles de superficies cargadas eléctricamente, los superplastificantes producen defloculación en las partículas de cemento fluidificando la mezcla, de modo que un muy bajo contenido de agua, es suficiente para una adecuada trabajabilidad. En consecuencia, es posible obtener mezclas con descenso de cono 180 a 200 mm. Con una razón de agua/cemento, dentro del rango del 0,2 a 0,3 (basado en agua libre de la mezcla).

La drástica reducción de agua en la mezcla produce una reducción en la distancia entre partículas de cemento. En consecuencia una muy densa matriz de cemento es formada a diferencia de un hormigón normal, incorporándose rápidamente los productos de hidratación del cemento. La virtud de esta matriz de alta densidad sumada a los enlaces químicos producidos por la hidratación, es lograr una muy alta resistencia a la compresión además de una muy baja porosidad.

#### **6.4.5 RELACION AGUA CEMENTO PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.**

La relación agua/cemento es un factor muy importante para obtener hormigones de alta resistencia, ya que la resistencia del hormigón es inversamente proporcional a la razón agua/cemento, por lo que debemos tratar de obtener aquella mínima razón que nos permita una buena trabajabilidad considerando los demás componentes del hormigón.

La combinación de dos efectos, razón agua/cemento y la densidad de la matriz, permite que la razón agua/cemento influya sobre la resistencia solamente sobre un cierto valor mínimo de esta razón.

Por lo tanto, para cementos Portland y los superplastificantes disponibles, con los métodos usuales de mezclado y colocación, y las prácticas de curado, se ha encontrado que el valor óptimo de esta razón agua/cemento es cercano a 0,22.

Para valores más altos que 0,22 existe influencia de la razón agua/cemento sobre la resistencia; valores más bajos son perjudiciales por que no se puede obtener en forma adecuada una alta densidad para la estructura de la pasta de cemento. (*High-Performance Concrete Demystified, 1996*).

#### **6.4.6 COMPATIBILIDAD CEMENTO PUZOLANICO Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE.**

El problema en esencia es que no todos los cementos Pórtland nacionales tienen el mismo comportamiento reológico cuando son usados con un determinado superplastificante a una baja razón agua/cemento.

Similarmente no todos los superplastificantes que cumplen con los estándares nacionales reaccionan en la misma forma con un determinado cemento Pórtland. Por lo tanto se debe de entender que no todos los cementos son compatibles con todas las mezclas, y en el caso de los hormigones de alta resistencia el problema de la compatibilidad cemento-superplastificante es mucho mayor.

Estudios en la interacción entre cemento y superplastificante conducidos en la universidad de Sherbrooke han identificado el factor importante en su compatibilidad. Para el cemento son importantes los contenidos de C3A C4AF, la reactividad del C3A (depende de su forma morfológica y del grado de sulfurización del clínquer), el contenido del sulfato de calcio y la forma final del sulfato de calcio en el cemento base.

Para el superplastificante, los factores importantes son la longitud de la cadena molecular, la posición del grupo sulfonato en la cadena, y la presencia de sulfonatos residuales, los cuales afectan las propiedades de defloculación del cemento.

Sobre la base de estos factores, los investigadores postulan un cemento ideal para hormigones de alta resistencia, desde un punto de vista del comportamiento reológico: de molienda no muy fina, con muy bajo contenido de C3A, y con una fase intersticial cuya reactividad es fácilmente controlada por los iones sulfatos derivados desde la solución de los sulfatos presentes en el cemento.

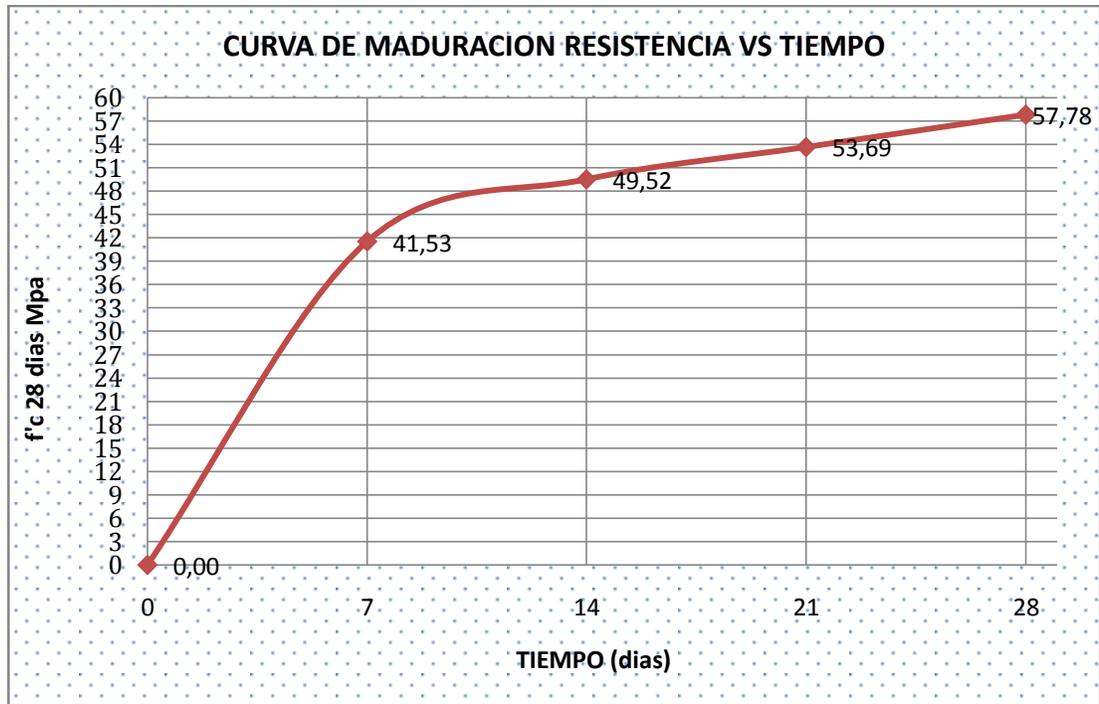
#### **6.4.7 COMPORTAMIENTO DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA EN SU PERIODO EVOLUTIVO DE MADURACION.**

La pasta del hormigón se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

En el cemento portland, el más frecuente empleado en los hormigones, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricálcico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días). Después el silicato tricálcico, con una aportación inicial importante y continua durante bastante tiempo. A continuación el silicato bicálcico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días.



**Figura 59.**-Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo de un H.A.R..  
**Elaborado por:** Víctor A Cabezas.  
 Alfredo Guambo.

#### 6.4.7.1 RESISTENCIA PROGRESIVA DE UN HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA.

Dentro de las características de un hormigón de alta resistencia se verifica paulatinamente su comportamiento a la compresión, la *Resistencia característica* ( $f_{ck}$ ) del hormigón es aquella que se adopta en todos los cálculos como resistencia a compresión del mismo, y dando por hecho que el hormigón que se ejecutará resistirá ese valor se dimensionan las medidas de todos los elementos estructurales.

La *Resistencia característica de proyecto* ( $f_{ck}$ ) establece por tanto el límite inferior, debiendo cumplirse que cada amasada de hormigón colocada tenga esa resistencia como mínimo. En la práctica, en la obra se realizan ensayos estadísticos de resistencias de los hormigones que se colocan y el 95% de los mismos debe ser superior a  $f_{ck}$ , considerándose que con el nivel actual de la tecnología del hormigón, una fracción defectuosa del 5% es perfectamente aceptable.

La resistencia del hormigón a compresión se obtiene en ensayos de rotura a compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizados a los 28 días de edad y fabricadas con las mismas amasadas puestas en obra.

### 6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En una primera etapa del estudio se realizó cinco diseños preliminares acogiéndonos al método de diseño establecido por el ACI 211.4 con el cual dentro de los 30 días de recolección de especímenes cilíndricos de hormigón, obtuvimos una serie de datos de los ensayos a compresión, con la cual se apreció notablemente el comportamiento en la curva resistencia vs tiempo de un  $f'c = 55$  MPa.

De la serie de dosificaciones se escogió la más próxima para nuestra investigación, es el caso del diseño preliminar número tres con la cual se pretende optimizar los materiales (*Agregado Fino, Agregado Grueso, Cemento y Aditivo*), para una dosificación de 55MPa con su respectiva curva de maduración para la aplicación en prefabricados de alta resistencia.

Con la corrección en todos los agregados, cemento y aditivos obtuvimos una dosificación optima de 55 MPa con la cual garantizamos los resultados siempre y cuando trabajen con los estándares y normalización para cada tipo de materiales esto es ripio  $\frac{3}{4}$  in, arena de río, cemento tipo 10P, y superplastificante.

Con estas correcciones obtuvimos la siguiente dosificación:

Cemento 10P: 500 kg

Agregado grueso (Ripio  $\frac{3}{4}$ ): 900 kg

Agregado fino (Arena de Rio): 770 Kg

Agua: 140 kg

Aditivo (Superplastificantes acelerante): 4.1 kg

Dada la dosificación procedemos a comprobar con 30 diferentes dosificaciones, para ello debemos dar un control de calidad a las materias primas.

### **6.5.1 CORRECCION DE LA DOSIFICACION DE UN $f'c = 55$ MPa.**

Del diseño preliminar tipo III se ha optimizado los materiales y se observa como resultado las siguientes tablas.

#### **6.5.1.1 AGREGADO FINO**

**Tabla41.-**Resultados corregidos de los ensayos del agregado fino (Arena de Rio).

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
	FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS								
<b>Proyecto:</b>	Tesis: CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE							
FECHAS	Módulo de finura	Peso Especifico	Peso unitario compactado	Peso unitario suelto	Contenido de humedad	Absorción (%)	V vacios %	
03/09/2012	2,73	2,11	1,51	1,33	5,87	5,00	28,18	
04/09/2012	2,73	2,11	1,50	1,49	5,51	5,00	28,52	
05/09/2012	2,73	2,11	1,51	1,46	5,90	5,00	28,29	
06/09/2012	2,68	2,11	1,50	1,46	6,78	5,00	28,82	
07/09/2012	2,68	2,11	1,51	1,47	5,55	5,00	28,41	
10/09/2012	2,68	2,11	1,51	1,44	6,61	5,00	28,28	
11/09/2012	2,68	2,11	1,52	1,44	6,55	5,00	27,95	
12/09/2012	2,64	2,13	1,51	1,46	7,06	5,24	29,03	
13/09/2012	2,64	2,13	1,52	1,47	7,35	5,24	28,37	
14/09/2012	2,64	2,13	1,51	1,46	7,53	5,24	28,76	
17/09/2012	2,64	2,13	1,51	1,48	6,51	5,24	28,83	
18/09/2012	2,66	2,13	1,51	1,47	6,54	5,24	29,11	
19/09/2012	2,66	2,13	1,52	1,45	6,72	5,24	28,65	
20/09/2012	2,66	2,13	1,50	1,47	6,57	5,24	29,40	
21/09/2012	2,66	2,13	1,51	1,46	6,46	5,24	28,96	
24/09/2012	2,69	2,21	1,50	1,47	5,78	5,03	31,94	
25/09/2012	2,69	2,21	A 1 f r	1,52	1,43	5,51	5,03	31,13
26/09/2012	2,69	2,21	1,51	1,47	5,75	5,03	31,53	
27/09/2012	2,72	2,21	1,52	1,46	6,31	5,03	30,98	
28/09/2012	2,72	2,21	e d	1,51	1,48	6,18	5,03	31,43
01/10/2012	2,72	2,21	o	1,50	1,47	6,15	5,03	31,79
02/10/2012	2,72	2,21	G	1,50	1,46	6,11	5,03	31,87
03/10/2012	2,70	2,05	u	1,50	1,47	6,41	5,35	26,98
04/10/2012	2,70	2,05	a m	1,51	1,46	6,68	5,35	26,15
05/10/2012	2,70	2,05	b	1,51	1,46	6,88	5,35	26,22
08/10/2012	2,70	2,05	o	1,47	1,47	6,21	5,35	28,34
09/10/2012	2,68	2,05	.	1,52	1,47	6,29	5,35	25,68
10/10/2012	2,68	2,05		1,52	1,46	6,35	5,35	25,94
11/10/2012	2,68	2,05		1,51	1,43	6,28	5,35	26,44
12/10/2012	2,68	2,05		1,51	1,46	5,10	5,35	26,09

Elaborado por: Víctor A Cabezas.

5.1.2

### AGREGADO GRUESO

Tabla42.-Resultados corregidos de los ensayos del agregado grueso (3/4 in).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** Tesis: **CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa.** COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE

FECHAS	Peso Especifico	Peso unitario compactado	Peso unitario suelto	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)
03/09/2012	2,29	1,52	1,39	0,79	1,90
04/09/2012	2,29	1,51	1,45	0,68	1,90
05/09/2012	2,29	1,51	1,47	0,74	1,90
06/09/2012	2,29	1,51	1,45	1,44	1,90
07/09/2012	2,29	1,57	1,47	1,16	1,90
10/09/2012	2,29	1,51	1,48	1,22	1,90
11/09/2012	2,29	1,53	1,47	0,84	1,90
12/09/2012	2,35	1,53	1,44	0,69	2,39
13/09/2012	2,35	1,53	1,44	1,22	2,39
14/09/2012	2,35	1,52	1,48	1,67	2,39
17/09/2012	2,35	1,52	1,46	1,27	2,39
18/09/2012	2,35	1,51	1,47	1,09	2,39
19/09/2012	2,35	1,52	1,47	1,18	2,39
20/09/2012	2,35	1,53	1,46	1,08	2,39
21/09/2012	2,35	1,53	1,46	1,11	2,39
24/09/2012	2,32	1,53	1,45	0,81	2,13
25/09/2012	2,32	1,53	1,46	0,71	2,13
26/09/2012	2,32	1,52	1,47	0,79	2,13
27/09/2012	2,32	1,53	1,45	1,29	2,13
28/09/2012	2,32	1,54	1,49	1,09	2,13
01/10/2012	2,32	1,53	1,45	1,14	2,13
02/10/2012	2,32	1,51	1,48	0,85	2,13
03/10/2012	2,32	1,53	1,44	0,73	2,13
04/10/2012	2,21	1,53	1,45	1,17	2,13
05/10/2012	2,21	1,54	1,48	1,56	2,13
08/10/2012	2,21	1,53	1,47	1,22	2,13
09/10/2012	2,21	1,51	1,46	1,06	2,13
10/10/2012	2,21	1,52	1,47	1,15	2,13
11/10/2012	2,21	1,52	1,47	1,04	2,13
12/10/2012	2,21	1,53	1,48	1,14	2,13

**Elaborado por:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

## 6.6. DOSIFICACIÓN FINAL

Con los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de control de calidad de las materias primas, procedemos a realizar las diferentes dosificaciones por metro cubico, partiendo se hallaron al realizar la curva de 55 MPa.

Cabe recalcar que este método esta dado interpolando las cantidades de agregados, para a su vez obtener una dosificación que cumpla con la resistencia requerida, sin cambiar las propiedades químicas, físicas y mecánicas. Ayudando a economizar tanto en materia prima como en tiempo ya que necesitamos una menor cantidad de materiales e insumos. A continuación se presenta la dosificación diaria corregida su humedad para un metro cubico con las siguientes cantidades mostradas en la tabla 44.

**Tabla 43.-**Resultados de la Dosificación Final para un Hormigón de 55MPa.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
	FACULTAD DE INGENIERIA						
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL						
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS						
<b>Proyecto:</b>	Tesis: <b>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.</b> COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE						
N° DE ENSAYOS	FECHAS DOSIFIC.	NUMERO DE PROBETAS	AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	RIPIO (kg)	ADITIVO (kg)
	DOSIFICACION RESULTANTE		140	500	770	900	4,1
1	03/09/2012	8	140,00	500,00	787,70	900,00	4,1
2	04/09/2012	8	140,00	500,00	787,70	900,00	4,1
3	05/09/2012	8	140,00	500,00	787,70	900,00	4,1
4	06/09/2012	8	140,00	500,00	773,27	900,00	4,1
5	07/09/2012	8	140,00	500,00	773,27	900,00	4,1
6	10/09/2012	8	140,00	500,00	773,27	900,00	4,1
7	11/09/2012	8	140,00	500,00	773,27	900,00	4,1
8	12/09/2012	8	140,00	500,00	785,65	900,00	4,1
9	13/09/2012	8	140,00	500,00	785,65	900,00	4,1
10	14/09/2012	8	140,00	500,00	785,65	900,00	4,1
11	17/09/2012	8	140,00	500,00	785,65	900,00	4,1
12	18/09/2012	8	140,00	500,00	791,60	900,00	4,1
13	19/09/2012	8	140,00	500,00	791,60	900,00	4,1

14	20/09/2012	8	140,00	500,00	791,60	900,00	4,1
15	21/09/2012	8	140,00	500,00	791,60	900,00	4,1
16	24/09/2012	8	140,00	500,00	789,50	900,00	4,1
17	25/09/2012	8	140,00	500,00	789,50	900,00	4,1
18	26/09/2012	8	140,00	500,00	789,50	900,00	4,1
19	27/09/2012	8	140,00	500,00	798,31	900,00	4,1
20	28/09/2012	8	140,00	500,00	798,31	900,00	4,1
21	01/10/2012	8	140,00	500,00	798,31	900,00	4,1
22	02/10/2012	8	140,00	500,00	798,31	900,00	4,1
23	03/10/2012	8	140,00	500,00	792,44	900,00	4,1
24	04/10/2012	8	140,00	500,00	738,55	900,00	4,1
25	05/10/2012	8	140,00	500,00	738,55	900,00	4,1
26	08/10/2012	8	140,00	500,00	738,55	900,00	4,1
27	09/10/2012	8	140,00	500,00	733,08	900,00	4,1
28	10/10/2012	8	140,00	500,00	733,08	900,00	4,1
29	11/10/2012	8	140,00	500,00	733,08	900,00	4,1
30	12/10/2012	8	140,00	500,00	733,08	900,00	4,1

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

#### 6.6.1 DOSIFICACION FINAL CORREGIDA LA CANTIDAD DE AGUA

En esta etapa se determina el control de calidad en cuanto al agua que se debe dosificar para evitar pérdidas de resistencia a compresión por el efecto de la relación a/c, cada dosificación varía de acuerdo a la humedad de los agregados y su nivel de absorción. La cantidad de agua es lo primero que se corrige aumentando o disminuyendo, después se corrige la cantidad de agregado grueso y agregado fino para evitar sobredimensionar o sub dimensionar por consecuencia al peso del agua acumulado en los agregados por efecto de lluvias o exceso de evaporación en tiempo de verano.

**Tabla44.-**Resultados de la Dosificación Final Corregida la Cantidad de Agua para un Hormigón de 55MPa.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
	<i>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</i>
<b>Proyecto:</b>	Tesis: <b>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.</b> COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE

N° DE ENSAYOS	FECHAS DE DOSIFICACION ES	NÚMERO DE PROBET AS	DOSIFICACIÓN FINAL CORREGIDA EL AGUA				
			AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	RIPIO (kg)	ADITIVO (kg)
DOSIFICACION RESULTANTE			140	500	770	900	4,1
1	03/09/2012	8	143,19	500,00	819	907,11	4,1
2	04/09/2012	8	147,02	500,00	817	906,12	4,1
3	05/09/2012	8	143,41	500,00	820	906,66	4,1
4	06/09/2012	8	130,43	500,00	812	912,96	4,1
5	07/09/2012	8	142,46	500,00	802	910,44	4,1
6	10/09/2012	8	133,72	500,00	810	910,98	4,1
7	11/09/2012	8	137,61	500,00	810	907,56	4,1
8	12/09/2012	8	141,02	500,00	827	906,21	4,1
9	13/09/2012	8	133,97	500,00	829	910,98	4,1
10	14/09/2012	8	128,51	500,00	830	915,03	4,1
11	17/09/2012	8	140,12	500,00	822	911,43	4,1
12	18/09/2012	8	141,43	500,00	829	909,81	4,1
13	19/09/2012	8	139,20	500,00	830	910,62	4,1
14	20/09/2012	8	141,28	500,00	829	909,72	4,1
15	21/09/2012	8	141,88	500,00	828	909,99	4,1
16	24/09/2012	8	145,92	500,00	821	907,29	4,1
17	25/09/2012	8	148,95	500,00	819	906,39	4,1
18	26/09/2012	8	146,34	500,00	821	907,11	4,1
19	27/09/2012	8	137,30	500,00	835	911,61	4,1
20	28/09/2012	8	140,14	500,00	834	909,81	4,1
21	01/10/2012	8	139,93	500,00	833	910,26	4,1
22	02/10/2012	8	142,86	500,00	833	907,65	4,1
23	03/10/2012	8	144,15	500,00	829	906,60	4,1
24	04/10/2012	8	138,77	500,00	773	910,53	4,1
25	05/10/2012	8	133,78	500,00	775	914,04	4,1
26	08/10/2012	8	141,79	500,00	770	910,98	4,1
27	09/10/2012	8	142,69	500,00	765	909,54	4,1
28	10/10/2012	8	141,49	500,00	766	910,31	4,1
29	11/10/2012	8	142,95	500,00	765	909,36	4,1
30	12/10/2012	8	150,70	500,00	757	910,26	4,1

a  
bezas.  
Alfredo Guambo.

## 6.7 RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES

Con las diferentes dosificaciones por metro cúbico procedemos a tomar muestras para a su

vez hacer las probetas para ensayar a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

Cabe recalcar que estas probetas pasaron por un curado a vapor durante 5 horas a 65 °C, después de haber fraguado 1 hora aproximadamente, éste curado ayuda a reemplazar el curado común en agua que se lo hace en las diferentes obras civiles por 7 días consecutivos humectando en agua.

Las diferentes probetas se etiquetan de acuerdo a la fecha de la elaboración de las probetas con la hora para tener datos exactos. Uno de los aspectos importantes que se demuestra en esta investigación es que este tipo de hormigones aumentan rápidamente su resistencia a los 7 días y aumentan su resistencia hasta los 90 días de su elaboración aproximadamente. En nuestro caso solo tomamos muestras para ensayar hasta los 28 días que cumple la norma INEN.

**Tabla45.-Resistencia a la Compresión de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días de Diferentes Dosificaciones**

N° DE ENSAYOS		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO											
		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
Proyecto:		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS											
		Tesis: CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO IOP, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE											
		RESISTENCIAS A LA COMPRESION MPa											
		7 DIAS			14 DIAS			21 DIAS			28 DIAS		
FECHAS DE DOSIFICACIONES		MEDIA			MEDIA			MEDIA			MEDIA		
DOSIFICACION RESULTANTE		CILINDRO I	CILINDRO II	CILINDRO I	CILINDRO II	CILINDRO I	CILINDRO II	CILINDRO I	CILINDRO II	CILINDRO I	CILINDRO II	CILINDRO I	CILINDRO II
1	03/09/2012	38,98	40,18	39,58	48,46	46,25	47,35	50,26	53,45	51,86	56,90	57,52	57,21
2	04/09/2012	40,57	42,54	41,55	49,27	48,26	48,76	54,25	53,27	53,76	56,01	55,37	55,69
3	05/09/2012	38,56	40,26	39,41	47,56	48,27	47,91	52,15	51,24	51,69	55,32	55,87	55,59
4	06/09/2012	44,26	45,65	44,95	52,24	53,25	52,74	56,37	60,25	58,31	63,89	64,32	64,11
5	07/09/2012	41,56	40,52	41,04	50,24	49,56	49,90	55,25	56,38	55,81	56,96	57,57	57,26
6	10/09/2012	44,56	45,24	44,90	53,25	52,52	52,89	52,35	54,57	53,46	56,25	57,68	56,97
7	11/09/2012	42,56	46,25	44,41	50,24	50,90	50,57	53,46	50,25	51,86	56,33	55,48	55,90
8	12/09/2012	39,56	38,25	38,91	49,57	51,52	50,54	58,65	55,36	57,00	60,55	61,25	60,90
9	13/09/2012	44,12	42,56	43,34	51,24	52,78	52,01	56,32	52,37	54,34	57,02	58,21	57,62
10	14/09/2012	45,68	47,52	46,60	52,70	53,25	52,97	60,25	57,27	58,76	62,25	61,25	61,75
11	17/09/2012	40,25	41,26	40,76	49,58	48,56	49,07	55,26	52,58	53,92	55,99	55,15	55,57
12	18/09/2012	42,25	42,90	42,57	47,56	50,37	48,96	50,25	53,26	51,75	55,37	56,48	55,92
13	19/09/2012	40,25	41,57	40,91	47,59	48,56	48,08	50,37	58,42	54,39	62,87	63,25	63,06
14	20/09/2012	43,26	42,59	42,92	50,26	54,25	52,25	53,02	56,95	54,99	60,25	59,75	60,00
15	21/09/2012	42,56	42,99	42,78	51,37	50,25	50,81	59,01	60,46	59,73	64,26	65,15	64,70
16	24/09/2012	40,25	39,56	39,91	48,37	44,56	46,46	52,35	55,25	53,80	56,25	55,12	55,69
17	25/09/2012	39,59	38,57	39,08	44,59	47,69	46,14	50,25	49,48	49,86	57,25	58,25	57,75
18	26/09/2012	39,56	38,57	39,06	46,59	49,32	47,95	49,52	50,24	49,88	56,03	57,24	56,64
19	27/09/2012	42,25	43,45	42,85	46,34	50,21	48,28	49,57	56,24	52,90	55,24	56,24	55,74
20	28/09/2012	41,26	40,25	40,76	50,24	55,21	52,12	52,12	54,21	53,17	54,85	55,70	55,27
21	01/10/2012	44,56	43,55	44,06	53,78	54,74	54,26	60,48	62,01	61,25	65,23	64,26	64,74
22	02/10/2012	42,21	40,15	41,18	55,25	52,74	54,00	55,21	53,25	54,23	55,36	56,25	55,81
23	03/10/2012	40,26	40,65	40,46	48,25	47,56	47,91	52,33	48,26	50,29	55,70	56,21	55,96
24	04/10/2012	44,56	43,56	44,06	50,37	49,74	50,06	49,26	51,25	50,26	55,78	55,01	55,40
25	05/10/2012	40,25	41,37	40,81	44,46	47,21	45,84	50,21	50,70	50,46	56,32	55,90	56,11
26	08/10/2012	40,23	40,01	40,12	47,25	48,99	48,12	50,56	54,57	52,56	55,25	55,74	55,49
27	09/10/2012	39,26	39,03	39,14	50,12	44,46	47,29	51,24	52,32	51,78	56,58	56,79	56,68
28	10/10/2012	40,99	41,03	41,01	45,96	50,04	48,00	53,52	53,54	53,53	55,37	55,98	55,67
29	11/10/2012	39,57	40,26	39,91	47,35	48,76	48,06	52,56	52,01	52,29	57,58	57,27	57,42
30	12/10/2012	38,54	39,01	38,78	45,27	46,26	45,76	52,99	52,41	52,70	56,33	57,12	56,72
		41,53			49,52			53,69			57,78		

Elaborador: Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

## 6.8 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En esta parte se califica la resistencia a compresión que se obtuvieron a los 28 días, para determinar si la dosificación alcanzada en el laboratorio cumple con la especificación del numeral 3.5 del ACI 325.9R-03 “Guía para la Construcción de Pavimentos de Hormigón”.

**Tabla46.-Evaluación de los Resultados a Compresión de un Hormigón de 55MPa.**

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL						
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS						
<b>Proyecto:</b>	Tesis: <b>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.</b> COMPONENTES: ARENA DE RIO (Km 26 vía Penipe), ARIDO GRUESO (3/4 km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE						
<b>EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. ACI 214 – NTE INEN 1855-1</b>							<b>RESISTENCIA MEDIA PROMEDIO</b>
N° DE ENSAYOS	MEDIA MOVIL 3 VALORES	RANGO	MEDIA MOVIL > f'c	RESISTENCIA >f'c - 3,5	RESISTENCIA REQUERIDA	RESISTENCIA ESPECIFICA	
1		0,63		SI	65,00	55,00	57,78
2		0,65		SI	65,00	55,00	57,78
3	56,16	0,54	SI	SI	65,00	55,00	57,78
4	58,46	0,43	SI	SI	65,00	55,00	57,78
5	58,99	0,61	SI	SI	65,00	55,00	57,78
6	59,45	1,43	SI	SI	65,00	55,00	57,78
7	56,71	0,85	SI	SI	65,00	55,00	57,78
8	57,92	0,70	SI	SI	65,00	55,00	57,78
9	58,14	1,19	SI	SI	65,00	55,00	57,78
10	60,09	1,00	SI	SI	65,00	55,00	57,78
11	58,31	0,84	SI	SI	65,00	55,00	57,78
12	57,75	1,11	SI	SI	65,00	55,00	57,78
13	58,18	0,38	SI	SI	65,00	55,00	57,78
14	59,66	0,50	SI	SI	65,00	55,00	57,78
15	62,59	0,89	SI	SI	65,00	55,00	57,78
16	60,13	1,12	SI	SI	65,00	55,00	57,78
17	59,38	1,01	SI	SI	65,00	55,00	57,78
18	56,69	1,21	SI	SI	65,00	55,00	57,78
19	56,71	1,00	SI	SI	65,00	55,00	57,78
20	55,88	0,85	SI	SI	65,00	55,00	57,78
21	58,59	0,97	SI	SI	65,00	55,00	57,78
22	58,61	0,89	SI	SI	65,00	55,00	57,78
23	58,84	0,52	SI	SI	65,00	55,00	57,78
24	55,72	0,77	SI	SI	65,00	55,00	57,78
25	55,82	0,43	SI	SI	65,00	55,00	57,78
26	55,67	0,50	SI	SI	65,00	55,00	57,78
27	56,09	0,21	SI	SI	65,00	55,00	57,78
28	55,95	0,62	SI	SI	65,00	55,00	57,78
29	56,59	0,32	SI	SI	65,00	55,00	57,78
30	56,61	0,79	SI	SI	65,00	55,00	57,78

**Elaborador:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

## 6.9 CUMPLIMIENTO DE LOS RESULTADOS.

**Tabla47.-**Resultado Estadístico de la Dosificación final (55MPa).

<b>MUESTRAS ANALIZADAS 1 A 30</b>		
<b>RESULTADO ESTADISTICO</b>		
<i>RESISTENCIA MEDIA X=</i>	57,78	MPa
<i>DESVIACION ESTANDAR S=</i>	2,99	MPa
<b>RESISTENCIA REQUERIDA f'cr=</b>	61,48	MPa
<b>COEFICIENTE DE VARIACION V=</b>	11,76	%

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

Con los resultados obtenidos en la tabla 48 nos podemos dar cuenta que las resistencias son muy buenas, ya que pasan todos los ensayos la resistencia especifica que es la que necesitamos y a su vez no se sobredimensiona con resistencias elevadas.

El rango de los ensayos también tiene un nivel aceptable, este dato nos dice que la toma de probetas fue bien elaborada. Por otra parte ningún ensayo individual baja de la resistencia mínima que es 55 Mpa, que eso nos ayuda a comprobar que es una dosificación óptima.

### GRÁFICO DE MADURACIÓN DE UN HORMIGÓN DE 55 MPa

**Tabla48.-**Resultado de los Rangos de Resistencia (55MPa).

**Datos:**

DÍAS	RESISTENCIA S	RANGO Mpa		RANGO %	
		MENOR	MAYOR	MENOR	MAYOR
0	0,00	0	0	0,00	0,00
7	41,53	38,776	46,6	70,50	84,73
14	49,52	45,76	54,26	83,20	98,65
21	53,69	49,86	61,25	90,65	111,36
28	57,78	55,27	64,74	100,49	117,71

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.



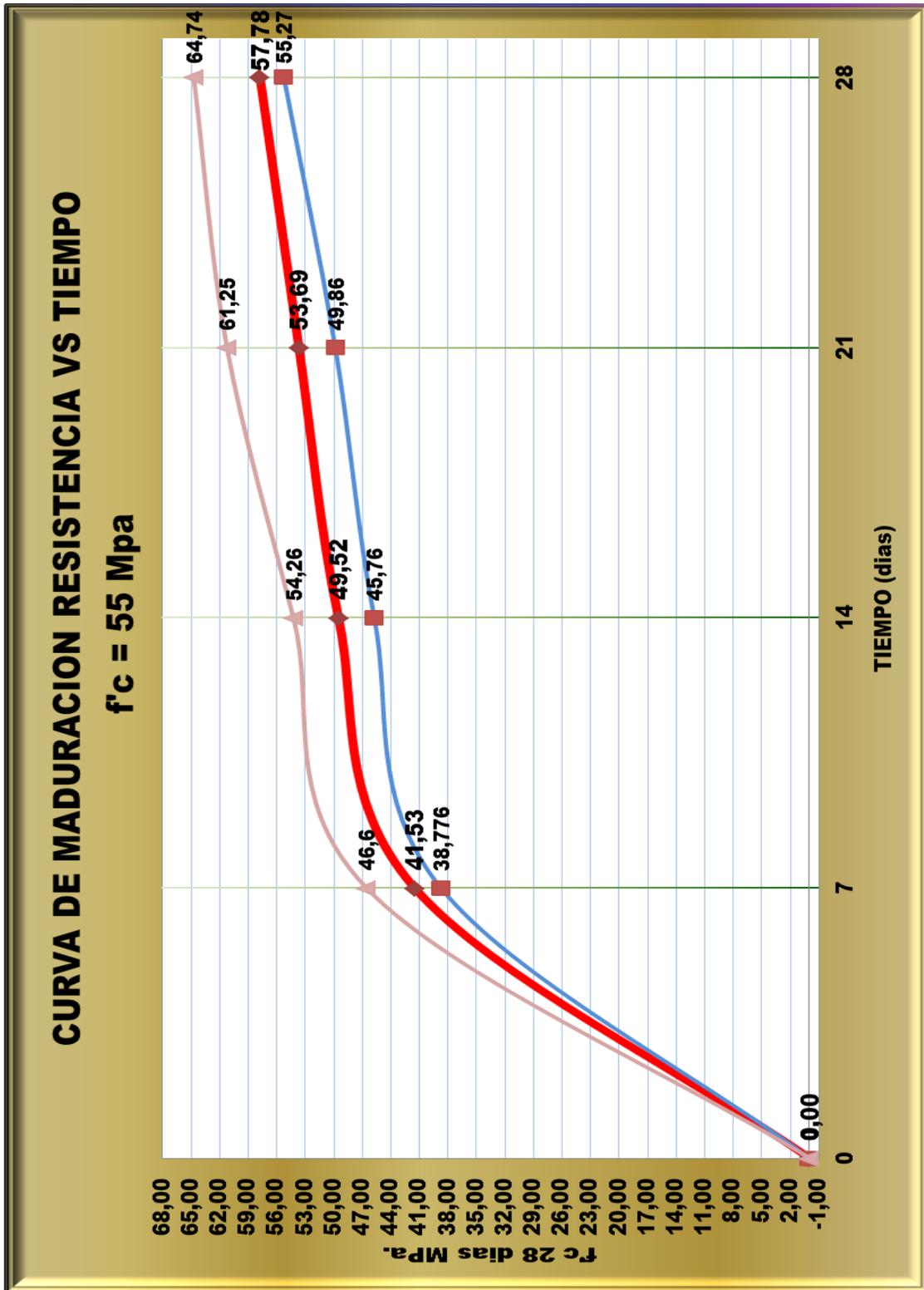
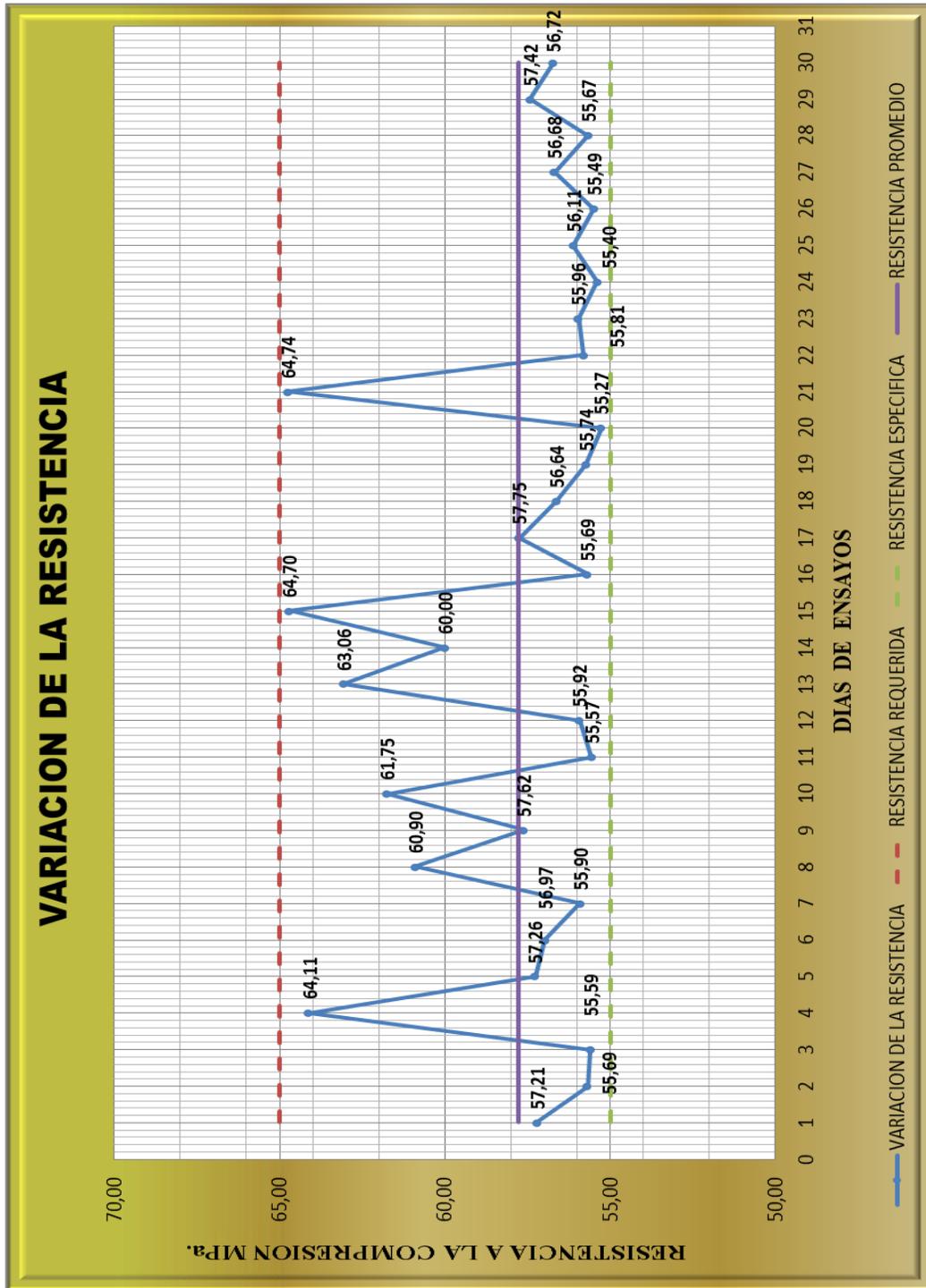


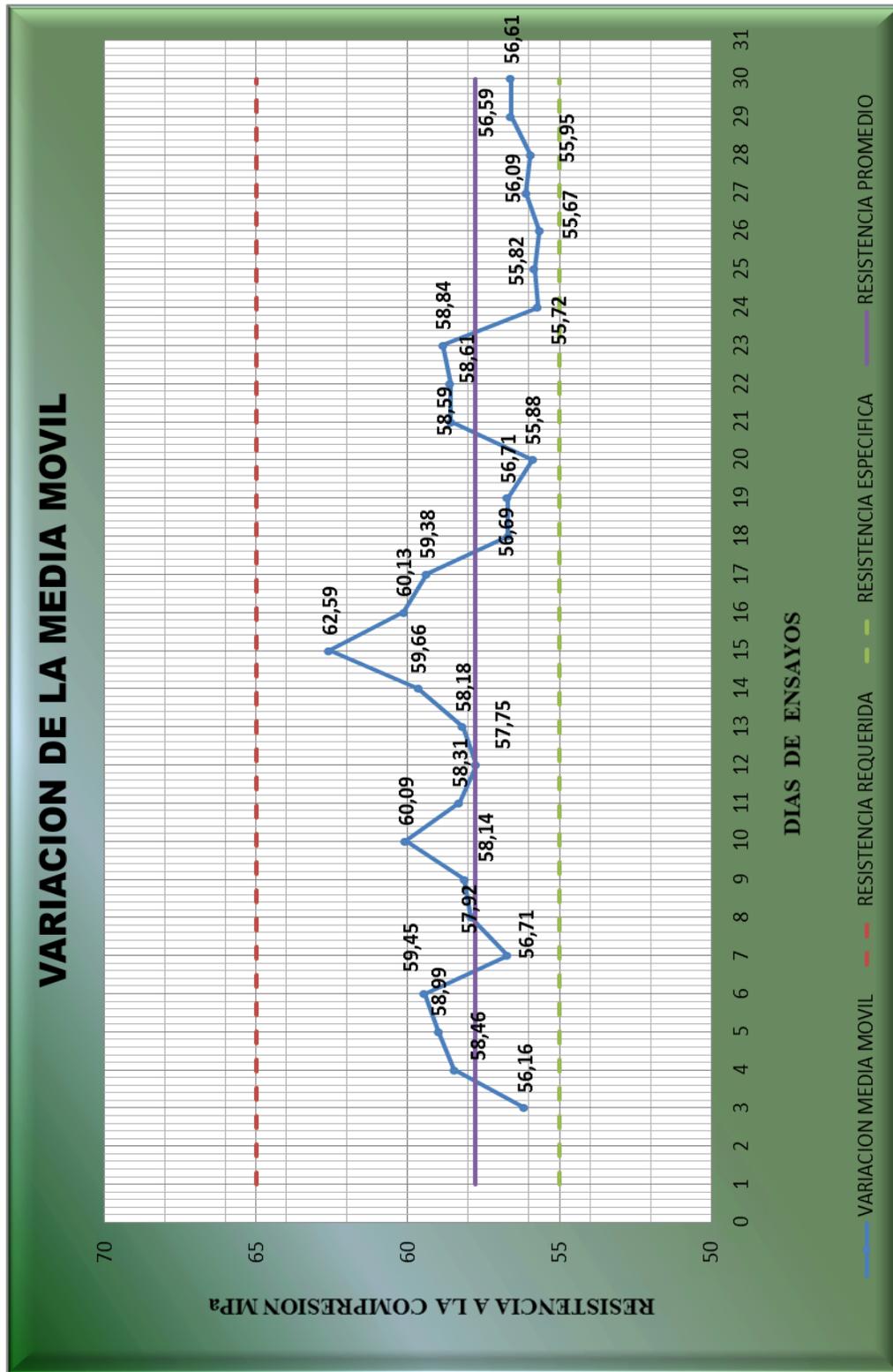
Figura60.-Curva de Maduración Resistencia vs Tiempo de un Hormigón de 55 MPa.

Elaboradopor: Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.



**Figura61.-**Variación de la resistencia de los ensayos a compresión durante 30 días.

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.



**Figura62.**-Variación de la media móvil durante el período de ensayo de un Hormigón de 55 MPa.

Elaboradopor: Víctor A Cabezas.  
Alfredo Guambo.

**6.9.1.- RELACION DE LAS CANTIDADES DE AGREGADOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE 1 M3 DE HORMIGON A PARIHUELAS.**

**Tabla 49** .- Relación de las cantidades de agregados para 1m<sup>3</sup> de hormigón a parihuelas.

<b>DOSIFICACIÓN TIPO I</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>VOLUMEN NETO/m3</b>	<b>PESO kg</b>	<b>SACOS DE CEMENTO (50kg)</b>	<b>PARIHUELAS</b>
Cemento	0.162	509	10.2	1.0
Agregado fino	0.236	549	11.0	1.1
Agregado grueso	0.418	1008	20.2	2.0
Agua	0.178	178	178	17,5 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0.40(l)

<b>DOSIFICACIÓN TIPO II</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>VOLUMEN NETO/m3</b>	<b>PESO kg</b>	<b>SACOS DE CEMENTO</b>	<b>PARIHUELAS</b>
Cemento	0.156	492.97	9.9	1.0
Agregado fino	0.224	522.2	10.4	1.1
Agregado grueso	0.445	1067.92	21.4	2.2
Agua	0.173	172.95	173.0	17,5 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0.41(l)

<b>DOSIFICACIÓN TIPO III</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>VOLUMEN NETO/m3</b>	<b>PESO kg</b>	<b>SACOS DE CEMENTO</b>	<b>PARIHUELAS</b>
Cemento	0.165	519	10.4	1.0
Agregado fino	0.242	565	11.3	1.1
Agregado grueso	0.402	964	19.3	1.9
Agua	0.188	188	188,0	18,1 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0,41 (l)

<b>DOSIFICACIÓN TIPO IV</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>VOLUMEN NETO/m3</b>	<b>PESO kg</b>	<b>SACOS DE CEMENTO</b>	<b>PARIHUELAS</b>
Cemento	0.164	518	10.4	1.0
Agregado fino	0.227	530	10.6	1.1
Agregado grueso	0.426	1023	20.5	2.1
Agua	0.177	177	177,0	17,1 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0,40 (l)

<b>DOSIFICACIÓN TIPO V</b>				
MATERIALES	VOLUMEN NETO/m3	PESO kg	SACOS DE CEMENTO	PAIHUELAS
Cemento	0.163	514	10.3	1.0
Agregado fino	0.246	573	11.5	1.2
Agregado grueso	0.405	971	19.4	2.0
Agua	0.183	183	183,0	17,8 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0.40 (l)

<b>DOSIFICACIÓN TIPO OPTIMA</b>				
MATERIALES	VOLUMEN NETO/m3	PESO kg	SACOS DE CEMENTO	PAIHUELAS
Cemento	0.159	500	10.0	1.0
Agregado fino	0.362	770	15.4	1.6
Agregado grueso	0.391	900	18.0	1.8
Agua	0.140	140	140,0	14,1 (l)
Aditivo	0.004	4.1	4,1	0.40 (l)

**Elaborador:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

**6.9.2.- CURVA DE MADURACION DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA 55MPa A LOS 56 DÍAS Y 90 DÍAS.**

**Tabla 50** .- Curva de maduración de un hormigón de alta resistencia 55mpa a los 7 días, 14 días, 21 días, 28 días, 56 días y 90 días.

ENSAYOS A COMPRESIÓN					
56 DIAS			90 DIAS		
CILINDRO I	CILINDRO II	MEDIA	CILINDRO I	CILINDRO II	MEDIA
58,35	59,31	58,83	66,34	65,21	65,78
57,02	57,99	57,51	64,57	61,09	62,83
61,23	60,43	60,83	62,45	63,45	62,95
		<b>59,05</b>			<b>63,85</b>

DÍAS	RESISTENCIAS	RANGO Mpa		RANGO %	
		MENOR	MAYOR	MENOR	MAYOR
0	0,00	0	0	0,00	0,00
7	41,53	38,776	46,6	70,50	84,73
14	49,52	45,76	54,26	83,20	98,65
21	53,69	49,86	61,25	90,65	111,36
28	57,78	55,27	64,74	100,49	117,71
56	59,05	57,51	60	104,56	109,09
90	63,85	62,83	65,78	114,24	119,6

**Elaboradopor:** Víctor A Cabezas C  
Alfredo Guambo L.

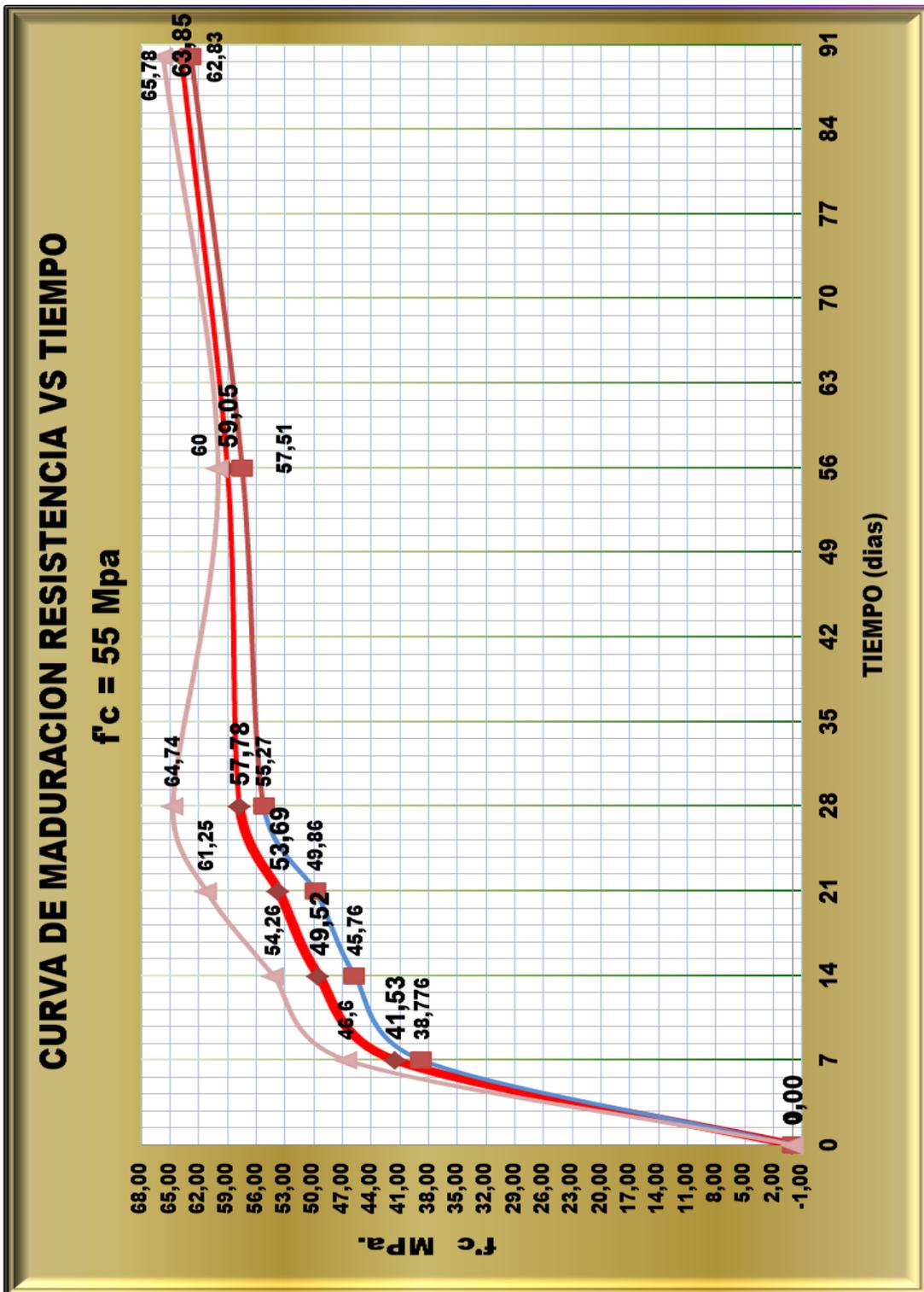


Figura63.-Curva de maduración hasta los 90 días de un Hormigón de alta resistencia f'c 55 MPa.

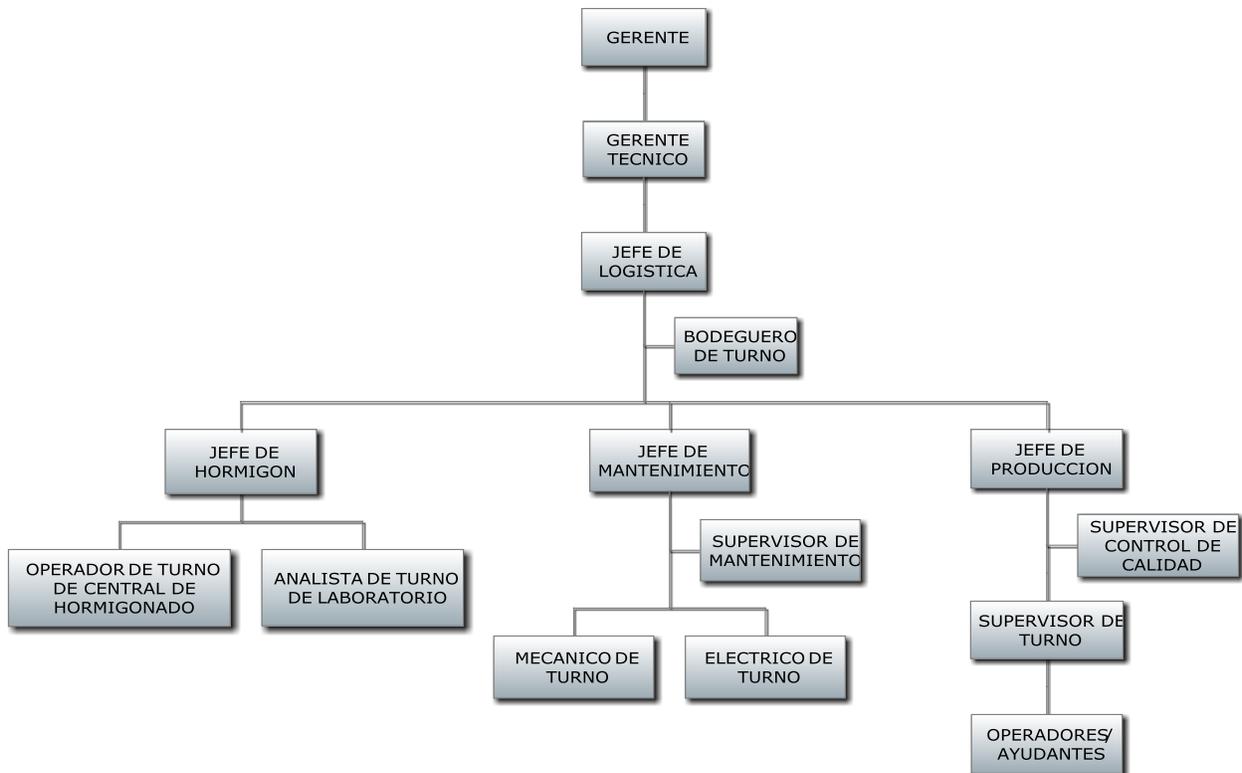
Elaborador: Víctor A Cabezas C

Alfredo Guambo L.

## 6.10. DISEÑO ORGANIZACIONAL.

La institución donde se realizó y canalizo el tema de investigación como es el nuestro caso la Cemento Chimborazo, el mismo que está interesado de la propuesta expuesta, para futuros proyectos de prefabricados que se implementarán en la institución.

### ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PLANTA DE PREFABRICADOS



### ORGANIGRAMA DE PRODUCCION



## **6.11. MONITOREO Y EVALUACION DEL PROYECTO.**

Los beneficios de utilizar hormigones de alta resistencia ya se están haciendo presentes. Con el incremento en la utilización de este hormigón en proyectos de ingeniería se alcanzarán más y mayores beneficios en el orden económico. De cualquier forma, los proyectos ya realizados han demostrado las ventajas en su utilización.

Es así que durante el periodo de desarrollo de la investigación hemos creado criterios propios de control de calidad en cuanto a la utilización de materiales constitutivos para la elaboración de hormigones de alto desempeño, en nuestro caso 55 MPa.

El control de la calidad de los agregados no es una actividad que representa gastos sino más bien es un elemento de apoyo que los protegerá de sobre costos ante eventuales reparaciones, y es un elemento obligatorio para con el usuario final del producto en función de precautelar la seguridad y durabilidad de las estructuras.

Dentro del proceso de fabricación se realizaron todos los ensayos a los agregados previos a la dosificación preliminar acogiéndolos al criterio de diseño establecido por el ACI 211.4. Luego de esta fase se escogió cinco diseños por la probabilidad granulométrica del agregado grueso  $\frac{3}{4}$  in que ingresa a la planta de prefabricados, con el cual se tomó especímenes cilíndricos de hormigón, para su posterior ensayo, a los 7 días y 28 días de maduración.

Con la tabulación de resultados se corrigió el diseño más cercano a nuestra investigación, con la cual se optimizó los recursos y la trabajabilidad del hormigón, la misma que se expone en el capítulo seis de la investigación, dándonos como resultado un diseño óptimo de un hormigón de 55MPa y su respectiva curva de maduración a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días respectivamente.

Todos los ensayos se realizaron siguiendo los procedimientos de ensayo de la norma NTE INEN cuidadosamente, para no alterar la dosificación y establecer parámetros que se puedan utilizar o comparar a nuestra investigación y así garantizar a las instituciones públicas y privadas así también a los constructores de nuestra provincia, que siguiendo cuidadosamente todos los procedimientos de esta investigación podrán llegar a tener un hormigón de 55MPa.

## CAPITULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA.

- 7.1. NTE INEN 694: 2010: Hormigón Y Áridos Para La Elaborar Hormigón. Terminología
- 7.2. NTE INEN 695: 2010: Áridos. Muestreo.
- 7.3. NTE INEN 696: 2011: Áridos. Análisis Granulométrico En Los Áridos, Fino Y Grueso.
- 7.4. NTE INEN 856: 2010: Áridos. Determinación De La Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Árido Fino.
- 7.5. NTE INEN 857: 2010: Áridos. Determinación De La Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Árido Fino.
- 7.6. NTE INEN 858: 2010: Áridos. Determinación De La Masa Unitaria (Peso Volumétrico) Y El Porcentaje De Vacíos.
- 7.7. NTE INEN 859: 2010: Áridos Para Hormigón. Determinación De La Humedad Superficial En El Árido Fino.
- 7.8. NTE INEN 860: 2011: Áridos. Determinación Del Valor De La Degradación Del Árido Grueso De Partículas Menores A 19 Mm Mediante El Uso De La Máquina De Los Ángeles.
- 7.9. NTE INEN 862: 2011: Áridos Para Hormigón. Determinación Del Contenido Total De Humedad.
- 7.10. NTE INEN 1 576:2011: Hormigón De Cemento Hidráulico. Elaboración Y Curado En Obra De Especímenes Para Ensayo.
- 7.11. NTE INEN 1 578:2010: Hormigón De Cemento Hidráulico. Determinación Del Cemento Hidráulico.
- 7.12. NTE INEN 1 578:2010: Hormigón De Cemento Hidráulico. Determinación Del Cemento Hidráulico
- 7.13. NTE INEN 1 763:2010: Hormigón De Cemento Hidráulico. Muestreo.
- 7.14. ACI 211.4 Hormigón de Alta Resistencia.
- 7.15. ACI 209R-92, (1992). American Concrete Institute Committee 2009, Prediction of Creep, Shrinkage and temperature effects in concrete structures.

- 7.16. JURAN, Joseph. (2001). Manual de Calidad. Quinta edición. Madrid - España. Editorial McCRAW-HILL.
- 7.17. PARKER, Harry. (1978). Diseño Simplificado de Concreto Reforzado. Quinta edición. México. Editorial LIMUSAS.A.
- 7.18. SANCHEZ, Diego. (2000). Colección Básica del Concreto 1/Tecnología y Propiedades. Segunda edición. Bogotá-Colombia.
- 7.19. ACI 209.1R-05, (2005). American Concrete Institute Committee 209, Report on Factors affecting shrinkage and creep of hardened concrete
- 7.20. ACI 209.1R-05, (2005). American Concrete Institute Committee 209, Report on Factors affecting shrinkage and creep of hardened concrete.
- 7.21. ACI 223. Standard Practice for the Use of Shrinkage - Compensating Concrete.
- 7.22. ACI 211-04 (2008). Building Code Requirements for Structural Concrete.
- 7.23. BAZANT, Z.P., CAROL, I., (1993). Preliminary guidelines and shrinkage in structural design codes Creep and shrinkage of concrete, Proceedings of the 5th International RILEM Symposium, pp. 805-830.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Resultados de los Ensayos de los Áridos.*(Diseños Preliminares)*.

**ANEXO 2.** Resultados de los Ensayos de los Áridos.*(Diseño Final, Propuesta)*.

**ANEXO 3.** Registro Fotográfico.

**ANEXO 1.**Resultados de los Ensayos de los Áridos.*(Diseños Preliminares)*.

**ENSAYO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

FRECUENCIA DE ENSAYO: DIARIO

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 01/07/2012 TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	374,3	368,7	6,41	24H	6,4170
		276,60	378,4	372,3	6,37	24H	
		269,90	367,1	361,2	6,46	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	414,1	410,4	2,63	24H	2,9278
		277,40	427,4	423	3,02	24H	
		269,50	404,6	400,5	3,13	24 H	

FECHA: 02/07/2012 TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	345,6	342,1	5,77	24H	5,8451
		276,60	386,1	380,4	5,49	24H	
		269,90	364,7	359,1	6,28	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	510,1	506,3	1,61	24H	1,8547
		277,40	436,1	432,7	2,19	24H	
		269,50	465,2	461,8	1,77	24 H	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 03/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	335,2	332,2	5,91	24H	5,9255
		276,60	326,1	323,4	5,77	24H	
		269,90	301,2	299,4	6,10	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	389,4	386,2	2,75	24H	2,1889
		277,40	368,9	366,8	2,35	24H	
		269,50	421,5	419,3	1,47	24 H	

FECHA: 04/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	334,9	331,88	5,98	24H	6,0239
		276,60	325,8	323,08	5,85	24H	
		269,90	300,9	299,08	6,24	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	389,1	385,88	2,77	24H	2,2130
		277,40	368,6	366,48	2,38	24H	
		269,50	421,2	418,98	1,49	24 H	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 05/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	333,6	330,58	6,14	24H	6,229682547
		276,60	324,5	321,78	6,02	24H	
		269,90	299,6	297,78	6,53	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	387,8	384,58	2,81	24H	2,239557804
		277,40	367,3	365,18	2,42	24H	
		269,50	419,9	417,68	1,50	24 H	

FECHA: 06/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	326,3	323,7	6,15	24H	6,174823149
		276,60	330,4	327,3	6,11	24H	
		269,90	319,1	316,2	6,26	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	366,1	365,4	0,73	24H	1,13431248
		277,40	379,4	378	1,39	24H	
		269,50	356,6	355,5	1,28	24 H	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 07/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	317,6	316,1	4,32	24H	4,924917721
		276,60	358,1	354,4	4,76	24H	
		269,90	336,7	333,1	5,70	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	482,1	479,3	1,34	24H	1,553012295
		277,40	408,1	405,7	1,87	24H	
		269,50	437,2	434,8	1,45	24 H	

FECHA: 08/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	330,6	328,1	5,35	24H	5,568064447
		276,60	371,1	366,4	5,23	24H	
		269,90	349,7	345,1	6,12	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	495,1	491,3	1,72	24H	2,018869263
		277,40	421,1	417,7	2,42	24H	
		269,50	450,2	446,8	1,92	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 09/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	343,6	340,1	5,96	24H	5,994584596
		276,60	384,1	378,4	5,60	24H	
		269,90	362,7	357,1	6,42	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	508,1	503,3	2,06	24H	2,423020732
		277,40	434,1	429,7	2,89	24H	
		269,50	463,2	458,8	2,32	24 H	

FECHA: 010/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	356,6	352,1	6,36	24H	6,301889994
		276,60	397,1	390,4	5,89	24H	
		269,90	375,7	369,1	6,65	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	521,1	515,3	2,36	24H	2,777253174
		277,40	447,1	441,7	3,29	24H	
		269,50	476,2	470,8	2,68	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

### MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

FECHA: 11/07/2012

TEMPERATURA:  $110^{\circ} C \pm 5^{\circ}$

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	367,30	363,40	4,76	24H	5,020686978
		276,60	407,80	401,70	4,88	24H	
		269,90	386,40	380,40	5,43	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	531,80	526,60	2,02	24H	2,338722789
		277,40	457,80	453,00	2,73	24H	
		269,50	486,90	482,10	2,26	24 H	

FECHA: 12/07/2012

TEMPERATURA:  $110^{\circ} C \pm 5^{\circ}$

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	391,30	385,90	5,17	24H	5,318537783
		276,60	431,80	424,20	5,15	24H	
		269,90	410,40	402,90	5,64	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	555,80	550,70	1,82	24H	2,051586286
		277,40	481,80	477,10	2,35	24H	
		269,50	510,90	506,20	1,99	24 H	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 13/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	374,3	368,7	6,41	24H	6,416986752
		276,60	378,4	372,3	6,37	24H	
		269,90	367,1	361,2	6,46	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	414,1	410,4	2,63	24H	2,927775987
		277,40	427,4	423	3,02	24H	
		269,50	404,6	400,5	3,13	24 H	

FECHA: 14/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	309,3	307,6	6,49	24H	6,489815893
		276,60	313,4	311,2	6,36	24H	
		269,90	302,1	300,1	6,62	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	349,1	347,5	2,06	24H	2,592398753
		277,40	362,4	360,1	2,78	24H	
		269,50	339,6	337,6	2,94	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

### MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	355	351,2	5,44	24H	5,499467619
		276,60	359,1	354,8	5,50	24H	
		269,90	347,8	343,7	5,56	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	394,8	392,4	1,96	24H	2,167818282
		277,40	408,1	405	2,43	24H	
		269,50	385,3	382,9	2,12	24 H	

**FECHA:** 16/07/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	332,3	329,5	5,82	24H	5,678690412
		276,60	348,4	344,5	5,74	24H	
		269,90	339,3	335,7	5,47	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	412,5	410,9	1,13	24H	1,204911669
		277,40	407,3	405,6	1,33	24H	
		269,50	400,9	399,4	1,15	24 H	

FECHA: 17/07/2012							
		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
		<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>					
<b>Proyecto:</b>		CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE					
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
		269,90	352,3	347,7	5,91	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	425,5	422,9	1,70	24H	<b>1,79528693</b>
		277,40	420,3	417,6	1,93	24H	
		269,50	413,9	411,4	1,76	24 H	

FECHA: 18/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	358,3	353,5	6,66	24H	<b>6,43784073</b>
		276,60	374,4	368,5	6,42	24H	
		269,90	365,3	359,7	6,24	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	438,5	434,9	2,18	24H	<b>2,295237508</b>
		277,40	433,3	429,6	2,43	24H	
		269,50	426,9	423,4	2,27	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS****Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 19/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	371,3	365,5	6,90	24H	6,673617759
		276,60	387,4	380,5	6,64	24H	
		269,90	378,3	371,7	6,48	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	451,5	446,9	2,60	24H	2,724080988
		277,40	446,3	441,6	2,86	24H	
		269,50	439,9	435,4	2,71	24 H	

FECHA: 20/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	338,3	335,5	5,18	24H	5,155643403
		276,60	354,4	350,5	5,28	24H	
		269,90	345,3	341,7	5,01	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	418,5	416,9	1,09	24H	1,152738075
		277,40	413,3	411,6	1,27	24H	
		269,50	406,9	405,4	1,10	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

### MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

**FECHA:** 21/07/2012  
**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	332,7	329,5	6,65	24H	6,354892141
		276,60	348,8	344,5	6,33	24H	
		269,90	339,7	335,7	6,08	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	412,9	410,9	1,42	24H	1,506054518
		277,40	407,7	405,6	1,64	24H	
		269,50	401,3	399,4	1,46	24 H	

**FECHA:** 22/07/2012  
**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	314,1	312	6,86	24H	6,405364078
		276,60	330,2	327	6,35	24H	
		269,90	321,1	318,2	6,00	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	394,3	392,4	1,55	24H	1,66290276
		277,40	389,1	387,1	1,82	24H	
		269,50	382,7	380,9	1,62	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 23/07/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	308,5	307,1	5,45	24H	5,337033579
		276,60	324,6	322,1	5,49	24H	
		269,90	315,5	313,3	5,07	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	388,7	386,4	1,97	24H	2,124736881
		277,40	383,5	381,1	2,31	24H	
		269,50	377,1	374,9	2,09	24 H	

**FECHA:** 24/07/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	354,1	349,6	6,60	24H	6,377280636
		276,60	370,2	364,6	6,36	24H	
		269,90	361,1	355,8	6,17	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	434,3	431,7	1,61	24H	1,692311713
		277,40	429,1	426,4	1,81	24H	
		269,50	422,7	420,2	1,66	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

### MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

FECHA: 25/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	348,5	343,6	7,88	24H	7,442934691
		276,60	364,6	358,6	7,32	24H	
		269,90	355,5	349,8	7,13	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	428,7	425,7	1,92	24H	2,032096378
		277,40	423,5	420,4	2,17	24H	
		269,50	417,1	414,2	2,00	24 H	

FECHA: 26/07/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	340,9	337,6	5,87	24H	5,736465898
		276,60	357	352,6	5,79	24H	
		269,90	347,9	343,8	5,55	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	421,1	419,7	0,93	24H	0,988707058
		277,40	415,9	414,4	1,09	24H	
		269,50	409,5	408,2	0,94	24 H	

FECHA: 27/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	335,3	331,6	7,37	24H	6,95168467
		276,60	351,4	346,6	6,86	24H	
		269,90	342,3	337,8	6,63	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	415,5	413,7	1,25	24H	1,327445164
		277,40	410,3	408,4	1,45	24H	
		269,50	403,9	402,2	1,28	24 H	

FECHA: 28/07/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	328,5	325,6	6,56	24H	6,262822949
		276,60	344,6	340,6	6,25	24H	
		269,90	335,5	331,8	5,98	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	408,7	407,7	0,73	24H	0,771834182
		277,40	403,5	402,4	0,88	24H	
		269,50	397,1	396,2	0,71	24 H	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>						
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE						
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	276,60	361,4	356,2	6,53	24H	6,570477084
		269,90	352,3	347,4	6,32	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	425,5	423,3	1,43	24H	1,514942192
		277,40	420,3	418	1,64	24H	
		269,50	413,9	411,8	1,48	24 H	

<b>FECHA:</b>	30/07/2012
<b>TEMPERATURA:</b>	110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	338,5	335,2	6,13	24H	5,9487852
		276,60	354,6	350,2	5,98	24H	
		269,90	345,5	341,4	5,73	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	418,7	417,3	0,95	24H	1,005781349
		277,40	413,5	412	1,11	24H	
		269,50	407,1	405,8	0,95	24 H	

**MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTADA DE LOS AGREGADOS**

FRECUENCIA DE ENSAYO: DIARIO

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 01/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4359,33	8542,83	4577,2965	8969,9715
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4515,91	8699,41	4733,8765	9126,5515
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4461,79	8645,29	4679,7565	9072,4315
	<b>Promedio</b>	4445,68	8629,18	4663,64	9056,32
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2551,58	5666,28	2769,54	6093,42
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,41</b>	<b>1,44</b>	<b>1,53</b>	<b>1,55</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>			
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>				
<b>FECHA: 02/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>

<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4466,73	8742,83	4660,8565	8837,43
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4623,31	8899,41	4817,4365	8994,01
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4569,19	8845,29	4763,3165	8939,89
	<b>Promedio</b>	4553,08	8829,18	4747,20	8923,78
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2658,98	5866,28	2853,10	5960,88
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b>	<b>03/07/2012</b>
---------------	-------------------

Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4394,43	8670,53	4588,5565	8765,13
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4551,01	8827,11	4745,1365	8921,71
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4496,89	8772,99	4691,0165	8867,59
	<i>Promedio</i>	4480,78	8756,88	4674,90	8851,48
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2586,68	5793,98	2780,80	5888,58
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,43</b>	<b>1,47</b>	<b>1,54</b>	<b>1,50</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 04/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4329,65	8605,75	4523,7765	8700,35
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4486,23	8762,33	4680,3565	8856,93
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4432,11	8708,21	4626,2365	8802,81
	<i>Promedio</i>	4416,00	8692,10	4610,12	8786,70
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2521,90	5729,20	2716,02	5823,80
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,39</b>	<b>1,46</b>	<b>1,50</b>	<b>1,48</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 05/07/2012  
Agregado secado en el horno a 110 °C

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4464,63	8740,73	4658,7565	8835,33
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4621,21	8897,31	4815,3365	8991,91
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4567,09	8843,19	4761,2165	8937,79
	<i>Promedio</i>	4550,98	8827,08	4745,10	8921,68
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2656,88	5864,18	2851,00	5958,78
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,47</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b> 06/07/2012 Agregado secado en el horno a 110 °C					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4480,28	8756,38	4674,4065	8850,98
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4636,86	8912,96	4830,9865	9007,56
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4582,74	8858,84	4776,8665	8953,44
	<b>Promedio</b>	4566,63	8842,73	4760,75	8937,33
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2672,53	5879,83	2866,65	5974,43
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,48</b>	<b>1,49</b>	<b>1,59</b>	<b>1,52</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 07/07/2012  
 Agregado secado en el horno a 110 °C

		MUS		MUC	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4415,91	8692,01	4550,0365	8786,61
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4572,49	8848,59	4706,6165	8943,19
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4518,37	8794,47	4652,4965	8889,07
	<b>Promedio</b>	4502,26	8778,36	4636,38	8872,96
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2608,16	5815,46	2742,28	5910,06
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,44</b>	<b>1,48</b>	<b>1,52</b>	<b>1,50</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**FECHA: 08/07/2012  
Agregado secado en el horno a 110 °C

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4350,04	8626,14	4426,1665	8720,74
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4506,62	8782,72	4582,7465	8877,32
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4452,5	8728,6	4528,6265	8823,2
	<i>Promedio</i>	4436,39	8712,49	4512,51	8807,09
<i>Masa agregado compactado (g)</i>		2542,29	5749,59	2618,41	5844,19

<b>M (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,41</b>	<b>1,46</b>	<b>1,45</b>	<b>1,48</b>
-----------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>
	<p align="center"><b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b></p>
<b>Proyecto:</b>	<p>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE</p>
<p align="center"><b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b></p>	

FECHA: 09/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4364,02	8640,12	4440,1465	8734,72
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4520,6	8796,7	4596,7265	8891,3
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4466,48	8742,58	4542,6065	8837,18
	<i>Promedio</i>	4450,37	8726,47	4526,49	8821,07
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2556,27	5763,57	2632,39	5858,17
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,41</b>	<b>1,46</b>	<b>1,46</b>	<b>1,49</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

<b>FECHA:</b> 10/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4410	8686,1	4456,1265	8780,7
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4566,58	8842,68	4612,7065	8937,28
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4512,46	8788,56	4558,5865	8883,16
	<b>Promedio</b>	4496,35	8772,45	4542,47	8867,05
<b>Masa agregado compactado (g)</b>		2602,25	5809,55	2648,37	5904,15
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,44</b>	<b>1,48</b>	<b>1,46</b>	<b>1,50</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 11/07/2012  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4490	8766,1	4536,1265	8860,7
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4646,58	8922,68	4692,7065	9017,28
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4592,46	8868,56	4638,5865	8963,16
	<b>Promedio</b>	4576,35	8852,45	4622,47	8947,05
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2682,25	5889,55	2728,37	5984,15
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,48</b>	<b>1,50</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>

FECHA: 12/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4465,21	8741,31	4511,3365	8835,91
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4621,79	8897,89	4667,9165	8992,49
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4567,67	8843,77	4613,7965	8938,37
	<i>Promedio</i>	4551,56	8827,66	4597,68	8922,26

<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2657,46	5864,76	2703,58	5959,36
<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,47</b>	<b>1,49</b>	<b>1,49</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 13/07/2012</b>				
<b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4339,32	8615,42	4385,4465	8710,02
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4495,9	8772	4542,0265	8866,6
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4441,78	8717,88	4487,9065	8812,48
	<b>Promedio</b>	4425,67	8701,77	4471,79	8796,37

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	47
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>	
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>		

<b>FECHA:</b> 14/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4364,21	8640,31	4410,3365	8734,91
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4520,79	8796,89	4566,9165	8891,49

	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4466,67	8742,77	4512,7965	8837,37
	<b>Promedio</b>	4450,56	8726,66	4496,68	8821,26
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2556,46	5763,76	2602,58	5858,36
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,41</b>	<b>1,46</b>	<b>1,44</b>	<b>1,49</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f <sub>c</sub> 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 15/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4398,99	8675,09	4445,1165	8769,69
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4555,57	8831,67	4601,6965	8926,27

	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4501,45	8777,55	4547,5765	8872,15
	<b>Promedio</b>	4485,34	8761,44	4531,46	8856,04
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2591,24	5798,54	2637,36	5893,14
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,43</b>	<b>1,47</b>	<b>1,46</b>	<b>1,50</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 16/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4371,78	8555,28	4589,7465	8982,4215
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4528,36	8711,86	4746,3265	9139,0015
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4474,24	8657,74	4692,2065	9084,8815
	<b>Promedio</b>	4458,13	8641,63	4676,09	9068,77
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2564,03	5678,73	2781,99	6105,87
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,42</b>	<b>1,44</b>	<b>1,54</b>	<b>1,55</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 17/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9

<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4479,18	8755,28	4673,3065	8849,88
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4635,76	8911,86	4829,8865	9006,46
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4581,64	8857,74	4775,7665	8952,34
	<b>Promedio</b>	4565,53	8841,63	4759,65	8936,23
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2671,43	5878,73	2865,55	5973,33	
<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,48</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>1,52</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b>	<b>18/07/2012</b>
Agregado secado en el horno a 110 °C	

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado .(g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4406,88	8682,98	4601,0065	8777,58
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4563,46	8839,56	4757,5865	8934,16
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4509,34	8785,44	4703,4665	8880,04
	<i>Promedio</i>	4493,23	8769,33	4687,35	8863,93
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2599,13	5806,43	2793,25	5901,03
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,44</b>	<b>1,47</b>	<b>1,54</b>	<b>1,50</b>

Agregado secado en el horno a 110 °C



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4342,1	8618,2	4536,2265	8712,8
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4498,68	8774,78	4692,8065	8869,38
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4444,56	8720,66	4638,6865	8815,26
	<b>Promedio</b>	4428,45	8704,55	4622,57	8799,15
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2534,35	5741,65	2728,47	5836,25
<b>M (g/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1,40</b>	<b>1,46</b>	<b>1,51</b>	<b>1,48</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: **20/07/2012**  
Agregado secado en el horno a 110 °C

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4477,08	8753,18	4671,2065	8847,78
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4633,66	8909,76	4827,7865	9004,36
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4579,54	8855,64	4773,6665	8950,24
	<i>Promedio</i>	4563,43	8839,53	4757,55	8934,13
<i>Masa agreg. compactado (g)</i>		2669,33	5876,63	2863,45	5971,23
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,48</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>1,52</b>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: <b>21/07/2012</b>					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4492,73	8768,83	4686,8565	8863,43
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4649,31	8925,41	4843,4365	9020,01
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4595,19	8871,29	4789,3165	8965,89
	<b>Promedio</b>	4579,08	8855,18	4773,20	8949,78
<b>Masa agreg. compactado (g)</b>		2684,98	5892,28	2879,10	5986,88
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,48</b>	<b>1,50</b>	<b>1,59</b>	<b>1,52</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 22/07/2012  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
<i>MATERIA PRIMA</i>		<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>	<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4428,36	8704,46	4562,4865	8799,06
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4584,94	8861,04	4719,0665	8955,64

	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4530,82	8806,92	4664,9465	8901,52
	<b>Promedio</b>	4514,71	8790,81	4648,83	8885,41
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2620,61	5827,91	2754,73	5922,51
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,45</b>	<b>1,48</b>	<b>1,52</b>	<b>1,50</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

**FECHA:** 23/07/2012  
Agregado secado en el horno a 110 °C

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>		
	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9	
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4362,49	8638,59	4438,6165	8733,19

	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4519,07	8795,17	4595,1965	8889,77
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4464,95	8741,05	4541,0765	8835,65
	<b>Promedio</b>	4448,84	8724,94	4524,96	8819,54
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2554,74	5762,04	2630,86	5856,64
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,41</b>	<b>1,46</b>	<b>1,45</b>	<b>1,49</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 24/07/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4376,47	8652,57	4452,5965	8747,17
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4533,05	8809,15	4609,1765	8903,75
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4478,93	8755,03	4555,0565	8849,63
	<b>Promedio</b>	4462,82	8738,92	4538,94	8833,52
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2568,72	5776,02	2644,84	5870,62
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,42</b>	<b>1,47</b>	<b>1,46</b>	<b>1,49</b>

<b>FECHA:</b> 25/07/2012			
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>		
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE		
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>			
Agregado secado en el horno a 110 °C			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>MUS</b></td> <td style="text-align: center;"><b>MUC</b></td> </tr> </table>	<b>MUS</b>	<b>MUC</b>
<b>MUS</b>	<b>MUC</b>		

<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4422,45	8698,55	4468,5765	8793,15
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4579,03	8855,13	4625,1565	8949,73
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4524,91	8801,01	4571,0365	8895,61
	<b>Promedio</b>	4508,80	8784,90	4554,92	8879,50
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2614,70	5822,00	2660,82	5916,60
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,45</b>	<b>1,48</b>	<b>1,47</b>	<b>1,50</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 26/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4502,45	8778,55	4548,5765	8873,15
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4659,03	8935,13	4705,1565	9029,73
	<i>3ra. Materia prima + recipiente (g)</i>	4604,91	8881,01	4651,0365	8975,61
	<i>Promedio</i>	4588,80	8864,90	4634,92	8959,50
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2694,70	5902,00	2740,82	5996,60
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,49</b>	<b>1,50</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>          FACULTAD DE INGENIERÍA          ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</p>
	<p align="center">LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</p>
<p><b>Proyecto:</b></p>	<p>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE</p>
<p align="center"><b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b></p>	

FECHA: 27/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
M recipiente (g)		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
M recipiente + agua (g)		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
M agua (g)		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
V recipiente (cm3)		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
Masa recipiente + agregado (g)	1er. Materia prima + recipiente (g)	4477,66	8753,76	4523,7865	8848,36
	2da. Materia prima + recipiente (g)	4634,24	8910,34	4680,3665	9004,94
	3ra. Materia prima + recipiente (g)	4580,12	8856,22	4626,2465	8950,82
	Promedio	4564,01	8840,11	4610,13	8934,71
Masa agreg.compactado (g)		2669,91	5877,21	2716,03	5971,81
M (g/cm3)		1,48	1,49	1,50	1,52

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b> 28/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4351,77	8627,87	4397,8965	8722,47
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4508,35	8784,45	4554,4765	8879,05
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4454,23	8730,33	4500,3565	8824,93
	<b>Promedio</b>	4438,12	8714,22	4484,24	8808,82
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2544,02	5751,32	2590,14	5845,92
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,41</b>	<b>1,46</b>	<b>1,43</b>	<b>1,48</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa.COMONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 29/07/2012</b>					
<b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4376,66	8652,76	4422,7865	8747,36
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4533,24	8809,34	4579,3665	8903,94
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4479,12	8755,22	4525,2465	8849,82
	<b>Promedio</b>	4463,01	8739,11	4509,13	8833,71
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2568,91	5776,21	2615,03	5870,81
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,42</b>	<b>1,47</b>	<b>1,45</b>	<b>1,49</b>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

<b>FECHA:</b> 30/07/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado .(g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4411,44	8687,54	4457,5665	8782,14
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4568,02	8844,12	4614,1465	8938,72
	<b>3ra. Materia prima + recipiente (g)</b>	4513,9	8790	4560,0265	8884,6
	<b>Promedio</b>	4497,79	8773,89	4543,91	8868,49
<b>Masa agreg. compactado (g)</b>		2603,69	5810,99	2649,81	5905,59
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,44</b>	<b>1,48</b>	<b>1,47</b>	<b>1,50</b>

**ESPECÍFICO, PESO ESPECIFICO SSS, PESO ESPECÍFICO APARENTE Y**

## ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

**FRECUENCIA DE ENSAYO: CADA SEMANA**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 01/07/2012</b>	
<b>AGREGADO FINO</b>	
Peso del recipiente vacío (picnometro)	2260,2 g.
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	4728,1 g.
Temperatura de ensayo	18 °C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3563,6 g.
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1303,4 g.
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	5520,8 g.
peso de la tara	2260,2 g.
peso de la tara con la muestra seca	3478,8 g.
peso de la muestra seca	1218,6 g.
peso del volumene de agua desalojada (volumen real de la muestra)	792,7 g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,39 g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,55 g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,86 g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>6,96 %</b>

<b>AGREGADO GRUESO</b>	
temperatura del ensayo	18 °C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	2779,3 g.
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	883,2 g.
peso en el agua de la muestrar saturada con superficie seca	4227,7 g.
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	525,1 g.
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6 g.
Peso de la tara	1896,1 g.
Peso de la tara con la muestra seca	2760,5 g.
Peso de la muestra seca	864,4 g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,41 g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,47 g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,55 g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,17 %</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 08/07/2012

## AGREGADO FINO

Peso del recipiente vacío (picnómetro)	1894,1	g.
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	3702,6	g.
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3150,5	g.
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1256,4	g.
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	4452,6	g.
peso de la tara	1894,1	g.
peso de la tara con la muestra seca	3071,5	g.
peso de la muestra seca	1177,4	g.
peso del volumen de agua desalojada (volumen real de la muestra)	750	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,33</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,48</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,75</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>6,71</b>	<b>%</b>

## AGREGADO GRUESO

temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3256,9	g.
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	293,9	g.
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	175,7	g.
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
Peso de la tara	2259,2	g.
Peso de la tara con la muestra seca	2547,1	g.
Peso de la muestra seca	287,9	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,44</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,49</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,57</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,08</b>	<b>%</b>





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 16/07/2012

## AGREGADO FINO

Peso del recipiente vacío (picnómetro)	2260,2	g.
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	4728,1	g.
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3689,2	g.
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1429	g.
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	5585,5	g.
peso de la tara	2265,2	g.
peso de la tara con la muestra seca	3586,3	g.
peso de la muestra seca	1338,7	g.
peso del volumen de agua desalojada (volumen real de la muestra)	857,4	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,34</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,50</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,78</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>6,75</b>	<b>%</b>

## AGREGADO GRUESO

temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3102,5	g.
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1208,4	g.
peso en el agua de la muestra saturada con superficie seca	4417,7	g.
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	715,1	g.
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6	g.
Peso de la tara	1894,1	g.
Peso de la tara con la muestra seca	3076,7	g.
Peso de la muestra seca	1182,6	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,40</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,45</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,53</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,18</b>	<b>%</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 23/07/2012

## AGREGADO FINO

Peso del recipiente vacío (picnómetro)	1894,1	g.
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	3702,6	g.
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3325,6	g.
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1431,5	g.
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	4562,3	g.
peso de la tara	1894,1	g.
peso de la tara con la muestra seca	3235,2	g.
peso de la muestra seca	1341,1	g.
peso del volumene de agua desalojada (volumen real de la muestra)	859,7	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,35</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,50</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,79</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>6,74</b>	<b>%</b>

## AGREGADO GRUESO

temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3052,3	g.
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1158,2	g.
peso en el agua de la muestra saturada con superficie seca	4385,6	g.
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	683	g.
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6	g.
Peso de la tara	1894,1	g.
Peso de la tara con la muestra seca	3028,9	g.
Peso de la muestra seca	1134,8	g.
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,39</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,44</b>	<b>g.</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,51</b>	<b>g.</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,06</b>	<b>%</b>

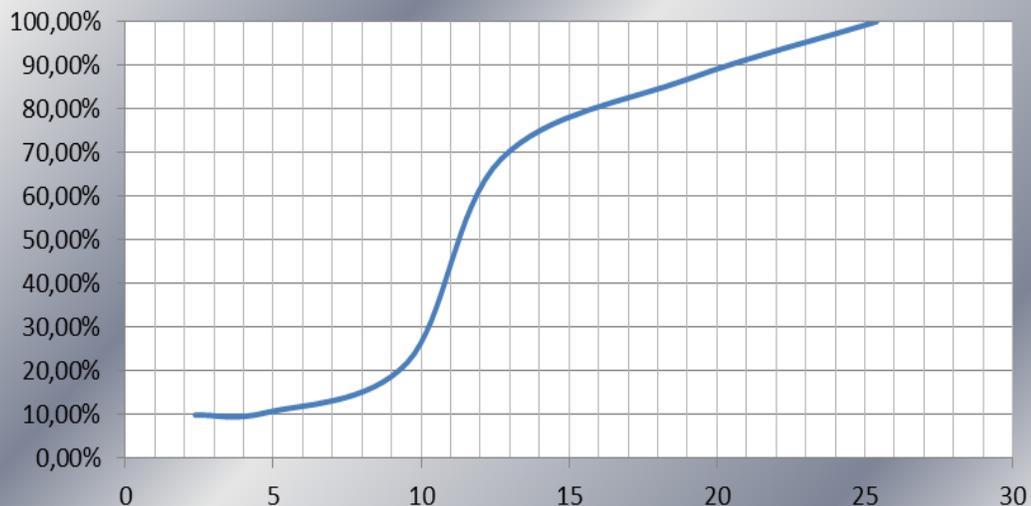
## GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

FRECUENCIA DE ENSAYO: CADA TRES DÍAS

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136	AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"						
FECHAS: 01/07/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	523,2	13,08%	13,08%	86,92%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	736,1	18,40%	31,48%	68,52%		
3/8	9,525	1865,2	46,63%	78,11%	21,89%	20,00%	55,00%

### GRANULOMETRIA 3/4"





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

## MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 01/07/2012

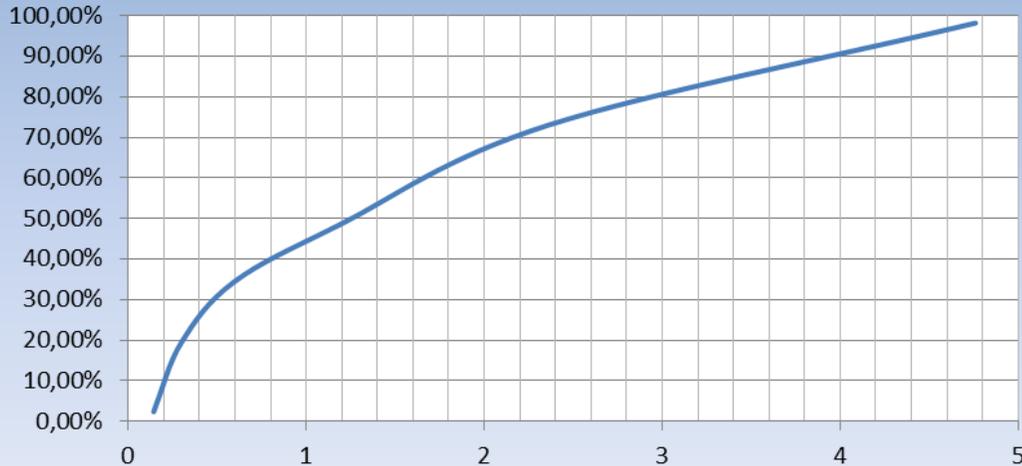
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	9	1,80%	1,80%	98,20%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	125,9	25,18%	26,98%	73,02%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	122,64	24,53%	51,51%	48,49%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	70,5	14,10%	65,61%	34,39%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	75,3	15,06%	80,67%	19,33%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	85,1	17,02%	97,69%	2,31%	2,00%	10,00%
FONDO		11,56	2,31%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

TOTAL 500

MODULO DE FINURA=

2,76%

## GRANULOMETRIA DE FINOS

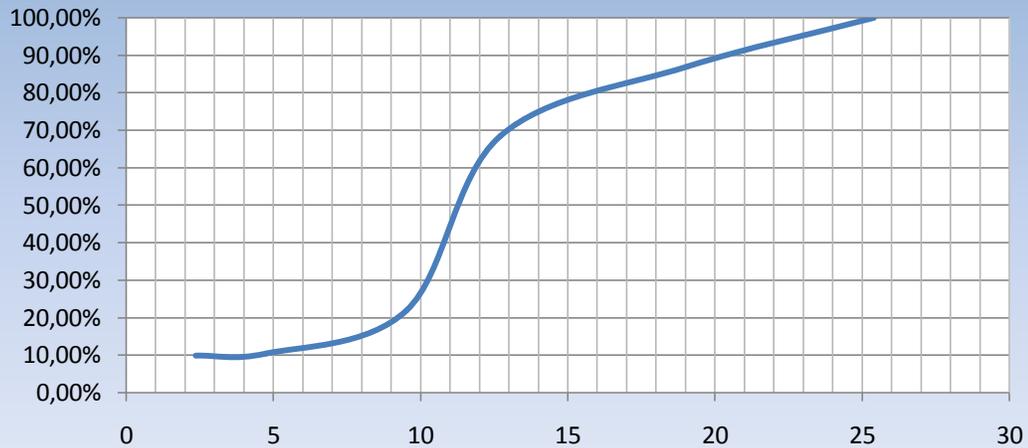


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136	AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"
FECHAS: 04/07/2012	

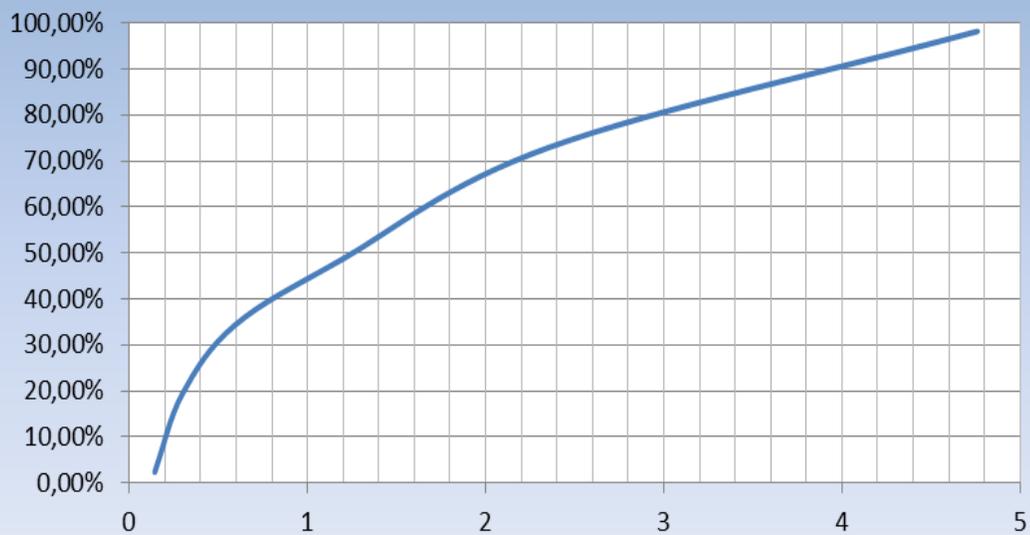
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	546,36	10,93%	10,93%	89,07%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1754,36	35,09%	46,01%	53,99%		
3/8	9,525	1600	32,00%	78,01%	21,99%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	755	15,10%	93,11%	6,89%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	100	2,00%	95,11%	4,89%	0,00%	5,00%
BANDEJA		244,37					
TOTAL		5000,09					

## GRANULOMETRIA 3/4"

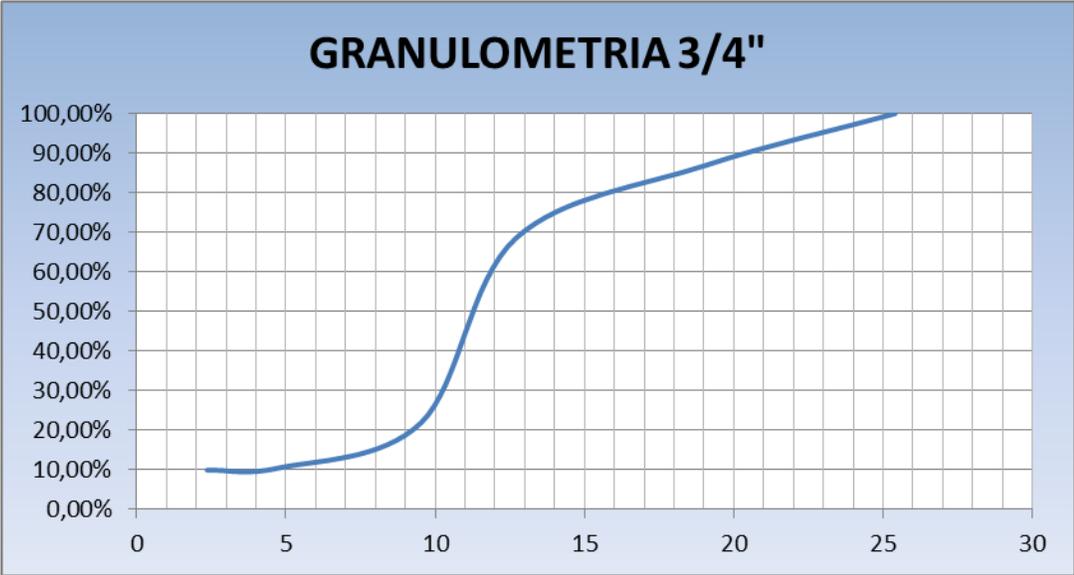


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULDAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>						
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE						
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	46,5	9,30%	9,30%	90,70%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	130,1	26,02%	35,32%	64,68%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	119,5	23,90%	59,22%	40,78%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	78,56	15,71%	74,94%	25,06%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	78,9	15,78%	90,72%	9,28%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	42,1	8,42%	99,14%	0,86%	2,00%	10,00%
FONDO		4,3	0,86%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	499,96						
MODULO DE FINURA=			2,31%				

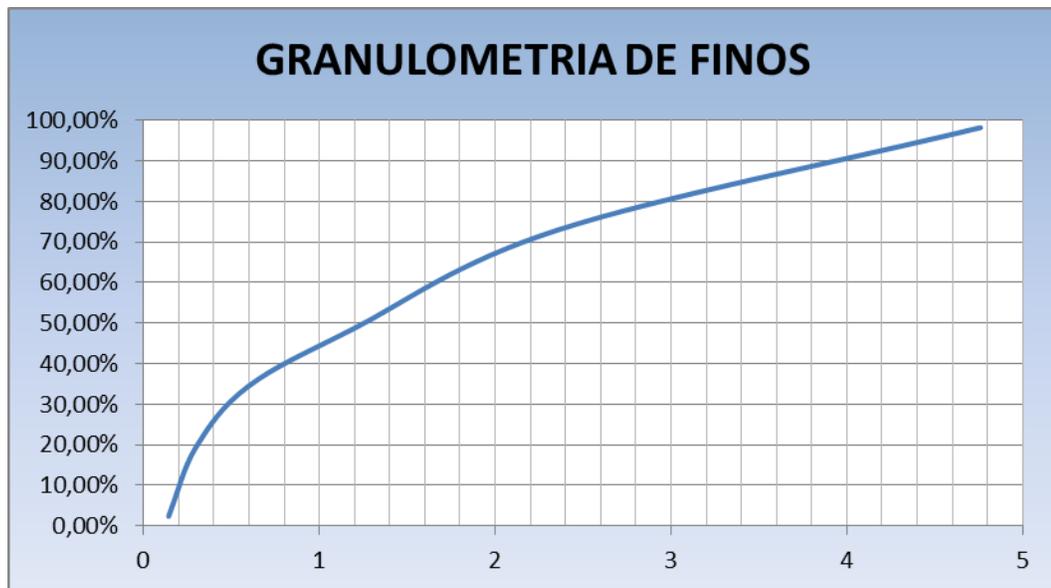
## GRANULOMETRIA DE FINOS



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS						
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE						
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	690	13,80%	13,80%	86,20%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1356,9	27,14%	40,94%	59,06%		
3/8	9,525	1425,3	28,51%	69,44%	30,56%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	725,3	14,51%	83,95%	16,05%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	381,2	7,62%	91,57%	8,43%	0,00%	5,00%
BANDEJA		421,3					
TOTAL	5000						

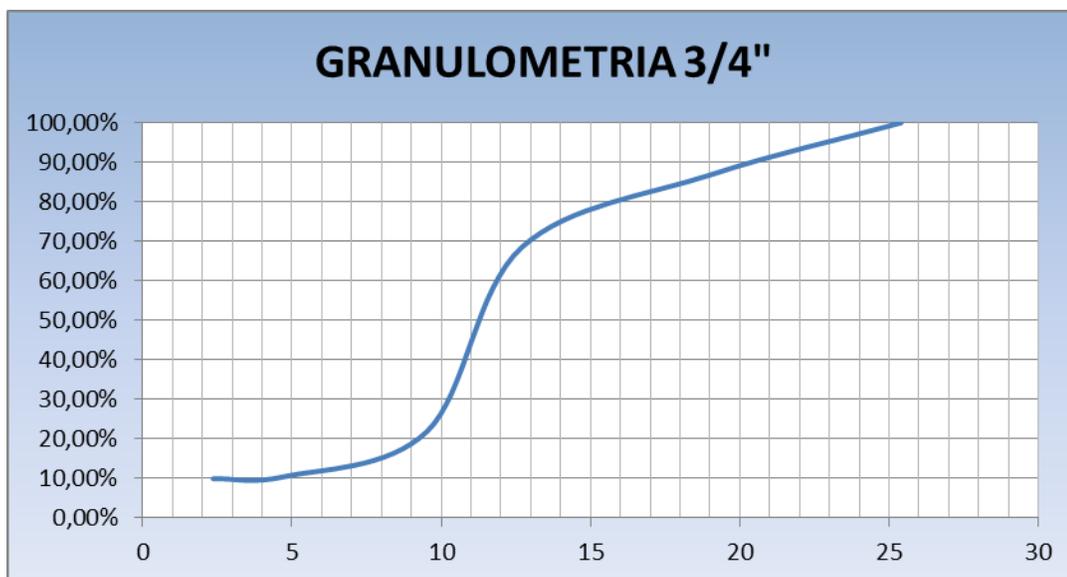


<b>Norma ASTM C-136</b>	
<b>AGREGADO FINO: ARENA LAVADA</b>	
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	
N° 30	1,18      47,5      10,90%      62,78%      37,22% <b>25,00%</b> <b>60,00%</b>
N° 50	0,297      86,2      17,24%      80,02%      19,98% <b>10,00%</b> <b>30,00%</b>
N° 100	0,142      77,3      15,46%      95,48%      4,52% <b>2,00%</b> <b>10,00%</b>
FONDO	22,6      4,52%      100,00%      0,00% <b>0,00%</b> <b>0,00%</b>
TOTAL	500
MODULO DE FINURA=	<b>2,71%</b>



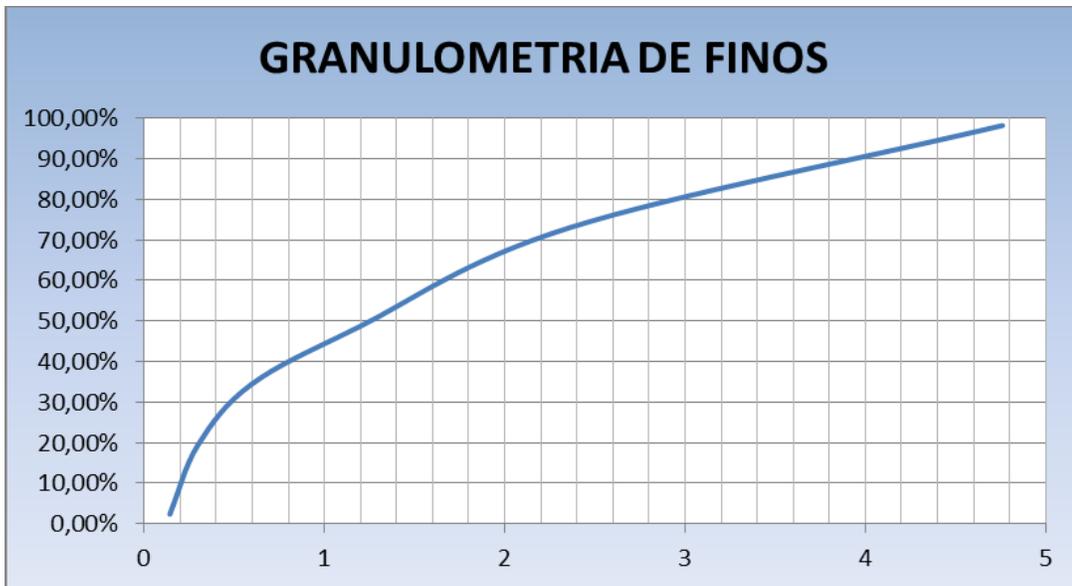
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136		AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"					
FECHAS: 12/07/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	690	17,25%	17,25%	82,75%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1712	42,80%	60,05%	39,95%		
3/8	9,525	476	11,90%	71,95%	28,05%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	700	17,50%	89,45%	10,55%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	26	0,65%	90,10%	9,90%	0,00%	5,00%
BANDEJA		396					
TOTAL	4000						



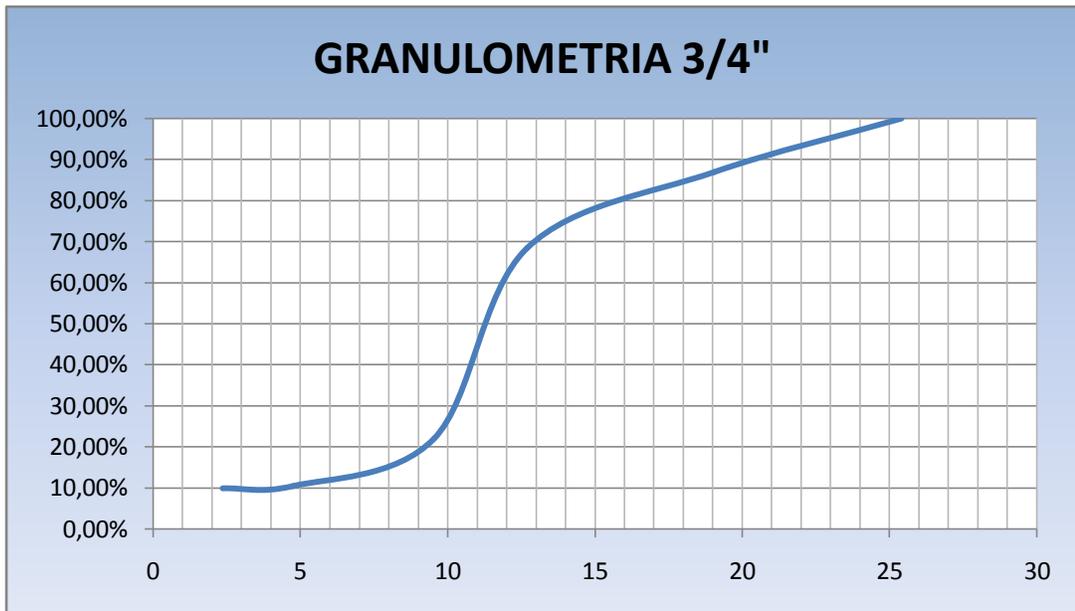
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136		AGREGADO FINO: ARENA LAVADA					
FECHAS: 12/07/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	15,9	3,18%	3,18%	96,82%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	126,3	25,26%	28,44%	71,56%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	143,2	28,64%	57,08%	42,92%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	89,2	17,84%	74,92%	25,08%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	54,6	10,92%	85,84%	14,16%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	45,5	9,10%	94,94%	5,06%	2,00%	10,00%
FONDO		25,3	5,06%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	500						
MODULO DE FINURA=		2,56%					



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136		AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"					
FECHAS: 15/07/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	789	19,73%	19,73%	80,28%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1265,2	31,63%	51,36%	48,65%		
3/8	9,525	1002,5	25,06%	76,42%	23,58%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	356,2	8,91%	85,32%	14,68%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	212,2	5,31%	90,63%	9,37%	0,00%	5,00%
BANDEJA		374,9					
TOTAL	4000						





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

## MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

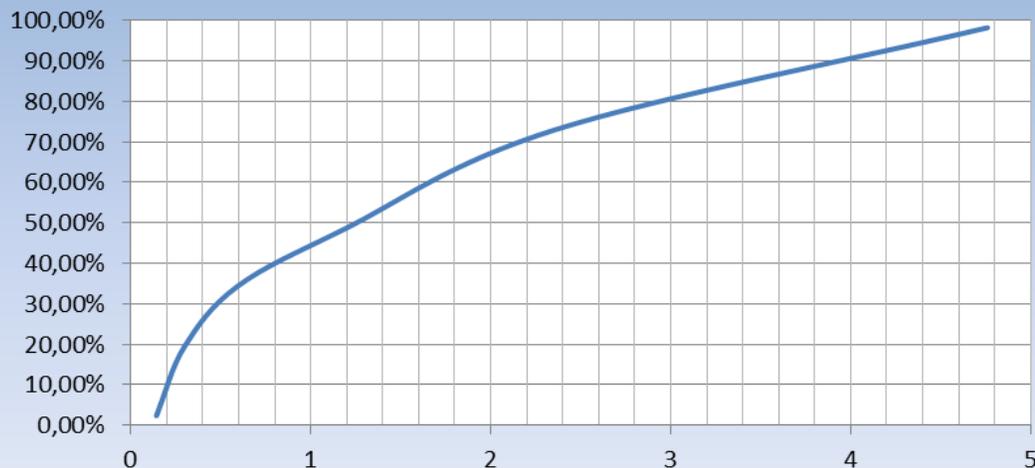
FECHAS: 15/07/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	19,5	3,90%	3,90%	96,10%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	78,66	15,73%	19,63%	80,37%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	122,64	24,53%	44,16%	55,84%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	131,6	26,32%	70,48%	29,52%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	76,6	15,32%	85,80%	14,20%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	40,5	8,10%	93,90%	6,10%	2,00%	10,00%
FONDO		30,5	6,10%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		500					

MODULO DE FINURA=

2,82%

## GRANULOMETRIA DE FINOS





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

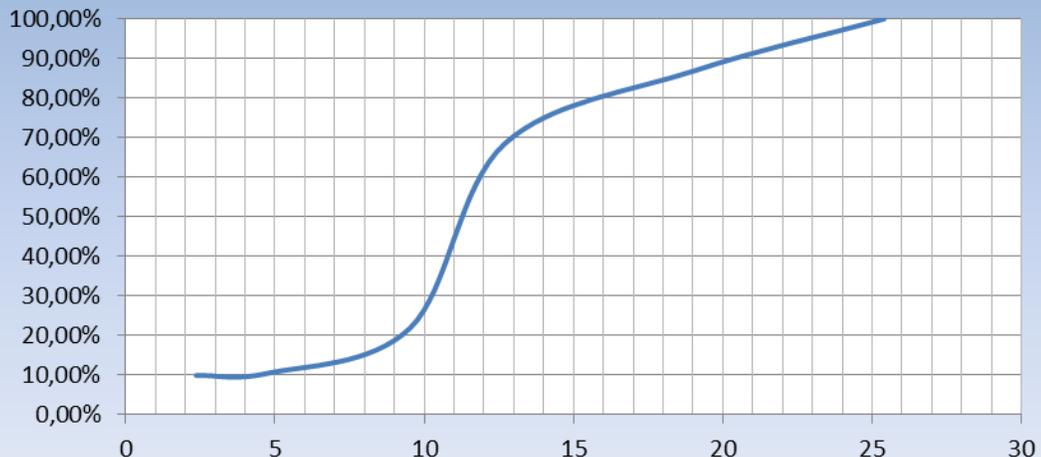
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

**FECHAS:** 19/07/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	894,5	17,89%	17,89%	82,11%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1725,3	34,51%	52,40%	47,60%		
3/8	9,525	1100,6	22,01%	74,41%	25,59%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	596,2	11,92%	86,33%	13,67%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	301,5	6,03%	92,36%	7,64%	0,00%	5,00%
<b>BANDEJA</b>		381,9					
<b>TOTAL</b>		5000					

**GRANULOMETRIA 3/4"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

## MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

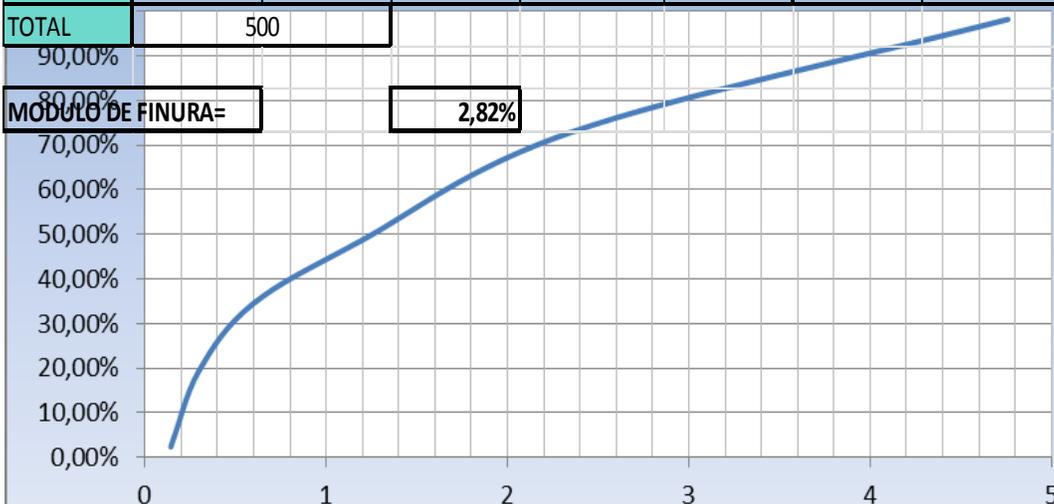
Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 19/07/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	24,5	4,90%	4,90%	95,10%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	100,2	20,04%	24,94%	75,06%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	90,2	18,04%	42,98%	57,02%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	112,3	22,46%	65,44%	34,56%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	86,3	17,26%	82,70%	17,30%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	12,4	2,48%	85,18%	14,82%	2,00%	10,00%
FONDO		12,4	2,48%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

### GRANULOMETRÍA DE FINOS





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 22/07/2012

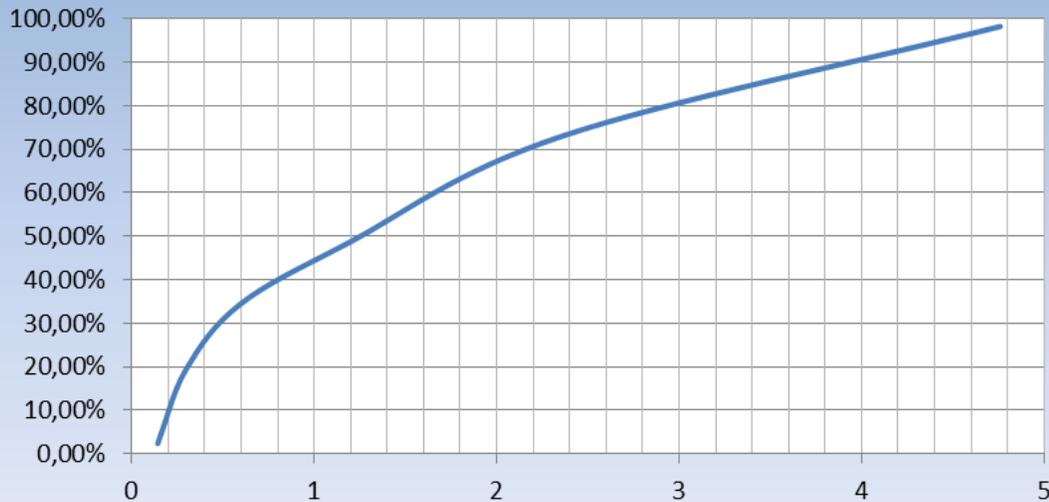
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	895,2	17,90%	17,90%	82,10%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1205,3	24,11%	42,01%	57,99%		
3/8	9,525	1698,2	33,96%	75,97%	24,03%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	542,8	10,86%	86,83%	13,17%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	425,9	8,52%	95,35%	4,65%	0,00%	5,00%
BANDEJA		232,6					
TOTAL		5000					

## GRANULOMETRIA 3/4"



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULDAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>						
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE						
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
Norma ASTM C-136		AGREGADO FINO: ARENA LAVADA					
FECHAS: 22/07/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
Nº 4	4,76	15,6	3,12%	3,12%	96,88%	95,00%	100,00%
Nº 8	2,36	130,6	26,12%	29,24%	70,76%	80,00%	100,00%
Nº 16	1,19	96,4	19,28%	48,52%	51,48%	50,00%	85,00%
Nº 30	0,595	89,2	17,84%	66,36%	33,64%	25,00%	60,00%
Nº 50	0,297	82,6	16,52%	82,88%	17,12%	10,00%	30,00%
Nº 100	0,142	70	14,00%	96,88%	3,12%	2,00%	10,00%
FONDO		15,6	3,12%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>TOTAL</b>		500					
<b>MODULO DE FINURA=</b>				<b>2,73%</b>			

## GRANULOMETRIA DE FINOS



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>	
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136						
AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"						
FECHAS: 26/07/2012						
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%	
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00% 100,00%
3/4	19,05	690	13,80%	13,80%	86,20%	90,00% 100,00%
1/2	12,7	1140,3	22,81%	36,61%	63,39%	
3/8	9,525	1856,2	37,12%	73,73%	26,27%	20,00% 55,00%
N° 4	4,76	789,13	15,78%	89,51%	10,49%	0,00% 10,00%
N° 8	2,36	278,5	5,57%	95,08%	4,92%	0,00% 5,00%
BANDEJA		245,87				
TOTAL	5000					



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

## MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

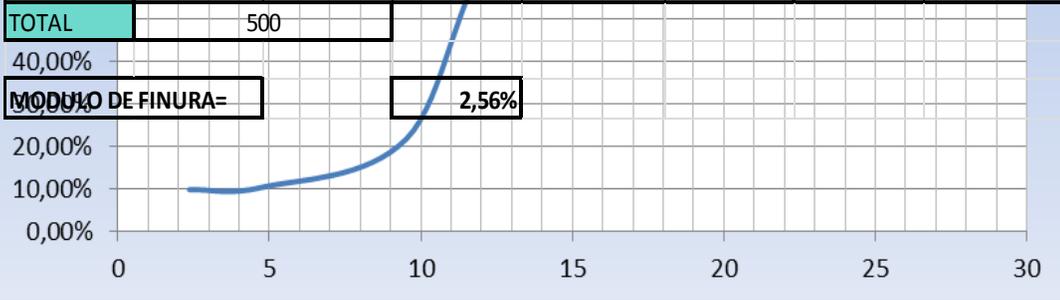
Norma ASTM C-136

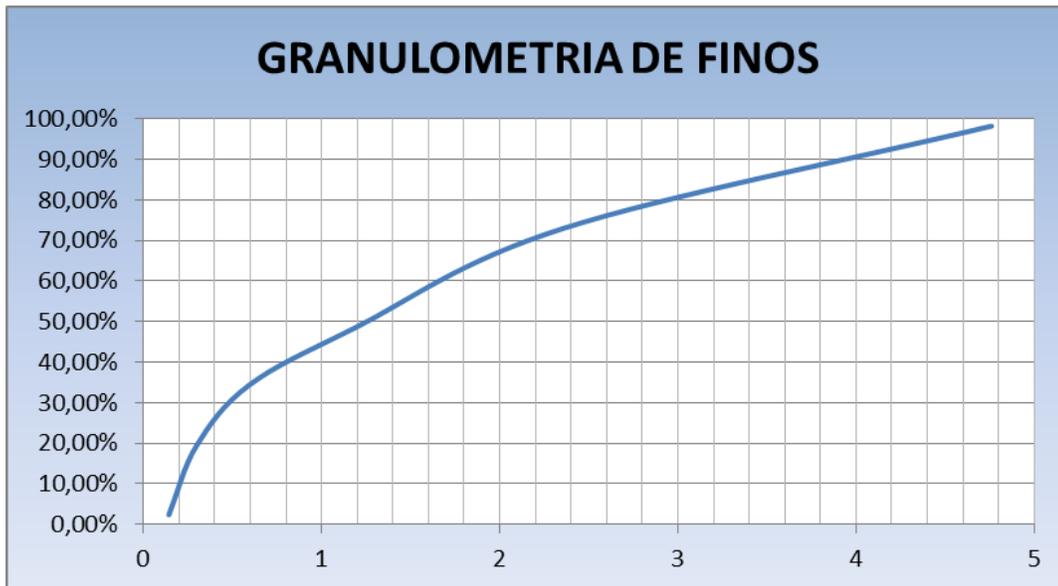
AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 26/07/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	17,6	3,52%	3,52%	96,48%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	158,3	31,66%	35,18%	64,82%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	107,5	21,50%	56,68%	43,32%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	75,2	15,04%	71,72%	28,28%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	56,3	11,26%	82,98%	17,02%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	56,2	11,24%	94,22%	5,78%	2,00%	10,00%
FONDO		28,9	5,78%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		500					

**GRANULOMETRIA 3/4"**





**ANEXO 2.** Resultados de los Ensayos de los Áridos. *(Diseño Final, Propuesta).*

**ENSAYO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

FRECUENCIA DE ENSAYO: DIARIO

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULDAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 03/09/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	376,2	370,5	6,40	24H	5,870
		276,60	389,54	383,5	5,65	24H	
		269,90	370,5	365,2	5,56	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	415,2	414,1	0,76	24H	0,789
		277,40	420,3	418,9	0,99	24H	
		269,50	400,3	399,5	0,62	24 H	

FECHA: 04/09/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5° °							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	335,4	332,5	5,68	24H	5,514
		276,60	384,5	378,9	5,47	24H	
		269,90	359,8	355,2	5,39	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	489,2	487,9	0,60	24H	0,678
		277,40	442,5	441,2	0,79	24H	
		269,50	456,9	455,7	0,64	24 H	



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 05/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	329,6	326,8	6,17	24H	5,904
		276,60	333,2	330,1	5,79	24H	
		269,90	312,2	309,9	5,75	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	340,1	339,5	0,86	24H	0,743
		277,40	345,2	344,8	0,59	24H	
		269,50	399,5	398,5	0,78	24 H	

FECHA: 06/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	330,2	327,2	6,55	24H	6,785
		276,60	341,2	337,1	6,78	24H	
		269,90	323,2	319,7	7,03	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	323,5	322,7	1,51	24H	1,445
		277,40	354,2	353,2	1,32	24H	
		269,50	384,2	382,5	1,50	24 H	





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 07/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	330,1	327,3	6,10	24H	6,551
		276,60	335,2	331,5	6,74	24H	
		269,90	332,6	328,6	6,81	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	332,5	331,7	1,29	24H	1,163
		277,40	365,4	364,3	1,27	24H	
		269,50	356,2	355,4	0,93	24 H	

**FECHA:** 10/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	324,3	321,5	6,98	24H	6,608
		276,60	321,2	318,5	6,44	24H	
		269,90	319,8	316,8	6,40	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	345,6	344,6	1,34	24H	1,227
		277,40	378,2	377,1	1,10	24H	
		269,50	359,3	358,2	1,24	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 11/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	310,5	308,6	6,99	24H	6,556
		276,60	324,8	321,9	6,40	24H	
		269,90	356,2	351,1	6,28	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	421,1	419,5	1,07	24H	0,841
		277,40	432,4	431,2	0,78	24H	
		269,50	419,2	418,2	0,67	24 H	

**FECHA:** 12/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	317,5	315,1	7,12	24H	7,067
		276,60	319,6	316,8	6,97	24H	
		269,90	325,6	321,9	7,12	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	445,5	444,1	0,80	24H	0,695
		277,40	471,2	470,2	0,52	24H	
		269,50	401,6	400,6	0,76	24 H	

FECHA: 13/09/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	330,5	327,1	7,44	24H	7,354
		276,60	332,6	328,8	7,28	24H	
		269,90	338,6	333,9	7,34	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	458,5	456,1	1,29	24H	1,221
		277,40	484,2	482,2	0,98	24H	
		269,50	414,6	412,6	1,40	24 H	

FECHA: 14/09/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	343,5	339,1	7,63	24H	7,534
		276,60	345,6	340,8	7,48	24H	
		269,90	351,6	345,9	7,50	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	471,5	468,1	1,71	24H	1,678
		277,40	497,2	494,2	1,38	24H	
		269,50	427,6	424,6	1,93	24 H	



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 17/09/2012  
**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	354,20	349,60	6,74	24H	6,508
		276,60	356,30	351,30	6,69	24H	
		269,90	362,30	357,00	6,08	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	482,20	479,40	1,34	24H	1,277
		277,40	507,90	505,50	1,05	24H	
		269,50	438,30	435,90	1,44	24 H	

**FECHA:** 18/09/2012  
**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	378,20	372,10	6,73	24H	6,539
		276,60	380,30	373,80	6,69	24H	
		269,90	386,30	379,50	6,20	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	506,20	503,50	1,16	24H	1,092
		277,40	531,90	529,60	0,91	24H	
		269,50	462,30	460,00	1,21	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 19/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	389,2	382,6	6,52	24H	6,730
		276,60	345,2	340,9	6,69	24H	
		269,90	331,2	327,2	6,98	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	425,6	423,5	1,37	24H	1,187
		277,40	447,8	445,9	1,13	24H	
		269,50	468,3	466,2	1,07	24 H	

FECHA: 20/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	357,8	353,2	6,41	24H	6,579
		276,60	376,9	370,8	6,48	24H	
		269,90	357,2	351,6	6,85	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	331,5	330,8	1,15	24H	1,084
		277,40	389,2	387,9	1,18	24H	
		269,50	421,9	420,5	0,93	24 H	





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 21/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	411,5	403,2	6,81	24H	6,468
		276,60	435,6	426,1	6,35	24H	
		269,90	452,2	441,5	6,24	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	374,2	373,1	1,06	24H	1,109
		277,40	398,6	397,4	1,00	24H	
		269,50	357,8	356,7	1,26	24 H	

FECHA: 24/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	408,7	401,3	6,17	24H	5,781
		276,60	422,04	414,3	5,62	24H	
		269,90	403	396	5,55	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	447,7	446,3	0,79	24H	0,817
		277,40	452,8	451,1	0,98	24H	
		269,50	432,8	431,7	0,68	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 25/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	367,9	363,3	5,62	24H	5,509
		276,60	417	409,7	5,48	24H	
		269,90	392,3	386	5,43	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	521,7	520,1	0,64	24H	0,714
		277,40	475	473,4	0,82	24H	
		269,50	489,4	487,9	0,69	24 H	

FECHA: 26/09/2012

TEMPERATURA: 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	362,1	357,6	5,91	24H	5,750
		276,60	365,7	360,9	5,69	24H	
		269,90	344,7	340,7	5,65	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	372,6	371,7	0,88	24H	0,797
		277,40	377,7	377	0,70	24H	
		269,50	432	430,7	0,81	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 27/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	362,7	358	6,14	24H	6,313
		276,60	373,7	367,9	6,35	24H	
		269,90	355,7	350,5	6,45	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	356	354,9	1,29	24H	1,291
		277,40	386,7	385,4	1,20	24H	
		269,50	416,7	414,7	1,38	24 H	

**FECHA:** 28/09/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	362,6	358,1	5,87	24H	6,179
		276,60	367,7	362,3	6,30	24H	
		269,90	365,1	359,4	6,37	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	365	363,9	1,17	24H	1,092
		277,40	397,9	396,5	1,18	24H	
		269,50	388,7	387,6	0,93	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**FECHA:** 01/10/2012

**TEMPERATURA:**  $110^{\circ} C \pm 5^{\circ}$

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	356,8	352,3	6,35	24H	6,149
		276,60	353,7	349,3	6,05	24H	
		269,90	352,3	347,6	6,05	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	378,1	376,8	1,21	24H	1,145
		277,40	410,7	409,3	1,06	24H	
		269,50	391,8	390,4	1,16	24 H	

**FECHA:** 02/10/2012

**TEMPERATURA:**  $110^{\circ} C \pm 5^{\circ}$

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	343	339,4	6,21	24H	6,108
		276,60	357,3	352,7	6,04	24H	
		269,90	388,7	381,9	6,07	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	453,6	451,7	1,04	24H	0,857
		277,40	464,9	463,4	0,81	24H	
		269,50	451,7	450,4	0,72	24 H	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 03/10/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	350	345,9	6,36	24H	6,405
		276,60	352,1	347,6	6,34	24H	
		269,90	358,1	352,7	6,52	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	478	476,3	0,82	24H	0,732
		277,40	503,7	502,4	0,58	24H	
		269,50	434,1	432,8	0,80	24 H	

**FECHA:** 04/10/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	363	357,9	6,67	24H	6,681
		276,60	365,1	359,6	6,63	24H	
		269,90	371,1	364,7	6,75	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	491	488,3	1,24	24H	1,173
		277,40	516,7	514,4	0,97	24H	
		269,50	447,1	444,8	1,31	24 H	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 05/10/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	376	369,9	6,89	24H	6,888
		276,60	378,1	371,6	6,84	24H	
		269,90	384,1	376,7	6,93	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	504	500,3	1,61	24H	1,564
		277,40	529,7	526,4	1,33	24H	
		269,50	460,1	456,8	1,76	24 H	

**FECHA:** 08/10/2012

**TEMPERATURA:** 110° C ± 5°

MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	386,7	380,4	6,36	24H	6,217
		276,60	388,8	382,1	6,35	24H	
		269,90	394,8	387,8	5,94	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	514,7	511,6	1,28	24H	1,226
		277,40	540,4	537,7	1,04	24H	
		269,50	470,8	468,1	1,36	24 H	

FECHA: 09/10/2012							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	410,7	402,9	6,42	24H	6,293
		276,60	412,8	404,6	6,41	24H	
		269,90	418,8	410,3	6,05	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	538,7	535,7	1,13	24H	1,070
		277,40	564,4	561,8	0,91	24H	
		269,50	494,8	492,2	1,17	24 H	

FECHA: 08/01/1900							
TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	421,7	413,4	6,29	24H	6,356
		276,60	377,7	371,7	6,31	24H	
		269,90	363,7	358	6,47	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	458,1	455,7	1,29	24H	1,145
		277,40	480,3	478,1	1,10	24H	
		269,50	500,8	498,4	1,05	24 H	



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

FECHA: 11/10/2012 TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	390,3	384	6,14	24H	6,290
		276,60	409,4	401,6	6,24	24H	
		269,90	389,7	382,4	6,49	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	364	363	1,07	24H	1,041
		277,40	421,7	420,1	1,12	24H	
		269,50	454,4	452,7	0,93	24 H	

FECHA: 12/10/2012 TEMPERATURA: 110° C ± 5°							
MATERIA PRIMA	PROCEDENCIA	MASA RECIPIENTE (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO NATURAL (g)	M. DE RECIPIENTE + AGREGADO SECO (g)	Contenido Humedad (%)	TIEMPO DE SECADO	PROMEDIO DE HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	ARENA DE RIO	281,40	444	436	5,17	24H	5,103
		276,60	468,1	458,9	5,05	24H	
		269,90	484,7	474,3	5,09	24 H	
AGREGADO GRUESO	CANTERA DE RIPIO	269,80	406,7	405,2	1,11	24H	1,139
		277,40	431,1	429,5	1,05	24H	
		269,50	390,3	388,8	1,26	24 H	

**MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTADA DE LOS AGREGADOS**

FRECUENCIA DE ENSAYO: DIARIO

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</p>
	<p align="center"><b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b></p>
<p><b>Proyecto:</b></p>	<p>CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA <math>f_c</math> 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P. ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE</p>
<p align="center"><b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b></p>	

<p><b>FECHA: 03/09/2012</b></p>				
<p align="center"><b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b></p>				
	<p align="center"><b>MUS</b></p>		<p align="center"><b>MUC</b></p>	
<p><b>MATERIA PRIMA</b></p>	<p align="center"><b>ARIDO FINO</b></p>	<p align="center"><b>ARIDO GRUESO</b></p>	<p align="center"><b>ARIDO FINO</b></p>	<p align="center"><b>ARIDO GRUESO</b></p>
<p><b>M recipiente (g)</b></p>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<p><b>M recipiente + agua (g)</b></p>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<p><b>M agua (g)</b></p>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<p><b>V recipiente (cm3)</b></p>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4325,8	8425,2	4542,09	8846,46
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4275,7	8314,9	4698,67	9003,04
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4301,5	8564,7	4644,55	8948,92
	<b>Promedio</b>	4301,00	8434,93	4628,44	8932,81
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2406,90	5472,03	2734,34	5969,91
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,33</b>	<b>1,39</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f <sub>c</sub> 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 04/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8

<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4689,4	8725,1	4625,65	8837,43
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4525,7	8633,4	4598,2	8994,01
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4536,5	8642,1	4623,4	8939,89
	<b>Promedio</b>	4583,87	8666,87	4615,75	8923,78
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2689,77	5703,97	2721,65	5960,88	
<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,49</b>	<b>1,45</b>	<b>1,50</b>	<b>1,51</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 05/09/2012</b>				
<b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4586,2	8652,8	4553,35	8825,9
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4529,5	8809,38	4687,2	8982,48
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4489,5	8755,26	4633,08	8928,36
	<b>Promedio</b>	4535,07	8739,15	4624,54	8912,25
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2640,97	5776,25	2730,44	5949,35
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,47</b>	<b>1,51</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 06/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4621,1	8588,02	4488,57	8921,5
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4523,6	8744,6	4645,15	8856,2
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4469,48	8690,48	4678,6	8956,7
	<b>Promedio</b>	4538,06	8674,37	4604,11	8911,47
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2643,96	5711,47	2710,01	5948,57
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,45</b>	<b>1,50</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>			
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P. ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>				
<b>FECHA: 07/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8

<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4756,08	8723	4623,55	9056,48
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4436,5	8879,58	4578,3	9213,06
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4487,5	8645,7	4658,2	9158,94
	<b>Promedio</b>	4560,03	8749,43	4620,02	9142,83
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2665,93	5786,53	2725,92	6179,93
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,51</b>	<b>1,57</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>			
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>				
<b>FECHA: 10/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9

<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4578,9	8738,65	4598,2	8802,5
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4478,2	8895,23	4687,2	8959,08
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4424,08	8758,6	4589,3	8904,96
	<b>Promedio</b>	4493,73	8797,49	4624,90	8888,85
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2599,63	5834,59	2730,80	5925,95
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,44</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>	
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>		
<b>FECHA: 11/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>		
	<b>MUS</b>	<b>MUC</b>

<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4514,53	8674,28	4599,6	8899,2
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4489,9	8830,86	4625,3	9055,78
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4503,5	8776,74	4687,5	9001,66
	<b>Promedio</b>	4502,64	8760,63	4637,47	8985,55
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2608,54	5797,73	2743,37	6022,65
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,44</b>	<b>1,47</b>	<b>1,52</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>			
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>				
<b>FECHA: 12/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>

<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9	
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4448,66	8547,6	4589,6	8903,5
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4605,24	8704,18	4601,5	9060,08
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4551,12	8650,06	4678,2	9005,96
	<b>Promedio</b>	4535,01	8633,95	4623,10	8989,85
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2640,91	5671,05	2729,00	6026,95	
<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,46</b>	<b>1,44</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>			
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>				
<b>FECHA: 13/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4462,64	8561,58	4603,58	8917,48
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4619,22	8718,16	4698,2	9074,06
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4565,1	8664,04	4644,08	9019,94
	<b>Promedio</b>	4548,99	8647,93	4648,62	9003,83
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2654,89	5685,03	2754,52	6040,93
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,44</b>	<b>1,52</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 14/09/2012</b>					
<b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>		
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9	
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente +</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4508,62	8706,5	4619,56	8963,46

<b>agregado (g)</b>	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4578,6	8863,08	4602,5	8975,2
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4524,48	8808,96	4678,6	8921,08
	<b>Promedio</b>	4537,23	8792,85	4633,55	8953,25
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2643,13	5829,95	2739,45	5990,35
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 17/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4588,62	8786,5	4699,56	8865,3
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4625,4	8625,3	4623,5	8921,2
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4498,2	8723,2	4569,38	8996,5
	<b>Promedio</b>	4570,74	8711,67	4630,81	8927,67
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2676,64	5748,77	2736,71	5964,77
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,48</b>	<b>1,46</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 18/09/2012</b>					
<b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>		
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9	
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4563,83	8761,71	4674,77	8840,51
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4589,2	8874,2	4657,2	8997,09

	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4487,3	8625,8	4528,1	8942,97
	<b>Promedio</b>	4546,78	8753,90	4620,02	8926,86
	<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2652,68	5791,00	2725,92	5963,96
	<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,51</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 19/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4437,94	8635,82	4625,3	8923,5
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4594,52	8792,4	4589,6	8865,3
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4540,4	8738,28	4698,2	9025,3
	<b>Promedio</b>	4524,29	8722,17	4637,70	8938,03
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2630,19	5759,27	2743,60	5975,13
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,45</b>	<b>1,46</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b> 20/09/2012 Agregado secado en el horno a 110 °C
--

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4462,83	8660,71	4650,19	8948,39
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4619,41	8756,2	4698,2	9024,8
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4565,29	8702,08	4478,6	8970,68
	<i>Promedio</i>	4549,18	8706,33	4609,00	8981,29
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2655,08	5743,43	2714,90	6018,39
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,47</b>	<b>1,46</b>	<b>1,50</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 21/09/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4497,61	8695,49	4684,97	8983,17
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4587,2	8742,3	4623,5	9023,6
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4533,08	8688,18	4569,38	8925,6
	<i>Promedio</i>	4539,30	8708,66	4625,95	8977,46
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2645,20	5745,76	2731,85	6014,56
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,46</b>	<b>1,46</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 24/09/2012

Agregado secado en el horno a 110 °C

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4478,6	8602,3	4554,54	8858,91
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4535,2	8758,88	4711,12	9015,49
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4481,08	8704,76	4657	9102,3
	<i>Promedio</i>	4498,29	8688,65	4640,89	8992,23
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2604,19	5725,75	2746,79	6029,33
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,44</b>	<b>1,45</b>	<b>1,52</b>	<b>1,53</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 25/09/2012  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
<i>MATERIA PRIMA</i>		<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>	<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4589,2	8737,55	4638,1	8849,88
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4457,6	8636,5	4598,5	9006,46
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4403,48	8745,2	4687,2	8952,34
	<i>Promedio</i>	4483,43	8706,42	4641,27	8936,23
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2589,33	5743,52	2747,17	5973,33
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,43</b>	<b>1,46</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 26/09/2012  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4598,65	8665,25	4565,8	9012,3
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4578,1	8821,83	4612,2	9045,6
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4489,5	8767,71	4698,2	8952,3
	<b>Promedio</b>	4555,42	8751,60	4625,40	9003,40
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2661,32	5788,70	2731,30	6040,50
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa****FECHA: 27/09/2012****Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4633,55	8600,47	4687,9	8933,95
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4521,1	8757,05	4654,1	9090,53

	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4466,98	8702,93	4599,98	9036,41
	<b>Promedio</b>	4540,54	8686,82	4647,33	9020,30
	<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2646,44	5723,92	2753,23	6057,40
	<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,46</b>	<b>1,45</b>	<b>1,52</b>	<b>1,54</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 28/09/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4502,3	8735,45	4636	8956,3
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4574,1	8892,03	4617,5	9025,3
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4623	8837,91	4635,2	8971,18
	<b>Promedio</b>	4566,47	8821,80	4629,57	8984,26
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2672,37	5858,90	2735,47	6021,36
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,48</b>	<b>1,49</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 01/10/2009</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>		
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9	
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8	
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9	
<b>Masa recipiente +</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4591,35	8751,1	4610,65	8814,95

<b>agregado (g)</b>	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4571,2	8632	4601,8	8971,53
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4517,08	8577,88	4632,5	8917,41
	<b>Promedio</b>	4559,88	8653,66	4614,98	8901,30
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2665,78	5690,76	2720,88	5938,40
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,45</b>	<b>1,50</b>	<b>1,51</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 02/10/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>				
	<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9

<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4526,98	8686,73	4612,05	8911,65
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4568,1	8843,31	4587,9	9068,23
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4512,2	8789,19	4635,5	9014,11
	<b>Promedio</b>	4535,76	8773,08	4611,82	8998,00
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2641,66	5810,18	2717,72	6035,10
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,48</b>	<b>1,50</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 03/10/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>	
	<b>MUS</b>
	<b>MUC</b>

<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4461,11	8560,05	4602,05	8915,95
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4617,69	8716,63	4625,3	9072,53
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4563,57	8662,51	4571,18	9018,41
	<b>Promedio</b>	4547,46	8646,40	4599,51	9002,30
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2653,36	5683,50	2705,41	6039,40
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,44</b>	<b>1,50</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 04/10/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4475,09	8574,03	4616,03	8929,93
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4578,4	8730,61	4587,9	9086,51
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4524,28	8676,49	4687,3	9032,39
	<b>Promedio</b>	4525,92	8660,38	4630,41	9016,28
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2631,82	5697,48	2736,31	6053,38
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,45</b>	<b>1,51</b>	<b>1,54</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

FECHA: 05/10/2012					
Agregado secado en el horno a 110 °C					
		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4521,07	8718,95	4712,2	8975,91
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4578,2	8875,53	4535,8	9021,3
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4524,08	8821,41	4634,7	8967,18
	<i>Promedio</i>	4541,12	8805,30	4627,57	8988,13
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2647,02	5842,40	2733,47	6025,23
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,46</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f <sub>c</sub> 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 08/10/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm3)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4601,07	8798,95	4732,1	8877,75
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4523	8754,1	4687,6	8974,1
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4523,2	8699,98	4523,1	8919,98
	<b>Promedio</b>	4549,09	8751,01	4647,60	8923,94
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2654,99	5788,11	2753,50	5961,04
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,52</b>	<b>1,51</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA: 09/10/2012**  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
MATERIA PRIMA		ARIDO FINO	ARIDO GRUESO	ARIDO FINO	ARIDO GRUESO
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4576,28	8774,16	4687,22	8852,96
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4512,3	8689,6	4587,3	9009,54
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4589,3	8635,48	4533,18	8955,42
	<i>Promedio</i>	4559,29	8699,75	4602,57	8939,31
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2665,19	5736,85	2708,47	5976,41
<i>M (g/cm3)</i>		<b>1,47</b>	<b>1,46</b>	<b>1,50</b>	<b>1,52</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 10/10/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
	<i>M recipiente (g)</i>	1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
	<i>M recipiente + agua (g)</i>	3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
	<i>M agua (g)</i>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
	<i>V recipiente (cm3)</i>	1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4450,39	8648,27	4637,75	8935,95
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4606,97	8804,85	4589,3	8965,4
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4552,85	8750,73	4687,2	8911,28
	<b>Promedio</b>	4536,74	8734,62	4638,08	8937,54
	<b>Masa agreg.compactado (g)</b>	2642,64	5771,72	2743,98	5974,64
	<b>M (g/cm3)</b>	<b>1,46</b>	<b>1,47</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**FECHA:** 11/10/2012  
**Agregado secado en el horno a 110 °C**

		MUS		MUC	
<i>MATERIA PRIMA</i>		<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>	<i>ARIDO FINO</i>	<i>ARIDO GRUESO</i>
<i>M recipiente (g)</i>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<i>M recipiente + agua (g)</i>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<i>M agua (g)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>V recipiente (cm3)</i>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<i>Masa recipiente + agregado (g)</i>	<i>1er. Materia prima + recipiente (g)</i>	4475,28	8673,16	4662,64	8960,84
	<i>2da. Materia prima + recipiente (g)</i>	4501,5	8829,74	4625,3	8896,2
	<i>3ra. Materia prima + recipiente(g)</i>	4447,38	8775,62	4571,18	8956,3
	<i>Promedio</i>	4474,72	8759,51	4619,71	8937,78
<i>Masa agreg.compactado (g)</i>		2580,62	5796,61	2725,61	5974,88

<b>M (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,43</b>	<b>1,47</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>
-----------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA: 12/10/2012</b> <b>Agregado secado en el horno a 110 °C</b>					
		<b>MUS</b>		<b>MUC</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>ARIDO FINO</b>	<b>ARIDO GRUESO</b>
<b>M recipiente (g)</b>		1894,1	2962,9	1894,1	2962,9
<b>M recipiente + agua (g)</b>		3702,6	6899,8	3702,6	6899,8
<b>M agua (g)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>V recipiente (cm<sup>3</sup>)</b>		1808,5	3936,9	1808,5	3936,9
<b>Masa recipiente + agregado (g)</b>	<b>1er. Materia prima + recipiente (g)</b>	4510,06	8707,94	4697,42	8995,62
	<b>2da. Materia prima + recipiente (g)</b>	4501,5	8864,52	4614,2	9021,3
	<b>3ra. Materia prima + recipiente(g)</b>	4569,8	8810,4	4586,3	8967,18

	<b>Promedio</b>	4527,12	8794,29	4632,64	8994,70
<b>Masa agreg.compactado (g)</b>		2633,02	5831,39	2738,54	6031,80
<b>M (g/cm3)</b>		<b>1,46</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,53</b>

**PESO ESPECÍFICO, PESO ESPECIFICO SSS, PESO ESPECÍFICO  
APARENTE Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**  
FRECUENCIA DE ENSAYO: CADA SEMANA

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f'c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

<b>FECHA:</b>	<b>03/09/2012</b>	
<b>AGREGADO FINO</b>		
Peso del recipiente vacío (picnómetro)	2260,2	g
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	4728,1	g
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3978,4	g
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1895,4	g
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	5766,1	g
peso de la tara	2260,2	g
peso de la tara con la muestra seca	4065,3	g
peso de la muestra seca	1805,1	g
peso del volumen de agua desalojada (volumen real de la muestra)	1038	g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,11</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,21</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,35</b>	<b>g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>5,00</b>	<b>%</b>

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3234,2	
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1338,1	g
peso en el agua de la muestra saturada con superficie seca	4467,7	g
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	765,1	g
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6	g
Peso de la tara	1896,1	g
Peso de la tara con la muestra seca	3209,2	g
Peso de la muestra seca	1313,1	g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,29</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,34</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,40</b>	<b>g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>1,90</b>	<b>%</b>

<b>FECHA:</b>	<b>12/09/2012</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	
Peso del recipiente vacío (picnómetro)	1894,1 g
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	3702,6 g
Temperatura de ensayo	18 °C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3445,4 g
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1551,3 g
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	4560,6 g
peso de la tara	1894,1 g
peso de la tara con la muestra seca	3368,2 g
peso de la muestra seca	1474,1 g
peso del volumen de agua desalojada (volumen real de la muestra)	858 g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,13 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,24 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,39 g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>5,24 %</b>

<b>AGREGADO GRUESO</b>	
temperatura del ensayo	18 °C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3895,3
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	2001,2 g
peso en el agua de la muestra saturada con superficie seca	4868,2 g
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	1165,6 g
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6 g
Peso de la tara	1894,1 g
Peso de la tara con la muestra seca	3854,2 g
Peso de la muestra seca	1960,1 g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,35 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,39 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,47 g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,10 %</b>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>FECHA: 24/09/2012</b>	
<b>AGREGADO FINO</b>		
Peso del recipiente vacío (picnometro)	2260,2	g
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	4728,1	g
Temperatura de ensayo	18	°C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3346,5	g
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1086,3	g
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	5345,5	g
peso de la tara	2265,2	g
peso de la tara con la muestra seca	3299,5	g
peso de la muestra seca	1034,3	g
peso del volumene de agua desalojada (volumen real de la muestra	617,4	g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,21</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,32</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,48</b>	<b>g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>5,03</b>	<b>%</b>

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
temperatura del ensayo	18	°C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3021,9	
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1127,8	g
peso en el agua de la muestar saturada con superficie seca	4354,6	g
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	652	g
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1	g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6	g
Peso de la tara	1894,1	g
Peso de la tara con la muestra seca	2998,4	g
Peso de la muestra seca	1104,3	g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,32</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO SSS</b>	<b>2,37</b>	<b>g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,44</b>	<b>g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,13</b>	<b>%</b>

<b>FECHA:</b>	<b>04/10/2012</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	
Peso del recipiente vacío (picnómetro)	1894,1 g
Peso del recipiente con agua hasta la marca de referencia	3702,6 g
Temperatura de ensayo	18 °C
densidad del agua a la temperatura de ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
peso del recipiente con muestra saturada con superficie seca	3024,6 g
Peso de la muestra saturada con superficie seca	1130,5 g
Peso del recipiente con muestra sss y agua hasta la marca referencial	4309,3 g
peso de la tara	1894,1 g
peso de la tara con la muestra seca	2967,2 g
peso de la muestra seca	1073,1 g
peso del volumene de agua desalojada (volumen real de la muestra)	606,7 g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,05 g</b>
<b>PESO ESPESIFICICO SSS</b>	<b>2,16 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,30 g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>5,35 %</b>

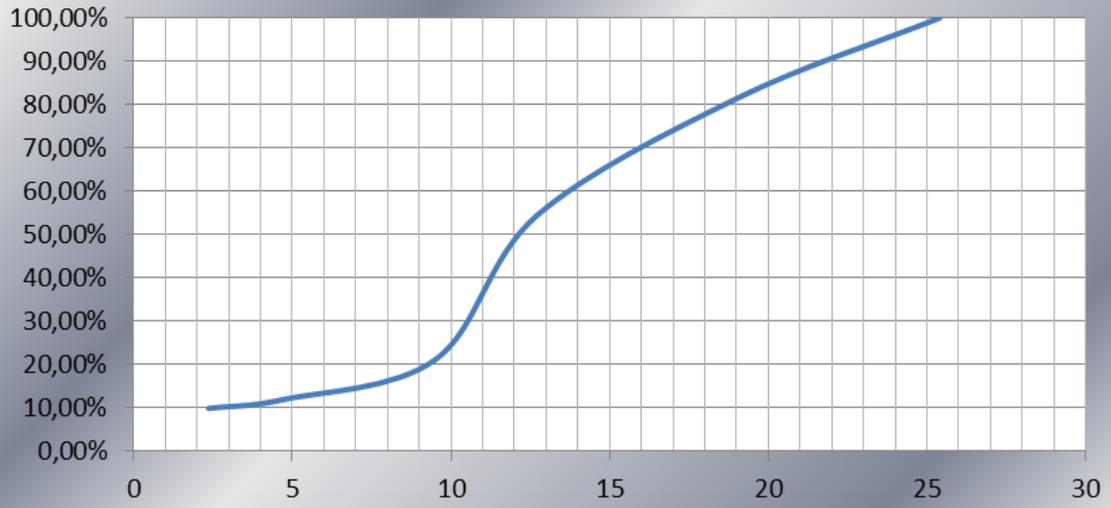
<b>AGREGADO GRUESO</b>	
temperatura del ensayo	18 °C
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca + recipiente	3489,2
peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	1595,1 g
peso en el agua de la muestar saturada con superficie seca	4590,1 g
peso de agua desalojada (volumen real de la muestra)	887,5 g
Densidad de agua de la temperatura del ensayo	1 g/cm <sup>3</sup>
Volumen	3702,6 g
Peso de la tara	1894,1 g
Peso de la tara con la muestra seca	3456 g
Peso de la muestra seca	1561,9 g
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>2,21 g</b>
<b>PESO ESPESIFICICO SSS</b>	<b>2,25 g</b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2,32 g</b>
<b>ABSORCION</b>	<b>2,13 %</b>

## GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

FRECUENCIA DE ENSAYO: CADA TRES DIAS

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>							
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE						
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>							
Norma ASTM C-136	AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"						
FECHAS: 03/09/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>
3/4	19,05	736,3	18,41%	18,41%	81,59%	<b>90,00%</b>	<b>100,00%</b>
1/2	12,7	1089,2	27,23%	45,64%	54,36%		
3/8	9,525	1325,6	33,14%	78,78%	21,22%	<b>20,00%</b>	<b>55,00%</b>
N° 4	4,76	369,5	9,24%	88,02%	11,99%	<b>0,00%</b>	<b>10,00%</b>
N° 8	2,36	84,2	2,11%	90,12%	9,88%	<b>0,00%</b>	<b>5,00%</b>
BANDEJA		395,2					
TOTAL	4000						

# GRANULOMETRIA 3/4"





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

**Norma ASTM C-136**

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

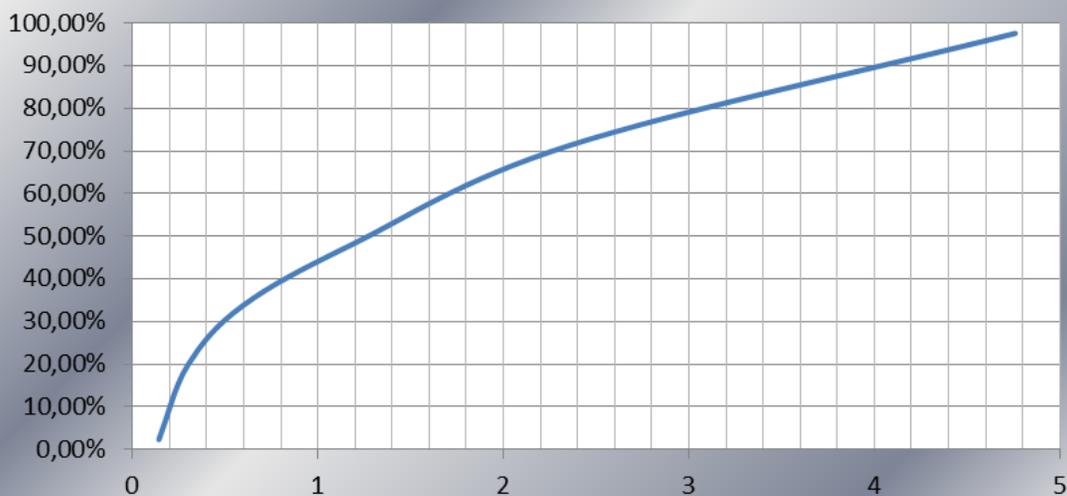
**FECHAS:** 03/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	12	2,40%	2,40%	97,60%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	131,2	26,24%	28,64%	71,36%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	115,9	23,18%	51,82%	48,18%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	72,3	14,46%	66,28%	33,72%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	70,2	14,04%	80,32%	19,68%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	87,1	17,42%	97,74%	2,26%	2,00%	10,00%
FONDO		11,3	2,26%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		500					

MODULO DE FINURA=

**2,73%**

**GRANULOMETRIA DE FINOS**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

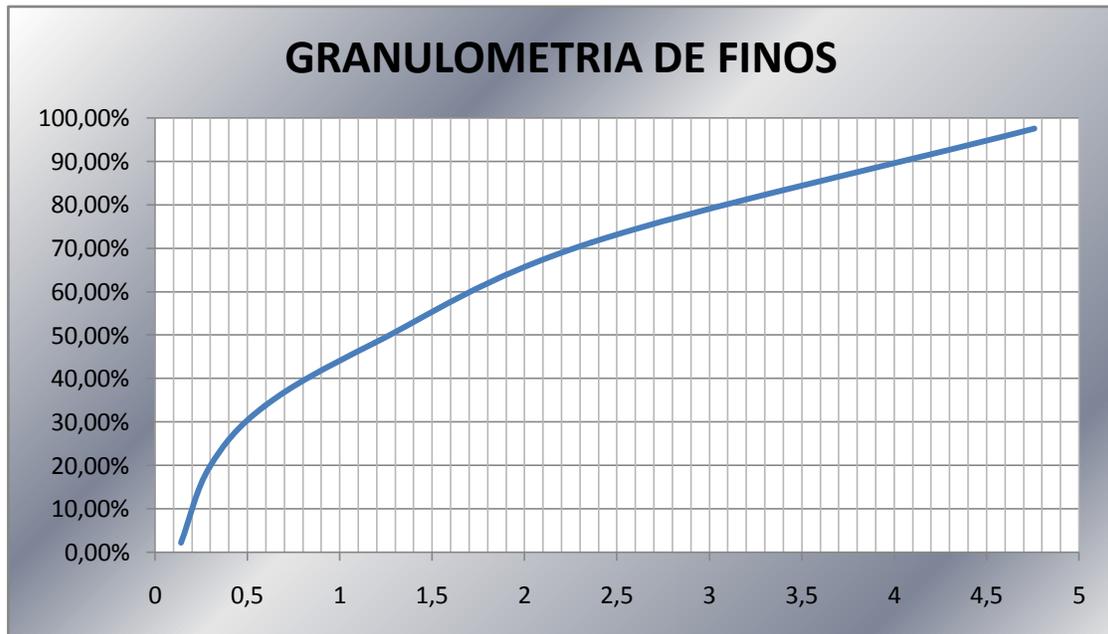
**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 06/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	699,5	13,99%	13,99%	86,01%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1529,6	30,59%	44,58%	55,42%		
3/8	9,525	1456,2	29,12%	73,71%	26,29%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	902,1	18,04%	91,75%	8,25%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	177,2	3,54%	95,29%	4,71%	0,00%	5,00%
BANDEJA		235,4					
TOTAL		5000					



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

FE

**Proyecto:**

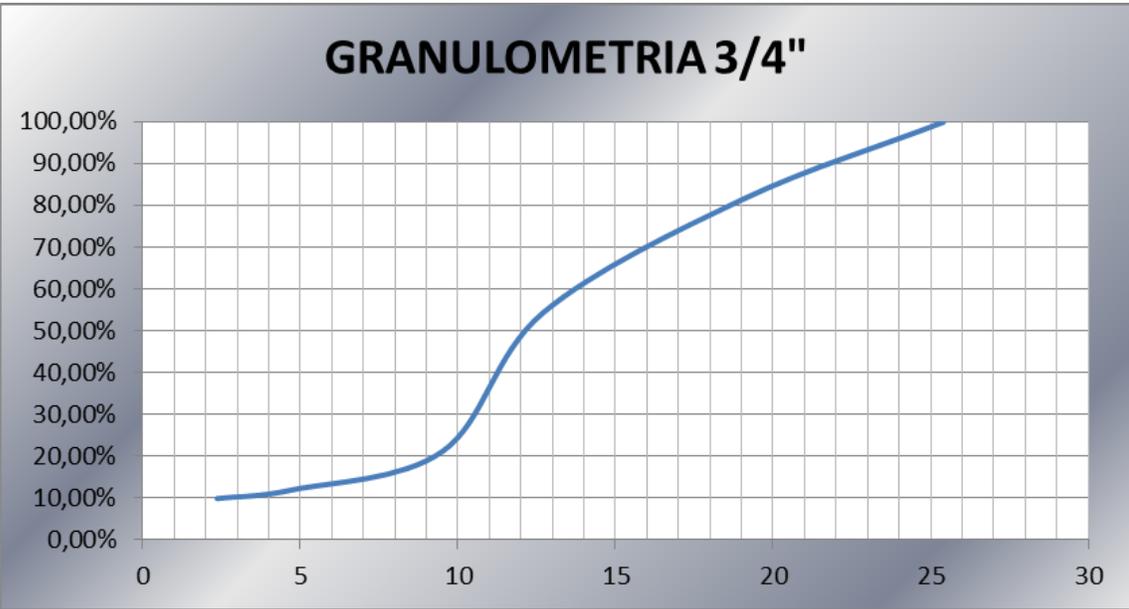
CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

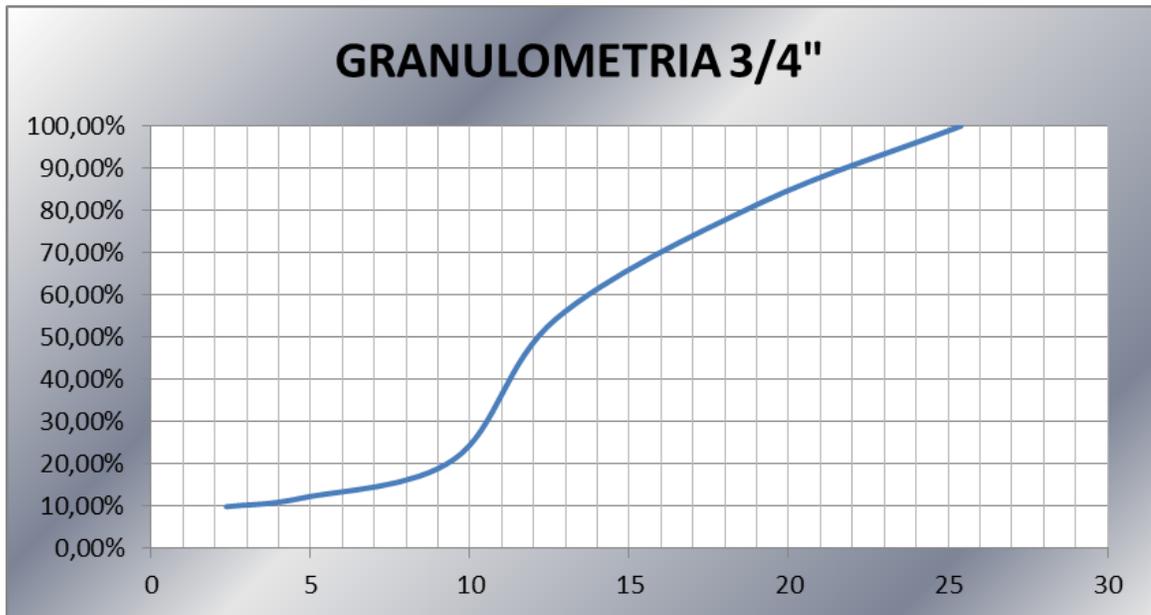
(pulg.)	(mm.)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	15,6	3,12%	3,12%	96,88%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	119,9	23,98%	27,10%	72,90%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	117,8	23,56%	50,66%	49,34%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	90,2	18,04%	68,70%	31,30%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	87,1	17,42%	86,12%	13,88%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	53,3	10,66%	96,78%	3,22%	2,00%	10,00%
FONDO		16,1	3,22%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	500						

MODULO DE FINURA=

**2,68%**



Norma ASTM C-136		AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"					
FECHAS: 12/09/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	825,2	16,50%	16,50%	83,50%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1442,1	28,84%	45,35%	54,65%		
3/8	9,525	1322,1	26,44%	71,79%	28,21%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	645,3	12,91%	84,69%	15,31%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	400,2	8,00%	92,70%	7,30%	0,00%	5,00%
BANDEJA		365,1					
TOTAL	5000						

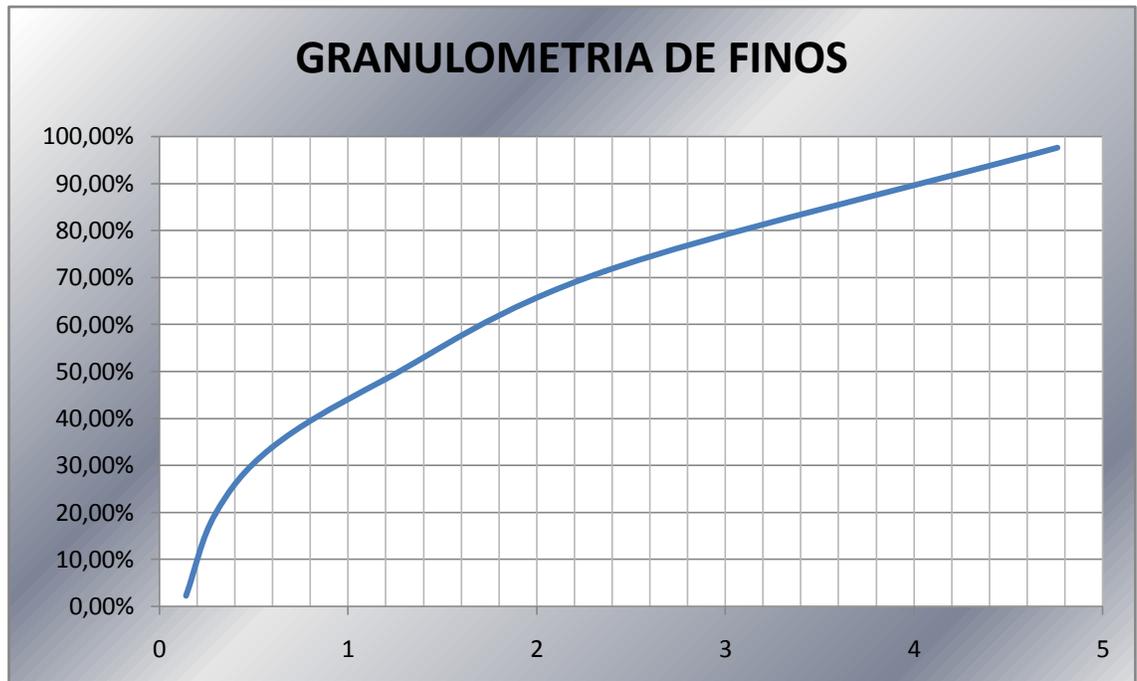


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS</b>
<b>Proyecto:</b>	CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA $f_c$ 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
<b>MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa</b>	

Norma ASTM C-136		AGREGADO FINO: ARENA LAVADA					
FECHAS: 12/09/2012							
TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	35,2	8,80%	8,80%	91,20%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	68,2	17,05%	25,85%	74,15%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	130,5	32,63%	58,48%	41,53%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	39,2	9,80%	68,28%	31,73%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	44,2	11,05%	79,33%	20,68%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	65,5	16,38%	95,70%	4,30%	2,00%	10,00%
FONDO		17,2	4,30%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	400						

MODULO DE FINURA=

2,64%





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

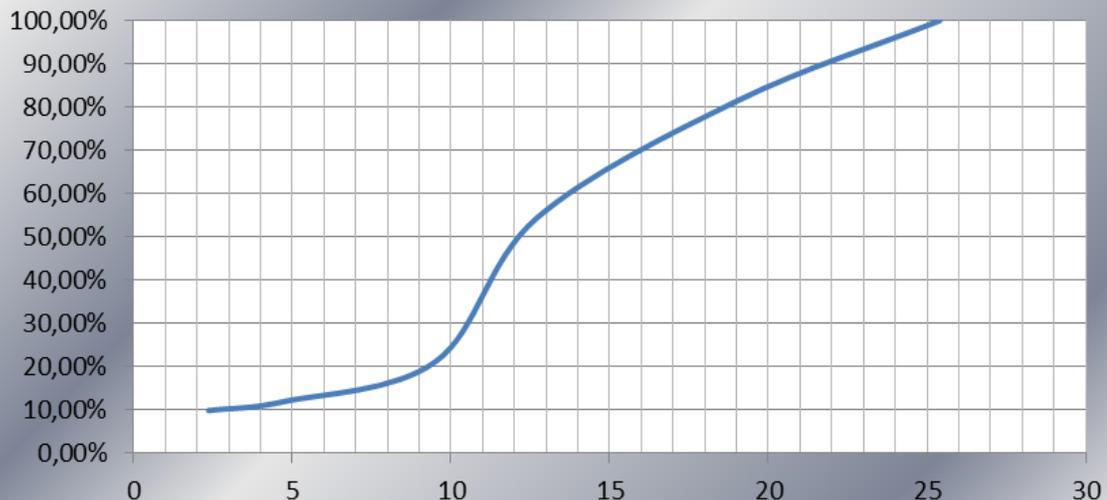
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 18/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	397,2	9,93%	9,93%	90,07%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1665,2	41,63%	51,56%	48,44%		
3/8	9,525	1058,2	26,46%	78,02%	21,99%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	589,2	14,73%	92,75%	7,25%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	15,6	0,39%	93,14%	6,86%	0,00%	5,00%
BANDEJA		274,6					
TOTAL		4000					

## GRANULOMETRIA 3/4"





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

### MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

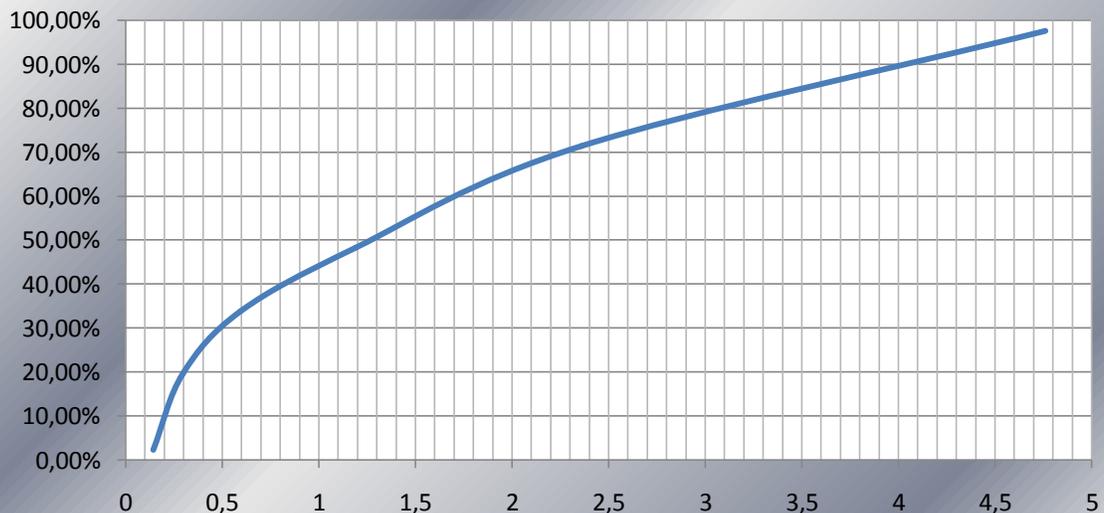
FECHAS: 18/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	15,6	3,12%	3,12%	96,88%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	115,9	23,18%	26,30%	73,70%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	133,5	26,70%	53,00%	47,00%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	88,2	17,64%	70,64%	29,36%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	75,8	15,16%	85,80%	14,20%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	46,2	9,24%	95,04%	4,96%	2,00%	10,00%
FONDO		24,8	4,96%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	500						

MODULO DE FINURA=

2,66%

## GRANULOMETRIA DE FINOS





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

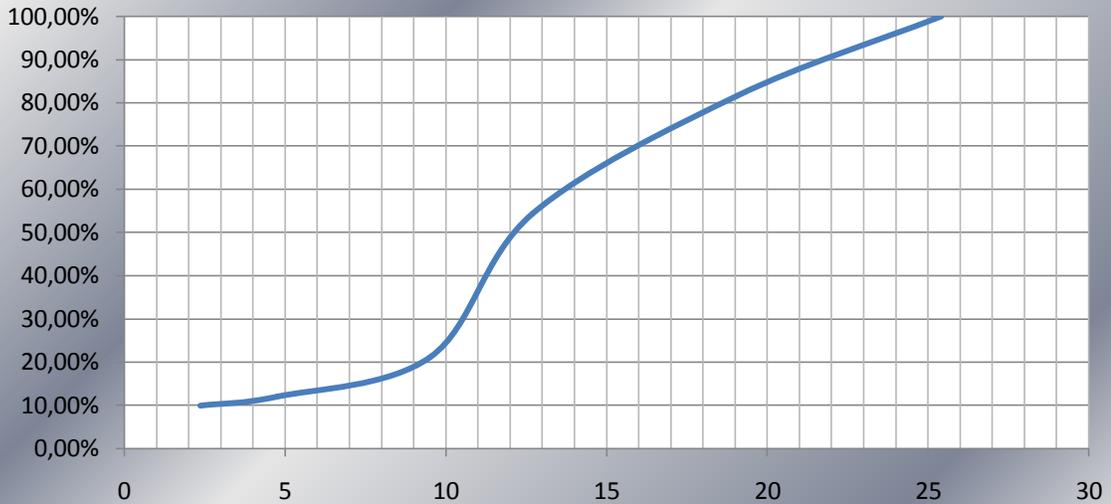
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 24/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	524,2	13,11%	13,11%	86,90%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1245,9	31,15%	44,25%	55,75%		
3/8	9,525	1589,5	39,74%	83,99%	16,01%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	256,2	6,41%	90,40%	9,61%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	212,2	5,31%	95,70%	4,30%	0,00%	5,00%
BANDEJA		172					
TOTAL		4000					

## GRANULOMETRIA 3/4"



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

Proyecto:

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 24/09/2012

## GRANULOMETRIA DE FINOS

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	25,1	5,02%	5,02%	94,98%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	80,2	16,04%	21,06%	78,94%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	125	25,00%	46,06%	53,94%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	128,8	25,76%	71,82%	28,18%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	85,6	17,12%	88,94%	11,06%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	45,1	9,02%	97,96%	2,04%	2,00%	10,00%
FONDO		10,2	2,04%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		500					

20,00%  
MODULO DE FINURA=

2,69%

10,00%  
0,00%

0 1 2 3 4 5



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:** CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f'c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

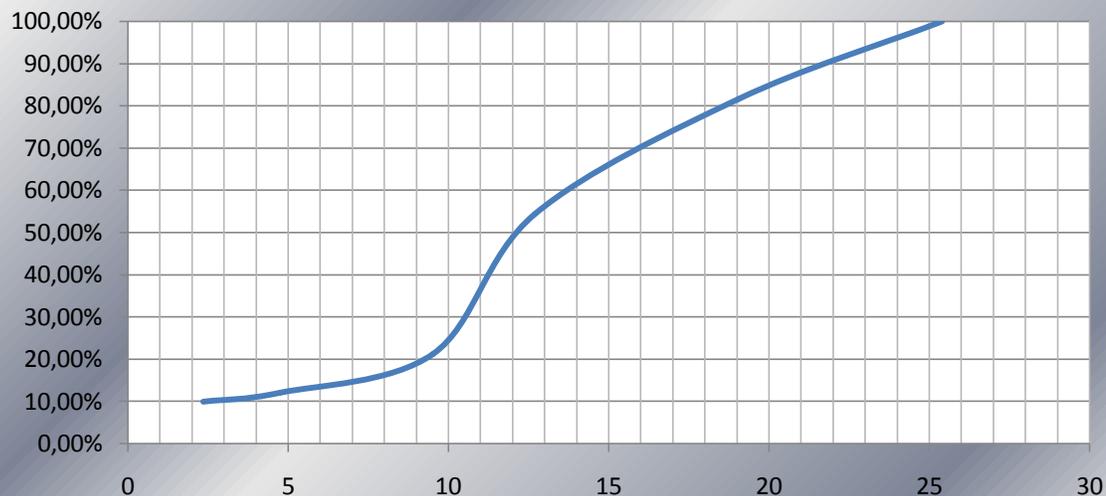
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

**FECHAS:** 27/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	782,2	15,64%	15,64%	84,36%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1654,7	33,09%	48,74%	51,26%		
3/8	9,525	1210,3	24,21%	72,94%	27,06%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	625,3	12,51%	85,45%	14,55%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	355,2	7,10%	92,55%	7,45%	0,00%	5,00%
BANDEJA		372,3					
<b>TOTAL</b>		5000					

**GRANULOMETRIA 3/4"**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

FECHAS: 27/09/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	23,1	4,62%	4,62%	95,38%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	120,3	24,06%	28,68%	71,32%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	83,2	16,64%	45,32%	54,68%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	108,5	21,70%	67,02%	32,98%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	83,9	16,78%	83,80%	16,20%	10,00%	30,00%

## GRANULOMETRIA DE FINOS





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

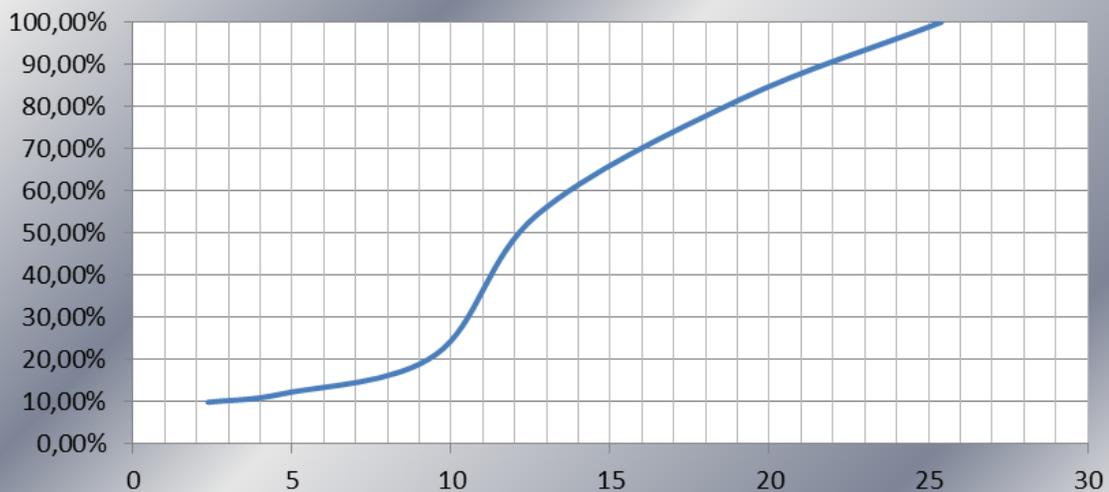
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 03/10/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	758,2	15,16%	15,16%	84,84%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1425,3	28,51%	43,67%	56,33%		
3/8	9,525	1317,9	26,36%	70,03%	29,97%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	896,2	17,92%	87,95%	12,05%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	452,3	9,05%	97,00%	3,00%	0,00%	5,00%
BANDEJA		150,1					
TOTAL		5000					

## GRANULOMETRIA 3/4"





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA f'c 55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

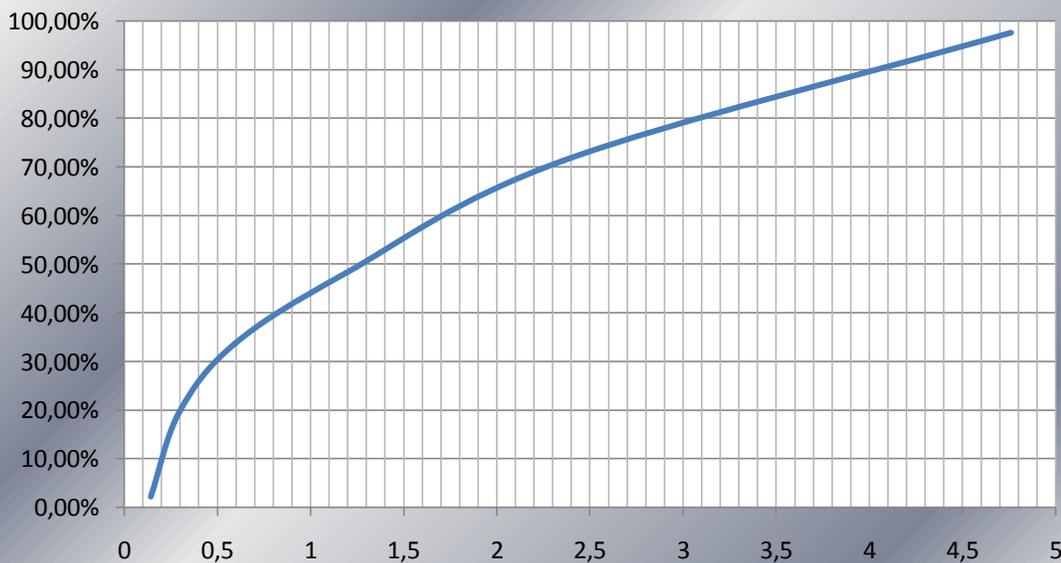
**FECHAS: 03/10/2012**

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>
N° 4	4,76	12,5	2,50%	2,50%	97,50%	<b>95,00%</b>	<b>100,00%</b>
N° 8	2,36	105,6	21,12%	23,62%	76,38%	<b>80,00%</b>	<b>100,00%</b>
N° 16	1,19	116,5	23,30%	46,92%	53,08%	<b>50,00%</b>	<b>85,00%</b>
N° 30	0,595	124,5	24,90%	71,82%	28,18%	<b>25,00%</b>	<b>60,00%</b>
N° 50	0,297	75,2	15,04%	86,86%	13,14%	<b>10,00%</b>	<b>30,00%</b>
N° 100	0,142	59,2	11,84%	98,70%	1,30%	<b>2,00%</b>	<b>10,00%</b>
FONDO		6,5	1,30%	100,00%	0,00%	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>						

MODULO DE FINURA=

2,70%

**GRANULOMETRIA DE FINOS**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

## MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa

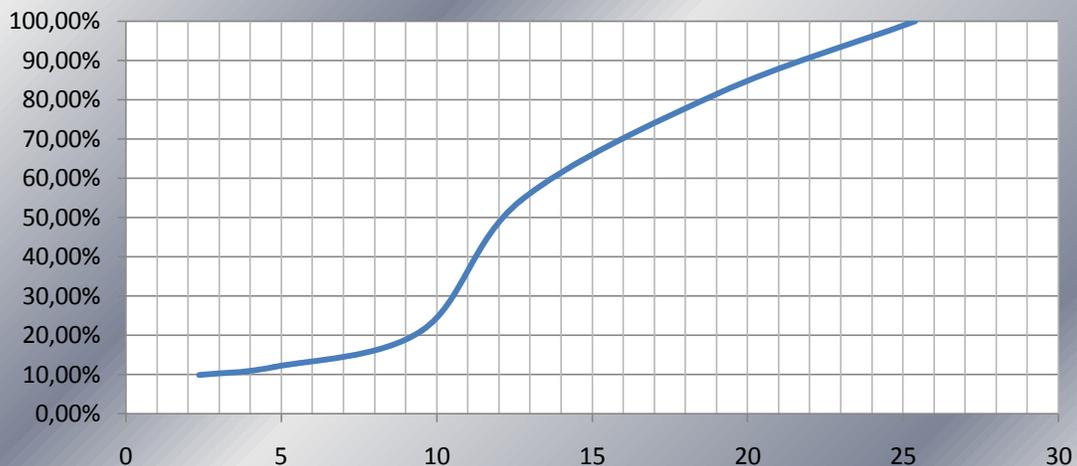
Norma ASTM C-136

AGREGADO GRUESO: PIEDRA TRITURADA 3/4"

FECHAS: 09/10/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES 3/4"	
2	50,8	0	0,00%	0,00%	100,00%		
1	25,4	0	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3/4	19,05	415,2	8,30%	8,30%	91,70%	90,00%	100,00%
1/2	12,7	1350,4	27,01%	35,31%	64,69%		
3/8	9,525	1856,2	37,12%	72,44%	27,56%	20,00%	55,00%
N° 4	4,76	825,2	16,50%	88,94%	11,06%	0,00%	10,00%
N° 8	2,36	278,5	5,57%	94,51%	5,49%	0,00%	5,00%
BANDEJA		274,5					
TOTAL		5000					

## GRANULOMETRIA 3/4"





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS**

**Proyecto:**

CURVA: RESISTENCIA VS TIEMPO, PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA  $f_c$  55 MPa. COMPONENTES: ARENA DE RÍO (km 26 vía a Penipe), ARIDO GRUESO (3/4" km 12 vía a San Luis), CEMENTO ESPECIAL TIPO 10P, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

**MÉTODO DE DISEÑO PARA HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA DE 55 MPa**

Norma ASTM C-136

AGREGADO FINO: ARENA LAVADA

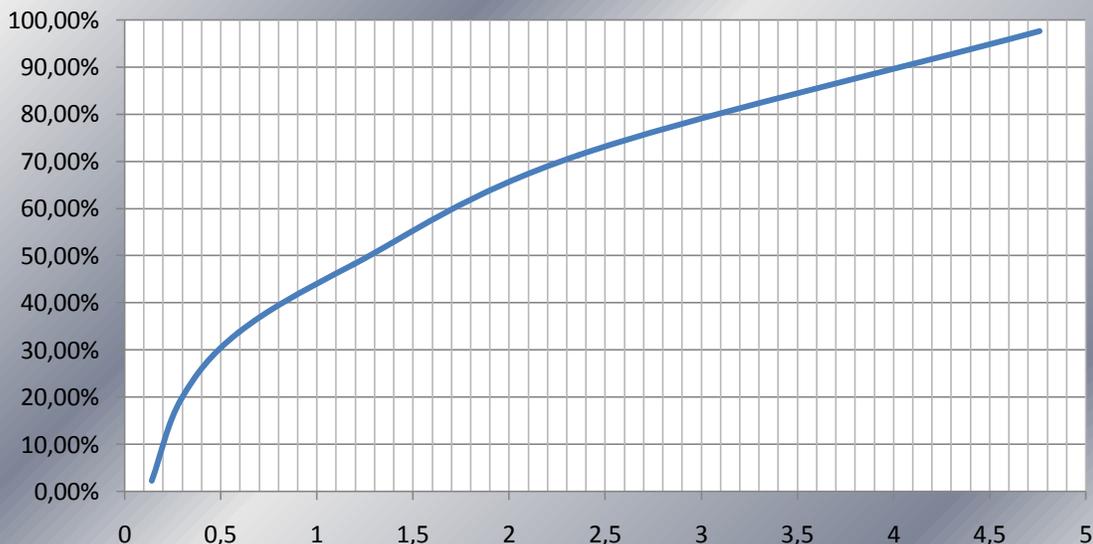
FECHAS: 09/10/2012

TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3/8	9,52			0	100,00%	100,00%	100,00%
N° 4	4,76	20,1	4,02%	4,02%	95,98%	95,00%	100,00%
N° 8	2,36	122,9	24,59%	28,61%	71,39%	80,00%	100,00%
N° 16	1,19	105,2	21,05%	49,66%	50,34%	50,00%	85,00%
N° 30	0,595	102,2	20,45%	70,11%	29,89%	25,00%	60,00%
N° 50	0,297	66,3	13,27%	83,37%	16,63%	10,00%	30,00%
N° 100	0,142	64,2	12,85%	96,22%	3,78%	2,00%	10,00%
FONDO		18,9	3,78%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL		499,8					

MODULO DE FINURA=

2,68%

**GRANULOMETRIA DE FINOS**



### ANEXO 3. Registro Fotográfico.









