

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

TÍTULO:

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL
AGREGADO FINO QUE PRODUCEN LAS PLANTAS PICOAZÁ,
AGRESA, EL CHORRILLO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA
DEL HORMIGÓN ARTESANAL”

AUTOR:

TOAREZ CASTRO EDER SEBASTIÁN.

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ABEL ZAMBRANO MEJÍA, MSc.

2015

MANTA – MANABÍ - ECUADOR

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Abel Zambrano Mejía, MSc. Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis de Grado titulada, “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGREGADO FINO QUE PRODUCEN LAS PLANTAS PICOAZÁ, AGRESA, EL CHORRILLO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ARTESANAL”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad del autor: Sr. Toarez Castro Eder Sebastián, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Ing. Abel Zambrano Mejía Msc.

Director de Tesis

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

DECLARO QUE:

El presente trabajo de investigación denominado “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGREGADO FINO QUE PRODUCEN LAS PLANTAS PICOAZÁ, AGRESA, EL CHORRILLO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ARTESANAL”, ha sido desarrollado en base a una investigación adecuada, respetando derechos de propiedad intelectual de terceros, aplicando las respectivas citas y referencias en este documento, por lo que este trabajo es de mi autoría. En integridad de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad, y alcance científico del proyecto de grado en mención.

TOAREZ CASTRO EDER SEBASTIAN

DEDICATORIA

A mis queridos padres Sebastián Toarez y Gertrudiz Castro, por todo el sacrificio realizado por ustedes para darme uno de los grandes tesoros y significativos como lo es la educación, con la misma ilusión y cariño con que iniciaban ustedes para seguir adelante y obtener triunfos anhelados, porque siempre me dieron ánimo y apoyo para llegar a esta meta, formándome siempre por el camino del bien.

A mi esposa que siempre confió en mí y en especial a mis hijas Estefanía y Nayerly, que son el motivo por el cual me inspiro día a día para superarme y seguir adelante para poder brindarles siempre lo mejor de mí.

A mis hermanos Genny y Jonathan, que siempre me brindaron su apoyo y confianza para lograr lo anhelado.

Toarez Castro Eder Sebastián

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar y guiar mi camino día a día, permitiendo que todos mis anhelos se cumplan, estando siempre conmigo hasta en los momentos más difíciles y bendiciendo cada meta conseguida en mi vida.

A mis padres por brindarme todo su cariño y apoyo incondicional durante todos estos años de estudio, siendo los pilares fundamentales para alcanzar mis metas, por lo que me llena de satisfacción que lo que cumplido es gracias a ellos, por esta razón les agradezco en lo más profundo porque ustedes fueron y serán mis primeros maestros.

A mi tutor el Ing. Abel Zambrano Mejía Msc. quien me ha guiado paso a paso para que este proyecto de Tesis se lleve a cabo, a todo el cuerpo docente que conforman la Facultad de Ingeniería Civil de la U.L.E.A.M, quienes me ayudaron a formar intelectualmente dentro de las aulas brindándome sus conocimientos, quienes con dedicación y esmero forman una juventud de provecho para la patria.

A mis amigos quienes siempre estuvieron ahí brindándome su apoyo, compartiendo conocimientos y con los cuales pasé los mejores momentos como estudiante.

Toarez Castro Eder Sebastián

RESUMEN

La presente investigación denominada “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGREGADO FINO QUE PRODUCEN LAS PLANTAS PICOAZÁ, AGRESA, EL CHORRILLO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ARTESANAL”, trata sobre el análisis comparativo de agregados finos elaborados por diferentes plantas que abastecen el sector constructivo de la ciudad de Manta. Además se incluyó el análisis de un agregado fino elaborado fuera de la provincia de Manabí, con la finalidad de determinar en qué condiciones se encuentra nuestro agregado en la actualidad y comprobar cuál de estos presentaba mejores características. En este documento se detalla paso a paso cada uno de los ensayos y diseños de hormigones realizados para llevar a cabo esta investigación. Para el análisis de las propiedades del agregado fino de cada una de estas plantas, se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio tales como granulometría, determinación del material más fino que pasa el tamiz #200, contenido de humedad, peso unitario, densidad, absorción y desgaste a los sulfatos, los cuales se encuentran descritos en las normas ASTM e INEN, con las cuales se pudo comprobar las deficiencias que presentan cada uno de estos. En el caso de la granulometría se tuvo que realizar un diseño granulométrico en el cual se escogió el agregado fino de la planta más cercana a la ciudad de Manta y por ende el más utilizado, para luego combinarlo con arena de río de la ciudad de Guayaquil, encontrando una relación granulométrica de 65-35 (es decir del 100% de agregado fino el 65% corresponde al agregado de la planta más cercana y el 35% a la arena de río de Guayaquil). Adicionalmente se tomaron muestras de hormigones elaborados artesanalmente, en las que se emplean dosificaciones típicas como 1-2-4 y 1-3-3 para un hormigón de 210 kg/cm², las cuales no cumplieron la resistencia del 100%; por lo tanto

se realizaron los respectivos diseños de hormigones de 210 kg/cm² y de 280 kg/cm² con cada uno de estos agregados obteniendo resultados satisfactorios en algunos de estos.

ABSTRACT

The present investigation denominated " ANALYSIS OF THE PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF PRODUCING THE FINE AGGREGATE PICOAZA, AGRESA, EL CHORRILLO PLANTS AND ITS IMPACT ON THE STRENGTH OF CONCRETE CRAFT", deals with the comparative analysis of fine aggregates produced by different plants that supply the construction sector of the city of Manta. Besides of these analysis a fine aggregate produced outside the province of Manabí included this in order to determine what conditions is our added today and see which of these showed best features. This document step by step each of the trials and concrete designs made to conduct this research. For analyzing the properties of each fine aggregate of these plants, the respective laboratory tests such as granulometry, determination of finer material passing the # 200 sieve, moisture content, unit weight, density, absorption and wear were conducted sulphate, which are described in ASTM and INEN standards, which could be verified for deficiencies in each of these. In the case of grain it had to do a sieve design in which the aggregate had major deficiencies were chosen, and then improve it with river sand city of Guayaquil, finding a particle size of 65-35 ratio (ie 100% fine aggregate 65% corresponds to the aggregate of the nearest floor and 35% to the Guayaquil river sand). Additionally handmade concrete samples were taken, in which typical dosages as 1-2-4 and 1-3-3 are used for concrete of 210 kg / cm², which did not meet resistance 100%; therefore the respective concrete designs of 210 kg / cm² and 280 kg / cm² with each of these aggregates satisfactory results in some of these were made.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE TESIS	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	6
1. ESTUDIO DEL AGREGADO FINO EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN DE HORMIGONES ARTESANALES	6
1.1 Conceptos Generales.....	6
1.1.1 Tamaño y forma del agregado.....	7
1.1.2 Clasificación y tipos de agregados finos.....	8
1.1.3 Agregado fino natural (arena natural).....	9
1.1.4 Agregado fino artificial (arena artificial).....	9
1.1.5 Propiedades físicas.....	9
1.1.6 Propiedad química.....	11

1.1.7	Sustancias Perjudiciales.....	11
1.2	Descripción de las canteras	14
1.2.1	Cantera El Chorrillo (MEGAROK).....	15
1.2.2	Cantera Picoazá (MEGAROK).....	16
1.2.3	Cantera Agresa.....	17
1.2.4	Cantera Caliza Huayco.	18
1.3	Normas aplicables para el análisis del agregado fino	18
1.3.1	Normas ASTM.....	18
1.3.2	Normas INEN.	19
1.4	Ensayos aplicables para realizar el análisis del agregado fino.....	20
1.4.1	Muestreo del agregado según las normas ASTM D75, NTN INEN 695:2010.....	20
1.4.1.1	Toma de muestras.	20
1.4.1.2	Procedimiento.	20
a.	Muestreo de la descarga de agregado.	21
b.	Muestreo desde la banda de transporte o acarreo.	21
c.	Muestreo desde almacenaje o unidades de transportación.	21
1.4.1.3	Transporte de las muestras.	22
1.4.2	Ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011. Determinación del módulo de finura.....	22
1.4.2.1	Equipo a emplearse.	22
1.4.2.2	Procedimiento de ensayo.....	23

1.4.3	Ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 µm (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010.	23
1.4.3.1	Equipo a emplearse.	24
1.4.3.2	Reactivos y materiales.	24
1.4.3.3	Procedimiento de ensayo.	24
a.	Procedimiento por lavado con agua potable.	24
1.4.4	Ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agredo fino. Determinación de porcentajes de vacíos norma ASTM C29, NTE INEN 858:2010.	25
1.4.4.1	Equipo a emplearse.	25
1.4.4.2	Preparación de la muestra de ensayo.	25
1.4.4.3	Procedimiento para determinar el peso unitario compactado.	26
1.4.4.4	Procedimiento para determinar el peso unitario suelto.	26
1.4.5	Ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856:2010.	27
1.4.5.1	Equipo a emplearse.	27
1.4.5.2	Preparación de la muestra de ensayo.	28
1.4.5.3	Procedimiento de ensayo.	28
1.4.6	Ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, AASHTO T 265, NTE INEN 862:2011.	29
1.4.6.1	Equipo a emplearse.	30

1.4.6.2	Procedimiento de ensayo.....	30
1.4.7	Ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011.....	30
1.4.7.1	Equipo a emplearse.	31
1.4.7.2	Reactivos.	31
1.4.7.3	Preparación de la muestra de ensayo.	31
1.4.7.4	Procedimiento de ensayo.....	32
1.5	Diseño de hormigón de acuerdo al método ACI 211	33
1.5.1	Materiales empleados en el diseño de hormigones.....	33
1.5.1.1	Cemento.	33
1.5.1.2	Agregados (arena y grava).	33
1.5.1.3	Agua.	33
1.5.1.4	Aditivos.	33
1.5.2	Método ACI 211	34
1.5.3	Especificaciones técnicas para toma de muestras de hormigón.	37
1.5.3.1	Ensayo de Trabajabilidad, determinación del asentamiento del hormigón norma ASTM C14, NTE INEN 1578.	37
a.	Equipo a emplearse.....	37
b.	Procedimiento de ensayo.	38
1.5.3.2	Práctica estándar para elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo norma ASTM C192, NTE INEN 1576. ..	39

a.	Equipos a emplearse.	39
b.	Procedimiento de ensayo.	40
c.	Curado.....	40
1.5.3.3	Ensayo de resistencia a compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573. 41	
a.	Resistencia del hormigón.....	41
b.	Equipo a emplear.	41
c.	Procedimiento de ensayo.	41
CAPITULO II.....		43
2.	RESULTADOS DE ENSAYOS Y DISEÑOS DE HORMIGÓN	43
2.1	Ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011 (Determinación del módulo de finura) y ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 μ m (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010	44
2.1.1	Diseño de granulometría.....	47
2.2	Ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, NTE INEN 862	50
2.3	Ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agregado fino. Norma ASTM C2, NTE INEN858:2010	52
2.3.1	Peso unitario suelto.....	52
2.3.2	Peso unitario compactado.	54
2.4	Ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856.....	56

2.5	Ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011	62
2.6	Diseño de hormigón de 210 kg/cm ² de acuerdo al método ACI 211	65
2.6.1	Dosificación 1-2-4 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena de mar de la playa San José de Montecristi.	66
2.6.2	Dosificación 1-2-4 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena para hormigón de la cantera Chorrillo.....	66
2.6.3	Dosificación 1-3-3 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena para hormigón de la cantera Chorrillo.....	66
2.6.4	Diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	67
2.6.5	Diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	72
2.6.6	Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	74
2.6.7	Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	76
2.6.8	Diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	78
2.6.9	Diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	80

2.6.10	Diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	82
2.6.11	Diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	84
2.7	Diseño de hormigón de 280 kg/cm ² de acuerdo al método ACI 211	87
2.7.1	Diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	87
2.7.2	Diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	92
2.7.3	Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	94
2.7.4	Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	96
2.7.5	Diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	98
2.7.6	Diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	100
2.7.7	Diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	102

2.7.8	Diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	104
2.8	Resultados de ensayos de resistencia a la compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573	106
2.8.1	Resultados de roturas de cilindros cuya resistencia es de 210 kg/cm2...	106
2.8.1.1	Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	106
2.8.1.2	Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	107
2.8.1.3	Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	108
2.8.1.4	Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	109
2.8.1.5	Resultado del diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	110
2.8.1.6	Resultado del diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	111
2.8.1.7	Resultado del diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	112

2.8.1.8	Resultado del diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	113
2.8.2	Resultados de roturas de cilindros de resistencia 280 kg/cm ²	114
2.8.2.1	Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	114
2.8.2.2	Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	115
2.8.2.3	Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	116
2.8.2.4	Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.....	117
2.8.2.5	Resultado del diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	118
2.8.2.6	Resultado del diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	119
2.8.2.7	Resultado del diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	120
2.8.2.8	Resultado del diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.	121
CAPITULO III.....		123

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	123
3.1	Comparación gráfica de resultados del ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011. Módulo de finura.....	123
3.1.1	Curva granulométrica de la arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok).....	124
3.1.2	Curva granulométrica de la arena homogenizada de la cantera Agresa.	124
3.1.3	Curva granulométrica de la “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok).....	125
3.1.4	Curva granulométrica de la “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok).....	126
3.1.5	Curva granulométrica de “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco.	126
3.1.6	Curva granulométrica de la relación 50% “arena para hormigón” Chorrillo y 50% arena de río.....	127
3.1.7	Curva granulométrica de la relación 75% “arena para hormigón” Chorrillo y 25% arena de río.....	128
3.1.8	Curva granulométrica de la relación 60% “arena para hormigón” Chorrillo y 40% arena de río.....	128
3.1.9	Curva granulométrica de la relación 65% “arena para hormigón” Chorrillo y 35% arena de río.....	129
3.1.10	Curva granulométrica de la arena de río de la ciudad de Guayaquil.	130

3.2	Comparación gráfica de los resultados del ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 mm (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010.....	130
3.3	Comparación gráfica de resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, NTE INEN 862.....	131
3.4	Comparación gráfica de resultados del ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agredo fino. Norma ASTM C2, NTE INEN858:2010	132
3.5	Comparación gráfica de los resultados del ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856	133
3.6	Comparación gráfica de los resultados del ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011	134
3.7	Comparación gráfica de resultados de ensayos de resistencia a compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573	135
3.7.1	Resultados de roturas de cilindros del diseño cuya resistencia es de 210 kg/cm ² . 135	
3.7.1.1	Rotura a los 7 días.	135
3.7.1.2	Roturas a los 14 días.	136
3.7.1.3	Rotura a los 28 días.	137
3.7.2	Resultados de roturas de cilindros del diseño cuya resistencia es de 280 kg/cm ² . 138	

3.7.2.1	Rotura a los 7 días.....	138
3.7.2.2	Rotura a los 14 días.....	139
3.7.2.3	Rotura a los 28 días.....	140
3.7.3	Resumen de los resultados alcanzados en los diseños de 210 kg/cm2. ..	142
3.7.4	Resumen de los resultados alcanzados en los diseños de 280 kg/cm2. ..	142
CONCLUSIONES.....		143
RECOMENDACIONES.....		145
BIBLIOGRAFÍA.....		146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Límites permisibles de sustancias dañinas	14
Tabla 1.2: Masas mínimas de muestras	20
Tabla 1.3: Resistencia de diseño.....	34
Tabla 1.4: Contenido de agua y porcentaje de aire.....	35
Tabla 1.5: Volumen de agregado grueso	36
Tabla 1.6: Porcentajes de la resistencia	41
Tabla 2.1: Granulometría de la arena homogenizada de la cantera Picoazá.....	44
Tabla 2.2: Granulometría de la arena homogenizada de la cantera Agresa.....	45
Tabla 2.3: Granulometría de la arena para hormigón de la cantera Picoazá.....	45
Tabla 2.4: Granulometría de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo	46
Tabla 2.5: Granulometría de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco	46
Tabla 2.6: Granulometría utilizando el 50% arena de Chorrillo + 50% de arena de río	47
Tabla 2.7: Granulometría utilizando el 75% de arena de Chorrillo + 25% arena de río	48
Tabla 2.8: Granulometría utilizando el 60% de arena de Chorrillo + 40% arena de río	48
Tabla 2.9: Granulometría utilizando el 65% de arena de Chorrillo + 35% arena de río	49
Tabla 2.10: Granulometría de la arena de río	49
Tabla 2.11: Contenido de humedad de la arena homogenizada de la cantera Picoazá...	50
Tabla 2.12: Contenido de humedad de la arena homogenizada de la cantera Agresa	50
Tabla 2.13: Contenido de humedad de la arena para hormigón de la cantera Picoazá...	50
Tabla 2.14: Contenido de humedad de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo.	51
Tabla 2.15: Contenido de humedad de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco	51
Tabla 2.16: Contenido de humedad de la arena de río.....	51
Tabla 2.17: Peso unitario suelto de la arena homogenizada de la cantera Picoazá	52
Tabla 2.18: Peso unitario suelto de la arena homogenizada de la cantera Agresa	52

Tabla 2.19: Peso unitario suelto de la arena para hormigón de la cantera Picoazá	53
Tabla 2.20: Peso unitario suelto de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo	53
Tabla 2.21: Peso unitario suelto de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco	53
Tabla 2.22: Peso unitario suelto de la arena de río	54
Tabla 2.23: Peso unitario compactado de la arena homogenizada de la cantera Picoazá	54
Tabla 2.24: Peso unitario compactado de la arena homogenizada de la cantera Agresa	54
Tabla 2.25: Peso unitario compactado de la arena para hormigón de la cantera Picoazá	55
Tabla 2.26: Peso unitario compactado de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo	55
Tabla 2.27: Peso unitario compactado de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco	55
Tabla 2.28: Peso unitario compactado de la arena de río	55
Tabla 2.29: Desgaste a los sulfatos de la arena homogenizada de la cantera Picoazá....	62
Tabla 2.30: Desgaste a los sulfatos de la arena homogenizada de la cantera Agresa.....	63
Tabla 2.31: Desgaste a los sulfatos de la arena para hormigón de la cantera Picoazá....	63
Tabla 2.32: Desgaste a los sulfatos de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo .	64
Tabla 2.33: Desgaste a los sulfatos de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco .	64
Tabla 2.34: Resistencia de la dosificación 1-2-4 empleando ripio de ½ y arena de mar	66
Tabla 2.35: Resistencia de la dosificación 1-2-4 empleando ripio de 1/2 y arena para hormigón.....	66
Tabla 2.36: Resistencia de la dosificación 1-3-3 empleando ripio de 1/2 y arena para hormigón.....	66
Tabla 2.37: Datos del proyecto	67

Tabla 2.38: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Picoazá.....	67
Tabla 2.39: Dosificación con ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Picoazá	70
Tabla 2.40: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	70
Tabla 2.41: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca	71
Tabla 2.42: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	71
Tabla 2.43: Dosificación final por saco	71
Tabla 2.44: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Agresa	72
Tabla 2.45: Dosificación en peso con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca.....	72
Tabla 2.46: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca.....	72
Tabla 2.47: Dosificación en volumen aparente para 1 m ³ con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca	73
Tabla 2.48: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca.....	73
Tabla 2.49: Dosificación final por saco	73
Tabla 2.50: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena para hormigón de Picoazá.....	74
Tabla 2.51: Dosificación en peso con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	74

Tabla 2.52: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	74
Tabla 2.53: Dosificación volumen aparente para 1m ³ con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	75
Tabla 2.54: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	75
Tabla 2.55: Dosificación final por saco	75
Tabla 2.56: Propiedades del cemento, ripio de 1/2 de Uruzca y arena para hormigón de Chorrillo.....	76
Tabla 2.57: Dosificación en peso con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	76
Tabla 2.58: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	76
Tabla 2.59: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	77
Tabla 2.60: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca	77
Tabla 2.61: Dosificación final por saco	77
Tabla 2.62: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena unificada de Caliza Huayco	78
Tabla 2.63: Dosificación en peso con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	78
Tabla 2.64: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	78

Tabla 2.65: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	79
Tabla 2.66: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	79
Tabla 2.67: Dosificación final por saco	79
Tabla 2.68: Propiedades del cemento, ripio de 1/2 de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil.....	80
Tabla 2.69: Dosificación en peso utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	80
Tabla 2.70: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	80
Tabla 2.71: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	81
Tabla 2.72: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	81
Tabla 2.73: Dosificación final por saco	82
Tabla 2.74: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil.....	82
Tabla 2.75: Dosificación en peso utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	82
Tabla 2.76: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	83
Tabla 2.77: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	83

Tabla 2.78: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	83
Tabla 2.79: Dosificación final por saco	84
Tabla 2.80: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil.....	84
Tabla 2.81: Dosificación en peso utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	85
Tabla 2.82: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	85
Tabla 2.83: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	85
Tabla 2.84: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	86
Tabla 2.85: Dosificación final por saco	86
Tabla 2.86: Datos del proyecto	87
Tabla 2.87: Dosificación en peso con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca	90
Tabla 2.88: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	90
Tabla 2.89: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca	90
Tabla 2.90: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	91
Tabla 2.91: Dosificación final por saco	91

Tabla 2.92: Dosificación en peso con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	92
Tabla 2.93: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	92
Tabla 2.94: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca	92
Tabla 2.95: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	93
Tabla 2.96: Dosificación final por saco	93
Tabla 2.97: Dosificación en peso con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	94
Tabla 2.98: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	94
Tabla 2.99: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca	94
Tabla 2.100: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	95
Tabla 2.101: Dosificación final por saco	95
Tabla 2.102: Dosificación en peso con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	96
Tabla 2.103: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca	96
Tabla 2.104: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	96

Tabla 2.105: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca	97
Tabla 2.106: Dosificación final por saco	97
Tabla 2.107: Dosificación en peso con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	98
Tabla 2.108: Dosificación en peso por m ³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	98
Tabla 2.109: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	98
Tabla 2.110: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca	99
Tabla 2.111: Dosificación final por saco	99
Tabla 2.112: Dosificación en peso utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	100
Tabla 2.113: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	100
Tabla 2.114: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	100
Tabla 2.115: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	101
Tabla 2.116: Dosificación final por saco	101
Tabla 2.117: Dosificación en peso utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	102
Tabla 2.118: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	102

Tabla 2.119: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	102
Tabla 2.120: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	103
Tabla 2.121: Dosificación final por saco	103
Tabla 2.122: Dosificación en peso utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	104
Tabla 2.123: Dosificación en peso por m ³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	104
Tabla 2.124: Dosificación en volumen aparente para 1m ³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	104
Tabla 2.125: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	105
Tabla 2.126: Dosificación final por saco	105
Tabla 2.127: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	106
Tabla 2.128: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	107
Tabla 2.129: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	108
Tabla 2.130: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	109
Tabla 2.131: Resistencia a la compresión del diseño con arena unificada de caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	110

Tabla 2.132: Resistencia a la compresión del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	111
Tabla 2.133: Resistencia a la compresión del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	112
Tabla 2.134: Resistencia a la compresión del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	113
Tabla 2.135: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	114
Tabla 2.136: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	115
Tabla 2.137: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	116
Tabla 2.138: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	117
Tabla 2.139: Resistencia a la compresión del diseño con arena unificada de caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	118
Tabla 2.140: Resistencia a la compresión del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	119
Tabla 2.141: Resistencia a la compresión del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	120
Tabla 2.142: Resistencia a la compresión del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	121
Tabla 3.1: Resultados de los diseños de 210 kg/cm ²	142
Tabla 3.2: Resultados de los diseños de 280 kg/cm ²	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Esquema típico de la estructura del hormigón	7
Figura 1.2: Formas del agregado	8
Figura 1.3: Corrosión del acero de refuerzo	11
Figura 1.4: Materia orgánica.....	12
Figura 1.5: Terrones de arcilla.....	12
Figura 1.6: Lignito	13
Figura 1.7: Ubicación de la cantera Chorrillo.....	15
Figura 1.8: Ubicación de la cantera Picoazá.....	16
Figura 1.9: Ubicación de la cantera Agresa	17
Figura 1.10: Ubicación de la cantera Caliza Huayco.....	18
Figura 1.11:A. M. Neville. Relación agua/ cemento	35
Figura 1.12: Cono para ensayo de consistencia del hormigón	37
Figura 1.13: Medición del asentamiento del hormigón	39
Figura 2.1: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	106
Figura 2.2: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	107
Figura 2.3: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	107
Figura 2.4: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	108
Figura 2.5: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	108

Figura 2.6: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	109
Figura 2.7: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	109
Figura 2.8: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	110
Figura 2.9: Resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	110
Figura 2.10: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	111
Figura 2.11: Resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	111
Figura 2.12: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	112
Figura 2.13: Resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	112
Figura 2.14: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	113
Figura 2.15: Resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	113
Figura 2.16: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	114
Figura 2.17: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	114

Figura 2.18: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	115
Figura 2.19: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	115
Figura 2.20: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca.....	116
Figura 2.21: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	116
Figura 2.22: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca.....	117
Figura 2.23: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	117
Figura 2.24: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca.....	118
Figura 2.25: Resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	118
Figura 2.26: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca.....	119
Figura 2.27: Resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	119
Figura 2.28: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	120
Figura 2.29: Resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca.....	120

Figura 2.30: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	121
Figura 2.31: Resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	121
Figura 2.32: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca	122
Figura 3.1: Curva granulométrica de la arena homogenizada de Picoazá	124
Figura 3.2: Curva granulométrica de arena homogenizada de la Agresa.	124
Figura 3.3: Curva granulométrica de la arena para hormigón de Picoazá	125
Figura 3.4: Curva granulométrica de la arena para hormigón de Chorrillo.....	126
Figura 3.5: Curva granulométrica de la arena unificada de Caliza Huayco	126
Figura 3.6: Curva granulométrica de la relación 50% arena para hormigón de Chorrillo y 50% de arena de río	127
Figura 3.7: Curva granulométrica de la relación 75% arena para hormigón de Chorrillo y 25% de arena de río	128
Figura 3.8: Curva granulométrica de la relación 60% arena para hormigón de Chorrillo y 40% de arena de río	128
Figura 3.9: Curva granulométrica de la relación 65% arena para hormigón de Chorrillo y 35% de arena de río	129
Figura 3.10: Curva granulométrica de la arena de río de Guayaquil	130
Figura 3.11: Comparación gráfica del material más fino que pasa el tamiz # 200.....	130
Figura 3.12: Comparación gráfica del contenido de humedad de los agregados	131
Figura 3.13: Comparación gráfica del peso unitario suelto de los agregados	132
Figura 3.14: Comparación gráfica del peso unitario compactado de los agregados.....	132
Figura 3.15: Comparación gráfica de la gravedad específica de los agregados	133

Figura 3.16: Comparación gráfica del porcentaje de absorción de los agregados	134
Figura 3.17: Comparación gráfica del desgaste a los sulfatos de los agregados	134
Figura 3.18: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 7 días	135
Figura 3.19: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 7 días	136
Figura 3.20: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 14 días	136
Figura 3.21: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 14 días	137
Figura 3.22: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 28 días	137
Figura 3.23: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 28 días	137
Figura 3.24: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 7 días	138
Figura 3.25: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 7 días	139
Figura 3.26: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 14 días	139
Figura 3.27: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 14 días	140
Figura 3.28: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 28 días	140
Figura 3.29: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 28 días	141

INTRODUCCIÓN.

El análisis de las propiedades de los agregados finos es de gran importancia ya que al ser un componente para la elaboración de hormigones se necesita conocer las características del agregado que se va a utilizar para la fabricación del mismo y por lo tanto de aquello depende la resistencia del hormigón según sea su diseño.

En los últimos años en nuestro país se han realizado grandes inversiones en lo que compete a la vialidad e infraestructura en diferentes áreas y por ende necesitamos emplear agregados de calidad para garantizar el hormigón que se está empleado en dichas obras y en todas las construcciones civiles en general.

Las canteras Picoazá, Agresa, El Chorrillo que son las que abastecen a la ciudad de Manta y han innovado en producir un agregado fino que comúnmente lo conocemos como arena homogenizada que es proveniente de la trituración de la roca, esto con el fin de no utilizar arena de mar en la elaboración de hormigones la misma que es proveniente de las playas de nuestra ciudad.

En la presente investigación se analizarán las propiedades del agregado fino producidos por las canteras antes mencionadas para verificar si las mismas cumplen con los requerimientos técnicos que establecen las normas ASTM e INEN.

Se evaluarán los resultados y se conocerá si existe alguna diferencia en el agregado fino de las diferentes canteras, por lo tanto se realizará el diseño de hormigones de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², los cuales son los más usados artesanalmente.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Los antecedentes internacionales, según Gray, respecto al uso de arenas trituradas se remonta a comienzos del Siglo XX, y la información aparece en la literatura técnica a partir de la década de los 30, en trabajos realizados por C.C. Furnas, F.O. Anderegg, H.R. Fox, A.T. Goldbeck, L. Dow y otros. Una de las primeras publicaciones sobre el tema fue el NCSA Bulletin N° 10, “Stone Sand”, escrito por A.T. Goldbeck en 1936. Los estudios de las propiedades básicas y funciones del agregado fino de trituración, llevan a aceptar a este material en zonas donde compiten económicamente con la arena natural (Cabrera, Ortega, & Traversa, 2010).

En Latinoamérica, entre 1937 y 1940 se construyó en el puerto de Castro, en el estado de Yucatán, México, un muelle de 2000 m de longitud cuyo diseño consiste en una serie de arcos soportados por pilares de hormigón simple. Los agregados grueso y fino se obtuvieron por la trituración de rocas calizas de la región. En este caso se desechó el uso de la arena de playa por su granulometría inadecuada y por el alto contenido de cloruros que poseía. Después de más de 60 años de prestación de servicio, esta obra ha mostrado un comportamiento satisfactorio (Cabrera, Ortega, & Traversa, 2010).

El uso del agregado fino proveniente de la trituración de las rocas se ha incrementado en los últimos años en el Ecuador debido a que este tipo de agregado posee mayores ventajas con respecto a las arenas naturales, es decir que al ser un producto proveniente de un basalto el mismo no contiene tantas sustancias perjudiciales como las arenas naturales que son provenientes de las playas y por ende contiene sal (Cloruro de Sodio) la misma que es perjudicial para el acero, a excepción de las arenas provenientes de ríos las cuales no contienen tantas sustancias nocivas en comparación con el arena de mar, este tipo de agregados se los encuentra y se lo utiliza más en la sierra ecuatoriana.

En la ciudad de Manta se está utilizando bastante este tipo de agregado con la finalidad de evitar el uso de la arena de mar, la misma que contiene cloruro de sodio y es proveniente de nuestras playas, sin embargo su uso es inevitable debido que al parecer, la producción de la arena homogenizada no se está realizando con el debido proceso, ya que en algunas obras se ha demostrado que con el uso de este agregado en ocasiones el hormigón no alcanza la resistencia esperada. Se argumenta que este agregado presenta deficiencia en sus propiedades y que viene contaminada; sin embargo se siguen empleando estos dos tipos de agregados finos para la elaboración de hormigones en la ciudad.

PROBLEMA CIENTÍFICO.

El agregado fino que producen las diferentes canteras que abastecen al sector constructivo de la ciudad de Manta presenta deficiencias en sus propiedades físico-químicas, se especula que cuando se emplea este tipo agregado en la elaboración de hormigones, en ocasiones no se alcanza la resistencia de diseño.

JUSTIFICACIÓN.

Conocer las propiedades físico-químicas de los agregados es de gran importancia en la elaboración de hormigones, ya que influyen directamente en el comportamiento del mismo; si se emplea agregados de los cuales no se conoce sus características, se corre el riesgo de que se presenten fallas en nuestras estructuras por el uso inadecuado de los mismos.

El comportamiento de una estructura o cualquier elemento estructural depende de muchos factores, pero cabe indicar que a más del diseño estructural, se debe conocer la calidad del hormigón que se emplean en las mismas ya que el estar ubicados en una zona de alta peligrosidad sísmica implica elaborar hormigones de calidad que alcancen la resistencia de diseño, de que serviría un buen diseño estructural si empleamos hormigones

de mala calidad, entonces para lograr aquello se necesita que los agregados que se utilizan presenten buenas características; por lo tanto debemos tener en cuenta la seguridad de vida, ya que si se recurre a materiales que no cumplan los requerimientos técnicos que disponen las normas correspondientes pondríamos en riesgo la vida de muchos habitantes.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar si el agregado fino que se elabora en las diferentes canteras influye en la resistencia del hormigón artesanal.

Objetivos específicos.

- Realizar una entrevista al personal encargado de las diferentes canteras para recopilar información de la elaboración de este tipo de agregado.
- Determinar mediante ensayos de laboratorio si el agregado fino cumple con los requerimientos técnicos que establecen las normas técnicas vigentes.
- Comparar el agregado fino local con un agregado fino que se produzca en una cantera fuera de la Provincia de Manabí; para realizar dicha comparación se escogió la cantera CALIZA HUAYCO S.A que está ubicada en la ciudad de Guayaquil-Provincia del Guayas.
- Comprobar si existe diferencia en el agregado fino que elaboran las diferentes canteras.
- Realizar el diseño de hormigones $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con el agregado fino de las diferentes canteras.
- Tomar las muestras de hormigón que se elaboran con estos agregados finos y verificar si cumplen con la resistencia deseada.

HIPÓTESIS.

Los agregados finos que se producen en las canteras PICOAZÁ, AGRESA y CHORRILLO no cumplen al cien por ciento con lo especificado en las normas técnicas vigentes y por lo tanto afecta la resistencia del hormigón.

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

❖ Variable dependiente

Resistencia del hormigón artesanal.

❖ Variable independiente

Calidad del agregado fino proveniente de la trituración de las rocas, las mismas que son elaboradas las diferentes canteras.

CAPITULO I

1. ESTUDIO DEL AGREGADO FINO EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN DE HORMIGONES ARTESANALES

En este capítulo se encuentran todas las definiciones correspondientes al tema en estudio, como también las descripciones de las diferentes canteras, descripción y procedimientos de los ensayos de granulometría, material más fino que pasa el tamiz No. 200, contenido de humedad, peso unitario, densidad y desgaste a los sulfatos. También se detalla paso a paso el procedimiento teórico del diseño de hormigón de acuerdo al método ACI 211 y las especificaciones técnicas para toma de muestras, en hormigones cuyas resistencias esperadas son de 210 kg/cm² y 280 kg/cm².

1.1 Conceptos Generales

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El hormigón es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados, (Cisneros, 2008).

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en las normas técnicas vigentes; son la fase discontinua del concreto, están embebidos en la pasta y ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto, (Cisneros, 2008).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas cuyo tamaño de partícula pasa el tamiz No.4 y es retenido el tamiz No. 200; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 4 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo

de agregado que se emplea en la elaboración de hormigón comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm, (Cisneros, 2008).

La pasta cementicia (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa de hormigón y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del hormigón. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí, (Cisneros, 2008).

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía. La figura 1.1 muestra un esquema típico de la estructura de un hormigón, (Cisneros, 2008).

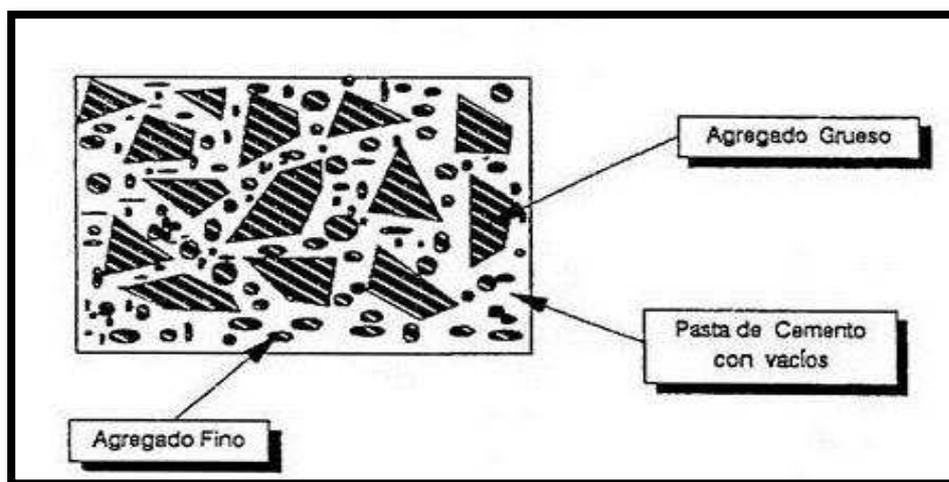


Figura 1.1: Esquema típico de la estructura del hormigón

(Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>)

1.1.1 Tamaño y forma del agregado.

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angulares. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser, (Cisneros, 2008):

Angular: Poco desgaste en caras y bordes.

Sub angular: Demuestra cierto desgaste en caras y bordes.

Sub redondeada: Bastante desgaste en caras y bordes.

Redondeada: Casi no presenta bordes.

Muy Redondeada: No tiene caras ni bordes.

La figura 1.2 muestra cada una de estas formas:

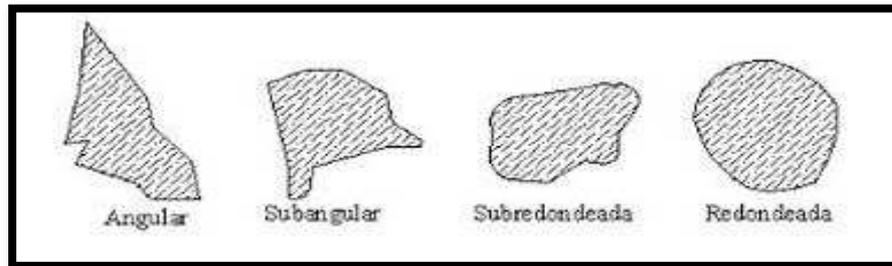


Figura 1.2: Formas del agregado

(Fuente: <http://es.slideshare.net/DRUNZASS/universidad-nacional-20193242>)

1.1.2 Clasificación y tipos de agregados finos.

La arena o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituration de las mismas, según su tamaño se clasifican en, (Cisneros, 2008):

Arena fina: es el material cuyas partículas pasan el tamiz con aberturas de 1mm de diámetro y son retenidas por otro de 0.25mm.

Arena media: es el material cuyas partículas pasan por un tamiz con aberturas de 2.5mm de diámetro y son retenidas por otro de 1mm.

Arena gruesa: es el material cuyas partículas pasan un tamiz de aberturas de 5mm de diámetro y son retenidas por otro de 2.5mm.

Cualquiera que sea el tipo de material utilizado, sus partículas deben ser duras y resistentes, ya que el hormigón, como cualquier otro material se romperá por su elemento más débil. Si el agregado es de mala calidad sus partículas se romperán antes que la pasta cementicia (Cisneros, 2008).

Por lo general en nuestro medio encontramos dos tipos de agregados finos que son el natural y el artificial, los mismos que se deberán extraer de lugares seleccionados para su posterior análisis y poder determinar su calidad.

1.1.3 Agregado fino natural (arena natural).

Se considera agregado fino natural a las partículas que son el resultado de un proceso de obtención o transformación natural, según su procedencia se clasifican en (Cisneros, 2008):

Arena de río: es la más corriente y aceptada ya que, por lo general, no va acompañada de materias terrosas, y si las lleva un simple lavado las separa fácilmente, (Cisneros, 2008).

Arena de mar: es originada por el desmenuzamiento de las rocas por las olas, pero tienen el inconveniente de llevar sales que entorpecen el fraguado y por ende perjudicial para el acero, por lo tanto necesita un intenso lavado, (Cisneros, 2008).

1.1.4 Agregado fino artificial (arena artificial).

Se define agregado fino artificial aquel que es proveniente de las canteras la cual se obtiene a partir de la trituración o machaqueo de las rocas duras, que generalmente contienen partículas de arcilla lo cual obliga a ser lavada, (Cisneros, 2008).

Como se mencionó anteriormente a estos materiales se les deberá realizar los respectivos ensayos para poder determinar tanto sus propiedades físicas como químicas y por ende la calidad de los mismos. Precisamente el agregado fino artificial es el tipo de agregado a tratar en esta investigación.

1.1.5 Propiedades físicas.

Densidad.- La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad misma del material. La densidad de los

agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieran hormigones con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a hormigones usuales. Las densidades bajas indican un material poroso, poco resistente y de alta absorción, (Cisneros, 2008).

Porosidad.- La porosidad se define como el espacio no ocupado por la materia sólida en la partícula de agregado, esta propiedad es de gran importancia ya que influye sobre la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencia mecánica, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad de las partículas. Estas propiedades disminuyen conforme aumenta la porosidad del agregado, (Cisneros, 2008).

Peso unitario.- Es el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco y el volumen que este ocupa incluyendo los espacios vacíos de aire entre partículas, el procedimiento de ensayo se encuentra establecido en la norma ASTM C29, (Cisneros, 2008).

Porcentaje de vacíos.- Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa de acuerdo lo establecido por la norma ASTM C 29, (Cisneros, 2008).

Contenido de Humedad.- Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla, se expresa de la siguiente forma, (Cisneros, 2008):

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_n - P_s}{P_s} \times 100 \quad (1.1)$$

Donde:

P_n: peso natural.

P_s: peso seco.

1.1.6 Propiedad química.

Solidez del agregado al sulfato de sodio o sulfato de magnesio.- Es la pérdida de masa que presenta el agregado al ser sometido en soluciones de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Este proceso permite determinar los efectos que se pueden producir en el árido y por lo tanto estimar el desempeño del agregado a la acción de la intemperie. Los efectos que se pueden producir son: desintegración, división, desmoronamiento y agrietamiento de las partículas, (NTE INEN 863, 2011).

1.1.7 Sustancias Perjudiciales.

Sales solubles.- Los sulfatos reaccionan con el aluminato tricálcico del cemento provocando expansiones. Los cloruros atacan al acero embebido en el hormigón provocando la corrosión del mismo, los carbonatos o los bicarbonatos aumentan el PH del hormigón lo que puede ocasionar un retardo del proceso de hidratación o provocar manchas denominadas eflorescencia, (Llanos, 2014).

La figura 1.3 muestra la corrosión del acero.

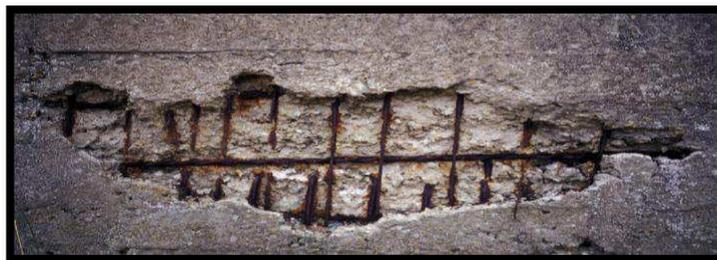


Figura 1.3: Corrosión del acero de refuerzo

(Fuente: <http://www.arqhys.com/arquitectura/corrosion-contacto-hormigon.html>)

Materia orgánica.- Presenta una demora en el fraguado y un retardo en la adquisición de resistencia, desconociendo si el hormigón alcanzará la resistencia prevista en los cálculos para poder seguir avanzando en las etapas constructivas programadas, (Llanos, 2014).

En la figura 1.4 se observa un tipo de materia orgánica.



Figura 1.4: Materia orgánica

(Fuente: <http://es.slideshare.net/llanosguerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>)

Terrones de arcilla.- Durante el mezclado con agua los terrones se disgregan, transformándose en polvos de alta superficie específica. Durante el mezclado de hormigones estos terrones no se disgregan y se mantienen como tal, como se muestra en la figura 1.5, por lo que estos terrones se convierten en partículas blandas dentro de la masa de hormigón, (Llanos, 2014).



Figura 1.5: Terrones de arcilla

(Fuente: <http://es.slideshare.net/llanosguerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>)

El lignito.- Es un carbón mineral por compresión de la turba, convirtiéndose en una sustancia desmenuzable en la que aún puede reconocer algunas estructuras vegetales. Es de color negro o pardo, su concentración en carbono varía el 60% y el 75% y tiene mucho menor contenido de agua que la turba. En la figura 1.6 se puede observar este tipo de sustancia, (Llanos, 2014).



Figura 1.6: Lignito

(Fuente: <http://es.slideshare.net/llanosguerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>)

Partículas inestables.- Algunos elementos que contaminan los agregados experimentan en contacto con el agua expansiones destructivas.

En otros casos, inclusiones blandas, como el carbón pueden hincharse y causar roturas en el hormigón, la presencia de estas partículas se determina por la prueba de decantación en líquido denso, (Llanos, 2014).

Polvo.- El polvo se adhiere a la superficie de las partículas de los agregados. Es frecuente en arenas de lechos de ríos o playas, en agregados en proceso de trituración, por transporte mediante palas de arrastre con la incorporación de partículas de suelo; por lo tanto produce disminución en la resistencia del hormigón, en especial la resistencia a la tracción, (Llanos, 2014).

Por lo general, el agregado fino deberá estar exento de cualquiera de estas sustancias perjudiciales y no deberá exceder el porcentaje máximo de los límites permisibles de sustancias dañinas, expresados en porcentajes del peso, como se muestra en la tabla 1.1 (Wikipedia, 2014).

Tabla 1.1: Límites permisibles de sustancias dañinas

Sustancia	Norma	Límite máximo %
Material que pasa por el tamiz Nº 200	(ASTM C 177)	5%
Materiales ligeros	(ASTM C 123)	1%
Grumos de arcilla	(ASTM C 142)	3%
Total de otras sustancias dañinas (como álcalis, mica, limo)	--	2%
Pérdida por meteorización	(ASTM C 88, método Na ₂ SO ₄)	10%

(Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Arena_%28hormig%C3%B3n%29)

1.2 Descripción de las canteras

En la provincia de Manabí existen varias canteras donde se extraen y procesan agregados para la construcción, todas estas tienen una similitud en el proceso de obtención de estos materiales. Por lo general se comenta que en la provincia no se cuenta con materiales de buena calidad, por lo que a veces es necesario emplear agregados de otros lugares cuando se necesita elaborar hormigones de alto desempeño, como fue el caso del puente de Bahía-San Vicente que tuvieron que emplear agregados de la provincia de Santo Domingo.

Por lo general se da el nombre de cantera a la formación geológica de la cual se extraen rocas o minerales procedentes de un macizo rocoso. Los materiales pétreos extraídos son empleados en la construcción de obras civiles, (Grupo Océano, 2007).

Antes de iniciar la explotación de una cantera hay que asegurarse no solo de la bondad del material y de su futura aceptación en el mercado, sino también de que el volumen existente permita su explotación a pleno rendimiento durante años. Según las

características de la cantera y de su posición al nivel exterior, su explotación será a cielo abierto o subterráneo; la finalidad que deba darse a la roca extraída determinara los medios a emplear. (Grupo Océano, 2007)

El arranque de explotación de la cantera puede realizarse por varios sistemas, algunos ya utilizados desde la antigüedad o con medios mecánicos que varían según la naturaleza del material. (Grupo Océano, 2007)

Por lo general para fabricar hormigones en situ se emplean agregados de las canteras cercanas a la obra, entre las plantas más cercanas a la ciudad de Manta se tiene El Chorrillo, Picoazá y Agresa. En esta investigación se realiza el análisis del agregado fino de trituración que se produce en las tres canteras mencionadas. También se efectúa el análisis del agregado fino de trituración de una cantera de la provincia del Guayas cuyo nombre es Calizas Huayco. A continuación se describe cada una de las canteras:

1.2.1 Cantera El Chorrillo (MEGAROK).

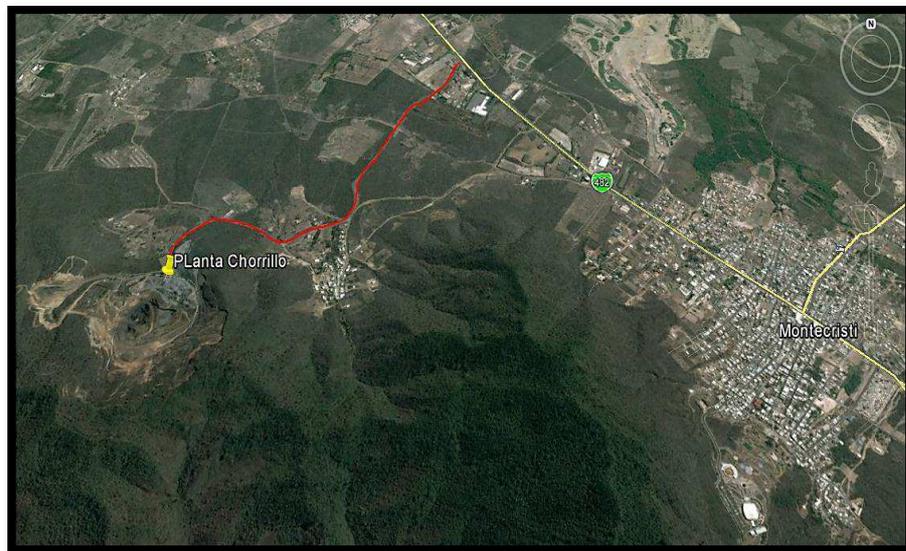


Figura 1.7: Ubicación de la cantera Chorrillo

(Fuente: Google Earth)

Ubicación: Km 1 ½ vía Montecristi-Manta.

Posición geográfica

Latitud: 1° 2' 39,73''S

Longitud: 80° 41' 18,97''O

Altitud: 224 m. s.n.m.

Agregados que se producen en esta cantera:

Agregado fino: “Arena para hormigón”

Agregado grueso: Piedra chispa - Piedra #67 - Piedra ½ - Piedra ¾ - Piedra homogenizada - Piedra # 56 - Piedra #5 - Piedra #4.

1.2.2 Cantera Picoazá (MEGAROK).



Figura 1.8: Ubicación de la cantera Picoazá

(Fuente: Google Earth)

Ubicación: Km 13 vía Portoviejo – Picoazá -- Sequita.

Posición geográfica

Latitud: 1° 1' 14''S

Longitud: 80° 33' 17''O

Altitud: 230 m. s.n.m.

Agregados que se producen en esta cantera:

Agregado fino: Arena homogenizada – “Arena para hormigón”

Agregado grueso: Piedra chispa - Piedra #67 - Piedra $\frac{1}{2}$ - Piedra $\frac{3}{4}$ - Piedra homogenizada - Piedra # 56 - Piedra #5 - Piedra #4

1.2.3 Cantera Agresa.

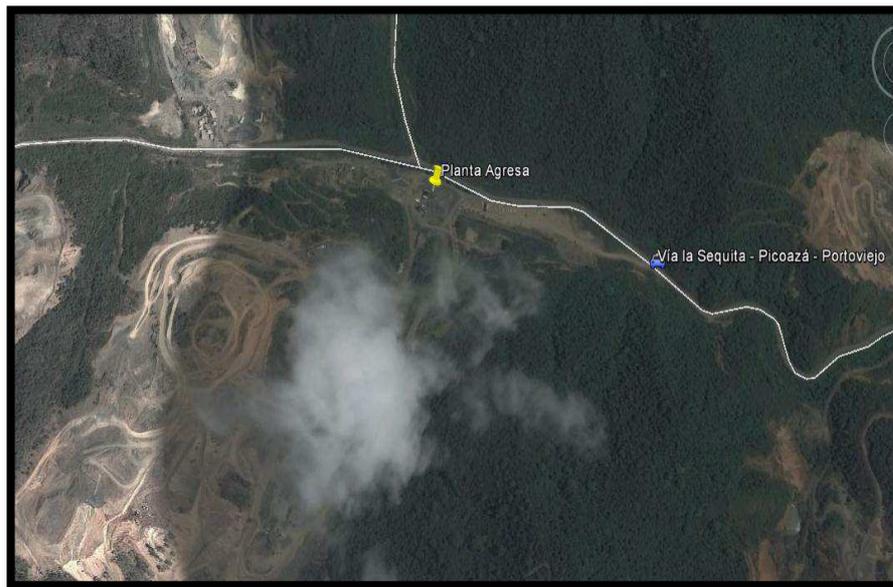


Figura 1.9: Ubicación de la cantera Agresa

(Fuente: Google Earth)

Ubicación: Km 6 $\frac{1}{2}$ vía Picoazá -- Sequita.

Posición geográfica

Latitud: 1° 1' 16''S

Longitud: 80° 32' 15''O

Altitud: 180 m. s.n.m.

Agregados que se producen en esta cantera:

Agregado fino: Arena homogenizada.

Agregado grueso: Piedra $\frac{1}{2}$ - Piedra $\frac{3}{4}$.

1.2.4 Cantera Caliza Huayco.

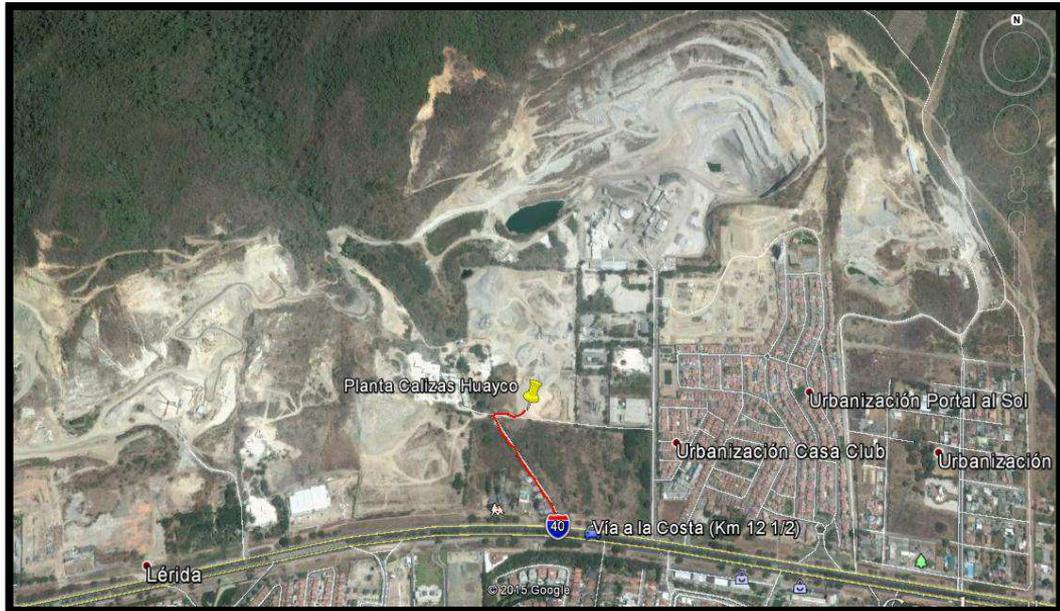


Figura 1.10: Ubicación de la cantera Caliza Huayco

(Fuente: Google Earth)

Ubicación: Guayaquil- Guayas Km 12 ½ vía a la Costa.

Posición geográfica

Latitud: 2° 10' 46,56''S

Longitud: 79° 59' 26,07''O

Altitud: 29 m. s.n.m.

Agregado fino: “Arena unificada”.

Agregado grueso: Piedra chispa - Piedra #67 - Piedra $\frac{3}{4}$ - Piedra homogenizada - Piedra #4 - Piedra #3.

1.3 Normas aplicables para el análisis del agregado fino

1.3.1 Normas ASTM.

Desde su fundación en 1898, ASTM International (American Society for Testing and Materials) es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más

grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias, (AEC, 2015).

Las normas de ASTM International se emplean en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación, aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo. Son unos de los componentes integrales de las estrategias comerciales competitivas de hoy en día, (AEC, 2015).

1.3.2 Normas INEN.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, es una entidad técnica de Derecho Público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa, siendo el organismo técnico nacional competente, en materia de reglamentación, normalización y metrología, en conformidad con lo establecido en las leyes de la República y en tratados, acuerdos y convenios internacionales, (INEN, 2009).

El INEN representa a la República del Ecuador ante los Organismos Internacionales, Regionales y Subregionales de Normalización, Certificación y Metrología, siendo Organismo Miembro de la Organización Internacional de Normalización, ISO; Miembro Pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas, COPANT, del Comité Andino de Normalización, CAN y miembro corresponsal de la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, miembro pleno del Sistema Interamericano de Metrología, SIM y de la Interamerican Accreditation Corporation, IAAC, (INEN, 2009).

1.4 Ensayos aplicables para realizar el análisis del agregado fino

1.4.1 Muestreo del agregado según las normas ASTM D75, NTN INEN 695:2010.

Esta norma establece los procedimientos para la obtención de muestras de áridos, finos y gruesos para propósitos de: investigación preliminar de una fuente potencial de abastecimiento, control del producto en la fuente de abastecimiento en el sitio de utilización y aceptación o rechazo de los materiales, (NTE INEN 695, 2010).

1.4.1.1 Toma de muestras.

Cuando sea posible, las muestras a ser ensayadas para control de calidad deben ser tomadas del producto terminado, (NTE INEN 695, 2010).

En la tabla 1.2 se obtiene las masas mínimas que se debe tomar para muestra de un ensayo, estos valores son referenciales:

Tabla 1.2: Masas mínimas de muestras

Tamaño de muestras	
Tamaño del agregado (mm)	Masa mínima de la muestra de campo (kg)
Agregado fino	
2,3	10
4,75	10
Agregado grueso	
9,5	10
12,5	15
19	25
25	50
37,5	75
50	100
63	125
75	150
90	175

(Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0695.2010.pdf>)

1.4.1.2 Procedimiento.

Existen tres tipos de procedimientos para el muestreo del material a ser ensayado:

a. Muestreo de la descarga de agregado.

- ❖ Obtener por lo menos tres porciones aproximadamente iguales.
- ❖ Tomar cada porción de la sección transversal del material que se está descargando.
- ❖ Es necesario tener en cada planta un dispositivo especialmente fabricado para este objetivo. Este dispositivo consiste en una bandeja de suficiente tamaño para interceptar toda la sección transversal de la corriente de descarga y mantener la cantidad necesaria de material sin desbordarse, (NTE INEN 695, 2010).

b. Muestreo desde la banda de transporte o acarreo.

- ❖ Obtener por lo menos tres porciones aproximadamente iguales.
- ❖ Detener la cinta transportadora mientras se están tomando las porciones de muestra.
- ❖ Insertar dos separadores cuya forma debe ajustarse a la forma de la banda del de transporte de los áridos y a un intervalo tal que, el material contenido entre ellas cumpla con la masa requerida para la porción.
- ❖ Cuidadosamente transferir todo el material entre los separadores a un recipiente adecuado, (NTE INEN 695, 2010).

c. Muestreo desde almacenaje o unidades de transportación.

- ❖ Para el agregado fino, es necesario tomar las muestras que se encuentra bajo el material segregado, en tres lugares aleatorios.
- ❖ Para tomar muestras en las unidades de transportación es necesario excavar zanjas con un ancho y una profundidad de 0,3m bajo la superficie.
- ❖ Se debe tomar un mínimo de tres muestras aproximadamente a lo largo de la zanja, (NTE INEN 695, 2010).

1.4.1.3 Transporte de las muestras.

Transportar los áridos en sacos u otros contenedores contruidos de tal forma que se evite la pérdida o contaminación de cualquier parte de la muestra o daños en el contenido de la misma, por una inadecuada manipulación durante el transporte, (NTE INEN 695, 2010).

1.4.2 Ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011. Determinación del módulo de finura.

Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la graduación de materiales con el propósito de utilizarlos como áridos para hormigón o utilizarlos como áridos para otros propósitos, (NTE INEN 696, 2011).

Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica de las partículas con los requisitos de las especificaciones aplicables y proporcionar la información necesaria para el control de la producción de diversos productos de áridos y mezclas que contengan áridos. La masa de la muestra para el ensayo del agregado fino, luego de secarla debe ser como mínimo 300 gramos, (NTE INEN 696, 2011).

1.4.2.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Balanzas
- ❖ Tamices de aberturas cuadradas estándar
- ❖ Horno
- ❖ Charolas
- ❖ Cucharón

1.4.2.2 *Procedimiento de ensayo.*

- ❖ Secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ❖ Ordenar los tamices en forma decreciente según el tamaño de su abertura, de arriba a abajo y colocar la muestra en el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de aparatos mecánicos durante un período suficiente, (NTE INEN 696, 2011).
- ❖ Evitar una sobrecarga en un tamiz individual, si es el caso utilizar un tamiz adicional, (NTE INEN 696, 2011).
- ❖ Para agitar manualmente el tamiz, debemos golpear un lado del tamiz fuertemente y con un movimiento hacia arriba contra la base de la otra mano, a razón de aproximadamente 150 veces por minuto, girar el tamiz, aproximadamente una sexta parte de una revolución, en intervalos de alrededor de 25 golpes, (NTE INEN 696, 2011).
- ❖ Luego se procede a pesar el material retenido en cada tamiz para posteriormente realizar el respectivo cálculo y determinar su granulometría y módulo de finura.
- ❖ El módulo de finura se lo calcula mediante la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ acumulados}}{100} \quad (1.2)$$

1.4.3 **Ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de $75 \mu\text{m}$ (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010.**

Esta norma establece el método de ensayo para determinar mediante lavado del árido, la cantidad del material que pasa el tamiz con aberturas de $75 \mu\text{m}$ (No. 200). La masa de la muestra para el ensayo del agregado fino, luego de secarla debe ser como mínimo 300 gramos, (NTE INEN 697, 2010).

1.4.3.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Balanzas
- ❖ Tamices de aberturas cuadradas estándar
- ❖ Horno
- ❖ Recipiente
- ❖ Cucharón

1.4.3.2 Reactivos y materiales.

Agente dispersor.- Cualquier agente que promueva la separación de los materiales finos como los detergentes líquidos para lavar la vajilla, (NTE INEN 697, 2010).

1.4.3.3 Procedimiento de ensayo.

Existen dos procedimientos para este tipo de ensayo:

- Procedimiento A: lavado utilizando agua potable.
- Procedimiento B: lavado con un agente dispersor.

Por lo general siempre se utiliza el primer procedimiento.

a. Procedimiento por lavado con agua potable.

- ❖ Secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ❖ Después del secado y de la determinación de la masa, colocar la muestra en el recipiente y agregar suficiente cantidad de agua hasta cubrirla, (NTE INEN 697, 2010).
- ❖ Agitar la muestra vigorosamente para dar lugar a la separación completa de todas las partículas más finas que $75\ \mu\text{m}$ de las partículas más gruesas y para llevar el material fino a suspensión. Inmediatamente verter el agua de lavado que contiene los sólidos suspendidos y disueltos sobre el arreglo de tamices, organizado con el

tamiz más grueso en la parte superior. Evitar en la medida de lo posible, la decantación de las partículas gruesas de la muestra, (NTE INEN 697, 2010).

- ❖ Añadir una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar y decantar como se indicó anteriormente. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara, (NTE INEN 697, 2010).
- ❖ Volver a secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ❖ El porcentaje del material pasante # 200 se lo obtiene dividiendo el peso seco después de lavado, para el peso inicial.

1.4.4 Ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agredo fino. Determinación de porcentajes de vacíos norma ASTM C29, NTE INEN 858:2010.

Este método de ensayo se refiere a la determinación de la densidad en masa (“peso unitario”) de los agregados en condición compactada o suelta. Este método de prueba es aplicable a aquellos agregados que no excedan de 125 mm (5 pulgadas) como tamaño máximo nominal, (NTE INEN 858, 2010).

1.4.4.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Balanza
- ❖ Varilla de compactación de 16mm de diámetro y 600mm de longitud.
- ❖ Molde o recipiente cilíndrico de metal.
- ❖ Pala o cucharón.

1.4.4.2 Preparación de la muestra de ensayo.

El tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 125% a 200% respecto de la cantidad necesaria para llenar el molde y debe ser manejada de tal manera que se evite la

segregación. Luego secar la muestra hasta obtener masa constante, de preferencia en un horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, (NTE INEN 858, 2010).

1.4.4.3 Procedimiento para determinar el peso unitario compactado.

- ❖ Llenar la tercera parte del molde y compactar la capa dando 25 golpes con la varilla de compactación distribuida uniformemente sobre la superficie, luego llenar los dos tercios restantes del molde nivelando y compactando de la forma indicada anteriormente, (NTE INEN 858, 2010).
- ❖ Por último, nivelar la superficie del árido con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde, (NTE INEN 858, 2010).
- ❖ Después de este proceso se procede a determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido, luego se registra los pesos para el respectivo cálculo, (NTE INEN 858, 2010).
- ❖ Este proceso se realiza tres veces y se determina un promedio.
- ❖ Para el cálculo se divide el promedio de estos pesos para el volumen del recipiente.

1.4.4.4 Procedimiento para determinar el peso unitario suelto.

- ❖ Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 cm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra, (NTE INEN 858, 2010).
- ❖ Nivelar la superficie del árido con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren

aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde, (NTE INEN 858, 2010).

- ❖ Después de este proceso se procede a determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido, luego se registra los pesos para el respectivo cálculo, (NTE INEN 858, 2010).
- ❖ Este proceso se realiza tres veces y se determina un promedio.
- ❖ Para el cálculo se divide el promedio de estos pesos para el volumen del recipiente.

1.4.5 Ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856:2010.

Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad (gravedad específica) y la absorción en una muestra de árido fino. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad es expresada como: seca al horno (SH), saturada superficialmente seca (SSS) o como densidad aparente. La densidad SH se determina luego de secar el árido. La densidad SSS y la absorción se determinan luego de saturar el árido en agua por un periodo definido, (NTE INEN 856, 2010).

1.4.5.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Balanza.
- ❖ Bandeja o recipiente.
- ❖ Cono y martillo para verificar si el material se encuentra en condición saturada superficialmente seco (SSS).
- ❖ Picnómetro de 500 ml.
- ❖ Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.4.5.2 Preparación de la muestra de ensayo.

- ❖ Tomar unos 1500 g del material a ensayar, colocarlo en un recipiente y lo introducimos al horno para secar el mismo.
- ❖ Una vez seco el material tomamos aproximadamente unos 1000 g, el cual se lo colocará en un recipiente o bandeja apropiada, luego llenarla de agua y dejar en reposo la muestra durante un lapso de 24 horas.
- ❖ Después de haber pasado las 24 horas, decantar el exceso de agua evitando la pérdida de finos, extender la muestra sobre una superficie plana no absorbente y dejar secando al ambiente.
- ❖ Luego mediante el cono y martillo comprobamos si el material se encuentra en condición saturado superficialmente seco, cuyo proceso consiste en llenar el cono en 3 capas, dando 25 golpes (2 de ocho golpes y 1 de nueve), después de esta operación retiramos el cono hacia arriba y si el material se derrumba estará listo para coger 500 g con el cual vamos a realizar el ensayo.

1.4.5.3 Procedimiento de ensayo.

- ❖ Introducir en el picnómetro 500 g de árido fino saturado superficialmente seco y llenar parcialmente el picnómetro con agua.
- ❖ Colocar el tapón al picnómetro y luego agitar el mismo durante un periodo de 20 minutos hasta conseguir eliminar las burbujas visibles de aire.
- ❖ Luego de eliminar todas las burbujas de aire, completar el agua del picnómetro hasta la línea de aforo, dejamos reposar unos minutos y tomamos su peso el cual va a ser nuestro primer dato (peso del picnómetro + material + agua).

- ❖ Después retirar el árido fino del picnómetro, secarlo en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir una masa constante y dejar enfriando a temperatura ambiente.
- ❖ Una vez enfriada la muestra tomamos su peso el cual va a ser nuestro segundo dato (peso de la muestra seca); también determinar la masa del picnómetro.
- ❖ Realizado todo este proceso procedemos a calcular las densidades y porcentaje de absorción mediante las siguientes ecuaciones:

$$GE = \frac{A}{V-W} \quad (1.3)$$

$$GE_{SSS} = \frac{500}{V-W} \quad (1.4)$$

$$GE_a = \frac{A}{(V-W)-(500-A)} \quad (1.5)$$

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{500-A}{A} * 100 \quad (1.6)$$

Siendo:

GE: Gravedad específica

GE_{SSS}: Gravedad específica saturada superficialmente seca

GE_a: Gravedad específica aparente

A: Peso en el aire de la muestra secada al horno

V: Volumen de la probeta

W: Peso en gramos o volumen de agua añadida

$$W = (\text{Peso de la picnómetro} + \text{material} + \text{agua}) - (\text{peso del picnómetro} + \text{material})$$

1.4.6 Ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, AASHTO T 265, NTE INEN 862:2011.

Esta norma establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad evaporable por secado en una muestra de áridos, tanto el correspondiente a la humedad superficial, como la humedad contenida en los poros del árido, (NTE INEN 862, 2011).

1.4.6.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Balanza
- ❖ Un horno capaz de mantener la temperatura a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ❖ Recipiente para la muestra.

1.4.6.2 Procedimiento de ensayo.

- ❖ Tomar dos recipientes, colocándole sus respectivas identificaciones y determinar sus masas.
- ❖ Llenar los recipientes con el material a ensayar y determinar sus pesos.
- ❖ Luego colocar las muestras en el horno y secarlas completamente cuidando que no se pierdan partículas. Un calentamiento muy rápido puede causar que algunas partículas exploten, resultando pérdidas de las mismas.
- ❖ Una vez seco el material se lo deja enfriar a temperatura de ambiente y se determina su peso para luego realizar los respectivos cálculos y poder determinar el contenido de humedad del material, tal como se expresa en la ecuación 1.1.

1.4.7 Ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011.

Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra, (NTE INEN 863, 2011).

Con él se puede hacer una evaluación preliminar de la inalterabilidad de los agregados que se usarán para la fabricación de hormigón de cemento portland u otros propósitos.

1.4.7.1 Equipo a emplearse.

- ❖ Tamices.
- ❖ Recipientes para sumergir las muestras de áridos en la solución.
- ❖ Balanzas.
- ❖ Horno para secado, capaz de mantener en forma continua una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.4.7.2 Reactivos.

Solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.- Preparar una solución saturada de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, a una temperatura entre $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Añadir 300g de sulfato de sodio por cada litro de agua, para garantizar no solamente la saturación sino también la presencia de cristales en exceso, cuando la solución esté lista para ser utilizada en el ensayo. Agitar completamente la mezcla durante la adición del sulfato, a intervalos frecuentes hasta su utilización, (NTE INEN 863, 2011).

1.4.7.3 Preparación de la muestra de ensayo.

Lavar completamente la muestra de árido fino, secarla en el horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener masa constante, luego separarla en los diferentes tamaños, mediante tamizado, de la siguiente manera: realizar una separación aproximada de la muestra graduada por medio de una torre de tamices normalizados. De las fracciones obtenidas de esta manera, seleccionar muestras de tamaño suficiente para producir un poco más de 100 g luego del tamizado, (por lo general es suficiente, una muestra de 110 g). Para la preparación de las muestras, no utilizar el árido fino atascado en las mallas de los tamices. Pesar muestras consistentes de $100\text{ g} \pm 0,1\text{ g}$ de cada una de las fracciones separadas después del tamizado final y colocarlas en recipientes separados para el ensayo, (NTE INEN 863, 2011).

1.4.7.4 Procedimiento de ensayo.

- ❖ Sumergir las muestras en la solución preparada, de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio, de tal manera que la solución las cubra y mantenerlas sumergidas durante un periodo no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, a una temperatura de $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, (NTE INEN 863, 2011).
- ❖ Luego del período de inmersión, retirar la muestra de árido de la solución, se lava por el tamiz # 200 y permitir que drene por $15\text{ min} \pm 5\text{ min}$ para luego colocarla en el horno de secado. La temperatura del horno debe ajustarse previamente a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Secar las muestras a la temperatura especificada hasta que se alcance masa constante, (NTE INEN 863, 2011).
- ❖ Repetir el proceso alternado de inmersión y secado durante cinco ciclos.
Luego de completar el ciclo final y después de que la muestra se ha enfriado, lavar la muestra para eliminar el sulfato de sodio o el sulfato de magnesio, (NTE INEN 863, 2011).
- ❖ Después de que se ha eliminado el sulfato de sodio o el sulfato de magnesio, secar cada fracción de la muestra hasta masa constante a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tamizar el árido fino sobre el mismo tamiz en que fue retenido antes del ensayo. Determinar la masa del material retenido en cada tamiz y registrar cada cantidad. La diferencia entre cada una de estas cantidades y la masa inicial de la fracción de la muestra analizada es la pérdida en el ensayo y debe ser expresada como porcentaje de la masa inicial, (NTE INEN 863, 2011).

1.5 Diseño de hormigón de acuerdo al método ACI 211

1.5.1 Materiales empleados en el diseño de hormigones.

1.5.1.1 Cemento.

En nuestro medio se lo conoce como cemento portland, el cual es una mezcla de calizas y arcillas pulverizadas a grandes temperaturas, con adición de yeso que al entrar con el agua, tiene la capacidad de unir fragmentos de grava y arena, para formar un sólido único conocido con el nombre de hormigón hidráulico, (Candia, 2012).

1.5.1.2 Agregados (arena y grava).

Los agregados son materiales granulares, tales como la arena y grava, ya sea de origen natural o artificial que al mezclarlos con una pasta cementante se produce el hormigón o el mortero. Mayor detalle sobre los agregados se encuentra en la sección 1.1 de este capítulo.

1.5.1.3 Agua.

En la elaboración de hormigones se debe utilizar agua potable o al menos ésta debe estar libre de impurezas. No se debe utilizar agua de mar en la elaboración de hormigones ya que la misma afecta las propiedades del hormigón y el acero.

1.5.1.4 Aditivos.

Son compuestos químicos que añadidos en pequeñas cantidades, modifican las propiedades del hormigón. Entre el uso más frecuentes se tiene los siguientes:

Aditivos acelerantes, plastificantes, superplastificantes, retardantes, impermeabilizantes, inclusores aire.

1.5.2 Método ACI 211

Por lo general hay variedades de métodos empíricos para el diseño de mezclas de hormigones, los cuales se los debe tomar como referenciales y que para afinar el diseño se deben realizar pruebas de laboratorio (Romo, 2007).

A continuación el ACI 211, propone el siguiente método el cual consta de 9 pasos fundamentales:

- 1) Determinación de la resistencia característica del hormigón.- Según el código ACI 318 determina que cuando no existen registros de pruebas de resistencia en la cual se emplearon materiales y condiciones similares a las que se va a utilizar, la resistencia de f'_{cr} se determinará mediante las siguientes expresiones dadas en la tabla 1.3, (Comité ACI 318, 2005).

Tabla 1.3: Resistencia de diseño.

Resistencia especificada f'_{c} (kg/cm ²)	Resistencia de diseño mayorada f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210 kg/cm ²	$f'_{c} + 70$ kg/cm ²
De 210 a 350 kg/cm ²	$f'_{c} + 84$ kg/cm ²
Más de 350 kg/cm ²	$f'_{c} + 100$ kg/cm ²

Adaptada del ACI 318 y ACI 211

(Fuente: http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf)

- 2) Contenido de agua requerida.- Se determina la cantidad la cantidad de agua que se requiere por m³ de hormigón y el porcentaje de aire atrapado, en función del tamaño máximo del agregado y del asentamiento en el cono de Abrams. Estos valores se determinan en la tabla 1.4, (Romo, 2007):

Tabla 1.4: Contenido de agua y porcentaje de aire

Asentamiento (mm)	Cantidad de agua (kg/m ³ de concreto para agregados de tamaño máximo)							
	10 mm	12,5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
30 a 50	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180	240	230	210	205	185	180	170	***
Contenido de aire atrapado (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Adaptada del ACI 211 y ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

- 3) Relación agua / cemento.- La relación agua / cemento de la mezcla (medida al peso) se puede estimar de la figura 1.11, tomada del libro Propiedades del Concreto de A. M. Neville, que se detalla a continuación.

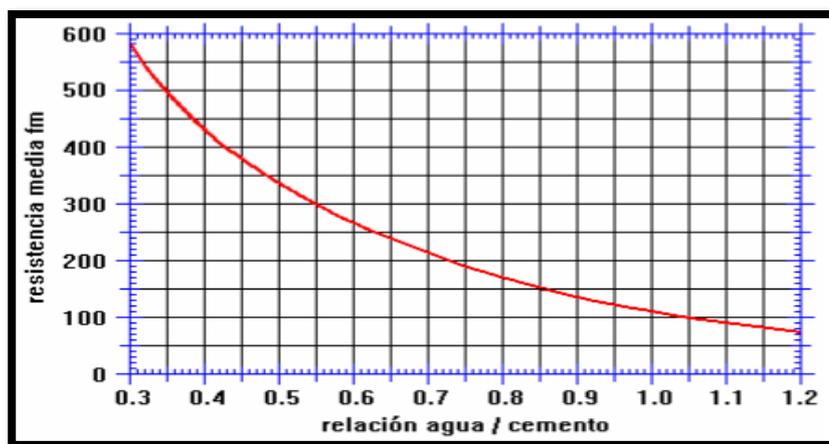


Figura 1.11:A. M. Neville. Relación agua/ cemento

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

- 4) Contenido de cemento.- El contenido de cemento se lo determina despejando el peso del cemento de la relación agua / cemento como se detalla a continuación:
 Peso de cemento = peso del agua / 0,47; el peso del agua se lo toma de la tabla 1.4.

- 5) Volumen aparente del agregado grueso.- Este valor se lo determina en la tabla 1.5, en función del módulo de finura del agregado fino y el tamaño máximo del agregado grueso, (Romo, 2007).

Tabla 1.5: Volumen de agregado grueso

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen del agregado grueso compactado con varilla, por volumen de concreto para módulo de finura de la arena de:			
	2,40	2,60	2,80	3,00
10	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,6
25	0,71	0,69	0,67	0,65
40	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
70	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Adaptada del ACI 211 y ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

- 6) Peso del agregado grueso.- El peso del agregado grueso se obtiene multiplicando su volumen aparente (obtenido de la tabla 1.5) por su peso unitario, (Romo, 2007).
- 7) Volúmenes de cemento, agua, agregado grueso y aire atrapado.- Se calcula el volumen efectivo de cada uno de estos componentes dividiendo su peso por la densidad, (Romo, 2007).
- 8) Volumen del agregado fino.- El volumen del agregado fino se lo calcula por diferencia de volúmenes tal como se detalla a continuación:
- $$\text{V. de agregado fino} = 1\text{m}^3 - (\text{Volumen de cemento}) - (\text{Volumen de agua}) - (\text{Volumen de agregado grueso}) - (\text{Volumen de aire atrapado}).$$
- 9) Peso del agregado fino.- El peso del agregado fino se calcula multiplicando el volumen del mismo por su densidad.

1.5.3 Especificaciones técnicas para toma de muestras de hormigón.

1.5.3.1 Ensayo de Trabajabilidad, determinación del asentamiento del hormigón norma ASTM C14, NTE INEN 1578.

La trabajabilidad es la facilidad que presenta el hormigón fresco para ser vaciado y vibrado en cualquier molde. Esta norma establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico tanto en el laboratorio como en el campo, (NTE INEN 1578, 2010).

a. Equipo a emplearse.

- ❖ Molde.- El molde debe tener la forma de un cono truncado, con diámetros internos de 200mm en la base, 100 mm en la parte superior y altura de 300 mm. Los diámetros y alturas individuales deben tener una tolerancia de ± 3 mm de las dimensiones especificadas. El molde debe estar provisto de dos estribos para apoyar los pies y manijas similares a los mostrados en la figura 1.12, (NTE INEN 1578, 2010):

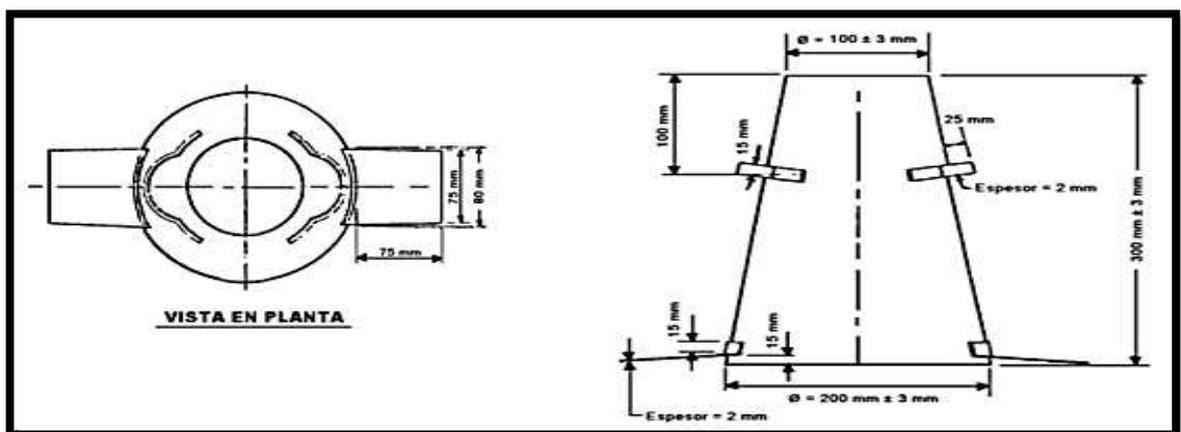


Figura 1.12: Cono para ensayo de consistencia del hormigón

(Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1578.2010.pdf>)

- ❖ Varilla de compactación.- Esta tiene que ser lisa acerada cuyas dimensiones deben ser 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud.
- ❖ Instrumento de medida.- Se puede utilizar una regla o un flexómetro.

- ❖ Cucharón.- Que sea de un tamaño lo suficientemente grande para llenar el molde.

b. Procedimiento de ensayo.

- ❖ Humedecer el molde y ubicarlo sobre una superficie plana, nivelada, húmeda y no absorbente.
- ❖ Llenar el molde en tres capas, colocando aproximadamente un tercio del volumen del molde por capa, compactar cada capa con 25 golpes utilizando la varilla de compactación distribuyéndolos de manera uniforme sobre la sección transversal de cada capa. Al llenar la capa superior, mantener un excedente de hormigón sobre la parte superior del molde antes de empezar la compactación (NTE INEN 1578, 2010).
- ❖ Después de haber compactado la capa superior, enrasar la superficie del hormigón rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde, de inmediato retirar el molde del hormigón levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Levantar el molde en su altura de 300 mm en $5\text{ s} \pm 2\text{ s}$ con un movimiento ascendente uniforme y sin movimientos laterales o de torsión. Completar todo el ensayo desde el inicio del llenado hasta la remoción del molde sin interrupción dentro de un periodo de $2\frac{1}{2}$ minutos, (NTE INEN 1578, 2010).
- ❖ Inmediatamente medir el asentamiento determinando la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro original desplazado de la superficie superior del espécimen. Si ocurre un desprendimiento o corte del hormigón de una parte o porción de la masa, desechar el ensayo y hacer un nuevo ensayo con otra porción de la muestra, en la figura 1.13 se ilustra la medición del asentamiento, (NTE INEN 1578, 2010).

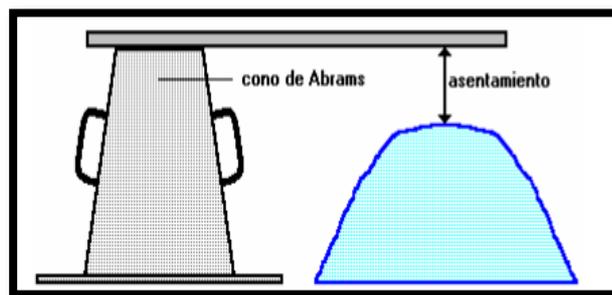


Figura 1.13: Medición del asentamiento del hormigón

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

1.5.3.2 Práctica estándar para elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo norma ASTM C192, NTE INEN 1576.

Esta norma establece los procedimientos para elaborar y curar cilindros y vigas, tomados de muestras representativas de hormigón fresco, utilizado en la construcción de una obra, (NTE INEN 1576, 2011).

a. Equipos a emplearse.

- ❖ Moldes para cilindros.- Para ensayos de aceptación de la resistencia a compresión especificada, los cilindros deben ser de 150mm * 300 mm o de 100 mm * 200 mm.
- ❖ Varilla de compactación de 16mm de diámetro y 600mm de longitud.
- ❖ Mazo con cabeza de caucho.
- ❖ Cucharón.
- ❖ Equipo para medir asentamiento.- Debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 1578.
- ❖ Recipiente.
- ❖ Llana o paleta.

b. Procedimiento de ensayo.

- ❖ Moldear los especímenes lo más rápido posible, sobre una superficie rígida y nivelada, libre de vibraciones y otras perturbaciones, en un lugar tan cercano como sea posible al lugar donde van a ser almacenados, (NTE INEN 1576, 2011).
- ❖ Llenar los moldes de cilindro en tres capas, dando 25 golpes por capa cuando se trata de cilindros con un diámetro de 150 mm, para cilindros con un diámetro de 100mm solo se llena en dos capas con 25 golpes por capa. En el caso de las vigas con un ancho de 150 a 200 mm, deberán llenarse en dos capas dando 1 golpe por cada 14 cm² del área superficial de la viga (NTE INEN 1576, 2011).
- ❖ Colocar el hormigón en el molde, en el número de capas requeridas de aproximadamente igual volumen. Compactar cada capa uniformemente sobre la sección transversal con la punta redondeada de la varilla, con el número de golpes requerido. Luego de que cada capa ha sido compactada, golpear en el exterior del molde de 10 a 15 veces con el mazo, (NTE INEN 1576, 2011).
- ❖ Luego de la compactación, igualar y terminar la superficie superior con la varilla compactadora cuando la consistencia del hormigón lo permita o con una llana o paleta.
- ❖ Marcar los especímenes para su identificación y del hormigón que representan.

c. Curado.

- ❖ Una vez que haya transcurrido un periodo de 16 horas después del moldeo, se procederá a desmoldar los especímenes para luego colocarle sus respectivas identificaciones.
- ❖ Inmediatamente después de identificar los especímenes, estos se los introducirá a un tanque de almacenamiento o cámara de curado, donde permanecerán hasta el día de su rotura.

- ❖ Si los especímenes van a ser transportados de un lugar a otro se deberá tener mucho cuidado evitando cualquier maniobra o golpe que pueda alterar los resultados finales, para aquello se deberán utilizar materiales de amortiguación para evitar daños del mismo.

1.5.3.3 Ensayo de resistencia a compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573.

a. Resistencia del hormigón.

La resistencia a compresión del hormigón, se determina una vez que los especímenes cilíndricos han completado los 28 días de fraguado, sometiéndolos a cargas incrementales hasta su rotura. En la tabla 1.6 se muestran los porcentajes de acuerdo a la evolución de resistencia del hormigón.

Tabla 1.6: Porcentajes de la resistencia

Evolución de la resistencia a la compresión de hormigón portland normal			
Edad del hormigón en días	3	7	28
Resistencia del hormigón %	30	60	100

(Fuente: www.inen.gob.ec)

Esta norma establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico, (NTE INEN 1573, 2010).

b. Equipo a emplear.

- ❖ Máquina o prensa de ensayo.
- ❖ Almohadillas de neopreno.

c. Procedimiento de ensayo.

- ❖ Se retiran los especímenes a ser ensayados de los lugares de almacenamiento o cámaras de curado, los mismos se deben mantener húmedos hasta su ensayo.
- ❖ Se limpia las superficies de contacto de la máquina, de las almohadillas de neopreno y de los especímenes.

- ❖ Se ubican las almohadillas de neopreno sobre las superficies del cilindro y luego colocamos y centramos las probetas en la máquina de ensayo.
- ❖ Se lleva el dispositivo de carga esférico hasta apoyar sobre el espécimen, giramos con la mano suavemente para obtener un asentamiento uniforme.
- ❖ Aplicamos carga de manera continua y sin golpes a una velocidad uniforme; la velocidad de carga no deberá exceder los $0,25 \pm 0,05$ MPa/s.
- ❖ Se aplica la carga de compresión hasta que el indicador de carga muestre que está decreciendo constantemente y el espécimen muestre un patrón de fractura bien definido.
- ❖ Registrar la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo.
- ❖ Una vez obtenida la carga máxima procedemos a dividir esta carga para el área de la probeta y obtenemos la resistencia del espécimen ensayado en Kg/cm².

CAPITULO II

2. RESULTADOS DE ENSAYOS Y DISEÑOS DE HORMIGÓN

En este capítulo se encuentran todos los resultados alcanzados en los ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso unitario, densidad y desgaste a los sulfatos. En lo que corresponde al ensayo de granulometría se tuvo que realizar un diseño granulométrico, debido a que los agregados de la provincia de Manabí no cumplen con la granulometría y módulo de finura, por lo que se optó en mezclar el agregado fino de la planta más cercana a la ciudad de Manta con arena de río de la ciudad de Guayaquil, buscando una relación granulométrica que permita cumplir las especificaciones técnicas. También se muestran los resultados de los diseños de hormigón de acuerdo al método ACI 211, de los cuales se tomaron las respectivas muestras de laboratorio, para luego someterlos al ensayo de resistencia a compresión, el cual se lo realizó a los 7, 14 y 28 días para cada diseño, determinando la resistencia en cada uno de estos periodos. Cabe recalcar que se realizó el respectivo diseño de hormigón de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² con cada uno de los materiales en estudio.

Todos los ensayos citados en este documento para llevar a cabo esta investigación, fueron realizados en el Laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfalto Bolívar Ortiz Logroño, ubicado en la ULEAM (Carrera de Ingeniería Civil), a excepción del ensayo de desgaste a los sulfatos que se realizó en el laboratorio del Consejo Provincial de Manabí, debido a que en el laboratorio de la carrera no se contaba con los implementos necesarios para llevar a cabo dicho ensayo.

2.1 Ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011 (Determinación del módulo de finura) y ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 µm (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010

En las siguientes tablas, los valores que se encuentran de color rojo indican el % que no cumple las especificaciones técnicas.

Muestra por lavado 1500 g

Tabla 2.1: Granulometría de la arena homogenizada de la cantera Picoazá

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena Homogenizada					
Lugar	CANTERA PICOAZÁ (MEGAROK)					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	23,00	23,00	1,58	1,58	98,42	95 - 100
Nº 8	243,00	266,00	16,71	18,29	81,71	80 - 100
Nº 16	402,00	668,00	27,65	45,94	54,06	50 - 85
Nº 30	299,00	967,00	20,56	66,51	33,49	25 - 60
Nº 50	213,00	1180,00	14,65	81,16	18,84	10 - 30
Nº 100	236,00	1416,00	16,23	97,39	2,61	2 - 10
Nº 200	38,00	1454,00	2,61	100,00		
TOTAL	1454,00					

MF 3,109 (cumple)

P 200 46,00

% 3,07 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.2: Granulometría de la arena homogenizada de la cantera Agresa

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena Homogenizada					
Lugar	CANTERA AGRESA					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	20,00	20,00	1,43	1,43	98,57	95 - 100
Nº 8	358,00	378,00	25,58	27,01	72,99	80 - 100
Nº 16	389,00	767,00	27,80	54,81	45,19	50 - 85
Nº 30	265,50	1032,50	18,97	73,78	26,22	25 - 60
Nº 50	183,00	1215,50	13,08	86,85	13,15	10 - 30
Nº 100	149,00	1364,50	10,65	97,50	2,50	2 - 10
Nº 200	35,00	1399,50	2,50	100,00		
TOTAL	1399,50					

MF 3,414 (no cumple)

P 200 100,50

% 6,70 (no cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.3: Granulometría de la arena para hormigón de la cantera Picoazá

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena para hormigón					
Lugar	CANTERA PICOAZÁ (MEGAROK)					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	103,00	103,00	7,14	7,14	92,86	95 - 100
Nº 8	348,00	451,00	24,12	31,25	68,75	80 - 100
Nº 16	298,00	749,00	20,65	51,91	48,09	50 - 85
Nº 30	181,00	930,00	12,54	64,45	35,55	25 - 60
Nº 50	141,00	1071,00	9,77	74,22	25,78	10 - 30
Nº 100	296,00	1367,00	20,51	94,73	5,27	2 - 10
Nº 200	76,00	1443,00	5,27	100,00		
TOTAL	1443,00					

MF 3,237 (no cumple)

P 200 57,00

% 3,80 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.4: Granulometría de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena para hormigón					
Lugar	CANTERA CHORRILLO (MEGAROK)					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	200,00	200,00	14,41	14,41	85,59	95 - 100
Nº 8	353,00	553,00	25,43	39,84	60,16	80 - 100
Nº 16	254,00	807,00	18,30	58,14	41,86	50 - 85
Nº 30	103,00	910,00	7,42	65,56	34,44	25 - 60
Nº 50	80,00	990,00	5,76	71,33	28,67	10 - 30
Nº 100	334,00	1324,00	24,06	95,39	4,61	2 - 10
Nº 200	64,00	1388,00	4,61	100,00		
TOTAL	1388,00					

MF 3,447 (no cumple)

P 200 112,00

% 7,47 (no cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.5: Granulometría de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena Unificada					
Lugar	CANTERA CALIZA HUAYCO (GUAYAQUIL)					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	31,00	31,00	2,21	2,21	97,79	95 - 100
Nº 8	380,00	411,00	27,08	29,29	70,71	80 - 100
Nº 16	329,00	740,00	23,45	52,74	47,26	50 - 85
Nº 30	263,00	1003,00	18,75	71,49	28,51	25 - 60
Nº 50	191,00	1194,00	13,61	85,10	14,90	10 - 30
Nº 100	167,00	1361,00	11,90	97,01	2,99	2 - 10
Nº 200	42,00	1403,00	2,99	100,00		
TOTAL	1403,00					

MF 3,378 (no cumple)

P 200 97,00

% 6,47 (no cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

2.1.1 Diseño de granulometría.

En vista de que los agregados de la provincia de Manabí no cumplen con la granulometría y módulo de finura, a excepción de la arena homogenizada de la cantera Picoazá que cumple con estos dos parámetros, se optó en realizar una mezcla de estos con arena de río de la ciudad de Guayaquil, buscando una relación granulométrica que permita cumplir con lo especificado en las normas. Se escogió el agregado de la cantera más cercana a la ciudad de Manta para realizar la mezcla, en este caso es el agregado fino de la cantera Chorrillo. A continuación se muestran algunas relaciones granulométricas de las cuales se hizo el respectivo ensayo de granulometría:

Muestra por lavado 1000 g

Tabla 2.6: Granulometría utilizando el 50% arena de Chorrillo + 50% de arena de río

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	50% de arena para hormigón + 50 % arena de río					
Lugar	Chorrillo – Guayaquil					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	66,00	66,00	6,90	6,90	93,10	95 – 100
Nº 8	125,00	191,00	13,08	19,98	80,02	80 – 100
Nº 16	98,00	289,00	10,25	30,23	69,77	50 – 85
Nº 30	65,00	354,00	6,80	37,03	62,97	25 – 60
Nº 50	258,00	612,00	26,99	64,02	35,98	10 – 30
Nº 100	263,00	875,00	27,51	91,53	8,47	2 – 10
Nº 200	81,00	956,00	8,47	100,00		
TOTAL	956,00					

MF 2,50 (cumple)

P 200 44,00

% 4,40 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.7: Granulometría utilizando el 75% de arena de Chorrillo + 25% arena de río

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	75% de arena para hormigón + 25 % arena de río					
Lugar	Chorrillo – Guayaquil					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	100,00	100,00	10,46	10,46	89,54	95 - 100
Nº 8	181,00	281,00	18,93	29,39	70,61	80 - 100
Nº 16	140,00	421,00	14,64	44,04	55,96	50 - 85
Nº 30	77,00	498,00	8,05	52,09	47,91	25 - 60
Nº 50	161,00	659,00	16,84	68,93	31,07	10 - 30
Nº 100	220,00	879,00	23,01	91,95	8,05	2 - 10
Nº 200	77,00	956,00	8,05	100,00		
TOTAL	956,00					

MF 2,97 (cumple)

P 200 44,00

% 4,40 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.8: Granulometría utilizando el 60% de arena de Chorrillo + 40% arena de río

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	60% de arena para hormigón + 40 % arena de río					
Lugar	Chorrillo – Guayaquil					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	74,00	74,00	7,77	7,77	92,23	95 - 100
Nº 8	144,00	218,00	15,12	22,89	77,11	80 - 100
Nº 16	113,00	331,00	11,86	34,75	65,25	50 - 85
Nº 30	73,50	404,50	7,72	42,47	57,53	25 - 60
Nº 50	244,90	649,40	25,71	68,19	31,81	10 - 30
Nº 100	221,00	870,40	23,20	91,39	8,61	2 - 10
Nº 200	82,00	952,40	8,61	100,00		
TOTAL	952,40					

MF 2,67 (cumple)

P 200 47,60

% 4,76 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.9: Granulometría utilizando el 65% de arena de Chorrillo + 35% arena de río

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	65% de arena para hormigón + 35 % arena de río					
Lugar	Chorrillo – Guayaquil					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	35,50	35,50	3,66	3,66	96,34	95 - 100
Nº 8	135,00	170,50	13,93	17,60	82,40	80 - 100
Nº 16	261,00	431,50	26,93	44,53	55,47	50 - 85
Nº 30	72,50	504,00	7,48	52,01	47,99	25 - 60
Nº 50	197,50	701,50	20,38	72,39	27,61	10 - 30
Nº 100	188,50	890,00	19,45	91,85	8,15	2 - 10
Nº 200	79,00	969,00	8,15	100,00		
TOTAL	969,00					

MF 2,82 (cumple)

P 200 31,00

% 3,10 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

Muestra por lavado 300 g

Tabla 2.10: Granulometría de la arena de río

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA						
Material	Arena de río					
Lugar	Guayaquil					
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso acumulado (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones (%)
Nº 4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	95 - 100
Nº 8	4,00	4,00	1,36	1,36	98,64	80 - 100
Nº 16	5,00	9,00	1,69	3,05	96,95	50 - 85
Nº 30	26,00	35,00	8,81	11,86	88,14	25 - 60
Nº 50	151,00	186,00	51,19	63,05	36,95	10 - 30
Nº 100	99,00	285,00	33,56	96,61	3,39	2 - 10
Nº 200	10,00	295,00	3,39	100,00		
TOTAL	295,00					

MF 1,76 (no cumple)

P 200 5,00

% 0,50 (cumple)

(Realizado por: Eder Toarez)

2.2 Ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, NTE INEN 862

Tabla 2.11: Contenido de humedad de la arena homogenizada de la cantera Picoazá

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena homogenizada		
Lugar	Cantera PICOAZÁ (MEGAROK)		
Tara №		A1	B1
Tara + material húmedo	gr.	77,60	79,90
Tara + material seco	gr.	71,70	74,40
Tara	gr.	6,70	7,90
Agua	gr.	5,90	5,50
Material seco	gr.	65,00	66,50
Contenido de humedad	%	9,08	8,27
Promedio	%	8,67	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.12: Contenido de humedad de la arena homogenizada de la cantera Agresa

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena homogenizada		
Lugar	Cantera AGRESA		
Tara №		A2	B2
Tara + material húmedo	gr.	69,70	59,20
Tara + material seco	gr.	64,00	54,40
Tara	gr.	6,70	6,50
Agua	gr.	5,70	4,80
Material seco	gr.	57,30	47,90
Contenido de humedad	%	9,95	10,02
Promedio	%	9,98	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.13: Contenido de humedad de la arena para hormigón de la cantera Picoazá

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena para hormigón		
Lugar	Cantera PICOAZÁ (MEGAROK)		
Tara №		A3	B3
Tara + material húmedo	gr.	87,40	78,20
Tara + material seco	gr.	81,40	73,10
Tara	gr.	6,70	6,50
Agua	gr.	6,00	5,10
Material seco	gr.	74,70	66,60
Contenido de humedad	%	8,03	7,66
Promedio	%	7,84	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.14: Contenido de humedad de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena para hormigón		
Lugar	Cantera CHORRILLO (MEGAROK)		
Tara №		A4	B4
Tara + material húmedo	gr.	84,70	64,30
Tara + material seco	gr.	77,50	59,00
Tara	gr.	6,90	5,10
Agua	gr.	7,20	5,30
Material seco	gr.	70,60	53,90
Contenido de humedad	%	10,20	9,83
Promedio	%	10,02	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.15: Contenido de humedad de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena Unificada		
Lugar	Cantera CALIZA HUAYCO (Guayaquil)		
Tara №		A5	B5
Tara + material húmedo	gr.	68,60	74,60
Tara + material seco	gr.	64,10	69,50
Tara	gr.	7,10	6,50
Agua	gr.	4,50	5,10
Material seco	gr.	57,00	63,00
Contenido de humedad	%	7,89	8,10
Promedio	%	7,99	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.16: Contenido de humedad de la arena de río

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Material	Arena de río		
Lugar	Guayaquil		
Tara №		A6	B6
Tara + material húmedo	gr.	45,40	59,40
Tara + material seco	gr.	42,50	55,80
Tara	gr.	5,20	6,60
Agua	gr.	2,90	3,60
Material seco	gr.	37,30	49,20
Contenido de humedad	%	7,77	7,32
Promedio	%	7,55	

(Realizado por: Eder Toarez)

2.3 Ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agredo fino. Norma ASTM C2, NTE INEN858:2010

La cantidad de material a ensayar debe ser aproximadamente del 125% a 200% respecto a la cantidad necesaria para llenar el molde.

Datos del molde

∅	15 cm
h	17 cm
Volumen	3004,15 cm ³

2.3.1 Peso unitario suelto.

Tabla 2.17: Peso unitario suelto de la arena homogenizada de la cantera Picoazá

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena homogenizada			
Lugar	PICOAZÁ (MEGAROK)			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4240,00	4202,00	4242,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4228,00		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,407		
Peso unitario suelto	kg/m³	1407,39		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.18: Peso unitario suelto de la arena homogenizada de la cantera Agresa

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena homogenizada			
Lugar	AGRESA			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4335,00	4304,00	4390,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4343,00		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,446		
Peso unitario suelto	kg/m³	1445,67		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.19: Peso unitario suelto de la arena para hormigón de la cantera Picoazá

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena para hormigón			
Lugar	PICOAZÁ (MEGAROK)			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4469,00	4531,00	4488,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4496,00		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,497		
Peso unitario suelto	kg/m³	1496,60		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.20: Peso unitario suelto de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena para hormigón			
Lugar	CHORRILLO (MEGAROK)			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4660,00	4696,00	4630,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4662,00		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,552		
Peso unitario suelto	kg/m³	1551,85		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.21: Peso unitario suelto de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena Unificada			
Lugar	Caliza Huayco (Guayaquil)			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4655,00	4720,00	4715,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4696,67		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,563		
Peso unitario suelto	kg/m³	1563,39		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.22: Peso unitario suelto de la arena de río

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO				
Material	Arena de río			
Lugar	Guayaquil			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	Gr	4233,00	4236,00	4285,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	Gr	4251,33		
Peso unitario suelto	gr/cm³	1,415		
Peso unitario suelto	kg/m³	1415,15		

(Realizado por: Eder Toarez)

2.3.2 Peso unitario compactado.

Tabla 2.23: Peso unitario compactado de la arena homogenizada de la cantera Picoazá

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena homogenizada			
Lugar	PICOAZÁ (MEGAROK)			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4574,00	4626,00	4655,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4618,33		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,537		
Peso unitario compactado	kg/m³	1537,32		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.24: Peso unitario compactado de la arena homogenizada de la cantera Agresa

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena homogenizada			
Lugar	AGRESA			
Muestra N^o		1	2	3
Peso del material	gr	4681,00	4786,00	4832,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4766,33		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,587		
Peso unitario compactado	kg/m³	1586,58		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.25: Peso unitario compactado de la arena para hormigón de la cantera Picoazá

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena para hormigón			
Lugar	PICOAZÁ (MEGAROK)			
Muestra N°		1	2	3
Peso del material	gr	4928,00	4904,00	4954,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4928,67		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,641		
Peso unitario compactado	kg/m³	1640,62		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.26: Peso unitario compactado de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena para hormigón			
Lugar	CHORRILLO (MEGAROK)			
Muestra N°		1	2	3
Peso del material	gr	4908,00	4970,00	5092,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4990,00		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,661		
Peso unitario compactado	kg/m³	1661,04		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.27: Peso unitario compactado de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena Unificada			
Lugar	CALIZA HUAYCO (GUAYAQUIL)			
Muestra N°		1	2	3
Peso del material	gr	5015,00	5151,00	5256,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	5140,67		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,711		
Peso unitario compactado	kg/m³	1711,19		

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.28: Peso unitario compactado de la arena de río

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO				
Material	Arena de río			
Lugar	Guayaquil			
Muestra N°		1	2	3
Peso del material	gr	4610,00	4632,00	4644,00
Volumen del molde	cm³	3004,15		
Promedio	gr	4628,67		
Peso unitario compactado	gr/cm³	1,541		
Peso unitario compactado	kg/m³	1540,76		

(Realizado por: Eder Toarez)

2.4 Ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena homogenizada

Lugar: PICOAZÁ (MEGAROK)

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	971,00 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	471,00 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	293,00 g.

Gravedad Específica de masa:

$$\frac{A}{V - W} = \frac{471}{207} = 2,275$$

Gravedad Específica S.S.S:

$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{207} = 2,415$$

Gravedad Específica aparente:

$$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{471}{178} = 2,646$$

% de absorción:

$$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{29}{471} * 100 = 6,16 \%$$

(Realizado por: Eder Toarez)

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena homogenizada

Lugar: AGRESA

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	971,99 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	471,00 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	293,99 g.

Gravedad Específica de masa:	$\frac{A}{V - W} = \frac{471}{206} = 2,286$
Gravedad Específica S.S.S:	$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{206} = 2,427$
Gravedad Específica aparente:	$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{471}{177} = 2,661$
% de absorción:	$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{29}{471} * 100 = 6,16 \%$

(Realizado por: Eder Toarez)

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena para hormigón

Lugar: PICOAZÁ (MEGAROK)

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	969,83 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	471,00 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	291,83 g.

Gravedad Específica de masa:
$$\frac{A}{V - W} = \frac{471}{208} = 2,263$$

Gravedad Específica S.S.S:
$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{208} = 2,402$$

Gravedad Específica aparente:
$$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{471}{179} = 2,629$$

% de absorción:
$$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{29}{471} * 100 = 6,16 \%$$

(Realizado por: Eder Toarez)

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena para hormigón

Lugar: CHORRILLO (MEGAROK)

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	972,29 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	467,94 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	294,29 g.

Gravedad Específica de masa:

$$\frac{A}{V - W} = \frac{468}{206} = 2,275$$

Gravedad Específica S.S.S:

$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{206} = 2,431$$

Gravedad Específica aparente:

$$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{468}{174} = 2,695$$

% de absorción:

$$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{32}{468} * 100 = 6,85 \%$$

(Realizado por: Eder Toarez)

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena Unificada

Lugar: CALIZA HUAYCO (GUAYAQUIL)

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	972,29 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	485,00 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	294,29 g.

Gravedad Específica de masa:
$$\frac{A}{V - W} = \frac{485}{206} = 2,358$$

Gravedad Específica S.S.S:
$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{206} = 2,431$$

Gravedad Específica aparente:
$$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{485}{191} = 2,543$$

% de absorción:
$$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{15}{485} * 100 = 3,09 \%$$

(Realizado por: Eder Toarez)

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Material: Arena de río

Lugar: Guayaquil

Material que pasa el tamiz № 4 y retiene el tamiz № 200

Peso de la probeta	178,00 g.
Peso del material sss	500,00 g.
Peso de la probeta + material + agua	977,82 g.
"A" Peso en el aire de la muestra secada al horno	487,10 g.
"V" Volumen de la Probeta	500,00 g.
"W" Peso en gr. O volumen en ml del agua añadida:	299,82 g.

Gravedad Específica de masa:

$$\frac{A}{V - W} = \frac{487}{200} = 2,433$$

Gravedad Específica S.S.S:

$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{200} = 2,498$$

Gravedad Específica aparente:

$$\frac{A}{(V-W)-(500-A)} = \frac{487}{187} = 2,601$$

% de absorción:

$$\frac{500 - A}{A} * 100 = \frac{13}{487} * 100 = 2,65 \%$$

(Realizado por: Eder Toarez)

2.5 Ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011

Este ensayo se realizó en el laboratorio del Consejo Provincial de Manabí, ya que el mismo cuenta con los equipos necesarios para realizar este tipo de ensayos. Este experimento se lo realiza muy poco en nuestro medio, debido a la dificultad que se tiene para conseguir el químico (sulfato de sodio), que se necesita para realizar dicho ensayo. En este caso el laboratorio de la Carrera de Ingeniería de la ULEAM, fue quien proporcionó el químico para realizar el ensayo. A continuación se muestran los ensayos de desgaste a los sulfatos con cada uno de los materiales en estudio:

Tabla 2.29: Desgaste a los sulfatos de la arena homogenizada de la cantera Picoazá

ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS							
Material	Arena homogenizada						
Lugar	Cantera Picoazá (Megarok)						
RESULTADOS DESPUES DE CINCO CICLOS DE INMERSION							
TAMAÑO		GRAN. ORIGINAL	PESO ANTES	PESO DESPUES	P. PERDIDO INMERSION	DESGASTE	Especificación (ASTM C88)
PASA TAMIZ	RETINE TAMIZ						
CONSISTENCIA (FINA)							
3/8"	N°4	99,41	100	81,00	19,00	19,00	10%
N°4	N°8	85,16	100	78,00	22,00	22,00	
N°8	N°16	51,89	100	83,50	16,50	16,50	
N°16	N°30	31,94	100	83,00	17,00	17,00	
N°30	N°50	18,47	100	80,00	20,00	20,00	
Porcentaje de desgaste						18,90	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.30: Desgaste a los sulfatos de la arena homogenizada de la cantera Agressa

ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS							
Material	Arena homogenizada						
Lugar	Cantera Agressa						
RESULTADOS DESPUES DE CINCO CICLOS DE INMERSION							
TAMAÑO		GRAN. ORIGINAL	PESO ANTES	PESO DESPUES	P. PERDIDO INMERSION	DESGASTE	Especificación (ASTM C88)
PASA TAMIZ	RETINE TAMIZ						
CONSISTENCIA (FINA)							
3/8"	N°4	98,57	100	80,00	20,00	20,00	10%
N°4	N°8	72,99	100	77,20	22,80	22,80	
N°8	N°16	45,19	100	83,10	16,90	16,90	
N°16	N°30	26,22	100	82,74	17,26	17,26	
N°30	N°50	13,15	100	79,65	20,35	20,35	
Porcentaje de desgaste						19,46	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.31: Desgaste a los sulfatos de la arena para hormigón de la cantera Picoazá

ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS							
Material	Arena para hormigón						
Lugar	Cantera Picoazá (Megarok)						
RESULTADOS DESPUES DE CINCO CICLOS DE INMERSION							
TAMAÑO		GRAN. ORIGINAL	PESO ANTES	PESO DESPUES	P. PERDIDO INMERSION	DESGASTE	Especificación (ASTM C88)
PASA TAMIZ	RETINE TAMIZ						
CONSISTENCIA (FINA)							
3/8"	N°4	92,86	100	80,55	19,45	19,45	10%
N°4	N°8	68,75	100	78,00	22,00	22,00	
N°8	N°16	48,09	100	83,00	17,00	17,00	
N°16	N°30	35,55	100	83,00	17,00	17,00	
N°30	N°50	25,78	100	80,00	20,00	20,00	
Porcentaje de desgaste						19,09	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.32: Desgaste a los sulfatos de la arena para hormigón de la cantera Chorrillo

ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS							
Material	Arena para hormigón						
Lugar	Cantera Chorrillo (Megarok)						
RESULTADOS DESPUES DE CINCO CICLOS DE INMERSION							
TAMAÑO		GRAN. ORIGINAL	PESO ANTES	PESO DESPUES	P. PERDIDO INMERSION	DESGASTE	Especificación (ASTM C88)
PASA TAMIZ	RETINE TAMIZ						
		%	gr.	gr.	gr.	%	%
CONSISTENCIA (FINA)							
3/8"	N°4	85,59	100	77,00	23,00	23,00	10%
N°4	N°8	60,16	100	74,00	26,00	26,00	
N°8	N°16	41,86	100	73,00	27,00	27,00	
N°16	N°30	34,44	100	77,00	23,00	23,00	
N°30	N°50	28,67	100	70,00	30,00	30,00	
Porcentaje de desgaste						25,80	

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.33: Desgaste a los sulfatos de la arena unificada de la cantera Caliza Huayco

ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS							
Material	Arena Unificada						
Lugar	Cantera Caliza Huayco						
RESULTADOS DESPUES DE CINCO CICLOS DE INMERSION							
TAMAÑO		GRAN. ORIGINAL	PESO ANTES	PESO DESPUES	P. PERDIDO INMERSION	DESGASTE	Especificación (ASTM C88)
PASA TAMIZ	RETINE TAMIZ						
		%	gr.	gr.	gr.	%	%
CONSISTENCIA (FINA)							
3/8"	N°4	97,79	100	91,00	9,00	9,00	10%
N°4	N°8	70,71	100	87,50	12,50	12,50	
N°8	N°16	47,26	100	89,40	10,60	10,60	
N°16	N°30	28,51	100	90,30	9,70	9,70	
N°30	N°50	14,90	100	86,00	14,00	14,00	
Porcentaje de desgaste						11,16	

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6 Diseño de hormigón de 210 kg/cm² de acuerdo al método ACI 211

El hormigón es un producto que está sujeto a muchas variables siendo casi imposible determinar una resistencia única para todos los hormigones; dependiendo del grado de resistencia, varía la dosificación del hormigón. Tradicionalmente en la ciudad de Manta se emplea una dosificación 1:2:4 (es decir que para 1kg de cemento se aplica 2kg de arena y 4 kg de ripio), para la elaboración de hormigones artesanales de 210 kg/cm².

En la actualidad en nuestro medio se sigue manteniendo ese concepto de que la proporción 1-2-4 es ideal para un hormigón de 210 kg/cm², incluso se sigue utilizando para la fabricación de hormigones artesanales que son empleados en diferentes obras. Sin embargo no se puede asegurar que tipo de agregado fino se utilizó en el diseño de esta proporción, ya que anteriormente solo se empleaba como agregado fino la arena de mar o de río, por lo que debemos tener en cuenta si con esta dosificación alcanzamos la misma resistencia empleando arena de cantera. Todo esto debido a que en la actualidad se empezó a reemplazar la arena de mar, por las que elaboran las plantas antes mencionadas, empezando a utilizar este agregado fino con dosificaciones 1-2-4 y 1-3-3. Con todo lo mencionado se decidió tomar muestras de hormigones de este tipo, para determinar su resistencia y verificar si con estas dosificaciones se alcanza una resistencia de 210 kg/cm² a los 28 días, utilizando materiales de la zona.

A continuación se muestran los resultados alcanzados con la proporción 1-2-4 y 1-3-3, utilizando como agregado grueso ripio de ½ de la cantera Uruzca y como agregado fino arena de mar y arena para hormigón (se realizó una dosificación con cada agregado fino):

2.6.1 Dosificación 1-2-4 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena de mar de la playa San José de Montecristi.

Tabla 2.34: Resistencia de la dosificación 1-2-4 empleando ripio de ½ y arena de mar

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	13-jul-15	20-jul-15	7	210	176,7	19924,45	112,76	54%	60%
2	13-jul-15	27-jul-15	14			27095,17	153,34	73,02%	80%
3	13-jul-15	11-ago-15	28			34493,60	195,21	92,95%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.2 Dosificación 1-2-4 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena para hormigón de la cantera Chorrillo.

Tabla 2.35: Resistencia de la dosificación 1-2-4 empleando ripio de 1/2 y arena para hormigón

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	13-jul-15	20-jul-15	7	210	176,7	10089,7	57,10	27%	60%
2	13-jul-15	27-jul-15	14			13616,2	77,00	36,66%	80%
3	13-jul-15	11-ago-15	28			26245,97	148,53	70,73%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.3 Dosificación 1-3-3 con ripio de ½ de la cantera Uruzca y arena para hormigón de la cantera Chorrillo.

Tabla 2.36: Resistencia de la dosificación 1-3-3 empleando ripio de 1/2 y arena para hormigón

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	13-jul-15	20-jul-15	7	210	176,7	11045,23	62,51	30%	60%
2	13-jul-15	27-jul-15	14			15612,5	88,3	42,04%	80%
3	13-jul-15	11-ago-15	28			29805,75	168,68	80,32%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)

Según los resultados alcanzados se pudo comprobar que estas dosificaciones no cumplen la resistencia al 100%, tanto para arena de mar, como para la “arena para hormigón”. Sin embargo se verificó que la proporción 1-2-4, presenta mejores resultados con arena de mar, lo cual nos indica que esta proporción quizás fue diseñada para una

mezcla utilizando arena de mar, que en resistencia alcanza la esperada pero por tener un alto índice de cloruro de sodio, se prefiere evitar su uso.

Con todos estos antecedentes se empezó a realizar los respectivos diseños de hormigón, los cuales se detallan a continuación:

2.6.4 Diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

En vista de que el proceso de diseño es el mismo para los distintos materiales, solo se detallará el proceso paso a paso para un solo material y en los demás diseños se procederá a colocar solo los resultados; los datos de proyecto serán los mismos en cada diseño tal como se muestra en la tabla 2.37.

Tabla 2.37: Datos del proyecto

RESISTENCIA $f'c$	210	kg/cm ²
REVENIMIENTO	75 - 100	mm
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	19,00	mm

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.38: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Picoazá

MATERIAL	P.V.S.S kg/m³	P.V.S.C kg/m³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
AGREGADO FINO	1407,39	1537,32	2,415	3,10	8,67	6,16

(Realizado por: Eder Toarez)

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA $f'cr$ (Ver tabla 1.3)

$$f'c \text{ de diseño} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Según ACI 318})$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

Tabla 1.4: Cantidad de agua y porcentaje de aire

Asentamiento (mm)	Cantidad de agua (kg/m ³ de concreto para agregados de tamaño máximo)							
	10 mm	12,5 mm	19 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
30 a 50	205	200	190	180	160	155	145	125
75 a 100	225	215	205	195	175	170	160	140
150 a 180	240	230	215	205	185	180	170	***
Contenido de aire atrapado (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Adaptada del ACI 211.1 y del ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

Contenido de agua 205 kg/m³

Contenido de aire 2,0 %

RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

$A/C = 0,55$

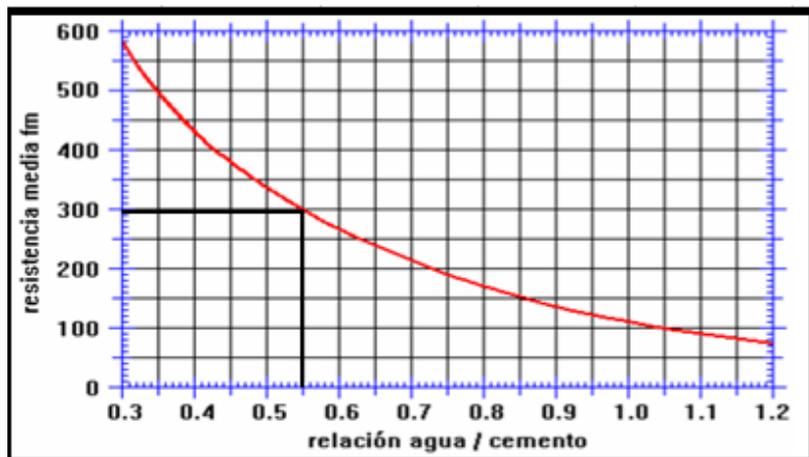


Figura (1.11) A. M. Neville. Relación agua / cemento

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

Despejando:

$$\frac{A}{C} = 0,55$$

$$C = \frac{A}{0,55}$$

$$C = \frac{205}{0,55}$$

$$C = 372,727 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto el contenido de cemento será = 372,727 kg/m³

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Tabla 1.5: Volumen de agregado grueso

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen del agregado grueso compactado con varilla, por volumen de concreto para módulo de finura de la arena de:				
	2,40	2,60	2,80	3,00	3,10
10	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53	0,52
19	0,66	0,64	0,62	0,6	0,59
25	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64
40	0,75	0,73	0,71	0,69	0,68
50	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71
70	0,82	0,80	0,78	0,76	0,75
150	0,87	0,85	0,83	0,81	0,8

Adaptada del ACI 211 y ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

Nota: Los valores de módulo de finura mayores a 3 de la tabla 1.5 se extrapolaron, porque en el ACI solo constan valores de hasta 3.

Contenido de agregado grueso = 0,59

Peso del agregado grueso seco = 928,66 Kg

Peso del agregado grueso (s.s.s.) = 955,22 Kg

VOLUMEN ABSOLUTO (m³)

$$\begin{aligned} \text{Volumen de cemento} &= \frac{372,727}{3150} = 0,118 \text{ m}^3 \\ \text{Volumen de agua} &= \frac{205}{1000} = 0,205 \text{ m}^3 \\ \text{Volumen de agregado grueso} &= \frac{955,22}{2698} = 0,354 \text{ m}^3 \\ \text{Volumen de aire confinado} &= \frac{2,00}{100} = 0,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

VOLUMEN TOTAL DE MATERIALES EXCEPTO ARENA	0,697	m³
--	-------	----

Volumen de agregado fino (S.S.S.) = 0,303 m³

1m³ - Vol. Cemento - Vol. Agua - Vol. Ripio - Vol. Aire

Tabla 2.39: Dosificación con ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Picoazá

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	927,90	955,22	0,354
AGREGADO FINO	685,82	730,84	0,303
AGUA	277,34	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2263,79	2263,79	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.40: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,354	955,220	19,10	2,56
AGREGADO FINO	0,303	730,843	14,62	1,96
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,60
AIRE	0,02	--	--	--

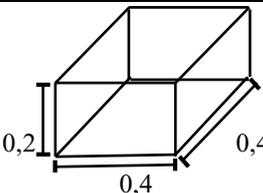
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.41: Dosificación en volumen aparente para 1m³ con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,67	m ³
AGREGADO FINO	0,52	m ³
AGUA	223,49	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.42: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj. (m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,81	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	2,18	2,00	Parihuelas	
AGUA	29,98	30	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

$$\text{CEMENTO} = 7,45 \text{ Sacos/m}^3$$

$$\text{VOL. DE A. GRUESO} = (0,09 \text{ m}^3/\text{saco}) / 3$$

$$\text{VOL. DE LA PARIHUELA} = (\text{Area de la parihuela}) * (\text{Altura de la parihuela})$$

$$\text{ÁREA DE PARIHUELA} = 0,16 \text{ m}^2$$

$$\text{ALTURA DE PARIHUELA} = 0,19 \text{ m}$$

$$\text{VOL. DE A. FINO} = (0,07 \text{ m}^3/\text{saco}) / 2$$

$$\text{VOL. DE LA PARIHUELA} = (\text{Area de la parihuela}) * (\text{Altura de la parihuela})$$

$$\text{ÁREA DE PARIHUELA} = 0,16 \text{ m}^2$$

$$\text{ALTURA DE PARIHUELA} = 0,22 \text{ m}$$

Tabla 2.43: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.19
ARENA HOMOGENIZADA	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.22
AGUA	30 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.5 Diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.44: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena homogenizada de Agresa

MATERIAL	P.V.S.S kg/m ³	P.V.S.C kg/m ³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
AGREGADO FINO	1445,67	1586,58	2,427	3,40	9,98	6,16

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.45: Dosificación en peso con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	880,72	906,65	0,336
AGREGADO FINO	730,23	778,17	0,321
AGUA	278,87	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2262,54	2262,54	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.46: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,336	906,649	18,13	2,43
AGREGADO FINO	0,321	778,166	15,56	2,09
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,60
AIRE	0,02	--	--	--

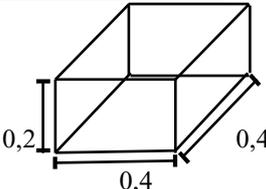
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.47: Dosificación en volumen aparente para 1 m³ con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,64	m ³
AGREGADO FINO	0,54	m ³
AGUA	223,49	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.48: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Agresa y ripio de 1/2 de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,67	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	2,26	2,00	Parihuelas	
AGUA	29,98	30	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,086	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,18	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,07	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,22	m

Tabla 2.49: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.18
ARENA HOMOGENIZADA	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.22
AGUA	30 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.6 Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.50: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena para hormigón de Picoazá

MATERIAL	P.V.S.S kg/m ³	P.V.S.C kg/m ³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
AGREGADO FINO	1496,6	1640,62	2,402	3,20	7,84	6,16

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.51: Dosificación en peso con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	912,17	939,03	0,348
AGREGADO FINO	695,66	741,32	0,309
AGUA	277,52	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2258,08	2258,08	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.52: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,348	939,030	18,78	2,52
AGREGADO FINO	0,309	741,323	14,83	1,99
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,60
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.53: Dosificación volumen aparente para 1m³ con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,66	m ³
AGREGADO FINO	0,50	m ³
AGUA	223,49	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.54: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,76	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	2,08	2,00	Parihuelas	
AGUA	29,98	30	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,088	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,18	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,067	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,21	m

Tabla 2.55: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.18
ARENA PARA HORMIGÓN	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.21
AGUA	30 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.7 Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.56: Propiedades del cemento, ripio de 1/2 de Uruzca y arena para hormigón de Chorrillo

MATERIAL	P.V.S.S kg/m ³	P.V.S.C kg/m ³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
AGREGADO FINO	1551,85	1661,04	2,431	3,45	10,02	6,85

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.57: Dosificación en peso con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	864,99	890,46	0,330
AGREGADO FINO	739,65	794,04	0,327
AGUA	284,86	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2262,22	2262,22	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.58: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DEHORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,330	890,459	17,81	2,39
AGREGADO FINO	0,327	794,037	15,88	2,13
AGUA	0,225	224,906	224,91	0,60
AIRE	0,02	--	--	--

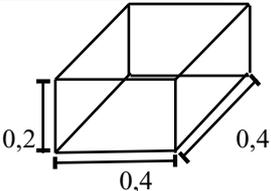
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.59: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,62	m ³
AGREGADO FINO	0,51	m ³
AGUA	224,91	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.60: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,62	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	2,14	2,00	Parihuelas	
AGUA	30,17	30	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,083	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Área de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,17	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,068	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Área de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,21	m

Tabla 2.61: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.17
ARENA PARA HORMIGÓN	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.21
AGUA	30 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.8 Diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.62: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca y arena unificada de Caliza Huayco

MATERIAL	P.V.S.S kg/m ³	P.V.S.C kg/m ³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
AGREGADO FINO	1563,39	1711,19	2,431	3,40	7,99	3,09

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.63: Dosificación en peso con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	880,72	906,65	0,336
AGREGADO FINO	755,36	779,45	0,321
AGUA	255,02	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2263,83	2263,83	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.64: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,336	906,649	18,13	2,43
AGREGADO FINO	0,321	779,449	15,59	2,09
AGUA	0,217	217,198	217,20	0,58
AIRE	0,02	--	--	--

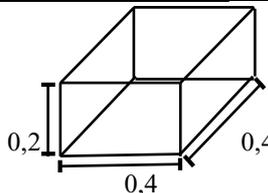
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.65: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,64	m ³
AGREGADO FINO	0,50	m ³
AGUA	217,20	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.66: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,67	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	2,09	2,00	Parihuelas	
AGUA	29,14	29	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,086	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,18	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,067	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,21	m

Tabla 2.67: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.18
ARENA UNIFICADA (HUAYCO)	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.21
AGUA	29 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.9 Diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.68: Propiedades del cemento, ripio de 1/2 de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil

MATERIAL	P.V.S.S kg/m ³	P.V.S.C kg/m ³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
ARENA HOMOGENIZADA	1551,85	1661,04	2,431	2,50	10,02	6,85
ARENA DE RÍO	1415,15	1540,76	2,498		7,55	2,65

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.69: Dosificación en peso utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	1022,26	1052,36	0,390
ARENA PARA HORMIGÓN	452,82	486,12	0,133
ARENA DE RÍO	162,09	166,51	0,133
AGUA	272,81	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2282,71	2282,71	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.70: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m ³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m ³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,390	1052,361	21,05	2,82
ARENA PARA HORMIGÓN	0,133	324,079	6,48	0,87
ARENA DE RÍO	0,133	333,011	6,66	0,89
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,62
AIRE	0,02	--	--	--

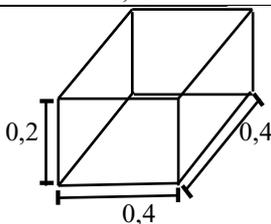
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.71: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,74	m ³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,21	m ³
ARENA DE RÍO	0,24	m ³
AGUA	230,34	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.72: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	3,10	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	0,88	1,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,99	1,00	Parihuelas	
AGUA	30,90	31	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,10	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,21	m
VOL. DE A. PARA HORMIGÓN	=	0,028	m ³ /saco
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,032	m ³ /saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,18	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,20	m

Tabla 2.73: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.21
ARENA PARA HORMIGÓN	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.18
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.20
AGUA	31 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.10 Diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.74: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil

MATERIAL	P.V.S.S kg/m³	P.V.S.C kg/m³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
ARENA PARA HORMIGÓN	1551,85	1661,04	2,431	2,82	10,02	6,85
ARENA DE RÍO	1415,15	1540,76	2,498		7,55	2,65

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.75: Dosificación en peso utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRIC SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRIC (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	971,94	1000,55	0,371
ARENA PARA HORMIGÓN	420,71	451,65	0,186
ARENA DE RÍO	243,27	249,90	0,100
AGUA	271,18	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2279,82	2279,82	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.76: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,371	1000,552	20,01	2,68
ARENA PARA HORMIGÓN	0,186	451,645	9,03	1,21
ARENA DE RÍO	0,100	249,896	5,00	0,67
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,62
AIRE	0,02	--	--	--

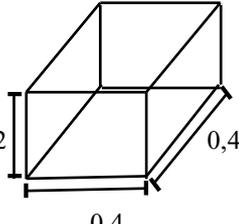
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.77: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,70	m ³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,29	m ³
ARENA DE RÍO	0,18	m ³
AGUA	230,34	kg/m ³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.78: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,94	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	1,22	1,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,74	1,00	Parihuelas	
AGUA	30,90	31	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,094	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Área de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,20	m
VOL. DE A. HOMOGENIZADA	=	0,039	m ³ /saco
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,024	m ³ /saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Área de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,24	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,15	m

Tabla 2.79: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.20
ARENA PARA HORMIGÓN	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.24
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.15
AGUA	31 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.6.11 Diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.37)

Tabla 2.80: Propiedades del cemento, ripio de ½ de Uruzca, arena de Chorrillo y arena de río de Guayaquil

MATERIAL	P.V.S.S kg/m³	P.V.S.C kg/m³	GRAV. ESP. (SSS)	M.F	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %
CEMENTO	--	--	3,15	--	--	--
AGREGADO GRUESO	1425,00	1574,00	2,698	--	--	2,86
ARENA PARA HORMIGÓN	1551,85	1661,04	2,431	2,97	10,02	6,85
ARENA DE RÍO	1415,15	1540,76	2,498		7,55	2,65

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.81: Dosificación en peso utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	372,73	372,73	0,118
AGREGADO GRUESO	948,35	976,27	0,362
ARENA PARA HORMIGÓN	500,72	537,54	0,221
ARENA DE RÍO	179,24	184,12	0,074
AGUA	274,62	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2275,65	2275,65	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.82: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,118	372,727	7,45	1,00
AGREGADO GRUESO	0,362	976,267	19,53	2,62
ARENA PARA HORMIGÓN	0,221	537,541	10,75	1,44
ARENA DE RÍO	0,074	184,119	3,68	0,49
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,62
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.83: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	7,45	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,69	m³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,35	m³
ARENA DE RÍO	0,13	m³
AGUA	230,34	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.84: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,87	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	1,45	2,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,55	1,00	Parihuelas	
AGUA	30,90	31	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	7,45	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,093	m3/saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,19	m
VOL. DE A. PARA HORMIGÓN	=	(0,047	m3/saco) /2
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,017	m3/saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,15	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,11	m

Tabla 2.85: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.19
ARENA PARA HORMIGÓN	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.15
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.11
AGUA	31 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7 Diseño de hormigón de 280 kg/cm² de acuerdo al método ACI 211

Como mencionamos anteriormente de que el proceso de diseño es el mismo para los distintos materiales, en este diseño también se detallará el proceso paso a paso para un solo material y en los demás solo se colocarán los resultados; los datos del proyecto serán los mismos para cada diseño, los cuales se detallan en la tabla 2.86.

Tabla 2.86: Datos del proyecto

RESISTENCIA f'_c	280	kg/cm ²
REVENIMIENTO	75 - 100	mm
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	19,00	mm

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.1 Diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.38)

CALCULO DE LA RESISTENCIA f'_{cr} (Ver tabla 1.3)

f'_c de diseño 280 kg/cm²

$f'_{cr} = f'_c + 84$ kg/cm² (Según ACI 318)

f'_{cr} 364 kg/cm²

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

Tabla 1.4: Cantidad de agua y porcentaje de aire

Asentamiento (mm)	Cantidad de agua (kg/m ³ de concreto para agregados de tamaño máximo)							
	10 mm	12,5 mm	19 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
30 a 50	205	200	190	180	160	155	145	125
75 a 100	225	215	205	195	175	170	160	140
150 a 180	240	230	215	205	185	180	170	***
Contenido de aire atrapado (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Adaptada del ACI 211.1 y del ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

Contenido de agua 205 kg/m³

Contenido de aire 2,0 %

RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$

$A/C = 0,46$

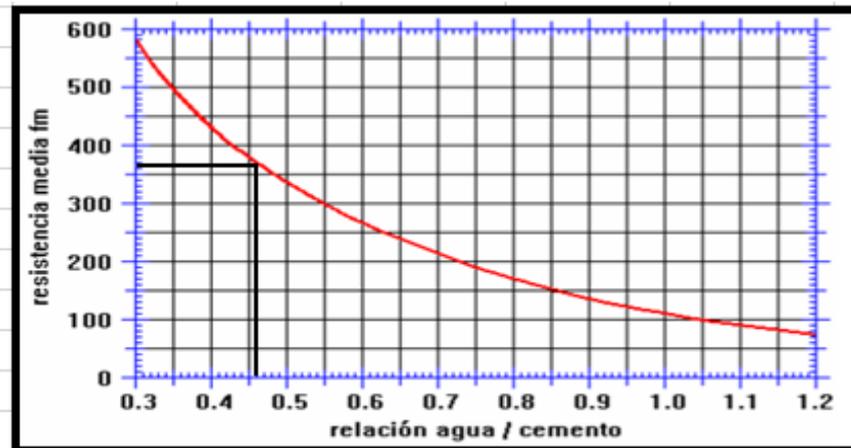


Figura (1.11) A. M. Neville. Relación agua / cemento

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

Despejando

$$\frac{A}{C} = 0,46$$

$$C = \frac{A}{0,46}$$

$$C = \frac{205}{0,46}$$

$$C = 445,652 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto el contenido de cemento será = 445,652 kg/m³

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Tabla 1.5: Volumen de agregado grueso

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen del agregado grueso compactado con varilla, por volumen de concreto para módulo de finura de la arena de:							
	2,40	2,60	2,80	3,00	3,10	3,2	3,4	3,6
10	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,42	0,40	0,38
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47
19	0,66	0,64	0,62	0,6	0,59	0,58	0,56	0,54
25	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,63	0,61	0,59
40	0,75	0,73	0,71	0,69	0,68	0,67	0,65	0,63
50	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,70	0,68	0,66
70	0,82	0,80	0,78	0,76	0,75	0,74	0,72	0,71
150	0,87	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	0,77	0,75

Adaptada del ACI 211.1 y del ACI 318

(Fuente: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>)

Nota: Los valores de módulo de finura mayores a 3 de la tabla 1.5 se extrapolaron, porque en el ACI solo constan valores de hasta 3.

Contenido de agregado grueso = 0,59

Peso del agregado grueso seco = 928,66 kg

Peso del agregado grueso (s.s.s.) = 955,22 kg

VOLUMEN ABSOLUTO (m³)

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{445,652}{3150} = 0,141 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agua} = \frac{205}{1000} = 0,205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = \frac{955,22}{2698} = 0,354 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de aire confinado} = \frac{2,00}{100} = 0,02 \text{ m}^3$$

VOLUMEN TOTAL DE MATERIALES EXCEPTO ARENA	0,721	m ³
--	-------	----------------

Volumen de agregado fino (S.S.S.)

$$1\text{m}^3 - \text{Vol. Cemento} - \text{Vol. Agua} - \text{Vol. Ripio} - \text{Vol. Aire} = 0,279 \text{ m}^3$$

Tabla 2.87: Dosificación en peso con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	927,90	955,22	0,354
AGREGADO FINO	633,36	674,93	0,279
AGUA	273,90	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2280,81	2280,81	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.88: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,354	955,220	19,10	2,14
AGREGADO FINO	0,279	674,934	13,50	1,51
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,50
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.89: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,67	m³
AGREGADO FINO	0,48	m³
AGUA	223,49	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.90: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,35	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	1,68	2,00	Parihuelas	
AGUA	25,07	25	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,075	m ³ /saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,16	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,054	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,17	m

Tabla 2.91: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.16
ARENA HOMOGENIZADA	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.17
AGUA	25 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.2 Diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.44)

Tabla 2.92: Dosificación en peso con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	880,72	906,65	0,336
AGREGADO FINO	677,51	721,98	0,297
AGUA	275,40	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2279,28	2279,28	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.93: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,336	906,649	18,13	2,03
AGREGADO FINO	0,297	721,980	14,44	1,62
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,50
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.94: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,64	m³
AGREGADO FINO	0,50	m³
AGUA	223,49	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.95: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,23	2,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	1,75	2,00	Parihuelas	
AGUA	25,07	25	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,072	m3/saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,22	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,056	m3/saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,18	m

Tabla 2.96: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.22
ARENA HOMOGENIZADA	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.18
AGUA	25 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.3 Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.50)

Tabla 2.97: Dosificación en peso con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	912,17	939,03	0,348
AGREGADO FINO	643,47	685,71	0,285
AGUA	274,10	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2275,40	2275,40	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.98: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,348	939,030	18,78	2,11
AGREGADO FINO	0,285	685,715	13,71	1,54
AGUA	0,223	223,491	223,49	0,50
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.99: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,66	m³
AGREGADO FINO	0,46	m³
AGUA	223,49	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.100: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,31	3,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	1,61	2,00	Parihuelas	
AGUA	25,07	25	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,074	m3/saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,15	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,052	m3/saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,16	m

Tabla 2.101: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.15
ARENA PARA HORMIGÓN	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.16
AGUA	25 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.4 Diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.56)

Tabla 2.102: Dosificación en peso con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	864,99	890,46	0,330
AGREGADO FINO	687,22	737,76	0,303
AGUA	281,00	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2278,87	2278,87	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.103: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,330	890,459	17,81	2,00
AGREGADO FINO	0,303	737,757	14,76	1,66
AGUA	0,225	224,906	224,91	0,50
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.104: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,62	m³
AGREGADO FINO	0,48	m³
AGUA	224,91	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.105: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,19	2,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	1,67	2,00	Parihuelas	
AGUA	25,23	25	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,07	m3/saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,22	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,053	m3/saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,17	m

Tabla 2.106: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.22
ARENA PARA HORMIGÓN	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.17
AGUA	25 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.5 Diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.62)

Tabla 2.107: Dosificación en peso con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	880,72	906,65	0,336
AGREGADO FINO	700,82	723,17	0,297
AGUA	253,28	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2280,47	2280,47	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.108: Dosificación en peso por m³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,336	906,649	18,13	2,03
AGREGADO FINO	0,297	723,170	14,46	1,62
AGUA	0,217	217,198	217,20	0,49
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.109: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,64	m³
AGREGADO FINO	0,46	m³
AGUA	217,20	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.110: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,23	2,00	Parihuelas	
AGREGADO FINO	1,62	2,00	Parihuelas	
AGUA	24,36	24	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m ³
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,07	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,22	m
VOL. DE A. FINO	=	(0,05	m ³ /saco) /2
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m ²
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,16	m

Tabla 2.111: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.22
ARENA UNIFICADA (HUAYCO)	2 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.16
AGUA	24 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.6 Diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DE PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.74)

Tabla 2.112: Dosificación en peso utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	971,94	1000,55	0,371
ARENA PARA HORMIGÓN	386,63	415,06	0,171
ARENA DE RÍO	223,57	229,66	0,092
AGUA	268,13	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2295,92	2295,92	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.113: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,371	1000,552	20,01	2,25
ARENA PARA HORMIGÓN	0,171	415,064	8,30	0,93
ARENA DE RÍO	0,092	229,655	4,59	0,52
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,52
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.114: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,70	m³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,27	m³
ARENA DE RÍO	0,16	m³
AGUA	230,34	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.115: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,46	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	0,94	1,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,57	1,00	Parihuelas	
AGUA	25,84	26	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,079	m3/saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,16	m
VOL. DE A. PARA HORMIGÓN	=	0,03	m3/saco
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,018	m3/saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,19	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,11	m

Tabla 2.116: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.16
ARENA PARA HORMIGÓN	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.19
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.11
AGUA	26 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.7 Diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.68)

Tabla 2.117: Dosificación en peso utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	1022,26	1052,36	0,390
ARENA PARA HORMIGÓN	413,50	443,91	0,122
ARENA DE RÍO	148,02	152,05	0,122
AGUA	269,53	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2298,97	2298,97	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.118: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,390	1052,361	21,05	2,36
ARENA PARA HORMIGÓN	0,122	295,939	5,92	0,66
ARENA DE RÍO	0,122	304,095	6,08	0,68
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,52
AIRE	0,02	--	--	--

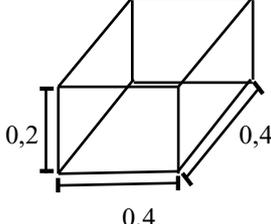
(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.119: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,74	m³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,19	m³
ARENA DE RÍO	0,21	m³
AGUA	230,34	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.120: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,59	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	0,67	1,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,75	1,00	Parihuelas	
AGUA	25,84	26	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,083	m3/saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,17	m
VOL. DE A. PARA HORMIGÓN	=	0,02	m3/saco
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,023	m3/saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,13	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,15	m

Tabla 2.121: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.17
ARENA PARA HORMIGÓN	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.16
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.15
AGUA	26 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.7.8 Diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

DATOS DEL PROYECTO (Ver tabla 2.86)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Ver tabla 2.80)

Tabla 2.122: Dosificación en peso utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN			
MATERIAL	PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)
CEMENTO	445,65	445,65	0,141
AGREGADO GRUESO	948,35	976,27	0,362
ARENA PARA HORMIGÓN	461,40	495,33	0,204
ARENA DE RÍO	165,16	169,66	0,068
AGUA	271,35	205,00	0,205
AIRE	-	-	0,02
PESO TOTAL	2291,91	2291,91	1,000

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.123: Dosificación en peso por m³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PESO POR METRO CUBICO DE HORMIGÓN				
MATERIAL	VOLUMEN (S.S.S.) (m³)	PESO VOLUMETRICO (S.S.S.) (kg/m³)	SACOS DE CEMENTO POR M3	SACOS POR UNIDAD DE CEMENTO
CEMENTO	0,141	445,652	8,91	1,00
AGREGADO GRUESO	0,362	976,267	19,53	2,19
ARENA PARA HORMIGÓN	0,204	495,331	9,91	1,11
ARENA DE RÍO	0,068	169,661	3,39	0,38
AGUA	0,230	230,338	230,34	0,52
AIRE	0,02	--	--	--

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.124: Dosificación en volumen aparente para 1m³ de concreto utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN APARENTE (S.S.S.) PARA 1 M³		
CEMENTO	8,91	Sacos
AGREGADO GRUESO	0,69	m³
ARENA PARA HORMIGÓN	0,32	m³
ARENA DE RÍO	0,12	m³
AGUA	230,34	kg/m³

(Realizado por: Eder Toarez)

Tabla 2.125: Dosificación en parihuelas para 1 saco de cemento utilizando el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS PARA 1 SACO DE CEMENTO				
DIMENSIONES DE LA CAJONETA	a (m)	b (m)	h (m)	Vol. Caj.(m³)
	0,40	0,40	0,20	0,032
CEMENTO	1	1	Saco	
AGREGADO GRUESO	2,40	3,00	Parihuelas	
ARENA PARA HORMIGÓN	1,12	1,00	Parihuelas	
ARENA DE RÍO	0,42	1,00	Parihuelas	
AGUA	25,84	26	lts.	

(Realizado por: Eder Toarez)

VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE LA PARIHUELA

CEMENTO	=	8,91	Sacos/m3
VOL. DE A. GRUESO	=	(0,077	m3/saco) /3
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,16	m
VOL. DE A. PARA HORMIGÓN	=	0,036	m3/saco
VOL. DE A. DE RÍO	=	0,013	m3/saco
VOL. DE LA PARIHUELA	=	(Area de la parihuela)*(Altura de la parihuela)	
ÁREA DE PARIHUELA	=	0,16	m2
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,22	m
ALTURA DE PARIHUELA	=	0,08	m

Tabla 2.126: Dosificación final por saco

DOSIFICACIÓN FINAL POR SACO	
CEMENTO	1 SACO
RIPIO 1/2	3 PARIHUELAS DE 0.40 X 0.40 X 0.16
ARENA PARA HORMIGÓN	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.22
ARENA DE RÍO	1 PARIHUELA DE 0.40 X 0.40 X 0.08
AGUA	26 lts

(Realizado por: Eder Toarez)

2.8 Resultados de ensayos de resistencia a la compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573

Cada diseño de hormigón descrito en la sección 2.7, fue elaborado y sometido a un ensayo de resistencia a la compresión para medir su resistencia a los 7, 14 y 28 días. Se realizaron 8 diseños para hormigón de 210 kg/cm² y 8 para hormigón de 280 kg/cm², elaborando 3 cilindros por cada diseño dando un total de 48 especímenes.

2.8.1 Resultados de roturas de cilindros cuya resistencia es de 210 kg/cm².

2.8.1.1 Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.127: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	22-jul-15	29-jul-15	7	210	176,7	20426	115,60	55,05%	60%
2	22-jul-15	05-ago-15	14			29395,6	166,36	79,22%	80%
3	22-jul-15	19-ago-15	28			36929,67	209,00	99,52%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.1: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.2: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.2 Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.128: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	23-jul-15	30-jul-15	7	210	176,7	17791,4	100,69	47,95%	60%
2	23-jul-15	06-ago-15	14			25395,6	143,72	68,44%	80%
3	23-jul-15	20-ago-15	28			33424,1	189,16	90,07%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.3: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

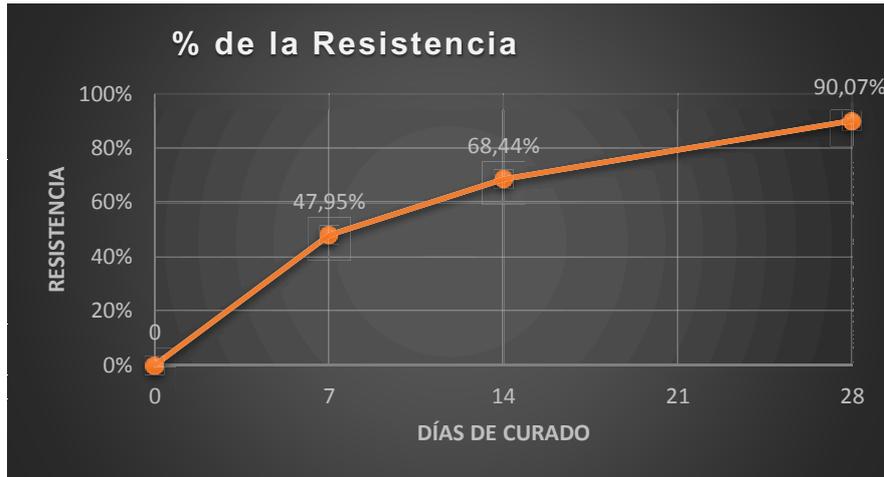


Figura 2.4: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.3 Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.129: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	23-jul-15	30-jul-15	7	210	176,7	19100,7	108,10	51,47%	60%
2	23-jul-15	06-ago-15	14			28725,99	162,57	77,41%	80%
3	23-jul-15	20-ago-15	28			35783,42	202,51	96,43%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.5: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

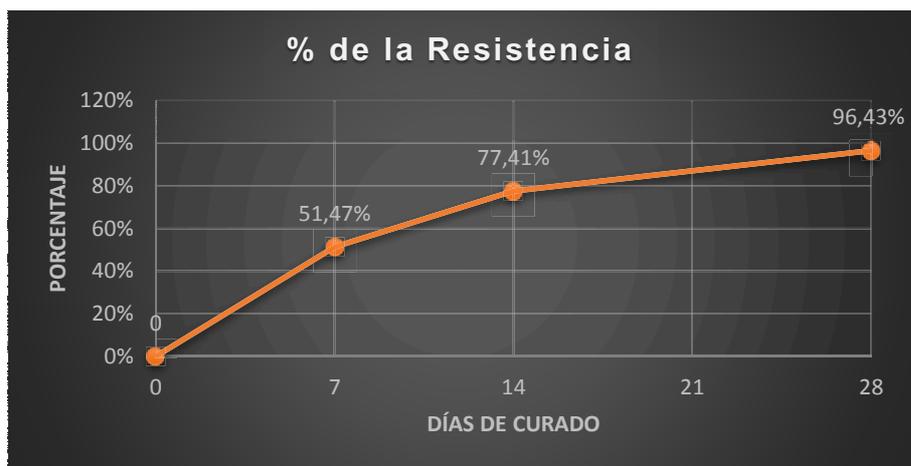


Figura 2.6: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.4 Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.130: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	24-jul-15	31-jul-15	7	210	176,7	14583,9	82,53	39,30%	60%
2	24-jul-15	07-ago-15	14			21578,5	122,12	58,15%	80%
3	24-jul-15	21-ago-15	28			30124,4	170,48	81,18%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.7: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

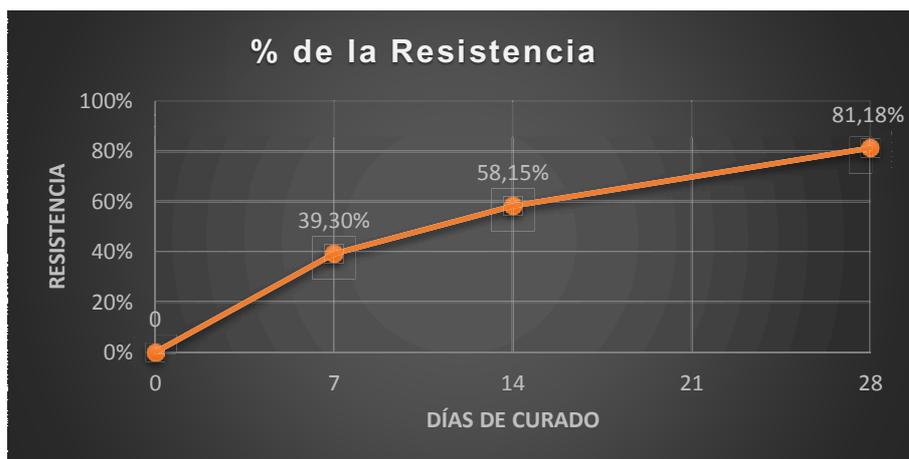


Figura 2.8: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.5 Resultado del diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.131: Resistencia a la compresión del diseño con arena unificada de caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	24-jul-15	31-jul-15	7	210	176,7	27772	157,17	74,84%	60%
2	24-jul-15	07-ago-15	14			32246,77	182,49	86,90%	80%
3	24-jul-15	21-ago-15	28			39075,4	221,1	105,28%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.9: Resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.10: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.6 Resultado del diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.132: Resistencia a la compresión del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	04-ago-15	11-ago-15	7	210	176,7	21359,9	120,88	57,56%	60%
2	04-ago-15	18-ago-15	14			28833,2	163,18	77,70%	80%
3	04-ago-15	01-sep-15	28			34973,72	197,93	94,25%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.11: Resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.12: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.7 Resultado del diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.133: Resistencia a la compresión del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	04-ago-15	11-ago-15	7	210	176,7	22819,3	129,14	61,50%	60%
2	04-ago-15	18-ago-15	14			29914,3	169,29	80,62%	80%
3	04-ago-15	01-sep-15	28			37921,22	214,61	102,19%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.13: Resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.14: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.1.8 Resultado del diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.134: Resistencia a la compresión del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	04-ago-15	11-ago-15	7	210	176,7	21089	119,35	56,83%	60%
2	04-ago-15	18-ago-15	14			28365,88	160,53	76,44%	80%
3	04-ago-15	01-sep-15	28			34335,89	194,32	92,53%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.15: Resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.16: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca (Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2 Resultados de roturas de cilindros de resistencia 280 kg/cm².

2.8.2.1 Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.135: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	29-jul-15	05-ago-15	7	280	176,7	29345,4	166,07	59,31%	60%
2	29-jul-15	12-ago-15	14			38768,33	219,40	78,36%	80%
3	29-jul-15	26-ago-15	28			49125,16	278,01	99,29%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.17: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca (Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.18: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.2 Resultado del diseño con arena homogenizada de la cantera Agresa y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.136: Resistencia a la compresión del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	27-jul-15	03-ago-15	7	280	176,7	25928,4	146,74	52,41%	60%
2	27-jul-15	11-ago-15	14			32545,99	184,19	65,78%	80%
3	27-jul-15	24-ago-15	28			43744,68	247,56	88,42%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.19: Resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.20: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena homogenizada de Agresa y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.3 Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.137: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	27-jul-15	03-ago-15	7	280	176,7	28080	158,91	56,75%	60%
2	27-jul-15	11-ago-15	14			37785,99	213,84	76,37%	80%
3	27-jul-15	24-ago-15	28			47124,77	266,69	95,25%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.21: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.22: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Picoazá y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.4 Resultado del diseño con “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (MEGAROK) y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.138: Resistencia a la compresión del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	29-jul-15	05-ago-15	7	280	176,7	21570,1	122,07	43,60%	60%
2	29-jul-15	12-ago-15	14			27848,65	157,60	56,29%	80%
3	29-jul-15	26-ago-15	28			38521,35	218,00	77,86%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.23: Resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

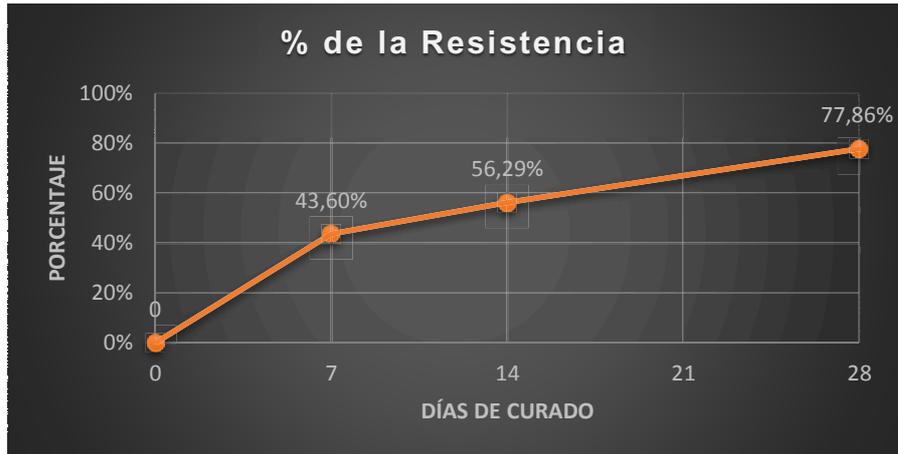


Figura 2.24: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena para hormigón de Chorrillo y ripio de ½ de Uruzca

(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.5 Resultado del diseño con “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.139: Resistencia a la compresión del diseño con arena unificada de caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm2)	AREA DE CILINDRO (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	%	ESP.
1	27-jul-15	03-ago-15	7	280	176,7	35324,81	199,91	71,40%	60%
2	27-jul-15	11-ago-15	14			42187,1	238,75	85,27%	80%
3	27-jul-15	24-ago-15	28			52978,11	299,82	107,08%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.25: Resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.26: Porcentaje de la resistencia del diseño con arena unificada de Caliza Huayco y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.6 Resultado del diseño utilizando 50% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 50% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.140: Resistencia a la compresión del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	05-ago-15	12-ago-15	7	280	176,7	28344,6	160,41	57,29%	60%
2	05-ago-15	19-ago-15	14			37925,6	214,63	76,65%	80%
3	05-ago-15	02-sep-15	28			47252,32	267,42	95,51%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.27: Resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.28: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 50% de arena de Chorrillo, 50% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.7 Resultado del diseño utilizando 65% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 35% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.141: Resistencia a la compresión del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	05-ago-15	12-ago-15	7	280	176,7	29835,44	168,85	60,30%	60%
2	05-ago-15	19-ago-15	14			39155,6	221,59	79,14%	80%
3	05-ago-15	02-sep-15	28			49546,77	280,40	100,14%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.29: Resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.30: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 65% de arena de Chorrillo, 35% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

2.8.2.8 Resultado del diseño utilizando 75% “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok), 25% arena de río de la ciudad de Guayaquil y ripio de ½ de la cantera Uruzca.

Tabla 2.142: Resistencia a la compresión del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca

Cilindro	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISEÑO (Kg/cm ²)	AREA DE CILINDRO (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	%	ESP.
1	05-ago-15	12-ago-15	7	280	176,7	27744,6	157,02	56,08%	60%
2	05-ago-15	19-ago-15	14			37425,6	211,80	75,64%	80%
3	05-ago-15	02-sep-15	28			46125,31	261,04	93,23%	100%

(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 2.31: Resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de ½ de Uruzca
(Realizado por: Eder Toarez)

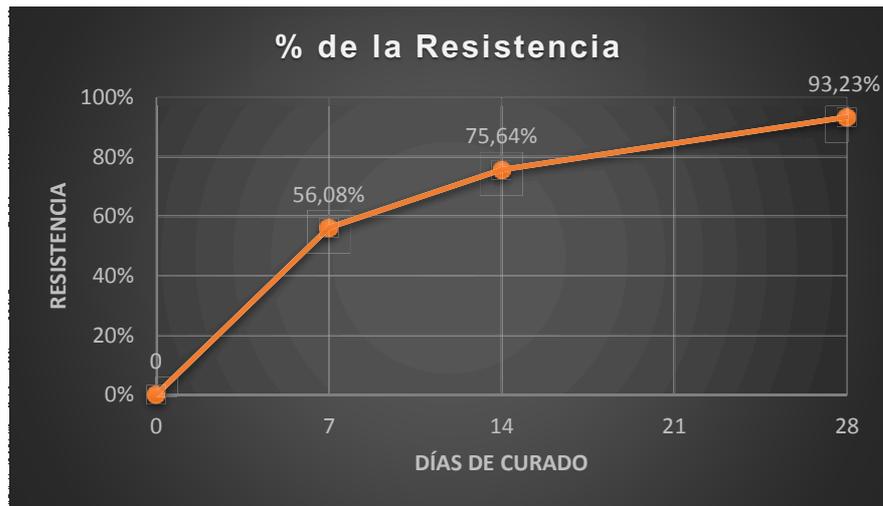


Figura 2.32: Porcentaje de la resistencia del diseño con el 75% de arena de Chorrillo, 25% de arena de río y ripio de $\frac{1}{2}$ de Uruzca

(Realizado por: Eder Toarez)

CAPITULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo, se efectúa el análisis de los resultados alcanzados en los ensayos realizados en capítulo anterior, evaluando cada uno de estos.

3.1 Comparación gráfica de resultados del ensayo de granulometría del agregado fino norma ASTM C33, NTE INEN 696:2011. Módulo de finura

En los siguientes gráficos se puede observar la distribución granulométrica de cada uno de los materiales en estudio y por ende verificar si estos están dentro de los límites establecidos por las normas correspondientes; la línea verde indica el porcentaje máximo pasante. La línea celeste indica el porcentaje mínimo pasante y la línea amarilla corresponde a la granulometría del material ensayado. Si la línea amarilla está por encima de la línea verde (límite máximo), indica que el material que pasa el tamiz es muy fino; por el contrario si la línea amarilla está por debajo de la línea celeste (límite mínimo), indica que el material que pasa el tamiz es muy grueso. Estos límites a más del módulo de finura permiten distinguir cuando el tipo de arena fina o gruesa, tal como se muestran a continuación:

3.1.1 Curva granulométrica de la arena homogenizada de la cantera Picoazá (Megarok).

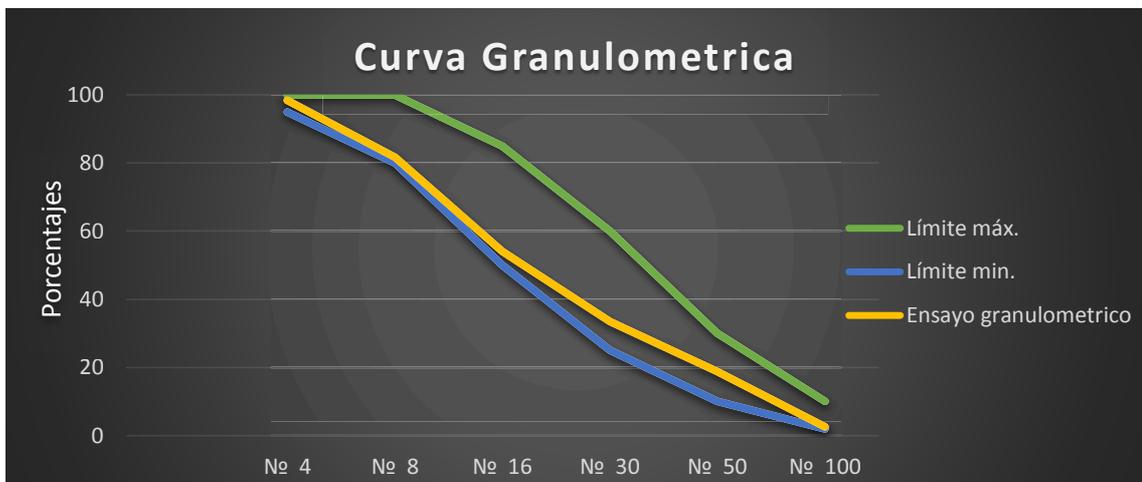


Figura 3.1: Curva granulométrica de la arena homogenizada de Picoazá

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.1, se aprecia que la curva granulométrica está más cercana al límite mínimo pasante, lo que indica que es una arena gruesa. Sin embargo el agregado está dentro del límite máximo y mínimo que establece la norma. El módulo de finura de este agregado es 3,1.

3.1.2 Curva granulométrica de la arena homogenizada de la cantera Agresa.

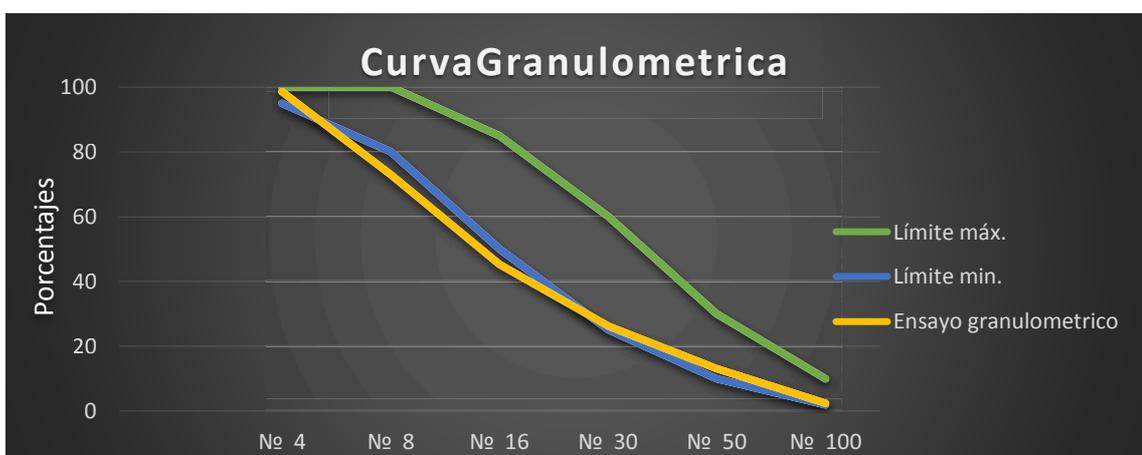


Figura 3.2: Curva granulométrica de arena homogenizada de la Agresa.

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.2, se observa que en este agregado la curva granulométrica se sale del límite mínimo establecido. En el tamiz № 8 y № 16 no se cumplen con los porcentajes pasantes, por lo que este agregado es una arena muy gruesa que está fuera de los límites establecidos. El módulo de finura de este agregado es 3,41.

3.1.3 Curva granulométrica de la “arena para hormigón” de la cantera Picoazá (Megarok).

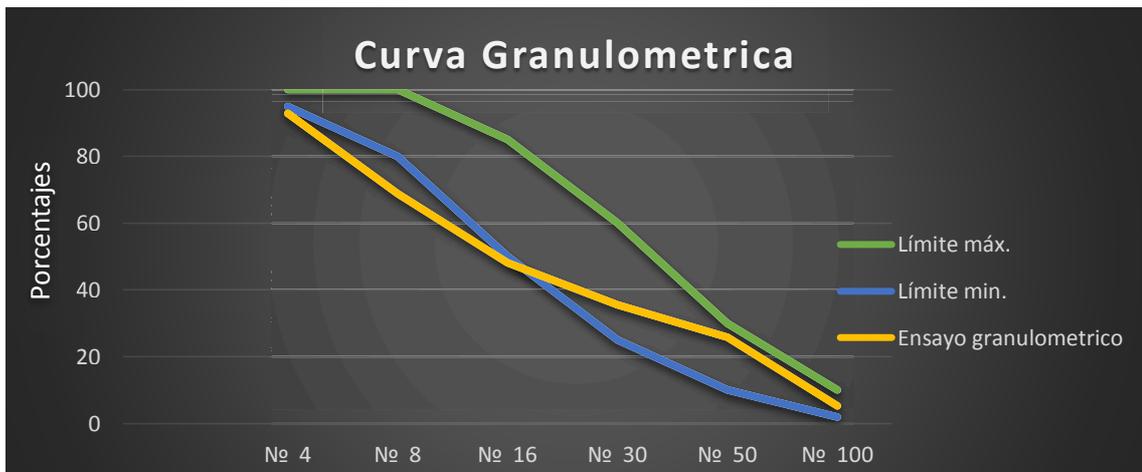


Figura 3.3: Curva granulométrica de la arena para hormigón de Picoazá
(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.3, se observa que la curva granulométrica de este agregado se sale del límite mínimo correspondiente. Se nota que en los tamices № 4, 8 y 16 no se cumplen los porcentajes pasantes. En los tamices № 30, 50 y 100 se compensa en gran parte el material más fino pero no es suficiente para que por lo menos cumpla su módulo de finura. El módulo de finura de este agregado es 3,23.

3.1.4 Curva granulométrica de la “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo (Megarok).

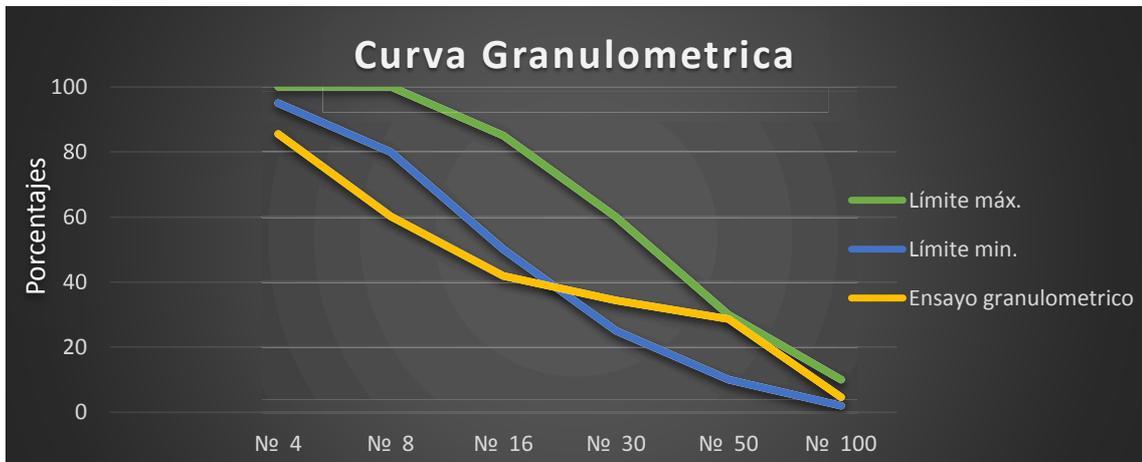


Figura 3.4: Curva granulométrica de la arena para hormigón de Chorrillo

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.4, se observa que la curva granulométrica se sale excesivamente del límite mínimo en los tamices Nº 4, 8, 16, lo cual indica que una arena muy gruesa. En los tamices Nº 30, 50 y 100 se compensa en gran parte el material más fino pero no es suficiente para que por lo menos cumpla su módulo de finura cuyo valor es de 3,44.

3.1.5 Curva granulométrica de “arena unificada” de la cantera Caliza Huayco.

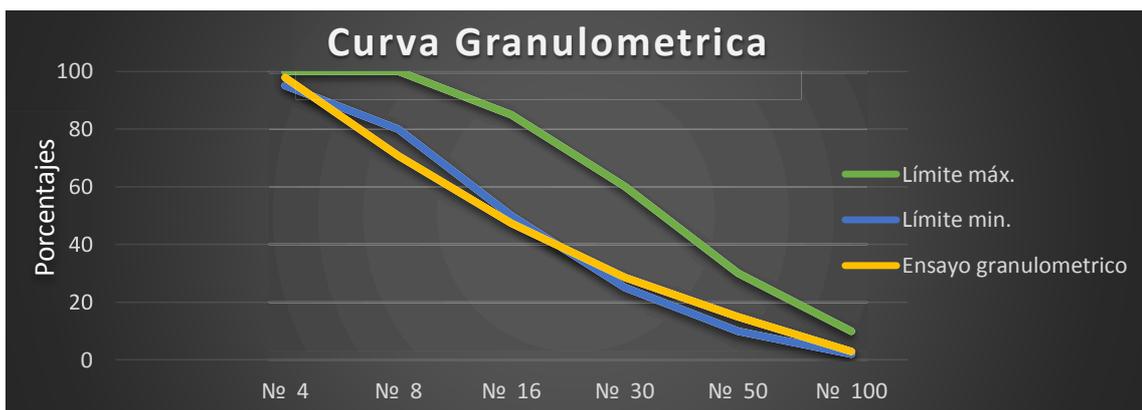


Figura 3.5: Curva granulométrica de la arena unificada de Caliza Huayco

(Realizado por: Eder Toarez)

En este tipo de agregado se nota que la curva granulométrica se sale apenas desviada del límite mínimo en los tamices № 8 y № 16 (figura 3.5), lo cual indica que se trata de una arena gruesa, El módulo de finura de este agregado es 3,37.

3.1.6 Curva granulométrica de la relación 50% “arena para hormigón” Chorrillo y 50% arena de río.

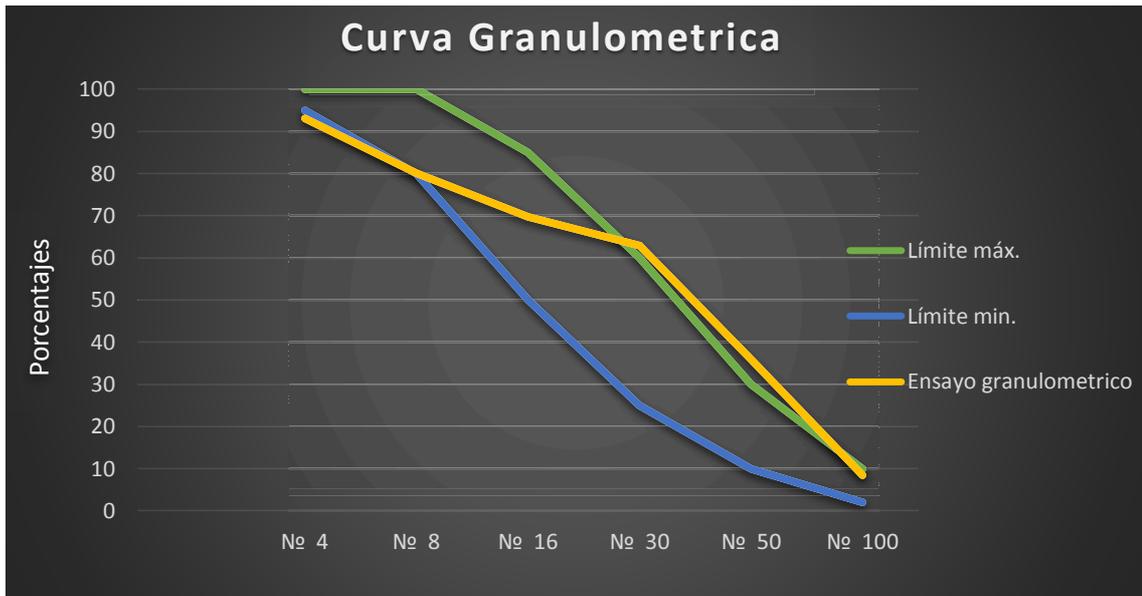


Figura 3.6: Curva granulométrica de la relación 50% arena para hormigón de Chorrillo y 50% de arena de río

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.6, se nota que en los tamices № 4, 30 y 50 la curva granulométrica se sale de los límites establecidos. Con esta relación se mejoró en gran parte la cantidad de finos, lo cual permitió reducir su módulo de finura de 3,44 a 2,5, cumpliendo con la norma en este parámetro pero no en la granulometría.

3.1.7 Curva granulométrica de la relación 75% “arena para hormigón” Chorrillo y 25% arena de río.

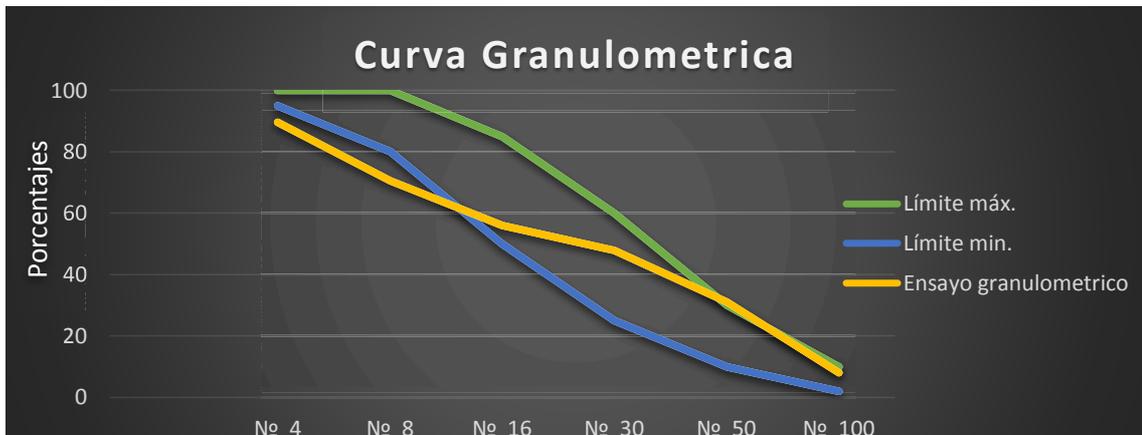


Figura 3.7: Curva granulométrica de la relación 75% arena para hormigón de Chorrillo y 25% de arena de río

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.7, se observa que con esta relación el material no cumple la granulometría en los tamices No 4, 8 y 50, con esta relación también se mejora en gran parte la cantidad de finos reduciendo su módulo de finura de 3,44 a 2,97, permitiendo cumplir con el módulo de finura pero no con la granulometría.

3.1.8 Curva granulométrica de la relación 60% “arena para hormigón” Chorrillo y 40% arena de río.

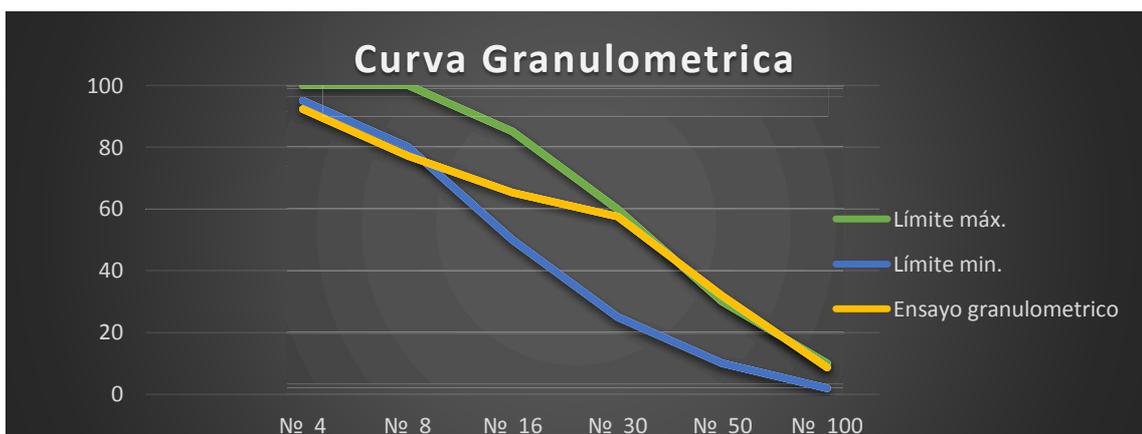


Figura 3.8: Curva granulométrica de la relación 60% arena para hormigón de Chorrillo y 40% de arena de río

(Realizado por: Eder Toarez)

Con esta relación se aprecia una mejor distribución granulométrica de las partículas en comparación a las relaciones anteriores, tal como se muestra en la figura 3.8. La curva sale apenas desviada de los límites en los tamices № 4, 8 y 50. El módulo de finura mejoró de 3,44 a 2,67 tal como se demostró en los ensayos.

3.1.9 Curva granulométrica de la relación 65% “arena para hormigón” Chorrillo y 35% arena de río.

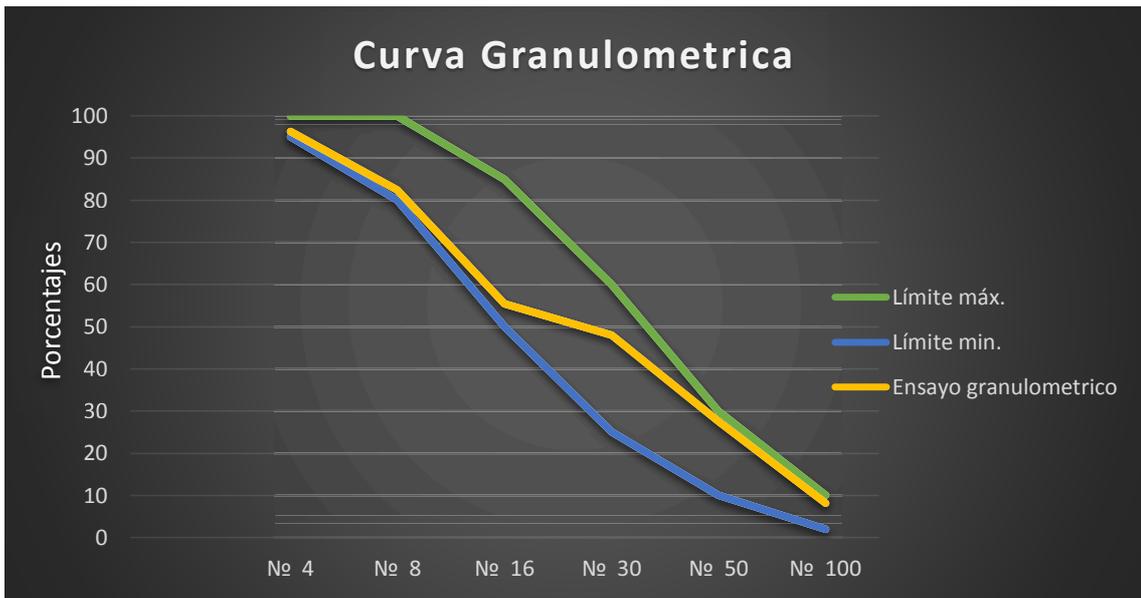


Figura 3.9: Curva granulométrica de la relación 65% arena para hormigón de Chorrillo y 35% de arena de río

(Realizado por: Eder Toarez)

Como se observa en la figura 3.9, con esta relación la curva está dentro los límites establecidos por las normas, cumpliendo con la granulometría, así como también se cumple con el módulo de finura el cual redujo de 3,44 a 2,82. Por lo tanto esta es la relación ideal para el material de la cantera Chorrillo.

3.1.10 Curva granulométrica de la arena de río de la ciudad de Guayaquil.

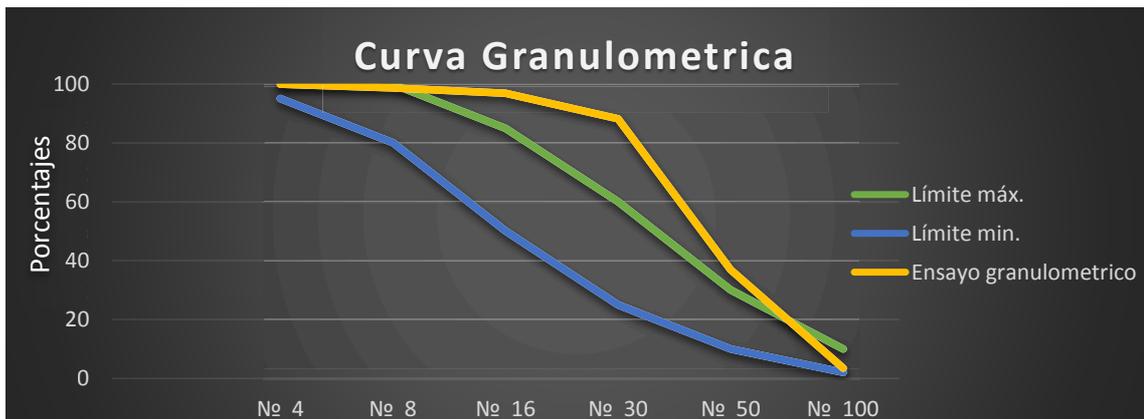


Figura 3.10: Curva granulométrica de la arena de río de Guayaquil

(Realizado por: Eder Toarez)

En este tipo de agregado se observa que la curva se sale excesivamente en los tamices No 16, 30 y 50 hacia el límite máximo permitido (figura 3.10), lo que indica que se trata de una arena fina. El módulo de finura de este agregado es de 1,76, el cual no cumple con la norma.

3.2 Comparación gráfica de los resultados del ensayo para la determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 mm (No. 200), mediante lavado. Norma NTE INEN 697:2010

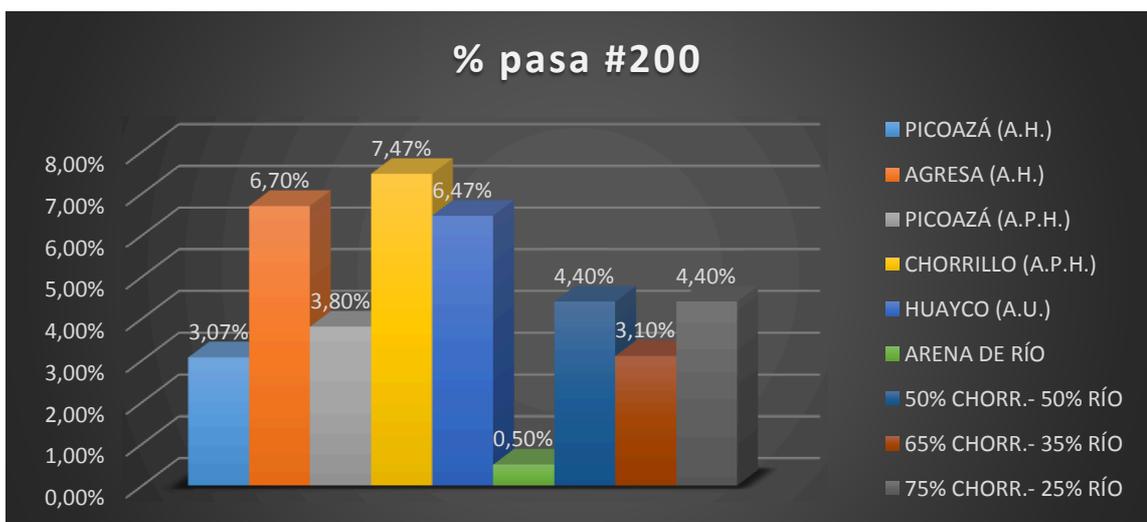


Figura 3.11: Comparación gráfica del material más fino que pasa el tamiz # 200

(Realizado por: Eder Toarez)

Siendo:

Arena homogenizada (A.H.)

Arena para hormigón (A.P.H.)

Arena Unificada (A.U.)

En la figura 3.11, con este ensayo se aprecia que los materiales de las canteras Agresa, Chorrillo y Huayco presentan un elevado porcentaje de material pasante el tamiz #200 (material limo arcilla), por lo tanto no cumplen lo especificado en la norma que como máximo permite un porcentaje del 5% del material más fino que pasa el tamiz #200. Sin embargo la norma INEN 872 (2011) literal 5.2.3, establece que este límite puede aumentar del 5 al 7%.

3.3 Comparación gráfica de resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino norma ASTM D2216-98, NTE INEN 862

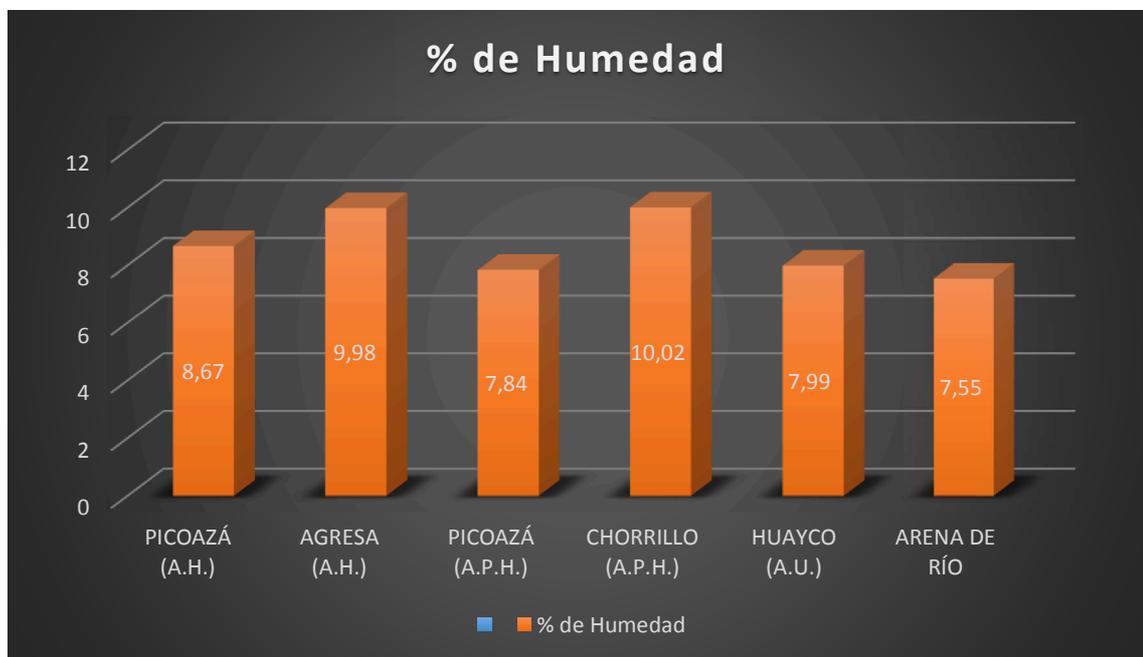


Figura 3.12: Comparación gráfica del contenido de humedad de los agregados

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.12, se puede notar los diferentes porcentajes de humedades que presentan estos agregados. Al ser materiales sometidos a un proceso de lavado van a tener

un contenido de humedad más elevado en comparación a otros agregados, el cual se debe tener en consideración al momento de aplicar la cantidad de agua en el hormigón.

3.4 Comparación gráfica de resultados del ensayo normalizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) para el agredo fino. Norma ASTM C2, NTE INEN858:2010



Figura 3.13: Comparación gráfica del peso unitario suelto de los agregados
(Realizado por: Eder Toarez)



Figura 3.14: Comparación gráfica del peso unitario compactado de los agregados
(Realizado por: Eder Toarez)

En las figuras 3.13 y 3.14, se muestran los pesos unitarios de los distintos materiales en estudio. Se aprecia que los materiales de las canteras Picoazá (A.P.H), Chorrillo y

Huayco presentan pesos mayores en comparación al resto de materiales. En el caso de los agregados finos solo se considera el peso unitario suelto en el diseño.

3.5 Comparación gráfica de los resultados del ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino norma ASTM C128, NTE INEN 856

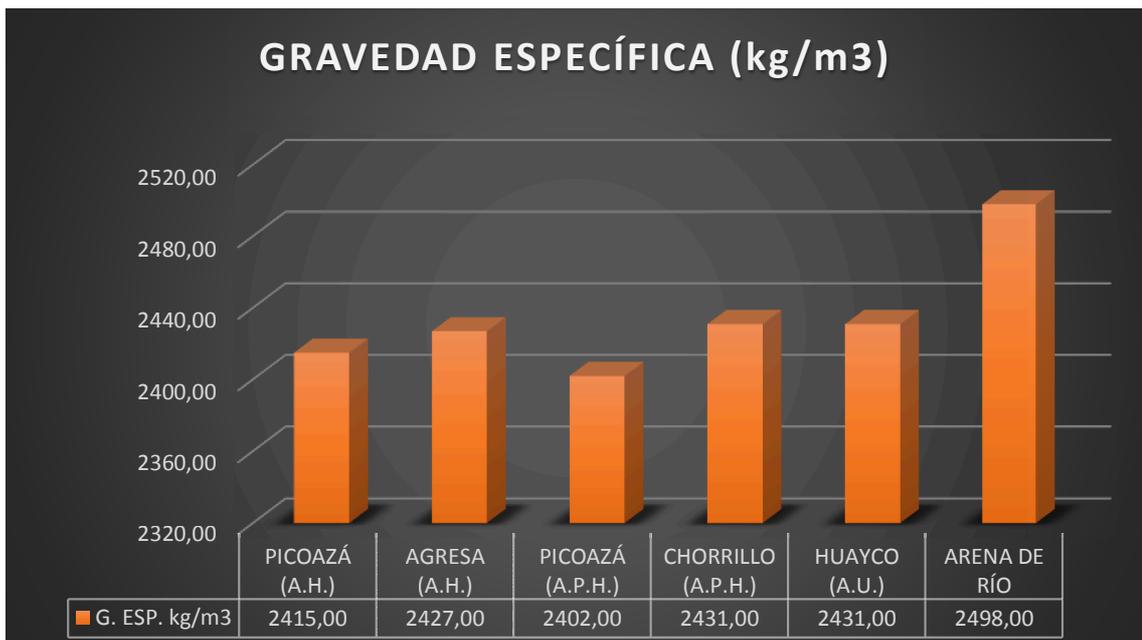


Figura 3.15: Comparación gráfica de la gravedad específica de los agregados

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.15, se observan los pesos específicos de los diferentes agregados finos. Se nota que la arena de río presenta un mayor peso específico que los otros materiales. Estos pesos son utilizados en el diseño de hormigones para el cálculo de los volúmenes correspondientes de los materiales empleados.

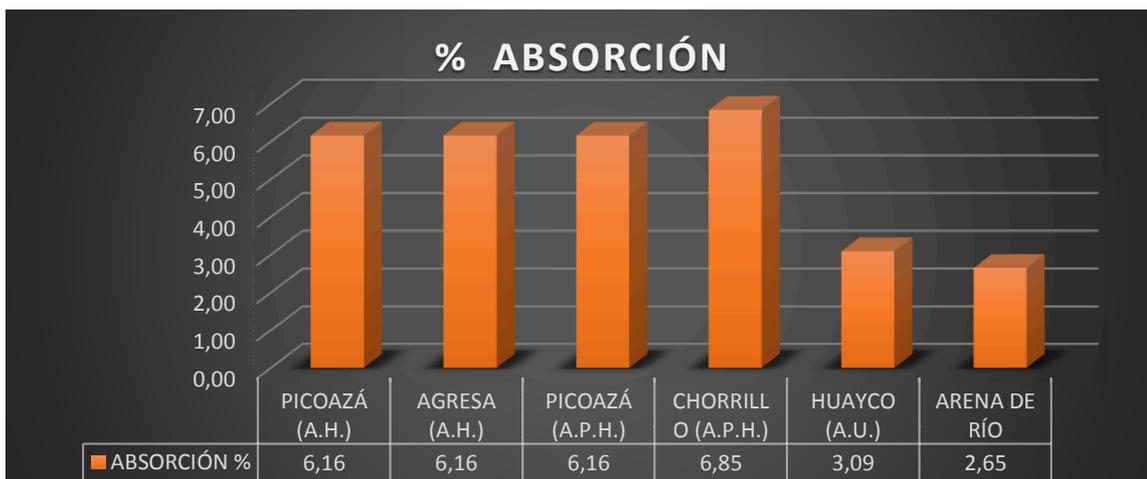


Figura 3.16: Comparación gráfica del porcentaje de absorción de los agregados

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.16, se observa que los materiales de las canteras Picoazá, Agresa y Chorrillo presentan porcentajes de absorción muy elevados, lo que indica que son materiales muy porosos, a diferencia del agregado de la planta Huayco y la arena de río que presentan porcentajes menores que los materiales de las plantas antes mencionadas.

3.6 Comparación gráfica de los resultados del ensayo para determinación de la estabilidad a la disgregación del agregado fino mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio norma ASTM C88, NTE INEN 863:2011



Figura 3.17: Comparación gráfica del desgaste a los sulfatos de los agregados

(Realizado por: Eder Toarez)

En la figura 3.17 se notan los diferentes porcentajes de desgaste que obtuvieron los agregados después del ensayo. Los materiales de las plantas Picoazá y Agresa presentan un porcentaje de desgaste similar, lo cual podría ser porque son materiales de una misma zona. El agregado de la planta Chorrillo es el que presenta mayor desgaste y por ende el más vulnerable ante el ataque de estos químicos, mientras que el material de la planta Huayco presentó un mejor comportamiento ante estos agentes. Sin embargo estos materiales exceden el porcentaje máximo establecido por la norma el cual es el 10% de desgaste, por lo tanto no cumplen con lo especificado.

3.7 Comparación gráfica de resultados de ensayos de resistencia a compresión axial norma ASTM C39, NTE INEN 1573

3.7.1 Resultados de roturas de cilindros del diseño cuya resistencia es de 210 kg/cm².

3.7.1.1 Rotura a los 7 días.



Figura 3.18: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 7 días

(Realizado por: Eder Toarez)

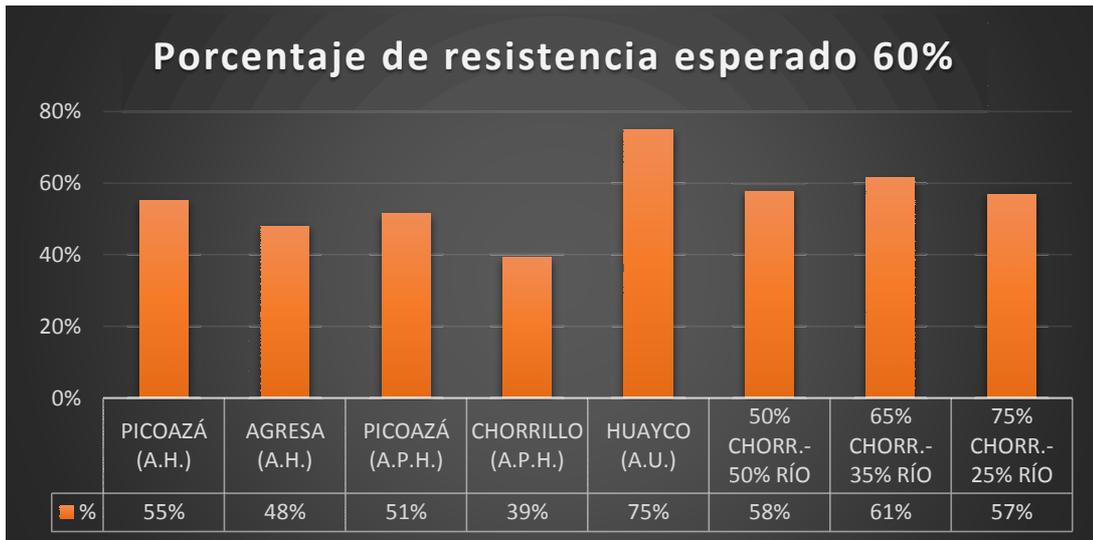


Figura 3.19: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 7 días

(Realizado por: Eder Toarez)

3.7.1.2 Roturas a los 14 días.



Figura 3.20: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 14 días

(Realizado por: Eder Toarez)

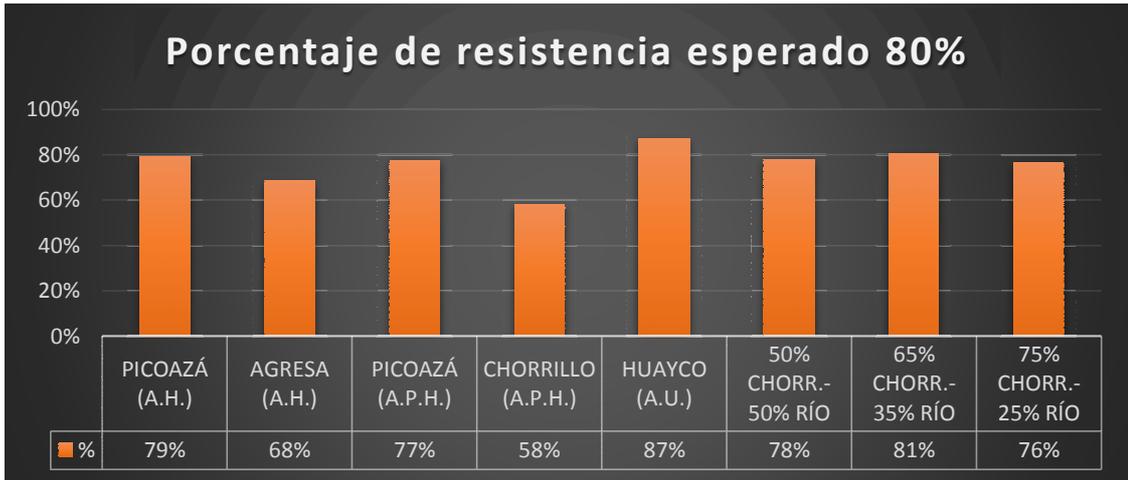


Figura 3.21: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 14 días

(Realizado por: Eder Toarez)

3.7.1.3 Rotura a los 28 días.



Figura 3.22: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 28 días

(Realizado por: Eder Toarez)

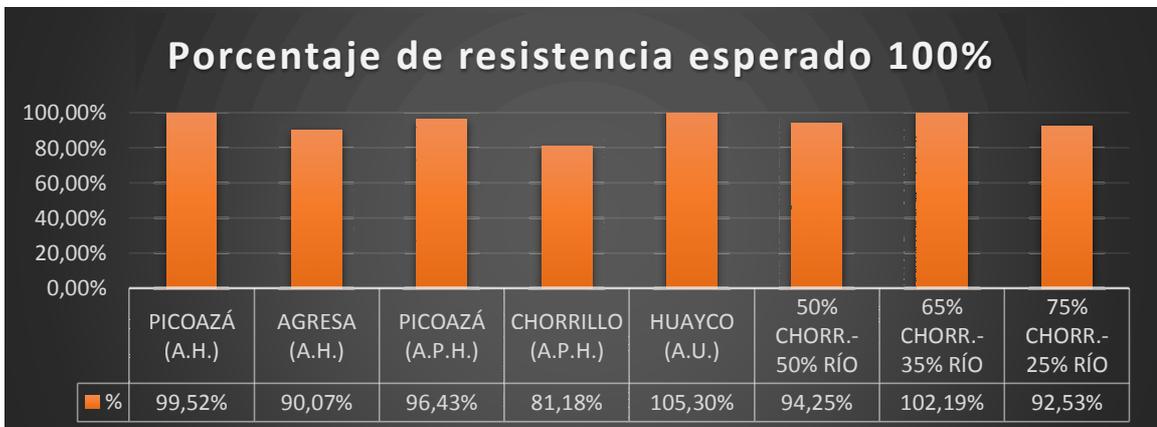


Figura 3.23: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 28 días

(Realizado por: Eder Toarez)

En las figuras 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23, se presenta una progresión similar en cuanto al incremento de resistencia durante los 7, 14 y 28 días en todos los diseños. Los resultados de los diseños con arena homogenizada de la cantera Picoazá, arena unificada de la cantera Caliza Huayco y con la relación 65 - 35 del agregado de la planta Chorrillo con la adición de arena de río de Guayaquil, alcanzan la resistencia esperada, cumpliendo con los porcentajes de resistencia especificado en las normas.

Por otro lado el agregado fino de las plantas Agresa y Chorrillo, no cumplen con la resistencia esperada.

3.7.2 Resultados de roturas de cilindros del diseño cuya resistencia es de 280 kg/cm².

3.7.2.1 Rotura a los 7 días.



Figura 3.24: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 7 días

(Realizado por: Eder Toarez)

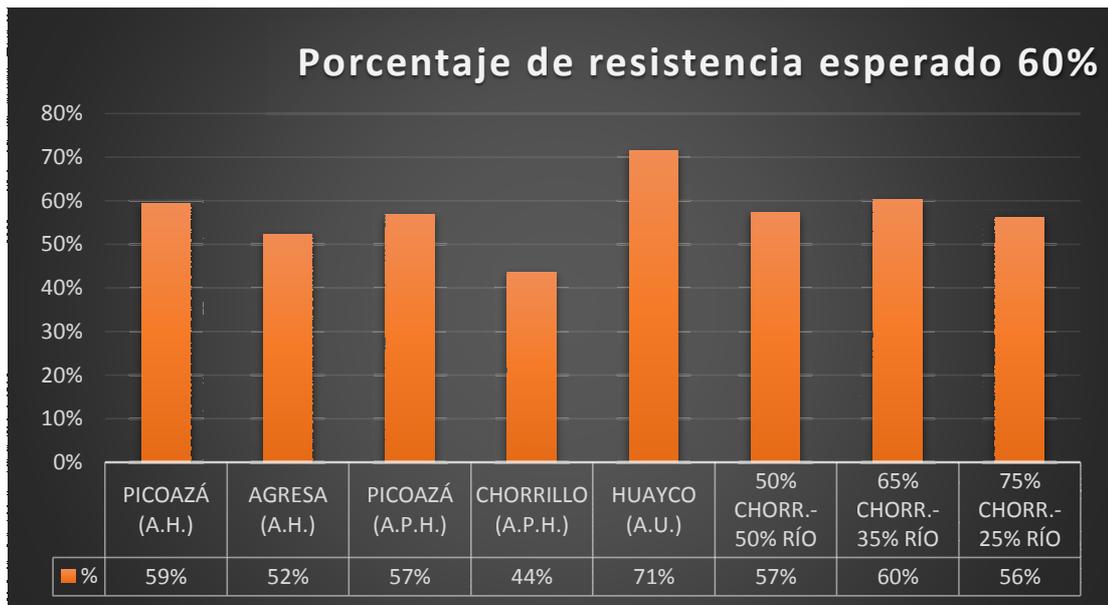


Figura 3.25: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 7 días

(Realizado por: Eder Toarez)

3.7.2.2 Rotura a los 14 días.



Figura 3.26: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 14 días

(Realizado por: Eder Toarez)

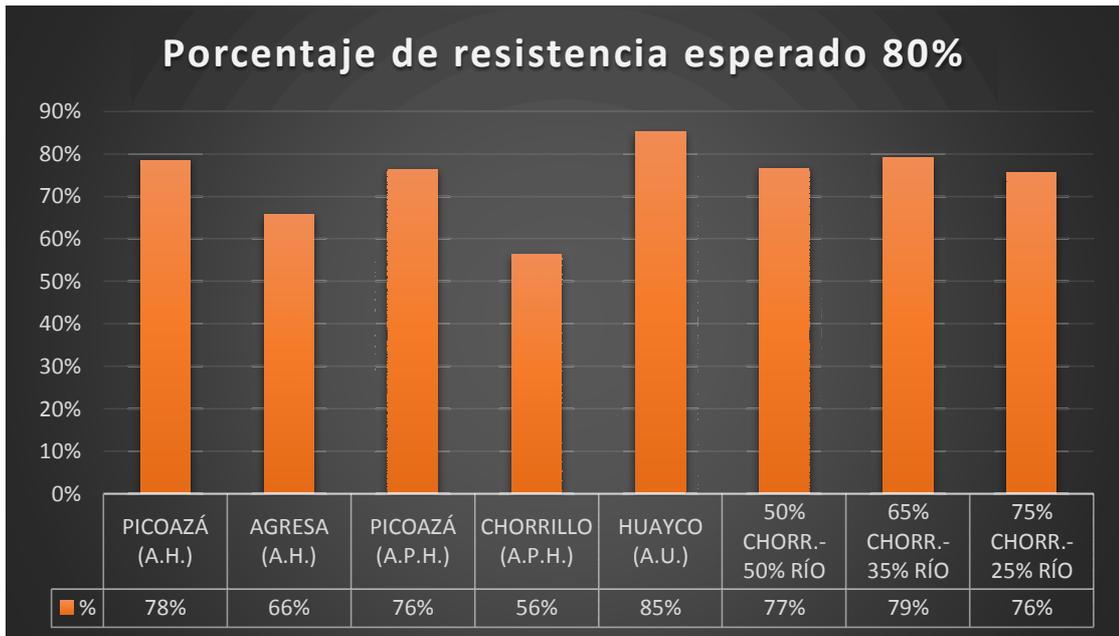


Figura 3.27: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 14 días

(Realizado por: Eder Toarez)

3.7.2.3 Rotura a los 28 días.



Figura 3.28: Comparación gráfica de la resistencia a la compresión a los 28 días

(Realizado por: Eder Toarez)

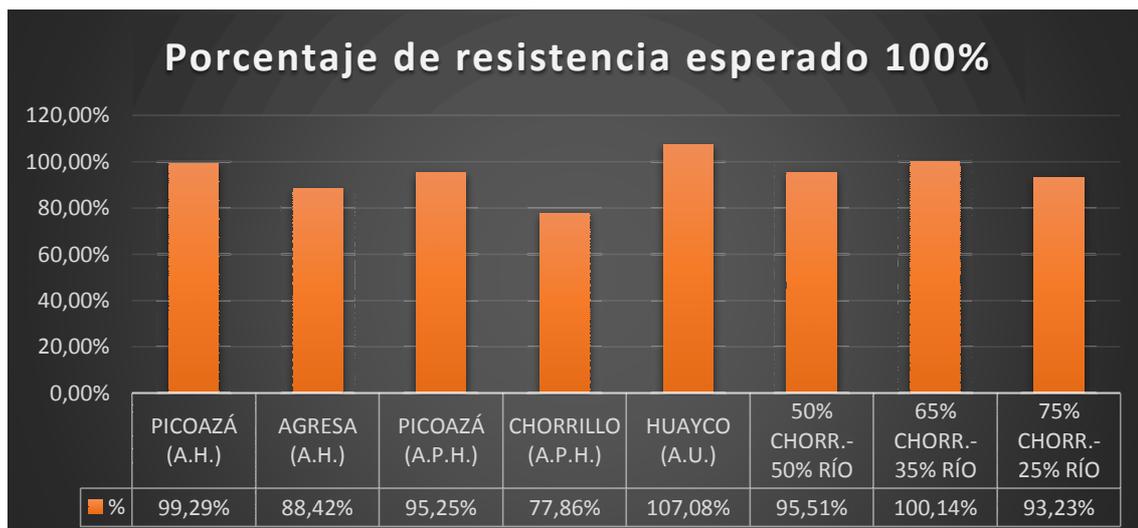


Figura 3.29: Comparación gráfica de los porcentajes de resistencia a los 28 días

(Realizado por: Eder Toarez)

Los diseños de 280 kg/cm² tuvieron igual comportamiento que los diseños de 210 kg/cm², se puede observar en las figuras 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28 y 3.29, que también se presenta una progresión similar en cuanto al incremento de resistencia durante los 7, 14 y 28 días en todos los diseños, de igual manera los diseños con arena homogenizada de la cantera Picoazá, arena unificada de la cantera Caliza Huayco y con la relación 65 - 35, alcanzan la resistencia esperada, cumpliendo con los porcentajes de resistencia especificados en las normas.

Al igual que el diseño de 210 kg/cm², también se observa que el agregado fino de las plantas Agresa y Chorrillo, no cumplen la resistencia esperada.

3.7.3 Resumen de los resultados alcanzados en los diseños de 210 kg/cm².

Tabla 3.1: Resultados de los diseños de 210 kg/cm²

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN LOS DISEÑOS DE 210 KG/CM².								
	PICOAZÁ (A. H.)	AGRESA (A.H.)	PICOAZÁ (A. P. H.)	CHORRILLO (A. P. H.)	HUAYCO (A. U.)	50% CHORR. Y 50% RÍO	65% CHORR. Y 35% RÍO	75% CHORR. Y 25% RÍO
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
7 días	115,60	100,69	108,10	82,53	157,17	120,88	129,14	119,35
14 días	166,36	143,72	162,57	122,12	182,49	163,18	169,29	160,53
28 días	209,00	189,16	202,51	170,48	221,14	197,93	214,61	194,32

(Realizado por: Eder Toarez)

Siendo:

A.H. = Arena homogenizada

A.P.H. = Arena para hormigón

A.U. = Arena unificada

3.7.4 Resumen de los resultados alcanzados en los diseños de 280 kg/cm².

Tabla 3.2: Resultados de los diseños de 280 kg/cm²

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN LOS DISEÑOS DE 280 KG/CM².								
	PICOAZÁ (A. H.)	AGRESA (A.H.)	PICOAZÁ (A. P. H.)	CHORRILLO (A. P. H.)	HUAYCO (A. U.)	50% CHORR. Y 50% RÍO	65% CHORR. Y 35% RÍO	75% CHORR. Y 25% RÍO
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
7 días	166,07	146,74	158,91	122,07	199,91	160,41	168,85	157,02
14 días	219,40	184,19	213,84	157,60	238,75	214,63	221,59	211,80
28 días	278,01	247,56	266,69	218,00	299,82	267,42	280,40	261,04

(Realizado por: Eder Toarez)

Siendo:

A.H. = Arena homogenizada

A.P.H. = Arena para hormigón

A.U. = Arena unificada

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los ensayos realizados en esta Tesis, el agregado fino denominado “arena para hormigón” de las plantas Picoazá y Chorrillo, la arena homogenizada de la cantera Agresa y la arena unificada de Caliza Huayco, no cumplen con la granulometría y módulo de finura que especifica la norma INEN 696.
2. En esta Tesis, debido a que los agregados finos de las plantas mencionadas en el literal 1, no cumplen con la granulometría y módulo de finura, se optó en realizar una mezcla de estos materiales con arena de río de la ciudad de Guayaquil. Se realizó un diseño granulométrico en el cual se escogió el material de la cantera más cercana a la ciudad de Manta, el mismo que se trata de la “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo, para realizar la mezcla. Se encontró una relación granulométrica ideal para la combinación de estos dos materiales la cual resultó de 65 – 35 (65% del material de Chorrillo y el 35% de arena de río de Guayaquil), logrando cumplir con la granulometría y módulo de finura.
3. Los materiales de las canteras Agresa, Chorrillo y Huayco, exceden el porcentaje máximo permisible del material pasante del tamiz #200, el cual según la norma INEN 697 es el 5%, a excepción de los materiales de la cantera Picoazá que presentaron mejores resultados. Sin embargo la norma INEN 872 literal 5.2.3 permite un incremento de este porcentaje hasta el 7% cuando se trata de arenas provenientes de la trituración.
4. Con el ensayo de desgaste a los sulfatos se pudo determinar que los agregados finos de todas las canteras en estudio, presentan desgastes mayores a lo que establece la norma INEN 863, la cual especifica un porcentaje máximo de desgaste del 10% y por lo tanto estos agregados son vulnerables ante el ataque de sulfatos.

5. Se elaboró hormigones con dosificaciones típicas en nuestro medio como 1-2-4 y 1-3-3, en los que se empleó como agregado fino la “arena para hormigón” de la cantera Chorrillo y arena de mar de la playa San José de Montecristi y como agregado grueso ripio de $\frac{1}{2}$ de la cantera Uruzca. Se tomaron las respectivas muestras de hormigón que fueron sometidas a un ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días, donde se determinó que estas dosificaciones no alcanzan la resistencia de 210kg/cm² a los 28 días. Sin embargo cabe recalcar que utilizando arena de mar para la dosificación 1-2-4, se alcanzó una mayor resistencia a la compresión.
6. De acuerdo a los diseños de hormigones realizados en esta Tesis, se elaboró 3 especímenes por cada diseño, teniendo un total de 24 cilindros para los diseños de 210 kg/cm² y 24 cilindros para los diseños de 280 kg/cm², los cuales fueron sometidos a un ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que los agregados en estudio influyen en la resistencia del hormigón, donde los materiales de las plantas Calizas Huayco y Picoazá alcanzan la resistencia esperada. El agregado fino de las canteras Agresa y Chorrillo no cumplen la resistencia esperada en ambos diseños. El diseño granulométrico de la mezcla agregado fino de Chorrillo y arena de río de Guayaquil en la proporción 65-35, alcanza la resistencia esperada en el diseño de 210 kg/cm² y 280kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que los materiales analizados en esta Tesis, tengan una mejor distribución de las partículas, para tener una granulometría y un módulo de finura dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 696 y así no tener que mezclarlos con arena de río o arena de mar.
2. Mejorar el proceso del lavado del agregado fino de las plantas en estudio, para reducir el alto contenido de material limo arcilloso (pasante tamiz # 200), ya que no cumplen con el límite permisible.
3. Tener precaución al emplear este tipo de agregados, en estructuras que van a estar expuestas a la acción de los sulfatos, porque los materiales analizados exceden el porcentaje máximo permitido en la norma INEN 863.
4. Es importante que en las diferentes obras de construcción, se realice el respectivo diseño de hormigón, que considere las características de los agregados a emplear, para no elaborar hormigones basados en dosificaciones empíricas.
5. Al realizar los respectivos diseños de hormigones, se recomienda cumplir con todos los ensayos correspondientes a los materiales que se van a emplear en el diseño. Para cada uno de los ensayos se debe seguir el debido procedimiento, ya que un resultado erróneo de cualquiera de estos altera los resultados finales del diseño.
6. Se recomienda que al realizar los respectivos diseños de hormigones, se elaboren más cilindros por cada diseño para confirmar los resultados calculados, ya que en esta investigación se realizó 3 especímenes por cada diseño, debido a que se realizaron 8 diseños de 210 kg/cm² y 8 diseños de 280 kg/cm².

BIBLIOGRAFÍA

- AEC. (2015). *AEC-Normas ASTM*. Obtenido de Aec.es:
<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- Cabrera, O., Ortega, N., & Traversa, L. (2010). *Una fuente alternativa de agregados finos para el hormigón*. Obtenido de Palermo.edu:
http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2012/cyt/numero10/10N_ISEU_CyT02.pdf
- Candia, I. V. (20 de Agosto de 2012). *Cemento*. Obtenido de Slideshare.net:
<http://es.slideshare.net/Hivannn/cemento-14018662>
- Cisneros, R. C. (20 de Marzo de 2008). *Agregados*. Obtenido de Monografias.com:
<http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml>
- CivilGeek. (11 de Diciembre de 2011). *Propiedades principales del concreto*. Obtenido de CicilGeek.com: <http://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>
- Comité ACI 318. (Enero de 2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Obtenido de Inti.gob.ar: http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf
- Grupo Océano. (2007). *Materiales para la construcción (vol. 1)*. Barcelona (España): Océano.
- INEN. (2009). *Siatema Internacional de Unidades.pdf*. Obtenido de Normalizacion.gob.ec: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/Sistema-Internacional-de-Unidades-SI.pdf>

- Llanos, R. (14 de Febrero de 2014). *Propiedades de los agregados*. Obtenido de Slideshare.net: <http://es.slideshare.net/llanosguerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>
- Murata, H. C. (29 de Abril de 2013). *Informe de agregados*. Obtenido de Slideshare.net : <http://es.slideshare.net/DRUNZASS/universidad-nacional-20193242>)
- NTE INEN 1573. (2010). *Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos*. Obtenido de Law.resource.org. (NTE INEN 1573)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1573.2010.pdf>
- NTE INEN 1576. (2011). *Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 1576)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1576.2011.pdf>
- NTE INEN 1578. (2010). *Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento*. Obtenido de Law.resource.org. (NTE INEN 1578)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1578.2010.pdf>
- NTE INEN 695. (2010). *Agregados. Muestreo pdf*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 695)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0695.2010.pdf>
- NTE INEN 696. (2011). *Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 696)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0696.2011.pdf>
- NTE INEN 697. (2010). *Áridos. Determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 mm (No. 200), mediante lavado*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 697)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0697.2010.pdf>

- NTE INEN 856. (2010). *Áridos. determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 856)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0856.2010.pdf>
- NTE INEN 858. (2010). *Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 858)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0858.2010.pdf>
- NTE INEN 862. (2011). *Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 862): <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0862.2011.pdf>
- NTE INEN 863. (2011). *Áridos. Determinación de la solidez de los áridos mediante el uso de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio*. Obtenido de Law.resource.org (NTE INEN 0863)pdf: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0863.2011.pdf>
- Rodriguez, P. M. (s.f.). *Corrosión en contacto con hormigón*. Obtenido de Arqhys.com: <http://www.arqhys.com/arquitectura/corrosion-contacto-hormigon.html>
- Romo, M. (2007). *Diseño y fabricación de hormigones*. Obtenido de espe.edu.ec: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>
- UNICON. (s.f.). *Agregados para concreto*. Obtenido de Unicon.com.pe: <http://www.unicon.com.pe/repositorioaps/0/0/jer/prodagre/files/FichaTecnicaAgregadosparaConcretoUNICON.pdf>
- Wikipedia. (7 de Octubre de 2014). *Arena (hormigón)*. Obtenido de Wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Arena_%28hormig%C3%B3n%29

ANEXOS

ANEXO A



ANEXO A1: Toma de muestras de arena homogenizada



ANEXO A2: Toma de muestras de arena para hormigón



ANEXO A3: Trituradora de la planta Picoazá

ANEXO C



ANEXO C1: Arena homogenizada de Picoazá



ANEXO C2: Arena homogenizada de Agresa



ANEXO C3: Arena para hormigón de Chorrillo



ANEXO C4: Arena unificada de Huayco



ANEXO C5: Lavado de la muestra

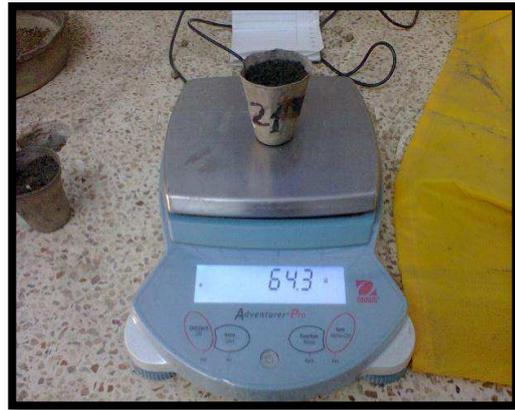


ANEXO C6: Lavado de la muestra

ANEXO D



ANEXO D1: Tamizado de la muestra



ANEXO D2: Peso de la muestra



ANEXO D3: Ensayo de plasticidad



ANEXO D4: Ensayo de peso compactado



ANEXO D5: Enrasado de material



ANEXO D6: Ensayo de peso suelto

ANEXO E



ANEXO E1: Saturación de las muestras



ANEXO E2: Material después de saturación



ANEXO E3: Cono y martillo



ANEXO E4: Secado hasta un estado S.S.S.

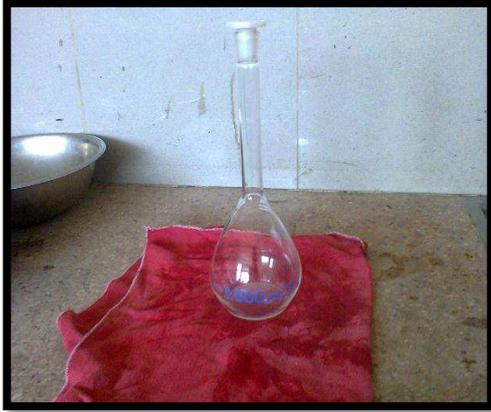


ANEXO E5: Preparación de muestra



ANEXO E6: Muestra en estado S.S.S

ANEXO F



ANEXO F1: Picnómetro de 500ml



ANEXO F2: Ensayo de gravedad específica



ANEXO F3: Peso de picnómetro +
material + agua



ANEXO F4: Sulfato de sodio



ANEXO F5: Preparación del sulfato



ANEXO F6: Colocación de sulfato

ANEXO G



ANEXO G1: Muestras en solución de sulfato



ANEXO G2: Secado de muestras en el horno



ANEXO G3: Desgaste del material ensayado



ANEXO G4: Peso de materiales



ANEXO G5: Dosificación del cemento



ANEXO G6: Dosificación de ripio y arena

ANEXO H



ANEXO H1: Preparación del hormigón



ANEXO H2: Hormigón



ANEXO H3: Ensayo de consistencia



ANEXO H4: Medición del asentamiento



ANEXO H5: Asentamiento (7,5 cm)



ANEXO H6: Toma de muestras en cilindros

ANEXO I



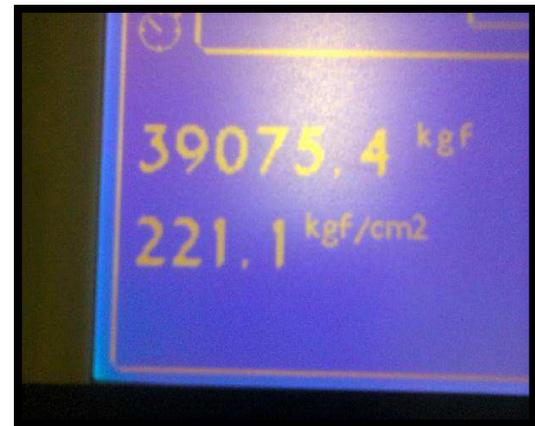
ANEXO I1: Muestra de hormigón



ANEXO I2: Curado de los especímenes



ANEXO I3: Ensayo a compresión



ANEXO I4: Resistencia a compresión



ANEXO I5: Resistencia a compresión



ANEXO I6: Resistencia a compresión